VIII. Bilsel Uluslararası Korykos Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi

Kongre Kitabı

Mersin

11-12 TEMMUZ 2026

Limon Çiçeği Kadar Taze Fikirlerle!

BİLSEL YAYINCILIK

https://bilselkongreleri.com

8. BİLSEL INTERNATIONAL KORYKOS SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS BOOK

11-12 July 2026 - MERSİN/TÜRKİYE

EDITOR
Assoc. Prof. Dr. İLYAS ERPAY

ISBN: '978-625-8531-51-0'

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://bilselkongreleri.com/

08.03.2026

by BILSEL PUBLISHING

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

8. BİLSEL INTERNATIONAL KORYKOS SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

DATE and PLACE

11-12 July 2026

MERSİN/TÜRKİYE

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. İLYAS ERPAY

University Academician Representatives

Doç. Dr. Emre ALTAŞ

Bartın Üniversitesi

PARTICIPANTS COUNTRY

Albania-Azerbaijan- Indonesia Pakistan-Romania-Serbia- Malaysia, France, Nigeria

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Ardita Dylgjeri
Prof. Dr. Benahmed Abdelillah
Professor Dr. Boualam Abderrahmane
Prof. Dr. Elman Guliyev
Prof. Dr. Hassan ZARIOUH
Prof. Dr. Ivan Pavlovic
Prof. Dr. Iheanyı Omezuruıke Okonko
Prof. Dr. İbrahim CAN
Prof. Dr. Özlem KARABULUTLU
Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ
Prof. Dr. Süleyman GÖKSOY
Prof. Dr. Fatma ÇALIŞANDEMİR
Prof. Dr. Ayhan Karakaş
Doç. Dr. Bahadır ÇOKAMAY
Doç. Dr. Recep BÜYÜKTOLU
Doç. Dr. Davut ATILGAN
Doç. Dr. Nilay ERDEM AYYILDIZ
Doç. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT
Assoc. Prof. Mokhtar NEBAB
Assoc. Prof. Gergana Gozanska Plovdiv
Assoc. Prof. Ganaoui Maroua
Assoc. Dr. Abdullayeva Gultekin
Assoc. Dr. Məmmədova Könül Ələddin qızı
Assoc. Prof. Dr. John Noel S. Nisperos
Dr. Betül Ayman
Doç. Dr. Emre ALTAŞ
Dr. Cansu Mine AYDIN
Dr. Bülent ŞEN
Dr. Abdulaziz ERTAŞ
Dr. F. Özlem KARGIN
Dr. Esra KÜRKCÜ AKGÖNÜL
Dr. Vijay Singh
Dr. Alireza Moghaddasi
Dr. Haneen Vasel
Dr. Ülker Baxşiyeva
Dr. Alan Reed Libert
Dr. Ihor Ponomarenko
Dr. M.K.Ganeshan
Dr. R. THIRUCHELVI
Dr. sci. Džana Rahimić Ramić

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet GÜNER

Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Ümit M. KOÇYİĞİT

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Prof. Dr. Fatih Mehmet KANDEMİR

Aksaray Üniversitesi

Prof. Dr. İbrahim CAN

Iğdır Üniversitesi

Prof. Dr. Özlem KARABULUTLU

Kafkas Üniversitesi

Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Ardita Dylgjeri

University of Elbasan "Aleksandër Xhuvani" Albania

Prof. Dr. Benahmed Abdelillah

University of Blida1, Algeria

Prof. Dr. Boualam Abderrahmane

Higher Institute of Nursing and Health Professions, Morocco

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azerbaycan Devlet Pedogoji

Prof. Dr. Hassan ZARIOUH

Mohammed I University, Oujda Morocco

Prof. Dr. Ivan Pavlovic

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Iheanyı Omezuruıke Okonko

Unıversıty Of Port Harcourt, Nıgerıa

Doç. Dr. Recep BÜYÜKTOLU

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Nilay ERDEM AYYILDIZ

Fırat Üniversitesi

Doç. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT

Kırıkkale Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan Tahiri MUTLU

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Doç. Dr. Bahar ÇİFTÇİ

Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Ercan AYDOĞMUŞ

Fırat Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. John Noel S. Nisperos

Don Mariano Marcos Memorial State University-Philippines

Assoc. Prof. Dr. Daniela Matušíková

University of Prešov, Slovakia

Assoc. Prof. Dr. Abderrahmane Raji

Sultan Moulay Slimane University,Morocco

Assoc. Prof. Dr. Enida KUME

Aleksander Moisiu" University, Durrës, Albania

Assoc. Prof. Dr. BELOUFA

Nabil,IHFR, Algeria

Doç. Dr. Ebülfəz Ezimli

Naxçıvan Devlet Universiteti

Assoc. Prof. Dr. Farida Safaraliyeva

Azerbaijan State Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Kamal Koohi

University of Tabriz,Iran

Assoc. Prof. Dr. Ghizlane Bouazza

Ministry of Health, Morocco

Assoc. Prof. Dr. Postolache Victoria

Alecu Russo Balti State University, Moldova

Assoc. Prof. Dr. Naseem Akhter Khattak

Shaheed Benazir Bhutto Women University Peshawar Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Rozina Khattak

Shaheed Benazir Bhutto Women University, Pakistan

Dr. Mustafa ÜSTÜNDAĞ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Başak Tuna

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Dr. Bülent ŞEN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Dr. Nihan TURHAN

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Dr. Ozan Hikmet ARICAN

Kocaeli Üniversitesi

Dr. Esra CEBECİ MAZLUM

Selçuk Üniversitesi

Dr. Emrah KANTAROĞLU

Kırıkkale Üniversitesi

Dr. Eylem BEKTAŞ BİLGİÇ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Dr. Murat KORKMAZ

Hacettepe Üniversitesi

Dr. Solomon Uchechukwu Eze

Nnamdi Azikiwe University

Dr. Mirjeta Cenaj

Sports University of Tirana, Albania

Dr. Israr Ali Khan

Institute of Numerical Sciences, Pakistan

Dr. Blerına Xhelaj

University "Ismail Qemali" Vlora- Albania

Dr. Sohayb Abdulkerim

Gaziantep University

Dr. Muhammad Faisal

Ministry of State and Frontier Region Govt of Pakistan

Dr. M.K.Ganeshan

M.I.E.T. Engineering College

Dr. R. THIRUCHELVI

Aman Aqua Bio Chemical free plant Activator Manufacturer, India

Dr. sci. Džana Rahimić Ramić

University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Dr. Zarifa NAZIRLI

Baku State University

8. BİLSEL INTERNATIONAL KORYKOS SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

11-12 July 2026

MERSİN/TÜRKİYE

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: 837 1208 2607

Passcode: 107010

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/83712082607?pwd=G1hoLpg7RHXZGd1h18eOVxX4Sx0nP2.1

PARTICIPANTS COUNTRY

Albania-Azerbaijan- Indonesia
Pakistan-Romania-Serbia- Malaysia, France, Nigeria

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.

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

TEKNİK BİLGİLER

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

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Asst. Prof. Dr. Rıfat AŞLIYAN*

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Berfin KILIÇ Doç. Dr. Yasemin KATRANCI	*Kocaeli Üniversitesi, Türkiye*	*ZİHİNLERDEKİ MATEMATİK: MATEMATİĞE YÖNELİK DÜŞÜNCELERİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ*
Doç. Dr., Emine UTKUN AKTENER, Öğr. Gör. Erkan YEŞİL, Doç. Dr. Yusuf KAYA	*Pamukkale Üniversitesi, Türkiye*	*İŞLETMEDE MESLEKİ EĞİTİM SÜRECİNİN ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ BULDAN MESLEK YÜKSEKOKULU ÖRNEĞİ*
Doç. Dr., Emine UTKUN AKTENER, Öğrenci Mercan SELEN	*Pamukkale Üniversitesi, Türkiye*	*KADIN GİYSİSİ YAKA FORMLARININ İNCELENMESİ VE YENİ TASARIMLARIN YAPILMASI*
Asst. Prof. Dr. Rıfat AŞLIYAN	*Aydın Adnan Menderes University, Türkiye*	*HYPERPARAMETER TUNING AND FEATURE SELECTION OF XGBOOST BY GENETIC ALGORITHM FOR DIABETES CATEGORIZATION*
Asst. Prof. Dr. Rıfat AŞLIYAN	*Aydın Adnan Menderes University, Türkiye*	*AN EMPIRICAL EVALUATION OF ENSEMBLE AND KERNEL-BASED MACHINE LEARNING MODELS FOR ROBUST EMAIL SPAM FILTERING*
Prof. Dr., Fatma ÇALIŞANDEMİR, Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülsüm Melek YAĞCA	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiy*	*OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE BABA–ÇOCUK İLİŞKİSİ İLE ÇOCUKLARIN SORU SORMA EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ*
Prof. Dr., Fatma ÇALIŞANDEMİR, Beyza DİNÇTÜRK	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye*	*OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMENLERİNİN MİLLİ EĞİTİM AKADEMİSİ HAKKINDA GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Mehmet Ali ÖZÇELİK*

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Semra ŞİRİN KIRIŞ, Öğrenci, Yasemin KIRIŞ, Öğrenci, Ela GÜMÜŞOĞLU, Öğrenci, Betül KURHAN, Öğrenci, Dila Defne HOŞCAN	*Doğuş Üniversitesi, Üsküdar Hacı Sabancı Anadolu Lisesi, Türkiye*	*DEPREM KAYIT İSTASYONLARINDAN GELEN VERILERLE BÖLGESEL RİSK ANALİZİ*
Gülşen ÇELEBİ, Doç. Dr. Yasin Onuralp ÖZKILIÇ	*Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye*	*ÇELİK YAPILARDA KAYNAK KALİTE, KUSURLAR, TAHRİBATSIZ MUAYENE VE İSG ESASLARI*
Gülşen ÇELEBİ, Doç. Dr. Yasin Onuralp ÖZKILIÇ	*Necmettin Erbakan Üniversitesi, Türkiye*	*ÇELİK KONSTRÜKSİYONDA KAYNAK TEMEL KAVRAMLARI VE ERGİTME KAYNAĞI*
Lisans Üstü Öğrencisi, Muhammet Beytullah ÇİL, Prof. Dr. Mehmet Ali ÖZÇELİK	Gaziantep İslam Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, *Türkiye*	*AKILLI BİNALARDA KNX VE DALI TABANLII AYDINLATMA SİSTEMLERİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Emel ECE, Yüksek Fizikçi, Fatma Nur YILDIRIM	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Bağımsız Araştırmacı, Türkiye*	*KİMYASAL, BİYOLOJİK, RADYOLOJİK VE NÜKLEER (KBRN) ARAŞTIRMALARININ LİSANSÜSTÜ TEZLER ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ*
Sinem Kezban, Yayla Tunay, Büşra Özdeş, Cahit Bilgi	*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Türkiye*	*SAVUNMA SANAYİİNDE İNSANSIZ HAVA ARACI SEÇİMİNDE MENZİL KRİTERİNİN ANP YÖNTEMİ İLE ANALİZİ*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNEŞ*

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi. Fatma Sena YAMAN, Arş. Gör. İdil GÖKGÖZ, Doç. Dr. Mehmet GÖKERİK	*Karabük Üniversitesi, Türkiye*	*DİJİTAL PAZARLAMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK LİTERATÜRÜNÜN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: SCOPUS VERİ TABANI ÜZERİNE BİR İNCELEME*
Arş. Gör. İdil GÖKGÖZ, Dr. Öğr. Üyesi. Fatma Sena YAMAN, Doç. Dr. Mehmet GÖKERİK	*Karabük Üniversitesi, Türkiye*	*ENDÜSTRİYEL PAZARLAMA VE TEDARİKÇİ ARAŞTIRMALARINA BİBLİYOMETRİK BİR BAKIŞ (1970–2026)*
Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNEŞ, Öğr. Gör. Dr. Gökhan BİLİCİ	*Selçuk Üniversitesi, Türkiye*	*YENİ KAMU İŞLETMECİLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN SOSYAL HİZMETLERİN DÖNÜŞÜMÜ*
Dr. Murat ERKOYUNCU	*Hitit Üniversitesi, Türkiye*	*YALNIZLIK VE SOSYAL HİZMET: EKOLOJİK YAKLAŞIM TEMELİNDE TOPLUM TEMELLİ BİR DEĞERLENDİRME*
Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNEŞ, Öğr. Gör. Dr. Gökhan BİLİCİ	*Selçuk Üniversitesi, Türkiye*	*SOSYAL HİZMET MESLEĞİNDE SÜPERVİZYON EKSİKLİĞİ VE MESLEKİ ZORLUKLAR:NİTEL BİR ANALİZ*
Yük. Müh., Ferhat TABAK, Dr. Öğr. Üyesi, Seda ÇELLEK, Ergün ERASLAN, İbrahim YILMAZ, Servet SOYGÜDER	*Yıldırım Beyazıt University, Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye*	*İŞ KAZASI ÖRÜNTÜLERİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZİ: FAALİYET TÜRÜ, YARALANMA TÜRÜ VE YARALANAN VÜCUT BÖLGESİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER (2017–2024)*
Dr. Öğr. Üyesi, Seda ÇELLEK, Yük. Müh., Ferhat TABAK, Ergün ERASLAN, Servet SOYGÜDER, İbrahim YILMAZ	*Yıldırım Beyazıt University, Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye*	*İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ARAŞTIRMALARINDA KULLANILAN İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLERİ: TREND ANALİZİ, KÜMELEME ANALİZİ, KORELASYON ANALİZİ VE MANOVA ÜZERİNE BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Dr. Öğr. Üyesi Beyhan BAŞKAN*

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Edip Güvenç ÇEKİÇ, Op. Dr. Kadir ARSLAN, Uzm. Dr. Mustafa BOZ, Arş. Gör. Dr. Sultan KURT YILDIRIM, Doç. Dr. Serkan YAZMAN, Doç. Dr. Burak Can DEPBOYLU, Prof. Dr. Nesrin FİLİZ BAŞARAN, Prof. Dr. Buğra HARMANDAR	*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Kocaeli Şehir Hastanesi, Türkiye*	*KORONER ARTER BYPASS GREFT OPERASYONUNDA KULLANILAN OTOJEN GREFTLERDE SİLOSTAZOLÜN VAZOSPAZM ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN İZOLE ORGAN BANYOSUNDA DEĞERLENDİRİLMESİ*
Dr. Öğr. Üyesi Beyhan BAŞKAN	*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye*	*GİRİŞ KAVİTESİNE BULAŞAN KÖK KANAL PATININ TEMİZLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER: GÜNCEL LİTERATÜRÜN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Uzm. Dt. Özge YÜKSEKKAYA, Arş. Gör. İrfan YÜKSEKKAYA	*Gaziantep Üniversitesi, Türkiye*	*SERBEST DİŞ ETİ GREFTİ: OLGU SUNUMU*
Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY, Doç. Dr. Özlem KOÇ	*Tarsus Üniversitesi, Türkiye*	*21. YÜZYILDA EBELİK LİDERLİĞİ: KÜRESEL KANITLAR IŞIĞINDA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE GELECEĞE YÖNELİK STRATEJİLER*
Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY, Doç. Dr. Özlem KOÇ	*Tarsus Üniversitesi, Türkiye*	*GEBELİKTE TÜTÜN BAĞIMLILIĞI YÖNETİMİNDE EBE LİDERLİĞİ: GÜNCEL KANITLAR, KLİNİK UYGULAMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Doç. Dr. Çetin AYKURT*

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
DOÇ.DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlət Universiteti-BÜTÖV AZERBAYCAN*	*"QURANİ-KƏRİM"İN NAZİLİ VƏ MÜQAYİSƏL LİNQİVİSTİKA ÜZRƏ YAZILMIŞ İZAHLI, TƏHLİL- TƏTBİQİ LÜĞƏTLƏR*
Yüksek Lisans Öğrencisi, Tuba ÖZDEMİR	*Batman Üniversitesi, Türkiye*	*KÜNHÜ'L AHBAR TEZKİRESİNDE MÜKERRER BİYOGRAFİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME: ZİHNİ VE BEYANİ ÖRNEKLERİ*
Nurgul NURYSHEVA, Doç. Dr. Hülya ÖZTEKİN	*Erciyes Üniversitesi, Türkiye*	*KAZAKİSTAN BELGESEL SİNEMASINDA EKOKRİTİK BİR YAKLAŞIM: SEA TOMORROW FİLMİNDE İNSAN-DOĞA ETKİLEŞİMİ*
Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülşah ÇELİK, Profesör Doktor, Ramazan ERTÜRK	*Erciyes Üniversitesi, Türkiye*	*GAZÂLÎ'DE İLAHİ GİZLİLİK BİLGİNİN DEĞİL, İNSANIN SINIRI MIDIR?*
Doç. Dr. Çetin AYKURT	*Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye*	*OSMANLI DEVLETİ'NDE NUMUNE MEKTEPLERİ*
DOÇ.DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlət Universiteti-BÜTÖV AZERBAYCAN*	*XIX ƏSR AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATINDA TƏNQİDİ MOTİVLƏR: BABA BƏY ŞAKİR: "OĞRUNUN HƏR BIRI BIR XANƏ DÖNÜB"*
Doç. Dr. Çetin AYKURT	*Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye*	*OSMANLI DEVLETİ'NDE PAZAR KAYIKLARININ İŞLEVİ*
DOÇ.DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlət Universiteti-BÜTÖV AZERBAYCAN*	*SOKRAT DAYMONİZMİ VƏ CƏLİL MƏMMƏDQULUZADƏ REALİZMİNDƏ "MOLLANƏSRƏDDİNSAYAQ" HİDDƏTİN PƏRDƏALTI EYHAMLARI*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Dr. Öğr.Üyesi, Cemal POLAT*

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr., Salih AKPINAR, Melih KARABAĞ	*Kafkas Üniversitesi, Türkiye*	*2021 YILINDA POSOF ATMOSFERİNDEKİ POACEAE POLENLERİNİN AYLIK DAĞILIMI VE GÜN İÇİ DEĞİŞİMİ*
Doç. Dr., Salih AKPINAR, Ebru ÇELİK KAPLAN	*Kafkas Üniversitesi, Türkiye*	*2025 YILINDA KARS ATMOSFERİNDEKİ CUPRESSACEAE/TAXACEAE POLENLERİNİN AYLIK VE SAATLİK DAĞILIM ÖZELLİKLERİ*
Dr. Öğr. Üyesi Eda KAYA PEPELE	*Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Türkiye*	*MCF7 MEME KANSERİ HÜCRE HATTINDA SEÇİLMİŞ BİR KALKON TÜREVİNİN 4 GY X-IŞINI İLE KOMBİNASYONUNUN MTT TEMELLİ İN VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ*
Dr. Öğr.Üyesi, Cemal POLAT	*Eskişehir Teknik Üniversitesi, Türkiye*	*YAŞLI YETİŞKİNLERİN FİZİKSEL AKTİVİTE DÜZEYLERİ, GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİ VE ENSTRÜMANTAL GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ: BİR PİLOT ÇALIŞMA*
Dr., Ender ERDOĞAN, Dr. Öğr. Gör., Özge KANDEMİR	*Atatürk Üniversitesi, Aksaray Üniversitesi, Türkiye*	*KÖPEK GENÇLİK HASTALIĞINDA (CANINE DISTEMPER) GÖZLENEN BİYOKİMYASAL PARAMETRE DEĞİŞİMLERİ VE KLİNİK ÖNEMİ*
Dr. Öğretim Üyesi Rahmi CANBAR	*Aksaray Üniversitesi, Türkiye*	*DOKSİSİKLİNİN KANATLI EMBRİYOLARINDA FEMUR VE TİBİA GELİŞİMİ ÜZERİNE DOZA BAĞLI ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Dr. Öğr. Üyesi, Orhan ULUÇAY*

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi, Barış Deniz KOÇAN, Doç. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT	*Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye*	*UNS N08031 SUPER ALAŞIMININ FİBER LAZER KAYNAK YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLMESİ SONRASI KAYNAK BÖLGESİNİN İNCELENMESİ*
Emrah Arda, Samet Çelebi, Ömer Cihan and Üsame Demir	*Sakarya University,* Bilecik Şeyh Edebali University, *Türkiye*	*EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ISOAMYL ACETATE–DIESEL BLENDS ON PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSIONS IN A SINGLE-CYLINDER DIESEL ENGINE*
Emrah Arda, Samet Çelebi, Ömer Cihan, Üsame Demir	*Sakarya University,* Bilecik Şeyh Edebali University, *Türkiye*	*EFFECT OF LOW-LEVEL NITROMETHANE AS A DIESEL FUEL ADDITIVE ON THE PERFORMANCE AND EMISSION CHARACTERISTICS OF A SINGLE-CYLINDER DIESEL ENGINE*
Ahmet Bekir SOLAK, Prof. Dr. Ali GÜNEN, Dr. Nermin ÖZCAN	*İskenderun Teknik Üniversitesi, Türkiye*	*SICAK HADDELENMİŞ DÜŞÜK KARBONLU ÇELİKLERDE RULO KIRIĞI OLUŞUMUNUN METALURJİK DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROSES BAZLI MÜHENDİSLİK ÖNERİLERİ*
Yüksek Lisans Öğrencisi ABDALLATİF QARABASH, Prof.Dr. VASİF NABİYEV	*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye*	*OTOMATİK YEMEK İÇERİĞİ ANALİZİ İÇİN VİSİON TRANSFORMER TABANLI SEMANTİK BÖLÜTLEME MODELİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Orhan ULUÇAY Doç Dr., Feyzi Sinan TOKALI	*Kafkas Üniversitesi, Türkiye*	*RODANİNİN α,β-DOYMAMIŞ ENON VE İMİN TÜREVLERİNİN TİROZİN KİNAZ İNHİBİSYON ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: SENTETİK VE HESAPLAMALI BİR YAKLAŞIM*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Dr. Öğr. Üye., Onur Tekoğlu*

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi İncifer Ağyar, Doç.Dr. Hakan Yaykaşlı, Doç.Dr. Mustafa Kavgacı	*Kahramanmaraş İstiklal University, Türkiye*	*FABRICATION OF BORON NITRIDE-REINFORCED AL7075 COMPOSITES VIA POWDER METALLURGY AND ANALYSIS OF STRUCTURAL PROPERTIES*
Mert İskender KARA, Prof. Dr. Gültekin BASMACI, Doç. Dr. Serkan ATEŞ	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, *Türkiye*	*HİDRODİNAMİK KAVİTASYON REAKTÖRÜ TABANLI MİKROALGLERDEN OMEGA-3 ÜRETİMİ*
Beyza ERCAN, Ahmet KABUL	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye*	*FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE GÜNLÜK KÜRESEL GÜNEŞ IŞINIMI TAHMİNİNDE STACKİNG ENSEMBLE YAKLAŞIMI*
Öğr.Gör., Emre ÇAKIR	*Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Türkiye*	*Lİ-İYON BATARYA PAKETİ ÜRETİMİNDE RİSK TABANLI KALİTE KONTROL VE TEST TAKSONOMİSİ*
Dr. Öğr. Üye., Onur Tekoğlu, Öğr. Gör., Nurdan KUMAŞ ŞENOL	*Giresun Üni., Türkiye*	*TEKSTİL VE MODA SEKTÖRÜNDE ATIK YÖNETİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-11:30

HEAD OF SESSION: *Dr.Öğr.Üyesi Neslihan ÇELİK*

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doktora Öğrencisi, Ardahan Batuhan BALCİ, Prof. Dr. Üzeyir AYDIN	*Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye*	*KÜRESEL SAVUNMA SANAYİNİN YAPISAL DÖNÜŞÜMÜ: DÜNYANIN İLK 100 SAVUNMA SANAYİ ŞİRKETİNİN KARŞILAŞTIRILMASI (2002-2024)*
Doktora Öğrencisi, Ardahan Batuhan BALCİ, Prof. Dr. Üzeyir AYDIN	*Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye*	*ASKERİ HARCAMALAR VE EKONOMİK BÜYÜME: NATO ÜLKELERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ (1990-2023)*
Dr.Öğr.Üyesi Neslihan ÇELİK	*Marmara Üni., Türkiye*	*ULUSLARARASI TİCARETİN KOLAYLAŞTIRILMASI POLİTİKALARI KAPSAMINDA TİCARİ SÜREÇLERDE BLOKZİNCİR TABANLI ÇÖZÜMLER*
Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa ÇELİK	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye*	*TÜRK KATILIM BANKACILIĞINDA FİYATLAMA DİNAMİKLERİNİN EVRİMİ: BANKALARARASI KORELASYON AĞLARI ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ*
Lisans Öğrencisi, Fatma CEYHAN, Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Mert TÜRK	*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye*	*YEŞİL FİNANSIN GÖLGESİNDE: GREENWASHİNG OLGUSU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK SÖYLEMİNİN DÖNÜŞÜMÜ*
Dr. Arş. Gör. Zeynep ERDOĞAN	*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye*	*SOSYAL MEDYA ERİŞİM KISITLAMALARINA KULLANICI TEPKİLERİ: TÜRKİYE'DE INSTAGRAM ENGELİ ÜZERİNE AMPİRİK*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:30-12:30

HEAD OF SESSION: *Fida Younus Khattak*

SESSION-2 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Frida ZISKO	*Mediterranean University of Albania, Tirana, Albania*	*BEYOND POINT PREDICTIONS: AN UNCERTAINTY-AWARE DATA SCIENCE FRAMEWORK FOR CUSTOMER BEHAVIOR PREDICTION IN TELECOM*
El Mahdi Bouabdalli , Mohamed El Jouad, Samira Touhtouh , Ilyass El kadmiri , Nathalie Gaumer, Mostapha Siniti and Abdelowahed Hajjaji	*Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco. Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco. Université d'Angers, France.*	*ENGINEERING STRUCTURE–PROPERTY RELATIONSHIPS IN EU 3+ -DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES FOR ADVANCED PHOTONIC AND PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS*
El Mahdi Bouabdalli , Mohamed El Jouad, Samira Touhtouh , Ilyass El kadmiri , Nathalie Gaumer, Mostapha Siniti and Abdelowahed Hajjaji	*Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco. Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco. Université d'Angers, France.*	*FROM STRUCTURE TO LUMINESCENCE: A SYNERGISTIC MULTIPHYSICS–JUDD–OFELT FRAMEWORK FOR HIGH-EFFICIENCY RED EMISSION IN EU 3+ -DOPED SILICOPHOSPHATE SOL–GEL GLASSE*
Moses Adeolu AGOI, Samuel Olayiwola AJAGA, Olajuwon Victor OLAYINKA, Oluwanifemi Opeyemi AGOI	*Lagos State University of Education, Lagos Nigeria. Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.*	*AUTOMATION, ROBOTICS, AND PRECISION MATERIAL FABRICATION: EMERGING TECHNOLOGIES FOR ADVANCED MOLECULAR APPLICATIONS*
Adil Murad, Muhammad Adnan, Shahida Parveen, Ikramullah, Fida Younus Khattak	*Kohat University of Science and Technology, Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar, Pakistan. Institute of Applied Sciences and Technology, Khanpur Road Mang, Haripur, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.*	*LOW FREQUENCY ELECTROSTATIC WAVE DYNAMICS IN THE SUBSOLAR MAGNETOSHEATH OF VENUS: A THEORETICAL FRAMEWORK WITH MULTI-ION AND SUPRATHERMAL ELECTRONS*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:30-12:30

HEAD OF SESSION: *Dr. Ebru ÖZDEMİR*

SESSION-2 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Rani Aulia Sari	*K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University, Central Java, Indonesia*	*SARIA ACCOUNTING: A SOLUTION FOR ACHIEVING INTEGRITY IN FINANCIAL GOVERNANCE IN THE MODERN ERA*
Slamet Riyadi	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*SUKUK ACCOUNTING IN INDONESIA'S CAPITAL MARKET: RECOGNITION, MEASUREMENT, AND REPORTING PRACTICES UNDER PSAK 110 AND PSAK 410*
Tasya Naelun Najjah	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*IMPLEMENTATION OF SHARIA FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS (PSAK SYARIAH) TO ENHANCE TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY OF ISLAMIC BANKS' FINANCIAL REPORTING IN INDONESIA*
Muhammad Umar Chasani Dinda Daniela Asifa	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*EVALUATING STATE BUDGET EFFICIENCY: THE URGENCY BEHIND THE GOVERNMENT'S ACQUISITION OF FIFA BROADCASTING RIGHTS*
Kodam Wijoyo Saputra	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MANAGEMENT AND REPORTING OF SHARIA SOCIAL FUNDS*
Veila Putricia Az Zahra	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*REKONSTRUKSI ETIKA EKONOMI ISLAM BERBASIS AL-IQTISHAD SEBAGAI STRATEGI MEMBANGUN CONSUMER TRUST PADA ERA ARTIFICIAL INTELLIGENCE*
Irma Safitri	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*SOCIAL AND GOVERNANCE DIMENSIONS IN SHARIAH SUSTAINABLE REPORTING*
Naufal Nawalussalam	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*CONSPICUOUS CONSUMPTION AND SOCIAL STRATIFICATION: EXAMINING HOW PEER REFERENCE GROUPS SHAPE INDIVIDUAL SPENDING BEHAVIOR IN URBAN COMMUNITIES*
Shofa AINY, Luna Rahma AGUSTIN	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE DYNAMICS OF SOCIAL CHANGE AND HUMAN COMMUNICATION IN THE ERA OF INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0*
Agista Eka Pratiwi Muhammad Adhie Massardy	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE ROLE OF RELIGIOUS VALUES IN THE PROCESS OF SOCIAL CHANGE*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:30-12:30

HEAD OF SESSION: *Dr. Ülker Bahşiyeva*

SESSION-2 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Gunel Shefiyeva	*Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan-Baku,*	*LANGUAGE GAP BETWEEN THE OLD AND NEW GENERATION*
Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva doktoru, dosent	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,*	*ŞAGİRDYÖNÜMLÜ TƏLİM MÜHİTİNİNFORMALAŞDIRILMASINDA FƏAL TƏLİM METODLARININ ROLU*
Qasımova Maya Rəhim qızı doktor, dosent	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan*	*İBTIDAI MƏKTƏBDƏ ÜSLUBIYYAT ÜZRƏ IŞIN TƏŞKILI: NƏZƏRI ƏSASLAR VƏ METODIK YANAŞMALAR*
Natevan Paşayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*NESİLLER ARASI EĞİTİM DEĞİŞİMLERİ: ÜÇ KUŞAK ÜZERİNE BİR ANALİZ*
Lale MUSAYEVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*HALK BİLİMİ UNSURLARININ DİL DERSLERİNDE KULLANIMI*
Dr. Ülker Bahşiyeva	*ADPU*	*MİRZƏ İBRAHİMOVUN ARAŞDIRMALARINDA XIX ƏSR CƏNUBİ AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI 19TH CENTURY SOUTHERN AZERBAIJAN LITERATURE IN THE RESEARCH OF MIRZA IBRAHIMOV*
Prof. Dr. Elman Quliyev	*Bakı Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan*	*ƏBDÜLHƏMİD ZİYA PAŞANIN HƏYATI VƏ YARADICILIĞI*
Peri Paşayeva, Dosent	*Pəri Paşayeva Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*VƏTƏNPƏRVƏRLİK TƏRBİYƏSİNİN PEDAQOJİ ƏSASLARI*
Arzu Kərimova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*METAFORALARIN SEMANTİK TƏHLİLİ*
Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı	*ADPU Azərbaycan*	*ANTROPONIMLƏRIN FORMALAŞMASINA TƏSIR EDƏN AMILLƏR*
Məmmədova Könül Ələddin qızı	*ADPU Azərbaycan*	*MÜASİR TƏHSİLDƏ MÜƏLLİM – ŞAGİRD MÜNASİBƏTLƏRİ*
Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*RUS ÇOCUK EDEBİYATININ GELİŞİM AŞAMASI VE TARİHSEL DÖNEMİ*
Ulduz Fərhad Qəhrəmanova,	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*Ədəbiyyatşünaslıq elminin nəzəri problemləri*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:30-12:30

HEAD OF SESSION: Dr. Abdul Rehman

SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Aqsa Khan, Dr. Abdul Rehman, Dr. Rehan	*Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.*	*GREEN SYNTHESIS OF MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES USING OLEA EUROPAEA LEAF EXTRACT AND EVALUATION OF THEIR ANTIBACTERIAL AND ANTIBIOFILM ACTIVITY AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA*
Laiba Nadeem, Dr. Malik Nawaz Shuja, Dr. Abdul Rehman	*Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.*	*ISOLATION, CHARACTERIZATION AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF INDIGENOUS MICROBIAL CONSORTIA INVOLVED IN THE BIODEGRADATION OF PLA BIOPLASTICS AND PET MICROPLASTICS*
Nimra Rashid, Dr. Malik Nawaz Shuja, Dr. Abdul Rehman	*Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.*	*BIOTRANSFORMATION OF TEXTILE DYE RESIDUES IN CONTAMINATED SOILS USING INDIGENOUS CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES (VETIVER GRASS)-RHIZOSPHERE BACTERIA*
Waqas Ashraf , Rehan Naeem, Muhammad Anees	*Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Pakistan*	*GENOME ANNOTATION AND IN-SILICO CHARACTERIZATION OF BIOCONTROL-RELATED GENES IN AN INDIGENOUS BACILLUS STRAIN*
NASIR ZIA	*Kohat University of Science and Technology, Kohat Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan*	*INVESTIGATING STRUCTURAL, ELECTRONIC, ELASTIC, AND OPTICAL PROPERTIES OF $NaXO_3$ (X = Ge, Sn) PEROVSKITES USING DFT*
Abubakkar saddique, Dr. Malik Nawaz Shuja, Dr. Abdul Rehman	*Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.*	*ECO-FRIENDLY SYNTHESIS OF CARALLUMA TUBERCULATA BASED MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES AND THEIR SYNERGISTIC ACTIVITY AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA*
Haseeb Khan, Abdul Rehman and Mubbashir Hussain	*Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan*	*EVALUATION OF INDIGENOUS BACTERIAL COMMUNITIES FOR THE BIODEGRADATION OF SYNTHETIC DYES IN DISTRICT KOHAT*

11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:30-12:30

HEAD OF SESSION: Dr. Bahar ALTUNOK

SESSION-2 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Binta Rizqina Aulia, Kurnia Andini, Mutiara Salsabila, Irma Safitri	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE UTILIZATION ON STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AND LEARNING*
Dwi Alfiatur ROKHMAH	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*A PRODUCTIVE ZAKAT-BASED SUSTAINABLE FINANCING MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF MSMES OWNED BY MUSTAHIK*
ALFA AINUN NISA	*K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia*	*THE ROLE OF SHARIA ECONOMIC SOCIOLOGY IN DEVELOPING JUST ECONOMIC BEHAVIOR IN SOCIETY*
ALFA AINUN NISA	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE ROLE OF SOCIAL CAPITAL IN STRENGTHENING COMMUNITY-BASED ISLAMIC ECONOMIC PRACTICES: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE*
Arfania Zuhru Fila	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*ASSESSİNG THE EFFECTİVENESS OF DİGİTAL SOCİAL ASSİSTANCE PROGRAMS İN ALLEVİATİNG POVERTY AND REDUCİNG INCOME INEQUALİTY*
Dina Indah Maulida	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE IMPACT OF NICKEL DOWNSTREAMING POLICY ON INDONESIA'S EXPORT VALUE AND TRADE STRUCTURE*
Kibrat Barahama	*K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Indonesia*	*BUILDING GOLDEN INDONESIA 2045: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE ERA OF GLOBALIZATION*
Kibrat Barahama	*K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Indonesia*	*HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT IN FACING THE INDUSTRIAL REVOLUTION 5.0*
Arifal Anugerahana Putra , Muhammad Faza Ardhani , Daffa Pasca Mahardika	*K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Indonesia*	*OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (OSH): STRATEGIES FOR PREVENTING WORKPLACE ACCIDENTS AND ENHANCING EMPLOYEE PRODUCTIVITY*
MACCLEREY JOSHUA ROGER	*Keningau Vocational College, Sabah, Malaysia*	*WHY STUDENTS LOVE SLEEPING: UNDERSTANDING THE IMPORTANCE OF SLEEP IN STUDENT LIFE*
Levellon Davinci Libat	*Keningau Vocational College, Sabah, Malaysia*	*REIMAGINING OURSELVES AS SUPERHEROES: INSPIRING PERSONAL GROWTH THROUGH IMAGINATION*
Reodarnel Hem	*Keningau Vocational College, Sabah, Malaysia*	*TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TRANSFORMING THE FUTURE OF HUMAN SOCIETY*

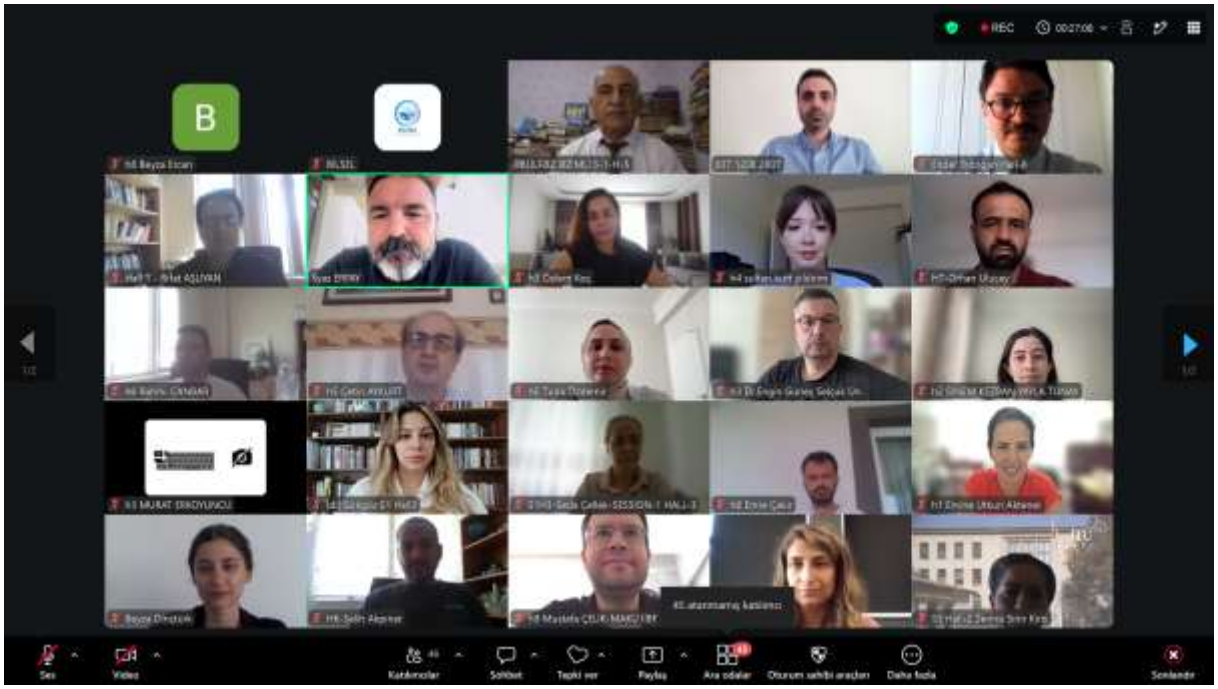
11.07.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:30-12:30

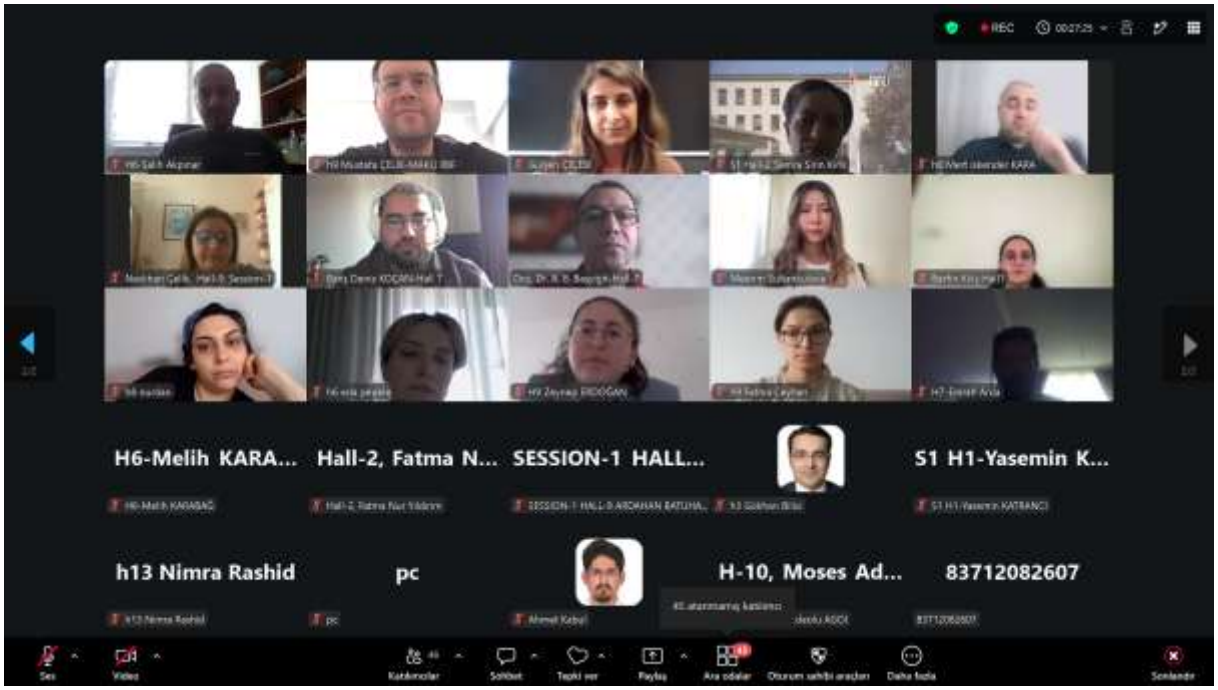
HEAD OF SESSION: Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)

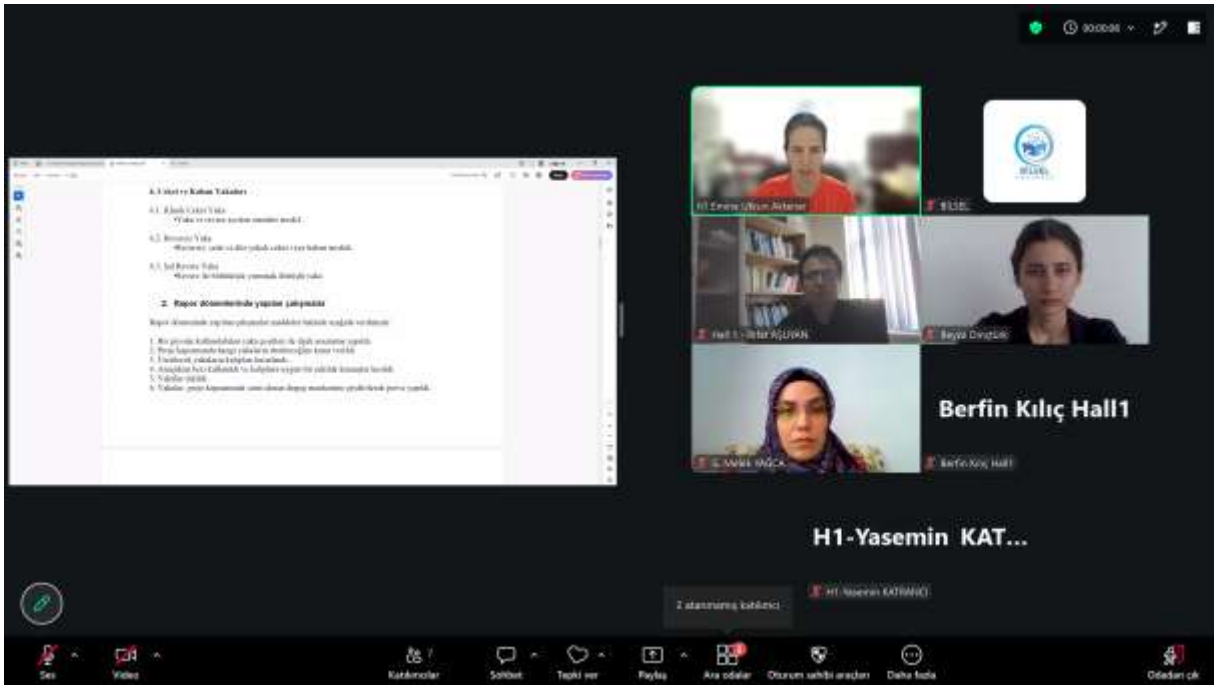
SESSION-2 HALL-15

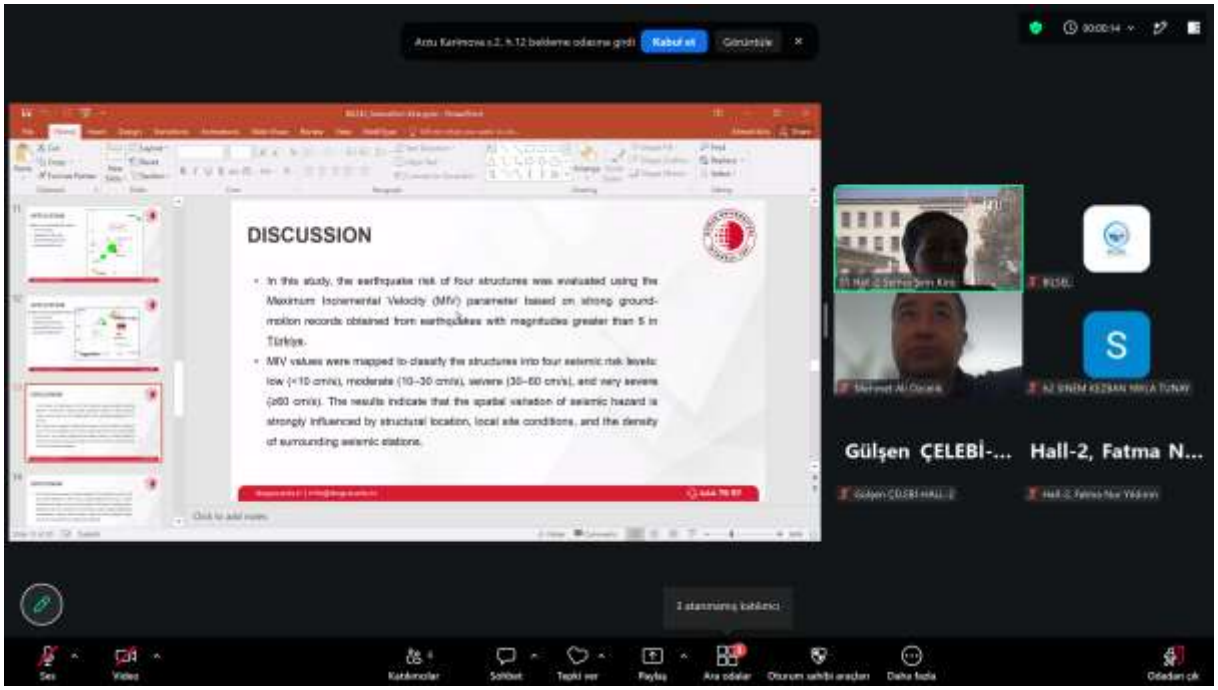
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Sintia Wulandari, Apridar, Riswandi	*Syiah Kuala University, Indonesia*	*THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF THE ACEH ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS QANUN ON ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM A DIFFERENCE-IN-DIFFERENCES ANALYSIS ACROSS SUMATRA*
PhD, Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania*	*HIGHLY SKILLED MIGRATION, HUMAN CAPITAL MOBILITY, AND EUROPEAN SOCIAL POLICIES: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE*
PhD, Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania*	*MIGRATION, KNOWLEDGE ECONOMIES, AND GLOBAL TALENT MOBILITY: SOCIOLOGICAL PERSPECTIVES*
Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest, Bucharest, Romania*	*AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY HE–Y, COME ON OU–T! BY SHINICHI HOSHI*
Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest, Bucharest, Romania*	*AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY THE ROAD TO THE SEA BY TAKASHI ISHIKAWA*
Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest, Bucharest, Romania*	*AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY CARDBOARD BOX BY RYO HANMURA*
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	*"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania*	*REGIONAL PUBLIC SPENDING AND ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM EUROPEAN UNION COHESION POLICY*
Assoc. Prof. Dr. Arber GJETA, Msc. Tea THAÇI	*FBD, University of Elbasan HERA Chair Jean Monnet, Albania*	*LEGAL REGULATION OF VIRTUAL CURRENCIES IN ALBANIA (CRYPTOCURRENCIES) AND LEGISLATION IN THE EU*
Dr Aleksandra Nikolova Marković	*Megatrend University, Belgrade, Serbia*	*PROPERTY RIGHTS OF SPOUSES AND THEIR PROTECTION THROUGH THE PRISM OF FAMILY LAW, PROPERTY LAW AND CIVIL PROCEDURE LAW*
Wafiq Amelia, Vivi Silvia, Putri Bintusy Syathi	*Syiah Kuala University, Indonesia*	*THE MEDIATING ROLE OF FISCAL SPACE IN REGIONAL INVESTMENT AND FISCAL INDEPENDENCE IN INDONESIA*

8. BİLSEL INTERNATIONAL KORYKOS SCIENTIFIC RESEARCHAND INNOVATION CONGRESS

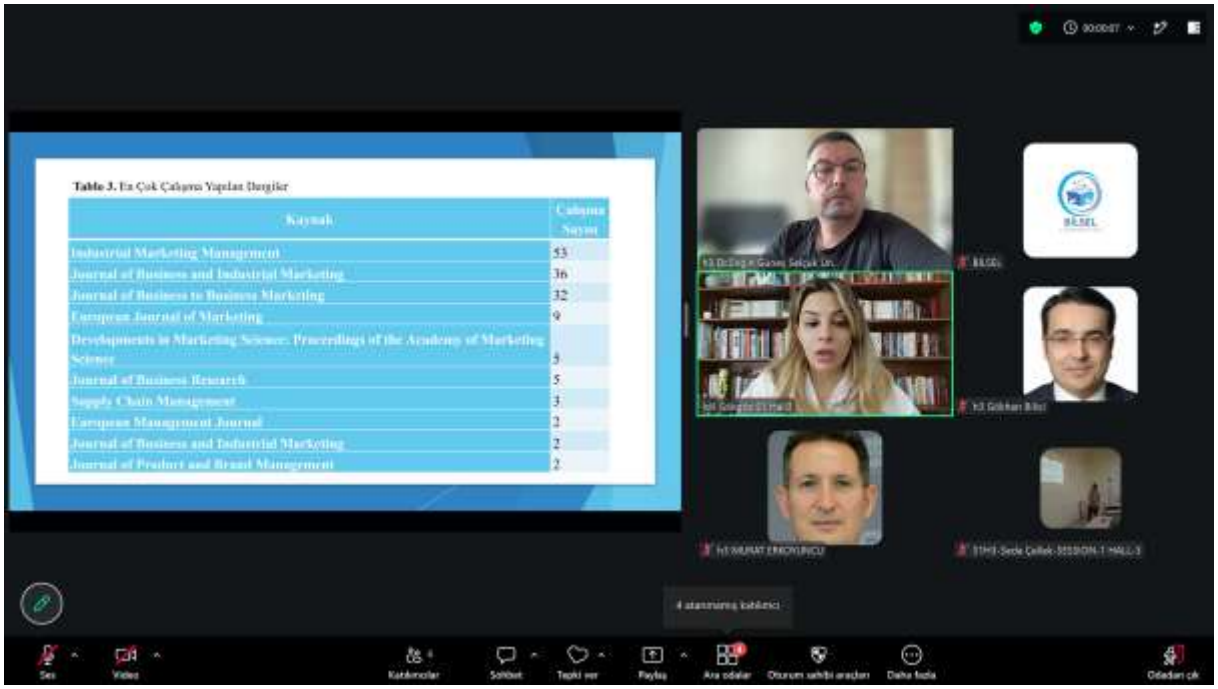


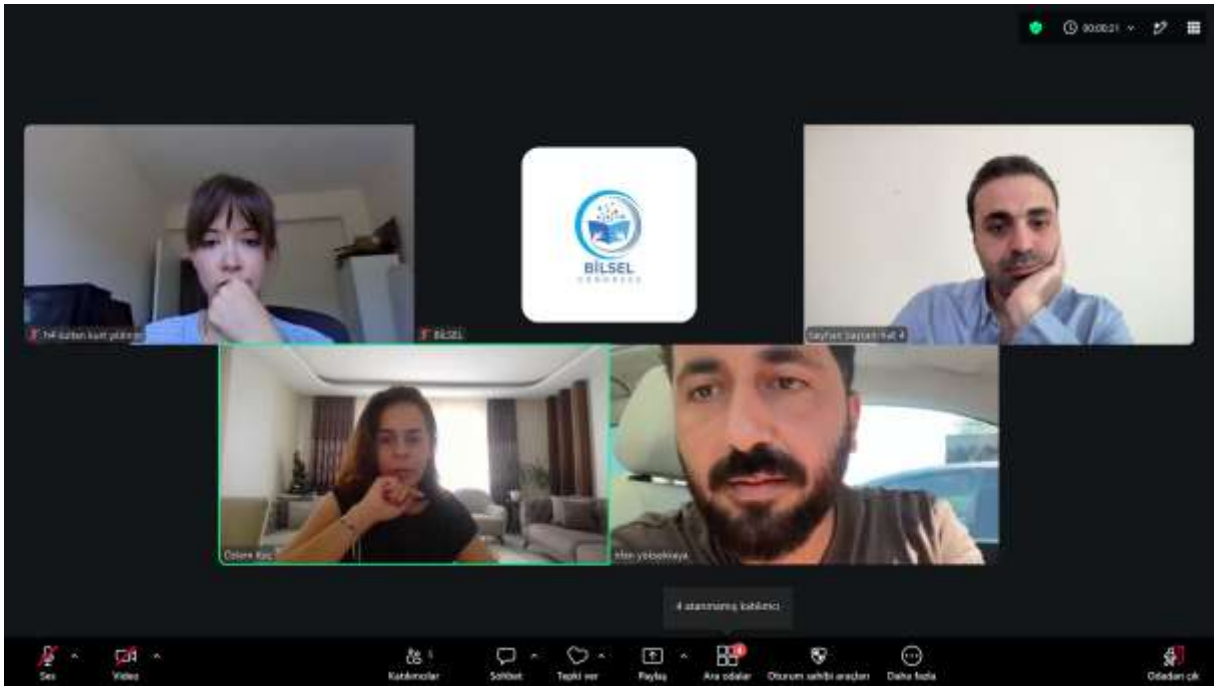


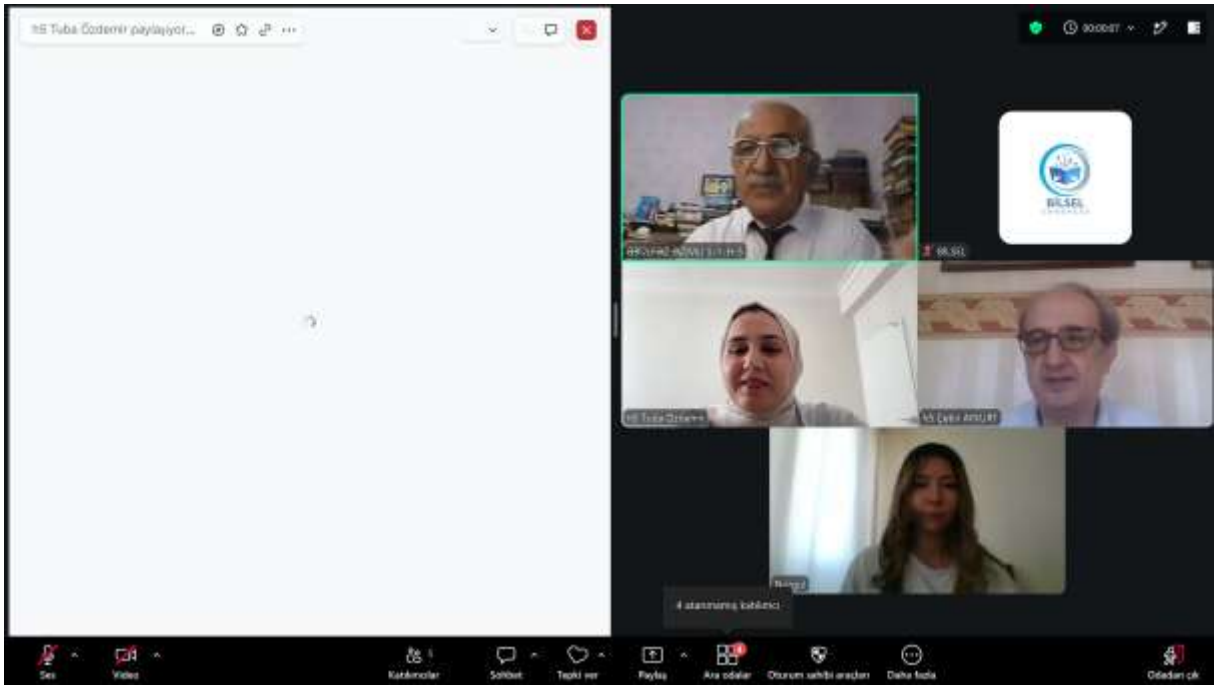

Berfin Kılıç Hall1
H1-Yasemin KAT...


DISCUSSION
In this study, the earthquake risk of four structures was evaluated using the Maximum Incremental Velocity (MIV) parameter based on strong ground-motion records obtained from earthquakes with magnitudes greater than 5 in Türkiye.
MIV values were mapped to classify the structures into four seismic risk levels: low (<10 cm/s), moderate (10–30 cm/s), severe (30–60 cm/s), and very severe (≥60 cm/s). The results indicate that the spatial variation of seismic hazard is strongly influenced by structural location, local site conditions, and the density of surrounding seismic stations.
Gülşen ÇELEBİ-...
Hall-2, Fatma N...

8. BİLSEL INTERNATIONAL KORYKOS SCIENTIFIC RESEARCHAND INNOVATION CONGRESS



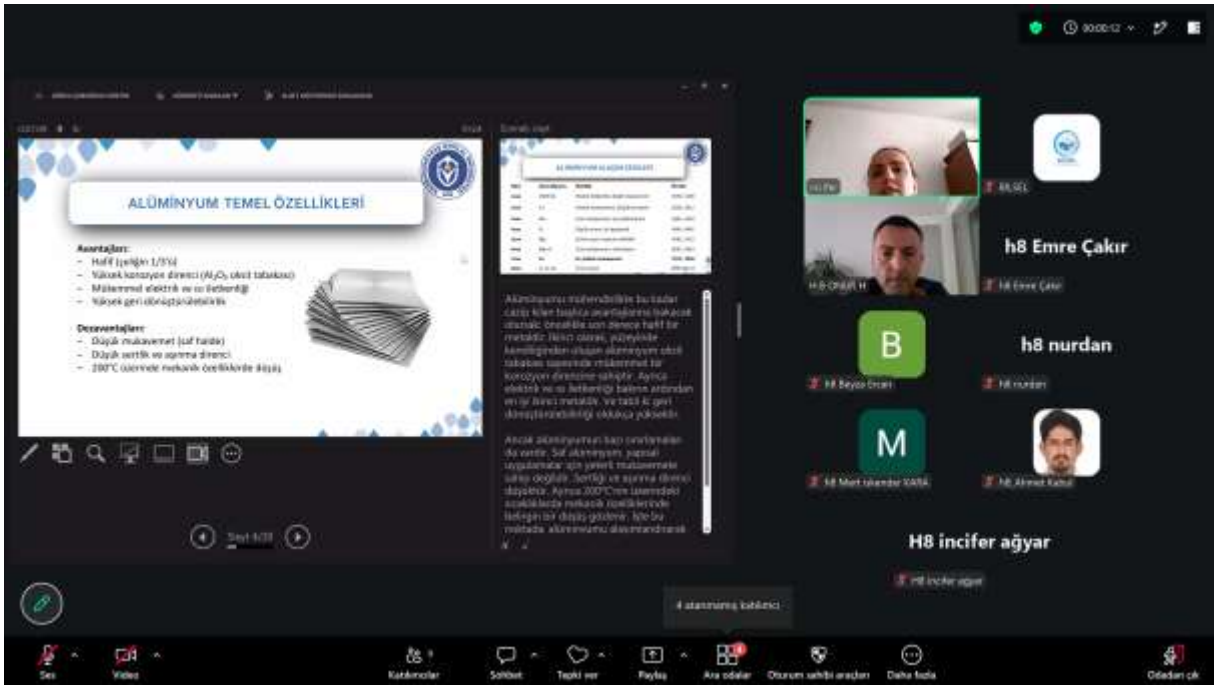


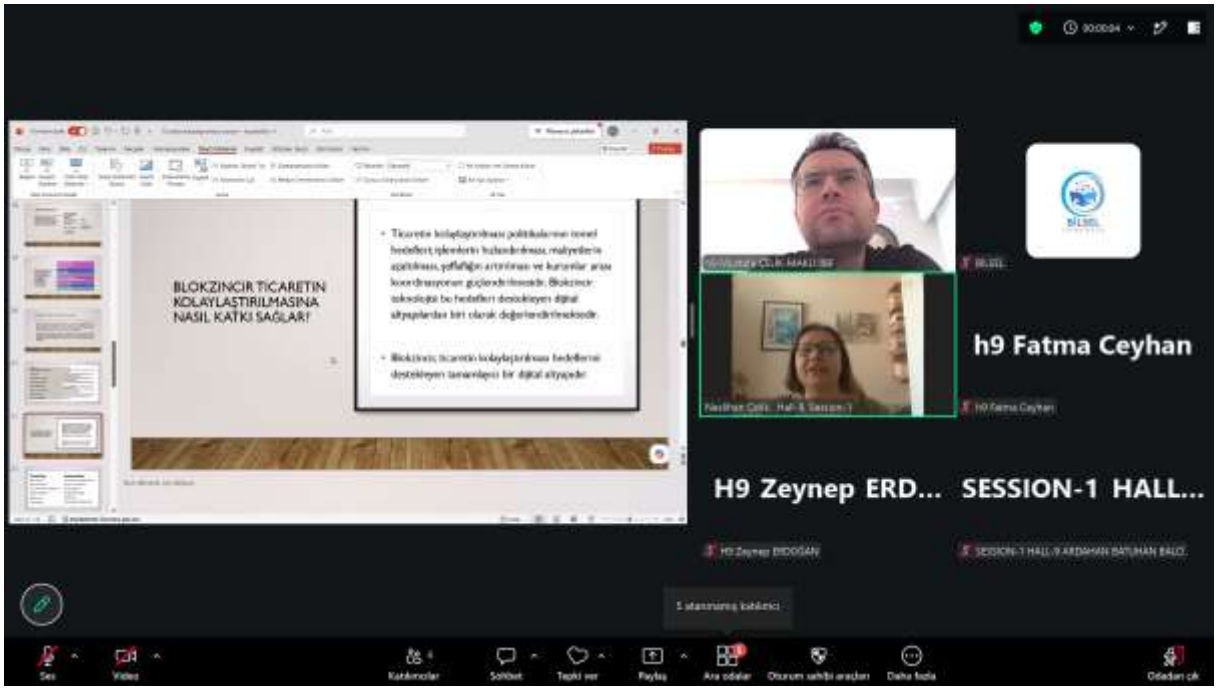


h6 Rahmi CANB...
h6 eda pepele
H6-Melih KARA...
cemal

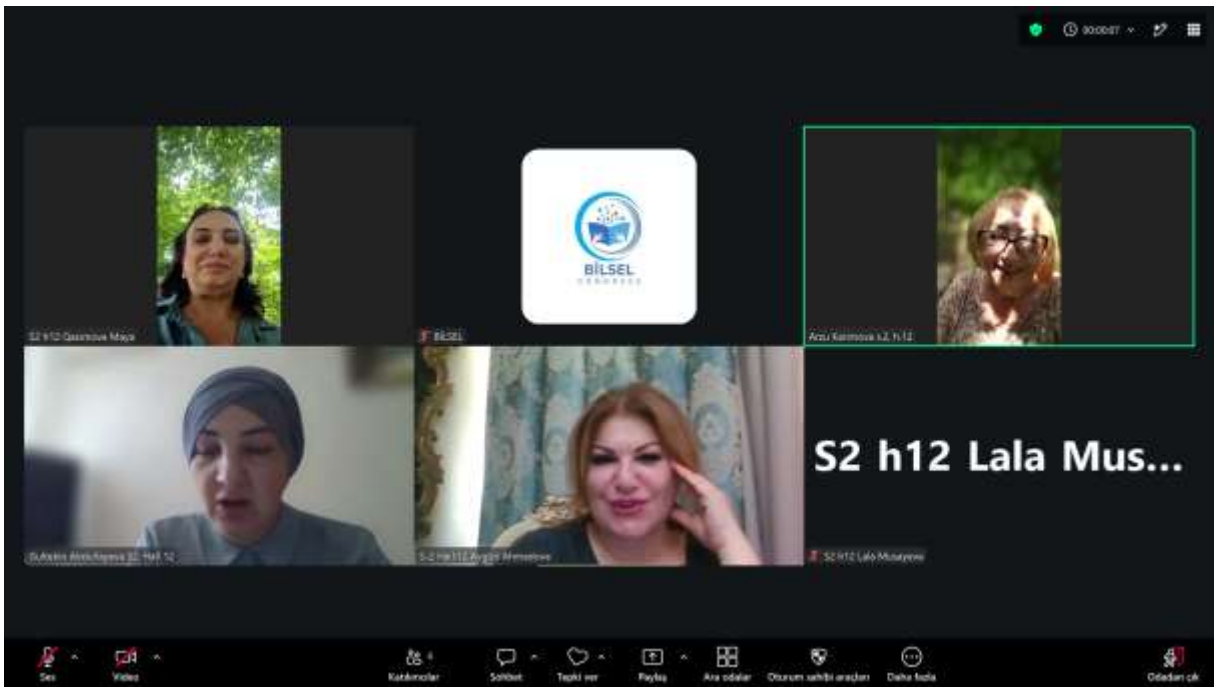
BULGULAR
Barış Deniz KOÇ...
Ahmet Bekir SO...
A

BULGULAR
Barış Deniz KOÇ...
Ahmet Bekir SO...
A

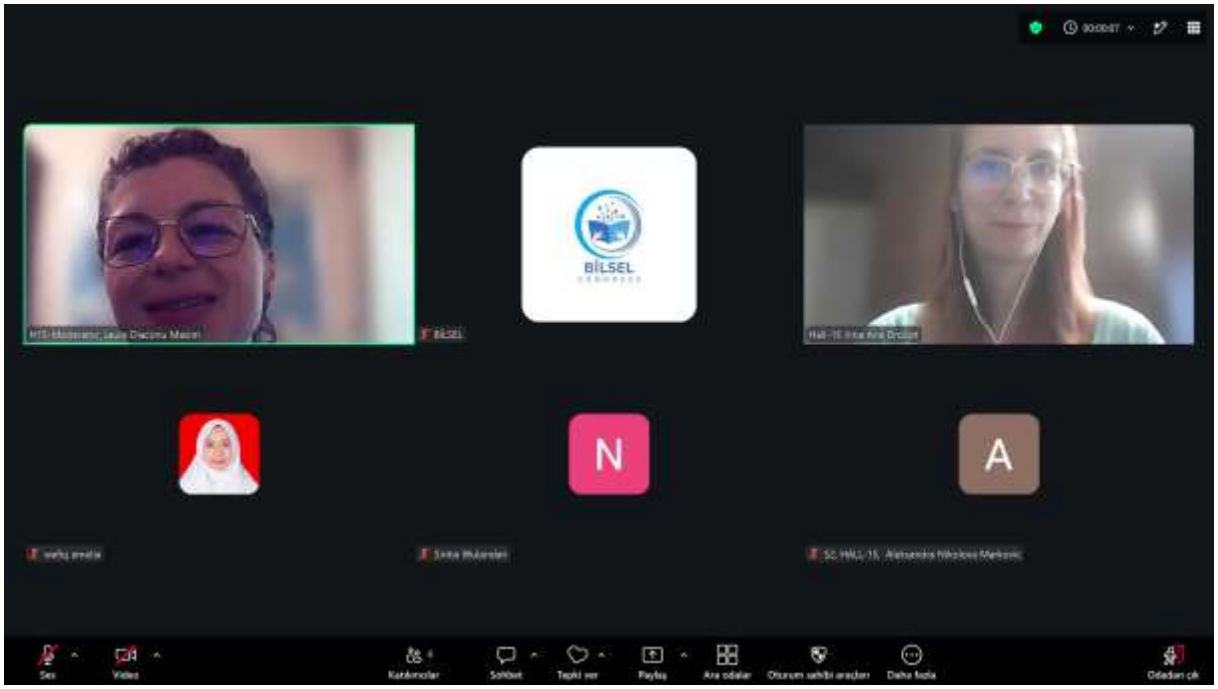

ALÜMİNYUM TEMEL ÖZELLİKLERİ
h8 Emre Çakır
h8 nurdan
H8 incifer ağyar

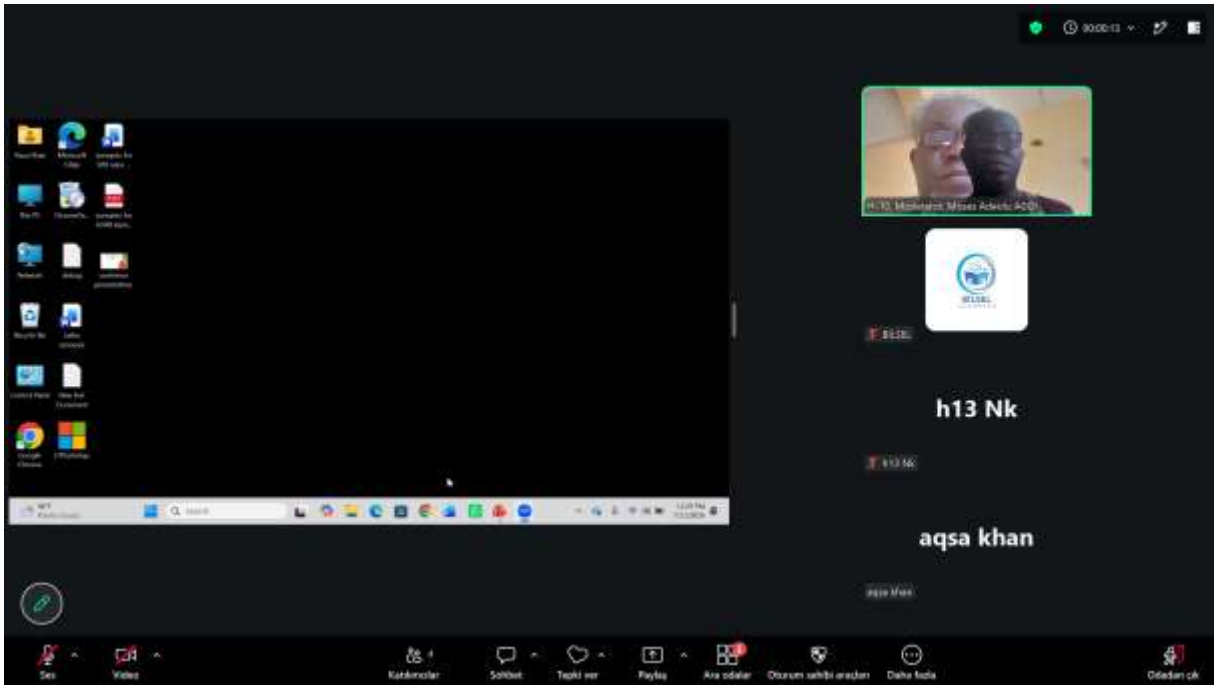

BLOKZİNCİR TİCARETİN KOLAYLAŞTIRILMASINA NASIL KATKI SAĞLAR?
h9 Fatma Ceyhan
H9 Zeynep ERD...
SESSION-1 HALL...

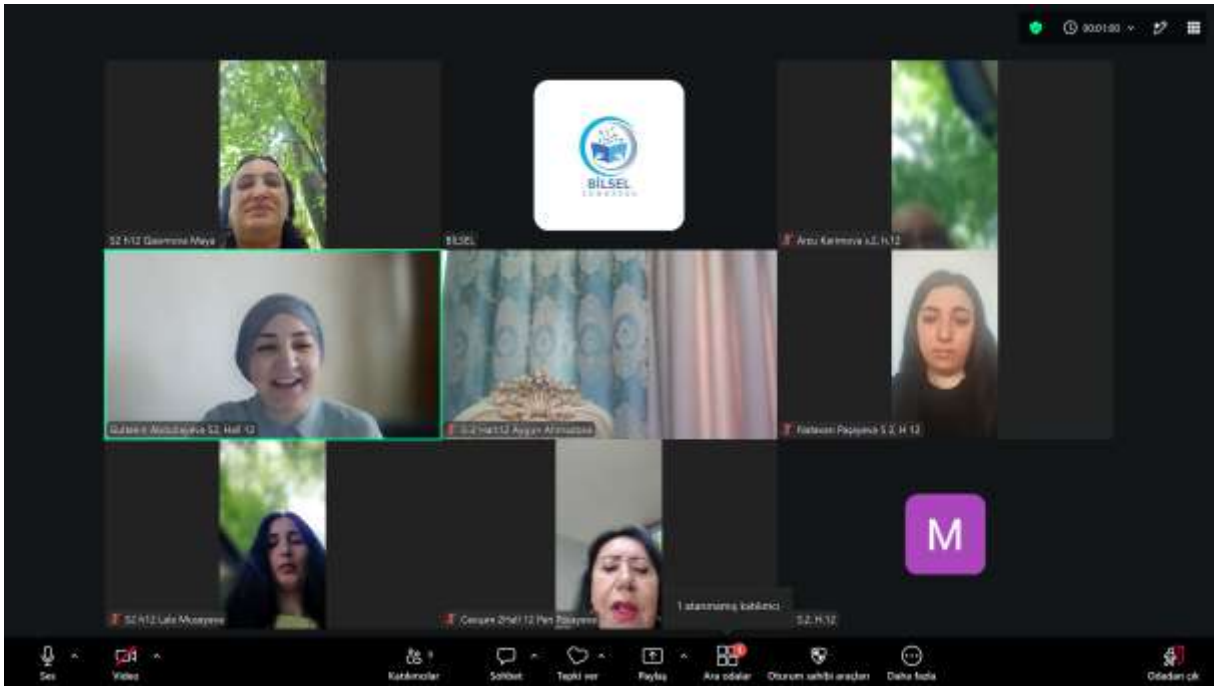
S2 h12 Lala Mus...
A
Arzu Karimova s...
S-2 Hall:12 Ayg...
N

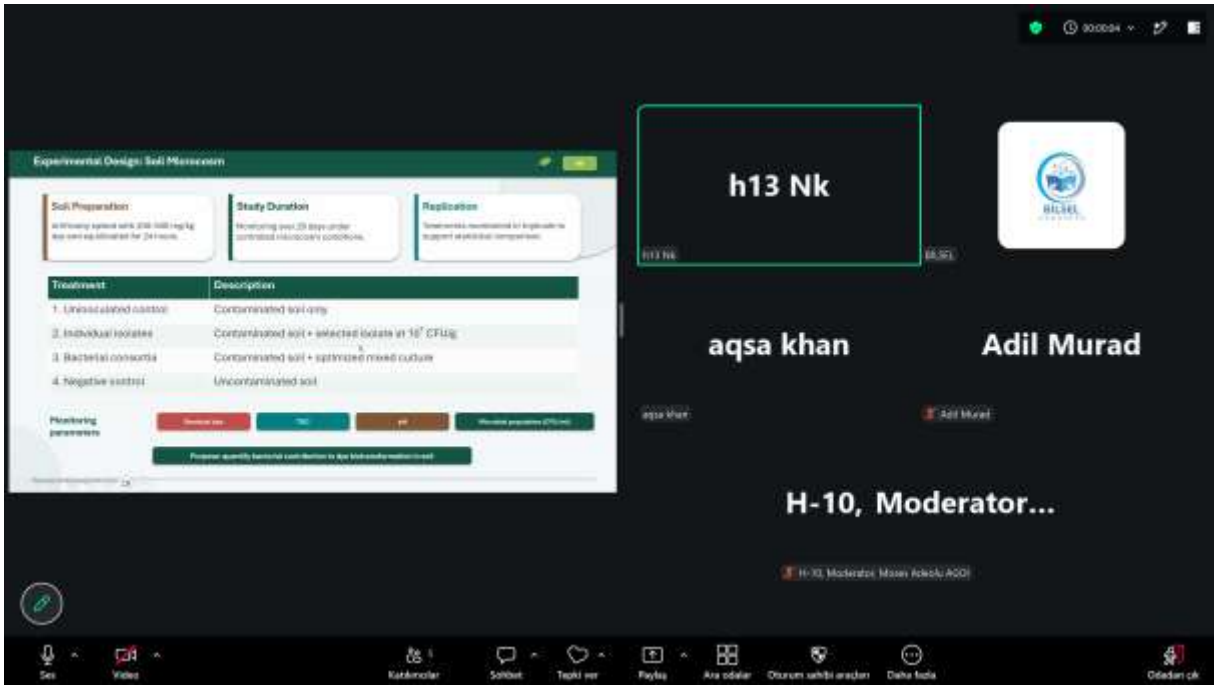

S2 h12 Lala Mus...

8. BİLSEL INTERNATIONAL KORYKOS SCIENTIFIC RESEARCHAND INNOVATION CONGRESS




h13 Nk
aqsa khan


BİLSEL
M


Experimental Design: Soil Microcosm
Soil Preparation
Study Duration
Replication
Treatment
Description
1. Uninoculated control
Contaminated soil only
2. Individual isolates
3. Bacterial consortia
Contaminated soil + optimized mixed culture
4. Negative control
Uncontaminated soil
Monitoring parameters
h13 Nk
aqsa khan
Adil Murad
H-10, Moderator...

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

ZİHİNLERDEKİ MATEMATİK: MATEMATİĞE YÖNELİK DÜŞÜNCELERİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ 12

MATHEMATICS IN MINDS: AN EXAMINATION OF THOUGHTS ON MATHEMATICS ACCORDING TO VARIOUS VARIABLES 13

İŞLETMEDE MESLEKİ EĞİTİM SÜRECİNİN ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ BULDAN MESLEK YÜKSEKOKULU ÖRNEĞİ 25

EVALUATION OF THE WORKPLACE VOCATIONAL TRAINING PROCESS FROM THE PERSPECTIVE OF STUDENTS: THE CASE OF PAMUKKALE UNIVERSITY BULDAN VOCATIONAL SCHOOL 26

KADIN GİYSİSİ YAKA FORMLARININ İNCELENMESİ VE YENİ TASARIMLARIN YAPILMASI 36

RESEARCH ON WOMEN'S GARMENT COLLAR FORMS AND THE DEVELOPMENT OF A NEW COLLAR DESIGN 37

HYPERPARAMETER TUNING AND FEATURE SELECTION OF XGBOOST BY GENETIC ALGORITHM FOR DIABETES CATEGORIZATION 51

AN EMPIRICAL EVALUATION OF ENSEMBLE AND KERNEL-BASED MACHINE LEARNING MODELS FOR ROBUST EMAIL SPAM FILTERING 64

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE BABA–ÇOCUK İLİŞKİSİ İLE ÇOCUKLARIN SORU SORMA EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ 75

THE INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN FATHER–CHILD RELATIONSHIP AND CHILDREN'S QUESTIONING TENDENCIES IN THE PRESCHOOL PERIOD 76

OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MİLLİ EĞİTİM AKADEMİSİ HAKKINDA GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ 92

DEPREM KAYIT İSTASYONLARINDAN GELEN VERİLERLE BÖLGESEL RİSK ANALİZİ 110

REGIONAL RISK ANALYSIS USING DATA FROM EARTHQUAKE RECORDING STATIONS 111

ÇELİK YAPILARDA KAYNAK KALİTE, KUSURLAR, TAHRİBATSIZ MUAYENE VE İSG ESASLARI 120

WELDING QUALITY, DEFECTS, NON-DESTRUCTIVE TESTING, AND OHS PRINCIPLES IN STEEL STRUCTURES 121

ÇELİK KONSTRÜKSİYONDA KAYNAK TEMEL KAVRAMLARI VE ERGİTME KAYNAĞI 133

BASIC CONCEPTS OF WELDING AND FUSION WELDING IN STEEL CONSTRUCTION 134

AKILLI BİNALARDA KNX VE DALI TABANLII AYDINLATMA SİSTEMLERİ..... 154

KİMYASAL, BİYOLOJİK, RADYOLOJİK VE NÜKLEER (KBRN) ARAŞTIRMALARININ LİSANSÜSTÜ TEZLER ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ..... 156

EVALUATION OF CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR (CBRN) RESEARCH THROUGH GRADUATE THESES: THE TÜRKİYE EXAMPLE 157

ANALYSIS OF THE RANGE CRITERION IN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) SELECTION IN THE DEFENCE INDUSTRY USING THE ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP)..... 158

DİJİTAL PAZARLAMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK LİTERATÜRÜNÜN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: SCOPUS VERİ TABANI ÜZERİNE BİR İNCELEME 174

A BİBLİOMETRİC ANALYSİS OF THE DİGİTAL MARKETİNG AND SUSTAİNABİLİTY LİTERATURE: A SCOPUS DATABASE REVİEW..... 175

YENİ KAMU İŞLETMECİLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN SOSYAL HİZMETLERİN DÖNÜŞÜMÜ 188

THE TRANSFORMATION OF SOCIAL SERVICES FROM THE PERSPECTIVE OF NEW PUBLIC MANAGEMENT 189

SOSYAL HİZMET MESLEĞİNDE SÜPERVİZYON EKSİKLİĞİ VE MESLEKİ ZORLUKLAR: NİTEL BİR ANALİZ..... 202

LACK OF SUPERVISION AND PROFESSIONAL CHALLENGES IN THE SOCIAL WORK PROFESSION: A QUALITATIVE ANALYSIS 203

YALNIZLIK VE SOSYAL HİZMET: EKOLOJİK YAKLAŞIM TEMELİNDE TOPLUM TEMELLİ BİR DEĞERLENDİRME 208

LONELINESS AND SOCIAL WORK: A COMMUNITY-BASED EVALUATION FROM AN ECOLOGICAL PERSPECTIVE..... 209

İŞ KAZASI ÖRÜNTÜLERİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZİ: FAALİYET TÜRÜ, YARALANMA TÜRÜ VE YARALANAN VÜCUT BÖLGESİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER (2017–2024) 210

MULTIVARIATE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL ACCIDENT PATTERNS: RELATIONSHIPS BETWEEN ACTIVITY TYPE, INJURY TYPE AND INJURED BODY REGION (2017–2024)..... 211

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ARAŞTIRMALARINDA KULLANILAN İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLERİ: TREND ANALİZİ, KÜMELEME

ANALİZİ, KORELASYON ANALİZİ VE MANOVA ÜZERİNE BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ 237

MULTIVARIATE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL ACCIDENT PATTERNS: RELATIONSHIPS BETWEEN ACTIVITY TYPE, INJURY TYPE AND INJURED BODY REGION (2017–2024)..... 238

KORONER ARTER BYPASS GREFT OPERASYONUNDA KULLANILAN OTOJEN GREFTLERDE SİLOSTAZOLÜN VAZOSPAZM ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN İZOLE ORGAN BANYOSUNDA DEĞERLENDİRİLMESİ 250

EVALUATION OF THE EFFECT OF CILOSTAZOL ON VASOSPASM IN AUTOLOGOUS GRAFTS USED IN CORONARY ARTERY BYPASS SURGERY USING AN ISOLATED ORGAN BATH..... 251

GİRİŞ KAVİTESİNE BULAŞAN KÖK KANAL PATININ TEMİZLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER: GÜNCEL LİTERATÜRÜN DEĞERLENDİRİLMESİ 259

METHODS USED FOR CLEANING ROOT CANAL SEALER CONTAMINATING THE ACCESS CAVITY: AN EVALUATION OF THE CURRENT LITERATURE 260

SERBEST DİŞ ETİ GREFTİ: OLGU SUNUMU 268

21. YÜZYILDA EBELİK LİDERLİĞİ: KÜRESEL KANITLAR IŞIĞINDA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE GELECEĞE YÖNELİK STRATEJİLER..... 276

MIDWIFERY LEADERSHIP IN THE 21ST CENTURY: CONTEMPORARY APPROACHES AND FUTURE STRATEGIES IN THE LIGHT OF GLOBAL EVIDENCE..... 277

GEBELİKTE TÜTÜN BAĞIMLILIĞI YÖNETİMİNDE EBE LİDERLİĞİ: GÜNCEL KANITLAR, KLİNİK UYGULAMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ..... 294

MIDWIFERY LEADERSHIP IN THE MANAGEMENT OF TOBACCO DEPENDENCE DURING PREGNANCY: CURRENT EVIDENCE, CLINICAL PRACTICE, AND FUTURE PERSPECTIVES 295

“QURANİ-KƏRİM”İN NAZİLİ VƏ MÜQAYİSƏL LİNQİVİSTİKA ÜZRƏ YAZILMIŞ İZAHLI, TƏHLİL- TƏTBİQİ LÜĞƏTLƏR..... 309

EXPLANATORY, ANALYTICAL AND APPLIED DICTIONARIES ON THE REVELATION OF THE “QURAN” AND COMPARATIVE LINGUISTICS..... 311

SOKRAT DAYMONİZMİ VƏ CƏLİL MƏMMDƏQULUZADƏ REALİZMİNDƏ “MOLLANƏSRƏDDİNSAYAQ” HİDDƏTİN PƏRDƏALTI EYHAMLARI..... 322

SOCRATIAN DAIMONISM AND THE UNDERLYING ALLEGATIONS OF THE “MOLLANESRADDINSAYAQ” ANGRY IN THE REALISM OF JALIL MAMMADGULUZADE 323

XIX ƏSR AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATINDA TƏNQİDİ MOTİVLƏR: BABA BƏY

ŞAKİR: “OĞRUNUN HƏR BIRI BIR XANƏ DÖNÜB” 333

CRITICAL MOTIVES IN 19TH CENTURY AZERBAIJAN LITERATURE: BABA BEY SHAKIR: “EVERY THIEF HAS BECOME A HOUSEHOLD” 334

KÜNHÜ’L AHBAR TEZKİRESİNDE MÜKERRER BİYOGRAFİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME: ZİHNİ VE BEYANİ ÖRNEKLERİ 345

A STUDY OF DUPLİCATE BİOGRAPHİES İN THE KÜNHÜ’L-AHBAR TEZKİRE: THE CASES OF ZİHNİ AND BEYANİ 346

KAZAKİSTAN BELGESEL SİNEMASINDA EKOKRİTİK BİR YAKLAŞIM:..... 347

SEA TOMORROW FİLMİNDE İNSAN-DOĞA ETKİLEŞİMİ 347

ECOCRITICAL APPROACH IN KAZAKH DOCUMENTARY CINEMA: 348

HUMAN-NATURE INTERACTION IN THE FILM SEA TOMORROW 348

GAZÂLÎ’DE İLAHİ GİZLİLİK BİLGİNİN DEĞİL, İNSANIN SINIRI MIDIR? 349

OSMANLI DEVLETİ’NDE NUMUNE MEKTEPLERİ 351

MODEL SCHOOLS IN THE OTTOMAN STATE 352

THE FUNCTION OF MARKET BOATS IN THE OTTOMAN STATE 354

2021 YILINDA POSOF ATMOSFERİNDEKİ POACEAE POLENLERİNİN AYLIK DAĞILIMI VE GÜN İÇİ DEĞİŞİMİ 355

MONTHLY DISTRIBUTION AND DIURNAL VARIATION OF POACEAE POLLEN IN THE ATMOSPHERE OF POSOF IN 2021 356

2025 YILINDA KARS ATMOSFERİNDEKİ CUPRESSACEAE/TAXACEAE POLENLERİNİN AYLIK VE SAATLİK DAĞILIM ÖZELLİKLERİ 365

MONTHLY AND HOURLY DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF AIRBORNE CUPRESSACEAE/TAXACEAE POLLEN IN THE ATMOSPHERE OF KARS IN 2025 366

MCF7 MEME KANSERİ HÜCRE HATTINDA KALKON TÜREVLERİ ARASINDAN SEÇİLEN ADAY BİLEŞİĞİN 4 GY X-IŞINI İLE KOMBİNASYONUNUN MTT TEMELLİ İN VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ 374

MTT-BASED IN VİTRO EVALUATİON OF THE COMBİNATİON OF A CANDİDATE COMPOUND SELECTED AMONG CHALCONE DERİVATİVES WİTH 4 GY X-RAY IRRADİATİON İN THE MCF7 BREAST CANCER CELL LİNE 375

YAŞLI YETİŞKİNLERİN FİZİKSEL AKTİVİTE DÜZEYLERİ, GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİ VE ENSTRÜMANTAL GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ: BİR PİLOT ÇALIŞMA 388

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY LEVELS, ACTIVITIES OF DAILY LIVING, AND INSTRUMENTAL ACTIVITIES

OF DAILY LIVING AMONG OLDER ADULTS: A PILOT STUDY 389

KÖPEK GENÇLİK HASTALIĞINDA (CANINE DISTEMPER) GÖZLENEN BİYOKİMYASAL PARAMETRE DEĞİŞİMLERİ VE KLİNİK ÖNEMİ 390

CHANGES IN BIOCHEMICAL PARAMETERS AND THEIR CLINICAL SIGNIFICANCE IN CANINE DISTEMPER 391

DOKSİSİKLİNİN KANATLI EMBRİYOLARINDA FEMUR VE TİBİA GELİŞİMİ ÜZERİNE DOZA BAĞLI ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 399

EVALUATION OF DOSE-DEPENDENT EFFECTS OF DOXYCYCLINE ON FEMUR AND TIBIA DEVELOPMENT IN POULTRY EMBRYOS 400

UNS N08031 SÜPER ALAŞIMININ FİBER LAZER KAYNAK YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLMESİ SONRASI KAYNAK BÖLGESİNİN İNCELENMESİ 405

INVESTIGATION OF THE WELD ZONE OF UNS N08031 SUPER-AUSTENITIC STAINLESS STEEL JOINED BY FIBER LASER WELDING 406

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ISOAMYL ACETATE–DIESEL BLENDS ON PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSIONS IN A SINGLE-CYLINDER DIESEL ENGINE 416

EFFECT OF LOW-LEVEL NITROMETHANE AS A DIESEL FUEL ADDITIVE ON THE PERFORMANCE AND EMISSION CHARACTERISTICS OF A SINGLE-CYLINDER DIESEL ENGINE 431

SICAK HADDELENMİŞ DÜŞÜK KARBONLU ÇELİKLERDE RULO KIRIĞI OLUŞUMUNUN METALURJİK DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROSES BAZLI MÜHENDİSLİK ÖNERİLERİ 448

METALLURGICAL ASSESSMENT OF COIL BREAK FORMATION IN HOT-ROLLED LOW-CARBON STEELS PROCESS MECHANISMS AND ENGINEERING RECOMMENDATIONS 449

OTOMATIK YEMEK İÇERIĞI ANALIZI IÇIN VISION TRANSFORMER TABANLI 456

SEMANTIK BÖLÜTLEME MODELI 456

VISION TRANSFORMER-BASED SEMANTIC SEGMENTATION MODEL FOR 457

AUTOMATIC FOOD CONTENT ANALYSIS 457

RODANİNİN α,β-DOYMAMIŞ ENON VE İMİN TÜREVLERİNİN TİROZİN KİNAZ İNHİBİSYON ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: SENTETİK VE HESAPLAMALI BİR YAKLAŞIM 465

COMPARISON OF THE TYROSINE KINASE INHIBITION EFFECTS OF α,B-UNSATURATED ENONE AND IMINE DERIVATIVES OF RHODANINE: A SYNTHETIC AND COMPUTATIONAL APPROACH 466

FABRICATION OF BORON NITRIDE-REINFORCED AL7075 COMPOSITES VIA POWDER METALLURGY AND ANALYSIS OF STRUCTURAL PROPERTIES .. 485

TOZ METALURJİSİ İLE BOR NİTRÜR KATKILI AL7075 KOMPOZİTLERİNİN ÜRETİLMESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 485

HİDRODİNAMİK KAVİTASYON REAKTÖRÜ TABANLI MİKROALGLERDEN OMEGA-3 ÜRETİMİ 497

PRODUCTION OF OMEGA-3 FROM MICROALGAE BASED ON A HYDRODYNAMIC CAVITATION REACTOR 498

FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE GÜNLÜK KÜRESEL GÜNEŞ IŞINIMI TAHMİNİNDE STACKİNG ENSEMBLE YAKLAŞIMI* 513

STACKING ENSEMBLE APPROACH FOR DAILY GLOBAL SOLAR IRRADIANCE PREDICTION ACROSS DIFFERENT CLIMATE REGIONS 514

Lİ-İYON BATARYA PAKETİ ÜRETİMİNDE RİSK TABANLI KALİTE KONTROL VE TEST TAKSONOMİSİ..... 515

RISK-BASED QUALITY CONTROL AND TEST TAXONOMY FOR LITHIUM-ION BATTERY PACK MANUFACTURING..... 516

TEKSTİL VE MODA SEKTÖRÜNDE ATIK YÖNETİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ..... 517

WASTE MANAGEMENT İN THE TEXTİLE AND FASHİON INDUSTRY: THE CASE OF TURKEY AND SOLUTİON SUGGESTİONS..... 518

KÜRESEL SAVUNMA SANAYİNİN YAPISAL DÖNÜŞÜMÜ: DÜNYANIN İLK 100 SAVUNMA SANAYİ ŞİRKETİNİN KARŞILAŞTIRILMASI (2002-2024)..... 527

THE STRUCTURAL TRANSFORMATION OF THE GLOBAL DEFENCE INDUSTRY: A COMPARISON OF THE WORLD'S TOP 100 DEFENCE COMPANIES (2002–2024) 528

ASKERİ HARCAMALAR VE EKONOMİK BÜYÜME: NATO ÜLKELERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ (1990-2023)..... 535

MILITARY EXPENDITURE AND ECONOMIC GROWTH: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATO COUNTRIES (1990–2024) 536

ULUSLARARASI TİCARETİN KOLAYLAŞTIRILMASI POLİTİKALARI KAPSAMINDA TİCARİ SÜREÇLERDE BLOKZİNCİR TABANLI ÇÖZÜMLER. 546

BLOCKCHAIN-BASED SOLUTIONS IN COMMERCIAL PROCESSES WITHIN THE FRAMEWORK OF TRADE FACILITATION POLICIES IN INTERNATIONAL TRADE 547

TÜRK KATILIM BANKACILIĞINDA FİYATLAMA DİNAMİKLERİNİN EVRİMİ: BANKALARARASI KORELASYON AĞLARI ÜZERİNE AMPİRİK BİR

ANALİZ 564

THE EVOLUTION OF PRICING DYNAMICS IN TURKISH PARTICIPATION BANKING: AN EMPIRICAL ANALYSIS ON INTERBANK CORRELATION NETWORKS 565

YEŞİL FİNANSIN GÖLGESİNDE: GREENWASHİNG OLGUSU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK SÖYLEMİNİN DÖNÜŞÜMÜ 566

IN THE SHADOW OF GREEN FINANCE: THE GREENWASHING PHENOMENON AND THE TRANSFORMATION OF SUSTAINABILITY DISCOURSE 567

SOSYAL MEDYA ERİŞİM KISITLAMALARINA KULLANICI TEPKİLERİ: TÜRKİYE'DE INSTAGRAM ENGELİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ARAŞTIRMA ... 576

USER REACTIONS TO SOCIAL MEDIA ACCESS RESTRICTIONS: AN EMPIRICAL STUDY ON THE INSTAGRAM BAN IN TÜRKİYE 577

ENDÜSTRİYEL PAZARLAMA VE TEDARİKÇİ ARAŞTIRMALARINA BİBLİYOMETRİK BİR BAKIŞ (1970–2026) 588

A BIBLIOMETRIC OVERVIEW OF INDUSTRİAL MARKETİNG AND SUPPLIER RESEARCH (1970–2026) 589

ƏBDÜLHƏMİD ZİYA PAŞANIN HƏYATI VƏ YARADICILIĞI 602

LIFE AND CREATION OF ABDULHAMID ZIYA PASHA 602

BEYOND POINT PREDICTIONS: AN UNCERTAINTY-AWARE DATA SCIENCE FRAMEWORK FOR CUSTOMER BEHAVIOR PREDICTION IN TELECOM 612

ENGINEERING STRUCTURE–PROPERTY RELATIONSHIPS IN EU3+-DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES FOR ADVANCED PHOTONIC AND PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS 628

FROM STRUCTURE TO LUMINESCENCE: A SYNERGISTIC MULTIPHYSICS–JUDD–OFELT FRAMEWORK FOR HIGH-EFFICIENCY RED EMISSION IN EU3+-DOPED SILICOPHOSPHATE SOL–GEL GLASSE 629

AUTOMATION, ROBOTICS, AND PRECISION MATERIAL FABRICATION: EMERGING TECHNOLOGIES FOR ADVANCED MOLECULAR APPLICATIONS 630

Low frequency electrostatic wave dynamics in the subsolar magnetosheath of Venus: A theoretical framework with multi-ion and suprathermal electrons 648

VOLLEYBALL FOR BEGINNERS: BUILDING FUNDAMENTAL SKILLS AND TEAMWORK 649

SHARIA ACCOUNTING: A SOLUTION FOR ACHIEVING INTEGRITY IN FINANCIAL GOVERNANCE IN THE MODERN ERA 650

SUKUK ACCOUNTING IN INDONESIA'S CAPITAL MARKET: RECOGNITION,

MEASUREMENT, AND REPORTING PRACTICES UNDER PSAK 110 AND PSAK 410 651

IMPLEMENTATION OF SHARIA FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS (PSAK SYARIAH) TO ENHANCE TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY OF ISLAMIC BANKS' FINANCIAL REPORTING IN INDONESIA 652

EVALUATING STATE BUDGET EFFICIENCY: THE URGENCY BEHIND THE GOVERNMENT'S ACQUISITION OF FIFA BROADCASTING RIGHTS 653

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MANAGEMENT AND REPORTING OF SHARIA SOCIAL FUNDS 654

REKONSTRUKSI ETIKA EKONOMI ISLAM BERBASIS AL-IQTISHAD SEBAGAI STRATEGI MEMBANGUN CONSUMER TRUST PADA ERA ARTIFICIAL INTELLIGENCE 655

SOCIAL AND GOVERNANCE DIMENSIONS IN SHARIAH SUSTAINABLE REPORTING 656

CONSPICUOUS CONSUMPTION AND SOCIAL STRATIFICATION: EXAMINING HOW PEER REFERENCE GROUPS SHAPE INDIVIDUAL SPENDING BEHAVIOR IN URBAN COMMUNITIES 657

THE DYNAMICS OF SOCIAL CHANGE AND HUMAN COMMUNICATION IN THE ERA OF INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0 658

THE ROLE OF RELIGIOUS VALUES IN THE PROCESS OF SOCIAL CHANGE 659

THE ROLE OF BOBOHIZAN IN KADAZANDUSUN SOCIETY: PRESERVING CULTURAL IDENTITY AND TRADITIONAL KNOWLEDGE 660

REO BRANDON SUIH 660

LANGUAGE GAP BETWEEN THE OLD AND NEW GENERATION 661

ŞAGİRDYÖNÜMLÜ TƏLİM MÜHİTİNİN FORMALAŞDIRILMASINDA 662

FƏAL TƏLİM METODLARININ ROLU 662

THE ROLE OF ACTIVE LEARNING METHODS IN CREATING A STUDENT-CENTERED LEARNING ENVIRONMENT 663

İBTIDAI MƏKTƏBDƏ ÜSLUBIYYAT ÜZRƏ IŞIN TƏŞKILI: NƏZƏRI ƏSASLAR VƏ METODIK YANAŞMALAR 667

NESİLLER ARASI EĞİTİM DEĞİŞİMLERİ: ÜÇ KUŞAK ÜZERİNE BİR ANALİZ.. 675

INTERGENERATIONAL EDUCATIONAL CHANGES: AN ANALYSIS ACROSS THREE GENERATIONS 676

HALK BİLİMİ UNSURLARININ DİL DERSLERİNDE KULLANIMI 677

THE USE OF FOLKLORE ELEMENTS IN LANGUAGE LESSONS 678

MİRZƏ İBRAHİMOVUN ARAŞDIRMALARINDA XIX ƏSR CƏNUBİ AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI 679

19TH CENTURY SOUTHERN AZERBAIJAN LITERATURE IN THE RESEARCH OF MIRZA IBRAHIMOV 679

VƏTƏNPƏRVƏRLİK TƏRBİYƏSİNİN PEDAQOJİ ƏSASLARI 683

PEDAGOGICAL FOUNDATIONS OF PATRIOTIC EDUCATION 684

VƏTƏNPƏRVƏRLİK TƏRBİYƏSİNİN PEDAQOJİ ƏSASLARI 685

METAFORALARIN SEMANTİK TƏHLİLİ 690

SEMANTIC ANALYSIS OF METAPHORS 691

METAFORALARIN SEMANTİK TƏHLİLİ 692

ANTROPONİMLƏRİN FORMALAŞMASINA TƏSİR EDƏN AMİLLƏR 699

FACTORS INFLUENCING THE FORMATION OF ANTHROPONYMS 700

MÜASİR TƏHSİLDƏ MÜƏLLİM – ŞAGİRD MÜNASİBƏTLƏRİ 703

RUS ÇOCUK EDEBİYATININ GELİŞİM AŞAMASI VE TARİHSEL DÖNEMİ 705

INTERESTING EXAMPLES OF SWEDISH CHILDREN'S LITERATURE 706

RUS UŞAQ ƏDƏBİYYATININ İNKİŞAF MƏRHƏLƏSİ VƏ TARİXİ DÖVRÜ 707

ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQ ELMİNİN NƏZƏRİ PROBLEMLƏRİ 711

THEORETİCAL PROBLEMS OF LİTERARY STUDİES 712

GREEN SYNTHESIS OF MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES USING OLEA EUROPAEA LEAF EXTRACT AND EVALUATION OF THEIR ANTIBACTERIAL AND ANTIBIOFILM ACTIVITY AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA 719

ISOLATION, CHARACTERIZATION AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF INDIGENOUS MICROBIAL CONSORTIA INVOLVED IN THE BIODEGRADATION OF *PLA BIOPLASTICS* AND *PET MICROPLASTICS* 720

BIOTRANSFORMATION OF TEXTILE DYE RESIDUES IN CONTAMINATED SOILS USING INDIGENOUS *CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES* (VETIVER GRASS)-RHIZOSPHERE BACTERIA 721

GENOME ANNOTATION AND IN-SILICO CHARACTERIZATION OF BIOCONTROL-RELATED GENES IN AN INDIGENOUS *BACILLUS* STRAIN 722

INVESTIGATING STRUCTURAL, ELECTRONIC, ELASTIC, AND OPTICAL PROPERTIES OF $NaXO_3$ (X = Ge, Sn) PEROVSKITES USING DFT 724

ECO-FRIENDLY SYNTHESIS OF CARALLUMA TUBERCULATA BASED MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES AND THEIR SYNERGISTIC ACTIVITY

AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT 725

BACTERIA 725

EVALUATION OF INDIGENOUS BACTERIAL COMMUNITIES FOR THE BIODEGRADATION OF SYNTHETIC DYES IN DISTRICT KOHAT 727

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE UTILIZATION ON STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AND LEARNING INDEPENDENCE 728

A PRODUCTIVE ZAKAT-BASED SUSTAINABLE FINANCING MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF MSMES OWNED BY MUSTAHIK 729

THE ROLE OF SHARİA ECONOMİC SOCİOLOGY IN DEVELOPİNG JUST ECONOMİC BEHAVİOR IN SOCİETY 730

THE ROLE OF SOCIAL CAPITAL IN STRENGTHENING COMMUNITY-BASED ISLAMIC ECONOMIC PRACTICES: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE 731

ASSESSİNG THE EFFECTİVENESS OF DİGİTAL SOCİAL ASSİSTANCE PROGRAMS İN ALLEVİATİNG POVERTY AND REDUCİNG INCOME INEQUALİTY 732

THE IMPACT OF NICKEL DOWNSTREAMING POLICY ON INDONESIA'S EXPORT VALUE AND TRADE STRUCTURE 733

BUILDING GOLDEN INDONESIA 2045: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE ERA OF GLOBALIZATION 734

HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT IN FACING THE INDUSTRIAL REVOLUTION 5.0 735

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (OSH): STRATEGIES FOR PREVENTING WORKPLACE ACCIDENTS AND ENHANCING EMPLOYEE PRODUCTIVITY 736

THE JOURNEY OF SELF-DISCOVERY AND HEALING THROUGH PLAYING THE GUITAR 737

TECHNICAL SKILLS IN RUGBY: ENHANCING PERFORMANCE THROUGH MASTERY OF FUNDAMENTAL TECHNIQUES ALDRO FERRE RAYNER 738

THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF THE ACEH ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS QANUN ON ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM A DIFFERENCE-IN-DIFFERENCES ANALYSIS ACROSS SUMATRA 739

HIGHLY SKILLED MIGRATION, HUMAN CAPITAL MOBILITY, AND EUROPEAN SOCIAL POLICIES: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE 740

MIGRATION, KNOWLEDGE ECONOMIES, AND GLOBAL TALENT MOBILITY: SOCIOLOGICAL PERSPECTIVES 793

AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY *HE–Y, COME ON OU–T!* BY SHINICHI HOSHI 867

AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY *THE ROAD TO THE SEA* BY TAKASHI ISHIKAWA..... 871

REGIONAL PUBLIC SPENDING AND ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM EUROPEAN UNION COHESION POLICY 878

LEGAL REGULATION OF VIRTUAL CURRENCIES IN ALBANIA (CRYPTOCURRENCIES) AND LEGISLATION IN THE EU 879

PROPERTY RIGHTS OF SPOUSES AND THEIR PROTECTION THROUGH THE PRISM OF FAMILY LAW, PROPERTY LAW AND CIVIL PROCEDURE LAW .. 891

ZİHİNLERDEKİ MATEMATİK: MATEMATİĞE YÖNELİK DÜŞÜNCELERİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ

Berfin KILIÇ[1]/Doç. Dr. Yasemin KATRANCI[2]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, berfink222@gmail.com, ORCID: 0009-0000-8929-564X

[2]Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, yasemin.katranci@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0916-2407

Özet

Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin matematik ile ilgili düşüncelerinin çeşitli değişkenler bağlamında farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada nedensel-karşılaştırma deseni kullanılmıştır. Çalışma 422 ortaokul öğrencisi ile yürütülmüştür. Veri toplama araçları olarak Bilgi Formu ve Matematik ile İlgili Düşünceler Ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinde parametrik tekniklerden yararlanılmıştır. Araştırma bulguları öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin genel olarak olumlu bir yönelim sergilediğini göstermiştir. Öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceleri cinsiyet ile anne ve baba eğitim durumuna göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır. Buna karşın matematik ile ilgili düşüncelerin sınıf seviyesi, matematik başarısı ve genel akademik başarı değişkenlerine göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Post hoc karşılaştırmaları beşinci sınıf öğrencilerinin matematik ile ilgili düşünce puanlarının diğer sınıf düzeylerinden anlamlı şekilde yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca matematik başarısı ve genel akademik başarı düzeyi arttıkça matematik ile ilgili düşünce puanlarının da arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematik ile ilgili düşünceler, Akademik başarı, Ortaokul öğrencileri, Nedensel karşılaştırma

MATHEMATICS IN MINDS: AN EXAMINATION OF THOUGHTS ON MATHEMATICS ACCORDING TO VARIOUS VARIABLES

Abstract

The present study aimed to examine whether middle school students' thoughts about mathematics differ across various variables. A causal-comparative research design was employed. The study was conducted with 422 middle school students. A Personal Information Form and the Thoughts about Mathematics Scale were used as data collection instruments. Parametric techniques were utilized in the analysis of the data. The findings indicated that students' thoughts about mathematics generally reflected a positive orientation. It was also found that students' thoughts about mathematics did not differ significantly with respect to gender or parents' educational levels. However, significant differences were found in students' thoughts about mathematics according to grade level, mathematics achievement, and overall academic achievement. Post hoc comparisons indicated that fifth-grade students had significantly higher scores on thoughts about mathematics than students at other grade levels. In addition, students' thoughts about mathematics increased as their mathematics achievement and overall academic achievement levels increased.

Keywords: Mathematics-related thoughts, Academic achievement, Middle school students, Causal-comparative

GİRİŞ

İnsanlık tarihinin en köklü ve temel bilim dallarından biri olarak kabul edilen matematik, doğadaki ve evrendeki bilinmeyenleri açığa çıkarmak, yeni icat ile keşiflere zemin hazırlamak, düşünsel süreçleri yapılandırmak ve iletişim kurmak gibi çok yönlü amaçlara hizmet eden evrensel bir araçtır (Akbaş & Alan, 2025). Bu bağlamda matematik dersleri her ne kadar soyut bir yapıya sahip olsa da matematiğin doğada var olan bir gerçeklik olduğu ve insanların matematiği icat etmekten ziyade keşfettiği kabul edilmektedir (Altuntaş & Erişen, 2021). Matematiğin farklı kuramsal yaklaşımlar çerçevesinde ele alınması, bu disiplinin tek bir tanımla sınırlandırılmasının güç olduğunu düşündürmektedir. Bu doğrultuda Thanheiser (2023), matematiği soyut bilgi ve fikirlerden oluşan, sistem ve yapılar içerisinde organize edilen bir disiplin, dünyayı anlamlandırmayı sağlayan bağlamsal bir araç ve bireyin kimliğiyle bütünleşen insani bir etkinlik olarak kavramsallaştırmaktadır. Soyut yapısının ötesinde matematik, bireylerin günlük yaşamlarında karşılaşabilecekleri problemlerle baş edebilmelerini sağlayan, mantıklı, akılcı ve analitik düşünmeyi geliştiren ve objektif değerlendirme yapma becerisi kazandıran bir araç olarak da görülmektedir (İşleyen & Altun, 2017). Bireysel düzeydeki bu faydalarının yanı sıra matematik, bilimsel ilerlemenin temel unsurlarından biri olarak birçok bilim dalında yaygın biçimde kullanılmakta, tüm öğretim programlarında ve eğitim kademelerinde temel bir gereklilik olarak yer almakta ve farklı disiplinler için önemli bir başvuru kaynağı olma özelliğini sürdürmektedir (Yüzbaşıoğlu vd., 2024). Tüm bu nitelikleri göz önüne alındığında matematik, özünde insan zihninin somut dünya ile soyut düşünceler arasında kurduğu en sağlam mantık köprüsüdür şeklinde tanımlanabilir.

Literatürde öğrencilerin geleneksel matematiği genellikle, sıkıcı, ürkütücü, göz korkutucu, yalnızca doğru cevabı bulmaya odaklı, anlaşılamayan tamamen farklı bir dil, günlük yaşamda pek ihtiyaç duyulmayan ve okulda öğretilen dersler arasında politik açıdan en yansız alan şeklinde betimledikleri görülmektedir (Thanheiser & Koestler, 2021). Nitekim yapılan çalışmalar da öğrencilerin matematiğe yönelik benzer biçimde olumsuz düşünceler geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde, matematiğin çoğunlukla sevilmeyen, korkulan ve zor olarak algılanan bir ders olduğu, öğrenciler tarafından herkesin üstesinden gelemeyeceği, karmaşık ve öğrenilmesi güç bir alan şeklinde değerlendirildiği dikkat çekmektedir (Evans, 2003; Peker & Mirasyedioğlu, 2003; Yüzbaşıoğlu vd., 2024). Dolayısıyla, öğrencilerin zihninde kökleşmiş olan bu önyargılı düşüncelerin tespit edilmesi ve öğrenme süreçlerini ne yönde etkilediğinin anlaşılması, daha nitelikli bir matematik eğitimi sunabilmek adına son derece önemli bir adım olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda bu çalışmanın temel amacı; öğrencilerin matematiğe yönelik düşüncelerini merkeze alarak, bu düşüncelerin cinsiyet, sınıf düzeyi, ebeveyn eğitim durumu, matematik başarısı ve genel akademik başarı gibi temel değişkenlere göre nasıl bir farklılık gösterdiğini incelemektir. Bu hedefle araştırma sorusu aşağıdaki gibidir:

1. Matematik ile ilgili düşünceler; cinsiyet, sınıf seviyesi, ebeveyn eğitim durumu, matematik başarısı ve genel akademik başarıya göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

YÖNTEM

Model ve Çalışma Grubu

Bu araştırma, nedensel-karşılaştırma modeli temel alınarak yürütülmüştür. Bu modelde, gruplar arasında önceden ortaya çıkmış farklılıklar incelenerek bu farklılıkların olası nedenlerinin ya da sonuçlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır (Fraenkel vd., 2023). Bu çalışma kapsamında da öğrencilerin matematiğe ilişkin düşünceleri çeşitli değişkenler doğrultusunda ele alınmıştır. Araştırmaya, ortaokulun 5., 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim gören toplam 422 öğrenci katılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin %42.4'ü kız (n = 179), %52.8'i erkek (n = 223) ve %4.0'ı cinsiyetini belirtmek istememiştir (n = 17). Katılımcılar sınıf seviyesine göre %26.3'ü 5. sınıf (n = 111), %24.4'ü 6. sınıf (n = 103), %25.6'sı 7. sınıf (n = 108) ve %23.7'si 8. sınıf (n = 100) olacak şekilde dağılmaktadır. Anne eğitim durumunda öğrencilerin %29.6'sının annesi lise (n = 125), %30.3'ünün üniversite mezunu (n = 128) iken; baba eğitim durumunda bu oranlar sırasıyla %32.9 (n = 139) ve %29.9 (n = 126) olarak görülmektedir. Matematik başarısında öğrencilerin %46.7'si (n = 197), genel akademik başarıda ise %58.3'ü (n = 246) 85-100 puan aralığında yer almaktadır. İlgili değişkenlerde düşük oranlarda kayıp veri bulunmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama araçları olarak Bilgi Formu (BF) ve Matematik ile İlgili Düşünceler Ölçeği (MDÖ) (Katrancı, 2019) kullanılmıştır. BF'de; öğrencilerin cinsiyetleri, sınıf seviyeleri, anne-baba eğitim durumları, matematik başarısı ve genel akademik başarılarını belirlemek adına sorular yer almaktadır. MDÖ, 22 madde ve iki alt faktörden (F1: Olumlu düşünceler, F2: Olumsuz düşünceler) oluşmakta olup bu ölçek ile matematiğe yönelik düşünceler belirlenmek istenmektedir. Ölçeğin geneline ilişkin Cronbach alfa (α) güvenirliği .902'dir. Alt faktörlere ilişkin güvenirlik katsayıları ise sırasıyla .913 ve .846'dır. Ölçeğin doğrulayıcı faktör analizi (DFA) işlemleri de gerçekleştirilmiş ve ölçeğin iki faktörlü yapısı doğrulanmıştır. Bu çalışma için ilk olarak toplanan verilerin geçerliği DFA gerçekleştirilerek kontrol edilmiş olup ulaşılan bulgular Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. MDÖ'nün bu çalışma kapsamındaki DFA sonuçları

İndeksler	N	X^2/sd	RMSEA	NFI	NNFI	CFI
Değerler	422	2.36	.05	.96	.98	.98

Tablo 1'e göre toplanan verilerin X^2/sd oranı 2.5'ten küçük olduğu için mükemmel düzeyde uyumu (Kline, 2005), RMSEA değeri .05 olduğu için mükemmel uyumu (Brown, 2006) göstermektedir. NFI, NNFI ve CFI değerleri .95'ten büyük olduğu için mükemmel uyumu (Sümer, 2000) işaret etmektedir. Ardından toplanan verilerin güvenirliğini sınamak amacıyla ölçeğin geneline ilişkin Cronbach α güvenirliği hesaplanmış ve .90 değeri elde edilmiştir. Daha sonra alt faktörler için güvenirlik analizleri yapılmış ve sırasıyla .91 ile .85 değerleri bulunmuştur. İlgili literatüre göre (Hair vd., 2019) elde edilen bu değerlerin genel kabul gören .70 eşik değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında da toplanan verilerin hem geçerli hem de güvenilir olduğu ortaya konmuş ve analiz işlemlerine geçilmiştir.

Verilerin Analizi

İlk olarak, öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin durumlarını belirlemek amacıyla hem alt faktörler hem de ölçeğin genelinden alınan toplam puanların aritmetik ortalama (*M*) ve standart sapma (*SS*) değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra çalışma kapsamındaki tüm değişkenlerle ilgili analizlerde bağımsız örneklemler için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Bu analizlerden önce tüm değişkenler için; ölçek türü, seçkisiz örneklem, gözlemlerin bağımsızlığı, normal dağılım ve varyansların homojenliği varsayımları kontrol edilmiştir (Field, 2024; Pallant, 2020). Varyansların homojen olmaması durumunda Welch's *F* istatistiği ile Games-Howell post hoc testleri, varyansların homojen olduğu durumlarda ise farkın kaynağının belirlenmesinde Tukey testi göz önünde bulundurulmuştur (Gravetter vd., 2021). Analizler sonucu bir fark ortaya çıktı ise etki büyüklükleri omega-kare (ω^2) ile ortaya konmuş ve ulaşılan etkinin büyüklüğünün yorumlanmasında .01 (düşük), .06 (orta) ve .14 (büyük) kriterleri göz önüne alınmıştır (Kirk, 1996). Analizlerde anlamlılık düzeyi .05 olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Araştırmanın problemi *"Matematik ile ilgili düşünceler; cinsiyet, sınıf seviyesi, ebeveyn eğitim durumu, matematik başarısı ve genel akademik başarıya göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?"* şeklindedir. İlgili değişkenlere yönelik bulguların sunulmasından önce, Tablo 2'de öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerine dair ölçek ve alt faktörleri bağlamında ortalama (*M*) ve standart sapma (*SS*) değerleri sunulmuştur.

Tablo 2. Matematik ile ilgili düşünceler ölçeği ve alt faktörlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

MDÖ ve Alt Faktörleri	*N*	Minimum	Maksimum	*M*	*SS*
F1: Olumlu düşünceler	422	14.00	70.00	50.19	12.03
F2: Olumsuz düşünceler	422	8.00	40.00	22.11	7.63
Matematik ile ilgili düşünceler	422	26.00	110.00	72.30	17.26

Tablo 2'de matematik ile ilgili düşünceler ölçeği ve alt faktörlerinin ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Öğrencilerin olumlu düşünceler alt faktörü puanları 14.00 ile 70.00 arasında değişirken ortalaması 50.19'dur (*SS* = 12.03). Olumsuz düşünceler alt faktörü puanları ise 8.00 ile 40.00 arasında değişmekte olup ortalaması 22.11'dir (*SS* = 7.63). Çalışmaya katılan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceler ölçeği toplam puanları 26.00 ile 110.00 arasında değişmekte olup ortalaması 72.30'dur (*SS* = 17.26). Tablo 3'te öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin cinsiyetlerine göre değişip değişmediğini gösteren analiz bulguları yer almaktadır.

Tablo 3. Cinsiyet ve matematik ile ilgili düşünceler

Cinsiyet	Kareler Toplamı	*sd*	Kareler Ortalaması	*F*	*p*
Gruplararası	221.322	2	110.661	.37	.69
Gruplariçi	124026.683	416	298.141		
Toplam	124248.005	418			

Tablo 3'e göre, çalışmaya katılan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceleri cinsiyetlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır ($F_{[2,\ 416]} = .37$, $p > .05$). Tablo 4'te öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin sınıf seviyelerine göre değişip değişmediğini gösteren analiz bulguları yer almaktadır.

Tablo 4. Sınıf seviyesi ve matematik ile ilgili düşünceler

	F	*sd1*	*sd2*	*P*	□²
Welch's	25.676	3	227.018	.001	.12

Tablo 4'e göre, ortaokul öğrencilerinin matematik ile ilgili düşünceleri sınıf seviyelerine göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Welch's $F_{[3,\ 227.02]} = 25.68$, $p < .05$, □² = .12). Öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerindeki değişkenliğin %12'si sınıf seviyesi değişkeniyle açıklanmaktadır. Post hoc testi sonuçları Tablo 5'de özetlenmiştir.

Tablo 5. Sınıf seviyesine göre matematik ile ilgili düşünceler

Sınıf Seviyesi	Matematik ile ilgili düşünceler		Post Hoc
	M	*SS*	
5	81.91	12.67	
6	71.70	17.45	5 > 6, 7, 8
7	66.13	16.64	6 = 7 = 8
8	68.91	17.83	

Not. "Post Hoc" sütunundaki sınıf seviyeleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir.

Tablo 5'te sunulan, Games-Howell post hoc testi sonuçlarına göre beşinci sınıf öğrencilerinin matematik ile ilgili düşüncelerdeki puan ortalamaları ($M = 81.91$, $SS = 12.67$), altıncı ($M = 71.70$, $SS = 17.45$), yedinci ($M = 66.13$, $SS = 16.64$) ve sekizinci ($M = 68.91$, $SS = 17.83$) sınıf öğrencilerinin puan ortalamalarından anlamlı şekilde yüksektir. AED ile ilgili bulgular Tablo 6'da görülebilmektedir.

Tablo 6. AED ve matematik ile ilgili düşünceler

AED	Kareler Toplamı	*sd*	Kareler Ortalaması	*F*	*p*
Gruplararası	3275.281	5	655.056	2.22	.052
Gruplariçi	119907.651	406	295.339		
Toplam	123182.932	411			

Tablo 6'ya göre, çalışmaya katılan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceleri annelerinin eğitim durumlarına göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır ($F_{[5,\ 406]} = 2.22$, $p > .05$). BED ile ilgili bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. BED ve matematik ile ilgili düşünceler

BED	Kareler Toplamı	*sd*	Kareler Ortalaması	*F*	*p*
Gruplararası	2936.318	5	587.264	2.01	.08
Gruplariçi	116926.188	401	291.587		
Toplam	119862.506	406			

Tablo 7'ye göre, çalışmaya katılan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceleri babalarının eğitim durumlarına göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır ($F_{[5,\ 401]} = 2.01$, $p > .05$). Matematik başarısıyla ilgili bulgular Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Matematik başarısı ve matematik ile ilgili düşünceler

Matematik Başarısı	Kareler Toplamı	*sd*	Kareler Ortalaması	*F*	*p*	$\square^2$
Gruplararası	22359.402	4	5589.850	22.52	.001	.17
Gruplariçi	102249.078	412	248.177			
Toplam	124608.480	416				

Tablo 8'e göre, çalışmaya katılan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceleri matematik başarılarına göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($F_{[4, 412]} = 22.52$, $p < .05$, $\square^2 = .17$). Tukey testi sonuçlarına göre matematik başarısı 85-100 arası olan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceler puan ortalamaları ($M = 78.71$, $SS = 16.40$), diğer başarı puanlarına sahip öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceler puanlarından anlamlı şekilde yüksektir (Tablo 9). Matematik ile ilgili düşüncelerdeki değişkenliğin %17'si matematik başarısıyla açıklanmakta olup etki büyüklüğünün büyük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 9. Matematik başarısına göre matematik ile ilgili düşünceler

Matematik Başarısı	Matematik ile ilgili düşünceler		Post Hoc
	M	*SS*	
1: 0-44 Çok düşük	55.19	14.15	1 < 3, 4, 5 2 < 4, 5 3 <5 4 <5
2: 45-54 Düşük	59.61	13.83	
3: 55-69 Orta	66.84	12.58	
4: 70-84 İyi	71.20	17.20	
5: 85-100 Çok iyi	78.71	16.40	

Not. "Post Hoc" sütunundaki matematik başarısı numaraları istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir.

Tablo 9'da öğrencilerin matematik ile ilgili düşünce puanlarının matematik başarı düzeyine göre betimsel istatistikleri ve post hoc karşılaştırma sonuçları sunulmaktadır. Matematik ile ilgili düşünce puan ortalamaları matematik başarı düzeyine göre sırasıyla çok düşük başarı grubunda (0-44) $M = 55.19$ ($SS = 14.15$), düşük başarı grubunda (45-54) $M = 59.61$ ($SS = 13.83$), orta başarı grubunda (55-69) $M = 66.84$ ($SS = 12.58$), iyi başarı grubunda (70-84) $M = 71.20$ ($SS = 17.20$) ve çok iyi başarı grubunda (85-100) $M = 78.71$ ($SS = 16.40$) olarak belirlenmiştir. Post hoc karşılaştırma sonuçlarına göre çok düşük başarı grubunun puanları orta, iyi ve çok iyi başarı gruplarından, düşük başarı grubunun puanları iyi ve çok iyi başarı gruplarından, orta başarı grubunun puanları çok iyi başarı grubundan ve iyi başarı grubunun puanları da çok iyi başarı grubundan anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır. Genel akademik başarısıyla ilgili bulgular Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Genel akademik başarı ve matematik ile ilgili düşünceler

Genel Akademik Başarı	Kareler Toplamı	*sd*	Kareler Ortalaması	*F*	*p*	$\square^2$
Gruplararası	10903.458	4	2725.864	9.90	.001	.08
Gruplariçi	11373.987	413	275.380			
Toplam	124635.445	417				

Tablo 10'a göre, çalışmaya katılan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceleri genel akademik başarılarına göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($F_{[4, 413]} = 9.90$, $p < .05$, $\square^2 = .08$). Tukey testi sonuçlarına göre genel akademik başarısı 85-100 arası olan öğrencilerin matematik ile ilgili

düşünceler puan ortalamaları (M = 76.04, SS = 17.56), diğer başarı puanlarına sahip öğrencilerin matematik ile ilgili düşünceler puanlarından anlamlı şekilde yüksektir (Tablo 11). Matematik ile ilgili düşüncelerdeki değişkenliğin %8'i genel akademik başarıyla açıklanmakta olup orta düzeyde bir etki olduğu belirlenmiştir.

Tablo 11. Genel akademik başarıya göre matematik ile ilgili düşünceler

Genel Akademik Başarı	Matematik ile ilgili düşünceler		Post Hoc
	M	*SS*	
1: 0-44 Çok düşük	56.80	18.35	
2: 45-54 Düşük	58.17	15.51	2 < 5
3: 55-69 Orta	64.70	14.48	3 < 5
4: 70-84 İyi	68.78	15.12	4 < 5
5: 85-100 Çok iyi	76.04	17.56	

Not. "Post Hoc" sütunundaki genel akademik başarı numaraları istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir.

Tablo 11'de öğrencilerin matematik ile ilgili düşünce puanlarının genel akademik başarı düzeyine göre betimsel istatistikleri ve post hoc karşılaştırma sonuçları sunulmaktadır. Matematik ile ilgili düşünce puan ortalamaları genel akademik başarı düzeyine göre sırasıyla çok düşük başarı grubunda (0-44) M = 56.80 (SS = 18.35), düşük başarı grubunda (45-54) M = 58.17 (SS = 15.51), orta başarı grubunda (55-69) M = 64.70 (SS = 14.48), iyi başarı grubunda (70-84) M = 68.78 (SS = 15.12) ve çok iyi başarı grubunda (85-100) M = 76.04 (SS = 17.56) olarak belirlenmiştir. Post hoc karşılaştırma sonuçlarına göre düşük başarı grubunun puanları çok iyi başarı grubundan, orta başarı grubunun puanları çok iyi başarı grubundan ve iyi başarı grubunun puanları da çok iyi başarı grubundan anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır.

TARTIŞMA

Ölçekten alınabilecek puan aralığı (22-110) dikkate alındığında araştırma bulguları öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin genel olarak orta ve üst düzeyde olduğunu göstermektedir. Alt faktörler bağlamında değerlendirildiğinde ise öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu düşüncelerinin daha belirgin olduğu, olumsuz düşüncelerin ise görece daha düşük düzeyde kaldığı görülmektedir. Bu durum öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin genel olarak olumlu bir yönelim sergilediğine işaret etmektedir. Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) verilerine dayanan güncel uluslararası literatür de bu bulguyu destekler niteliktedir. TIMSS 2023 verileri kullanılarak öğrencilerin matematiğe yönelik motivasyon, inanç ve değer algılarının incelendiği bir çalışmada, öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun "orta ve yüksek düzey" motivasyon profillerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Gao vd. (2026) tarafından yürütülen bu araştırmada, söz konusu motivasyon profillerinin matematiksel düşünme süreçlerini destekleyen, akademik açıdan uyumlu bir yapı sergilediği ve matematik başarısıyla pozitif yönde güçlü bir ilişki içinde olduğu vurgulanmaktadır.

Araştırma sonuçları ortaokul öğrencilerinin matematik ile ilgili düşünce puanlarının cinsiyete göre anlamlı şekilde farklılaşmadığını göstermektedir. Bu sonuç, alan yazındaki benzer bir çalışma ile paralellik göstererek cinsiyet değişkeninin matematik ile ilgili düşünceler üzerinde düşük düzeyde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Katrancı, 2019). Elde edilen bu durumun temel nedeni, kız ve erkek öğrencilerin aynı eğitim-öğretim ortamlarını paylaşmaları, benzer pedagojik yaklaşımlarla ve müfredatta öğrenim görmeleri gösterilebilir. Ayrıca günümüz

eğitim yaklaşımlarında fırsat eşitliğinin vurgulanması ve matematiğin yalnızca belirli bir cinsiyete özgü bir alan olduğu yönündeki toplumsal stereotiplerin kırılmaya başlanması, her iki grubun da matematiğe karşı benzer düşünceler geliştirmesine zemin hazırlamış olabilir. Nitekim Else-Quest vd. (2010) tarafından gerçekleştirilen meta-analiz, matematik başarısında cinsiyet farklılıklarının oldukça sınırlı olduğunu ve bulguların cinsiyet benzerlikleri hipotezini desteklediğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, ortaokul kademesindeki öğrencilerin zihinsel ve sosyal gelişim süreçlerinde matematiği algılayış biçimlerinin cinsiyetten bağımsız olarak daha homojen bir yapı sergilemesi, sunulan matematik eğitiminin eşitlikçi doğasını yansıtan olumlu bir eğitim çıktısı olarak yorumlanabilir.

Sınıf seviyesi değişkenine göre yapılan analizler öğrencilerin matematik ile ilgili düşünce puanlarının sınıf seviyesine göre anlamlı şekilde farklılaştığını ortaya koymuştur. Post hoc karşılaştırmalar beşinci sınıf öğrencilerinin matematik ile ilgili düşünce puanlarının altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin puanlarından anlamlı şekilde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu durum, üst sınıf düzeylerinde öğrencilerin benzer akademik süreçlerle karşılaşmaları ve matematik konularının giderek daha soyut bir yapıya dönüşmesiyle ilişkili olabilir. Literatürde de ortaokul düzeyinde sınıf seviyesi arttıkça matematik konularının ağırlaşmasıyla birlikte öğrencilerin matematiği anlamada daha fazla güçlük yaşayabildiği ve matematik kaygısının artış gösterebildiği belirtilmektedir (Arslan vd., 2017; Taşdemir, 2015). Bu sonuçlar doğrultusunda, sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin matematiğe yönelik düşüncelerinde gözlenen değişimin, artan konu zorlukları, sınav odaklı öğrenme süreci ve öğrencilerin yaşayabileceği akademik kaygı ile ilişkili olabileceği düşünülebilir.

Araştırma sonuçları, öğrencilerin matematik ile ilgili düşünce puanlarının ebeveyn eğitim durumu değişkenine göre anlamlı şekilde farklılaşmadığını göstermektedir. Öğrencilerin düşüncelerinde gözlemlenen bu homojen yapı, matematiğe yönelik algıların ebeveynlerin sahip olduğu diploma düzeyinden ziyade ev ortamında sunulan psikolojik ve motivasyonel destekle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda Sumantri vd. (2025), etkili ebeveyn katılımının ödevlere teknik bilgi veya doğrudan akademik yardım sağlamanın çok ötesine geçerek, çocukta akademik beklentileri şekillendirmek, eğitsel değerler aşılamak ve psikolojik olarak destekleyici bir motivasyon kültürü inşa etmekle ilgili olduğuna dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda, ailelerin eğitim düzeyinden bağımsız olarak çocuklarına sundukları destekleyici öğrenme ortamının, öğrencilerin matematik ile ilgili benzer düzeyde düşünceler geliştirmelerinde etkili olmuş olabileceği söylenebilir.

Matematik başarısı değişkenine göre yapılan analizler öğrencilerin matematik ile ilgili düşünce puanlarının başarı düzeyine göre anlamlı şekilde farklılaştığını göstermektedir. Matematik başarı düzeyi arttıkça matematik ile ilgili düşünce puanlarının da arttığı görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda, matematik başarısı ile matematiğe yönelik düşünceler arasındaki ilişkinin karşılıklı etkileşim içerisinde olabileceği düşünülmektedir. Bu ilişkinin öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini kullanma düzeyleriyle yakından bağlantılı olduğu söylenebilir. Problem çözme süreçlerinde matematiksel becerileri yüksek düzeyde kullanan öğrencilerin kavramsal, işlemsel ve akıl yürütme becerilerinin birbirini desteklediği, özellikle kavramsal bilgilerin matematiksel işlemleri yürütme, akıl yürütme ve problemi ifade etme aşamalarında etkili bir faktör olduğu saptanmıştır (Taşdemir & Salman, 2016). Dolayısıyla, öğrencilerin düşünsel kapasitesi ve muhakeme becerileri geliştikçe matematiksel durumlara

daha analitik bir bakış açısıyla yaklaşabilecekleri ve bu durumun akademik başarılarını olumlu yönde destekleyebileceği düşünülmektedir.

Genel akademik başarı değişkenine göre yapılan analizler de öğrencilerin matematik ile ilgili düşünce puanlarının başarı düzeyine göre anlamlı şekilde farklılaştığını ortaya koymuştur. Akademik başarı düzeyi arttıkça matematik ile ilgili düşünce puanlarının da arttığı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin temel bileşenlerinden olan eğilimler kavramı çerçevesinde de yorumlanabilir. İlgili modelde eğilimler, *"zihinsel, duygusal ve duyuşsal nitelikleri ile kişinin bilgisini, beceri ve tutumlarını düzenleyen zihinsel örüntüleri ifade eder"* şeklinde tanımlanmaktadır. Modelde, sahip olunan bu zihinsel örüntülerin *"becerilerin eyleme dönüştürülme biçimini doğrudan etkiler ve kişinin bir görevi başarıyla tamamlamasına katkı sağlar"* ilkesiyle hareket ettiği vurgulanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2025). Bu bağlamda, öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu düşüncelerinin yalnızca başarının bir sonucu olarak değil, aynı zamanda öğrenme süreçlerini destekleyebilen zihinsel örüntüler kapsamında da değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

SONUÇ VE ÇIKARIMLAR

Araştırma sonuçları öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin cinsiyet ile anne ve baba eğitim durumuna göre anlamlı şekilde farklılaşmadığını, buna karşın sınıf seviyesi, matematik başarısı ve genel akademik başarı değişkenlerine göre anlamlı farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle matematik ve genel akademik başarı düzeyi yüksek olan öğrencilerin matematik ile ilgili düşünce puanlarının daha yüksek olması, matematikle ilgili düşüncelerin öğrencilerin akademik performansları ile ilişkili bir yapı sergilediğini göstermektedir. Bununla birlikte beşinci sınıf öğrencilerinin matematik ile ilgili düşünce puanlarının diğer sınıf düzeylerinden anlamlı şekilde yüksek olması ve sınıf düzeyi ilerledikçe puanların görece azalması, öğrencilerin matematikle ilgili düşüncelerinde zamanla bir değişim yaşanabileceğine işaret etmektedir. Bu sonuçlardan hareketle matematik ile ilgili düşüncelerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların özellikle üst sınıf düzeylerinde ve akademik başarısı görece düşük öğrenciler üzerinde yoğunlaştırılmasının önemli olabileceği söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin matematik dersine yönelik olumlu deneyimler yaşamalarını destekleyen öğretim ortamlarının oluşturulması ve başarı duygusunu pekiştiren öğretim yaklaşımlarının benimsenmesi, matematik ile ilgili düşüncelerin olumlu yönde gelişmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte cinsiyet ve ebeveyn eğitim durumu değişkenlerinde anlamlı farklılıkların bulunmaması, matematik ile ilgili düşüncelerin daha çok öğrencilerin doğrudan öğrenme yaşantıları ve akademik deneyimleri ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına dayalı olarak öğrencilerin matematik ile ilgili düşüncelerinin desteklenmesine yönelik öğretim süreçlerinde özellikle üst sınıf düzeylerinde matematiğe yönelik olumlu öğrenme yaşantılarının artırılmasına önem verilmesi önerilebilir. Bu kapsamda öğrencilerin başarı duygusunu deneyimleyebilecekleri, aktif katılım sağlayabilecekleri ve matematiği anlamlandırabilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulması matematik ile ilgili düşüncelerin gelişimine katkı sağlayabilir. Matematik başarısı ve genel akademik başarı düzeyi görece düşük olan öğrenciler için destekleyici öğretim uygulamalarının planlanması, farklılaştırılmış öğretim yaklaşımlarının kullanılması ve bireysel öğrenme gereksinimlerinin dikkate alınması da önemli görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin matematikle ilgili

düşüncelerindeki değişimin sınıf düzeyi ilerledikçe farklılaşması dikkate alınarak özellikle ortaokulun üst sınıflarında motivasyon ve ilgi artırıcı etkinliklere daha fazla yer verilmesi önerilebilir. Matematik öğretiminde süreç odaklı değerlendirme uygulamalarının kullanılması ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini ifade etmelerine fırsat tanınması da matematik ile ilgili düşüncelerin olumlu yönde desteklenmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte gelecekte yapılacak araştırmalarda matematik ile ilgili düşüncelerin farklı değişkenlerle (örneğin matematik kaygısı, öz yeterlik, öğretmen tutumları ve sınıf içi etkileşimler) birlikte incelenmesi alana katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Akbaş, E. E., & Alan, K. (2025). Probleme dayalı öğrenme modeli ile ilgili matematik eğitiminde yapılan çalışmaların incelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 8*(2), 174-186.

Altuntaş, L., & Erişen, Y. (2021). İlköğretim öğrencilerinin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerileri ile matematik dersine yönelik tutum ve matematik dersi başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türkiye Eğitim Dergisi, 6*(1), 280-293.

Arslan, Ç., Güler, H. K., & Gürbüz, M. Ç. (2017). Ortaokul öğrencilerinin matematik kaygı düzeyleri ile öğrenme stratejileri arasındaki ilişki. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 42*, 123-142. https://doi.org/10.21764/efd.32954

Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research* (1st ed.). Guilford.

Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychol.Bull*, *136*, 103-127.

Evans, B. D. (2003). *Early childhood (K-5) pre-service teachers' beliefs about mathematics, teaching mathematics, and learning mathematics* (Doctoral dissertation). Georgia Southern University.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2023). *How to design and evaluate research in education* (11th ed.). McGraw Hill.

Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (6th ed.). Sage.

Gao, H., Evans, T., & Brown, G. T. L. (2026). *The relations between motivation and mathematics achievement: A cross-cultural study of Asia-Pacific jurisdictions using TIMSS 2023 data*. https://doi.org/10.1007/s11858-026-01773-9

Gravetter, F. J., Wallnau, L. B., Forzano, L.-A. B., & Witnauer, J. E. (2021). *Essentials of statistics for the behavioral sciences* (10th ed.). Cengage Learning.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

İşleyen, Ş., & Altun, Y. (2017). Sosyal bilimlerde okutulan matematik dersine ait öğrenci görüşleri. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6*(2), 177-193. https://izlik.org/JA92XJ68TS

Katrancı, Y. (2019). Matematik ile ilgili düşünceler ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi/Journal of Higher Education and Science, 9*(1), 78-89.

Kirk, R. E. (1996). Practical significance: A concept whose time has come. *Educational and Psychological Measurement, 56*(5), 746-759. https://doi.org/10.1177/0013164496056005002

Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). Guilford.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2025). *Türkiye yüzyılı maarif modeli öğretim programları ortak metni*. https://tymm.meb.gov.tr/ortak-metin

Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). Routledge.

Peker, M., & Mirasyedioğlu, Ş. (2003). Lise 2. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları ve başarıları arasındaki ilişki. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14*(2), 157-166.

Sumantri, A. W., Subanti, S., Usodo, B., & Pramesti, G. (2025). Parental involvement in mathematics achievement and motivation: Male vs female students. *Journal of Education Technology, 9*(2), 422-432. https://doi.org/10.23887/jet.v9i2.98619

Sümer, N. (2000). Structural education models. *Turkish Psychological Articles, 3*(6), 49-74.

Taşdemir, C. (2015). Ortaokul öğrencilerinin matematik kaygı düzeylerinin incelenmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 5*(1), 1-12.

Taşdemir, A., & Salman, S. (2016). İlköğretim fen bilimleri dersi problemlerinde öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 17*(3), 785-809.

Thanheiser, E. (2023). What is the mathematics in mathematics education? *Journal of Mathematical Behavior, 70*, 101033. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2023.101033

Thanheiser, E., & Koestler, C. (2021). If the world were a village: Learning mathematics while learning about the world. *Mathematics Teacher Educator, 9*(3), 202-228.

Yüzbaşıoğlu, Y., Ayten, M., Özkan, O., Kıroğlu, M., & Doğru, H. Ş. (2024). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin "matematik" kavramına ilişkin metaforik algıları. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi, 11*(38), 190-210.

İŞLETMEDE MESLEKİ EĞİTİM SÜRECİNİN ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ BULDAN MESLEK YÜKSEKOKULU ÖRNEĞİ

Doç. Dr., Emine UTKUN AKTENER[1] / Öğr. Gör. Erkan YEŞİL[2] / Doç. Dr. Yusuf KAYA[3]

[1]Pamukkale Üniversitesi, Buldan Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, eutkun@pau.edu.tr, ORCID numarası 0000-0002-6550-4168

[2]Pamukkale Üniversitesi, Buldan Meslek Yüksekokulu, Büro Yönetimi ve Sekreterlik Bölümü, eyesil@pau.edu.tr, ORCID numarası 0000-0001-8276-5477

[3]Pamukkale Üniversitesi, Buldan Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü, ykaya@pau.edu.tr, ORCID numarası 0000-0002-2076-9808

Özet

Meslek yüksekokulları ülkemizde nitelikli ara eleman ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulmuş olan eğitim kurumlarıdır. Mezun olmuş öğrencilerin bir meslekte uzman olmasını sağlayan ve hem teorik hem pratik eğitim veren okullardır.

Bu araştırmada, Pamukkale Üniversitesi Buldan Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin işletmede mesleki eğitim sürecine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 3+1 eğitim modeli kapsamında işletmede mesleki eğitim dersini tamamlayan öğrenciler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak öğrencilerin işletmede mesleki eğitim sürecine yönelik değerlendirmelerini belirlemeye amacıyla hazırlanan 12 maddelik beşli likert tipi anket uygulanmıştır. Araştırma kapsamında Bankacılık ve Sigortacılık, Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı, Dış Ticaret, Mimari Restorasyon, Moda Tasarımı ile Muhasebe ve Vergi Uygulamaları programlarında öğrenim gören öğrencilerin görüşleri incelenmiştir.

Araştırma bulgularına göre öğrencilerin genel olarak işletmede mesleki eğitim sürecine yönelik olumlu görüş bildirdikleri belirlenmiştir. Özellikle çalışma arkadaşlarıyla uyum içinde çalışma, teorik bilgileri uygulamaya aktarma, mesleki becerilerin gelişimi ve mesleki özgüven kazanımı konularında yüksek düzeyde memnuniyet ifade edilmiştir. Programlar arasında karşılaştırma yapıldığında Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programı öğrencilerinin birçok maddede en yüksek olumlu değerlendirmeleri yaptığı görülmüştür. Buna karşılık Moda Tasarımı Programında bazı maddelerde diğer programlara göre daha düşük düzeyde memnuniyet bulunduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda işletmede mesleki eğitim uygulamalarının öğrencilerin mesleki gelişimlerine önemli katkılar sağladığı, iş yaşamına uyum süreçlerini desteklediği ve uygulamalı eğitim açısından önemli kazanımlar sunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca üniversite-işletme iş birliğinin güçlendirilmesi, öğrencilere yönelik rehberlik süreçlerinin geliştirilmesi ve programlara uygun görev dağılımının artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İşletmede mesleki eğitim, staj, kariyer, meslek yüksekokulu, 3+1 eğitim modeli

EVALUATION OF THE WORKPLACE VOCATIONAL TRAINING PROCESS FROM THE PERSPECTIVE OF STUDENTS: THE CASE OF PAMUKKALE UNIVERSITY BULDAN VOCATIONAL SCHOOL

Assoc. Prof. Dr. Emine UTKUN AKTENER[1], Lecturer Erkan YEŞİL[2], Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAYA[3]

[1]Pamukkale University, Buldan Vocational School, Department of Design, eutkun@pau.edu.tr , ORCID number 0000-0002-6550-4168

[2]Pamukkale University, Buldan Vocational School, Department of Office Management and Secretarial Studies, eyesil@pau.edu.tr, ORCID number 0000-0001-8276-5477

[3]Pamukkale University, Buldan Vocational School, Department of Accounting and Tax, ykaya@pau.edu.tr , ORCID number 0000-0002-2076-9808

Abstract

Vocational schools are higher education institutions established to meet the demand for qualified intermediate workforce by providing both theoretical and practical education. These institutions aim to equip students with the knowledge, skills, and competencies required for their professions through practice-oriented training.

This study aimed to evaluate the opinions of students at Pamukkale University Buldan Vocational School regarding the workplace vocational training process. The research was conducted with students who had completed the Workplace Vocational Training course within the scope of the 3+1 education model. A descriptive survey design, one of the quantitative research methods, was employed. Data were collected using a five-point Likert-type questionnaire consisting of 12 items, developed to determine students' evaluations of the workplace vocational training process. The study included students enrolled in the Banking and Insurance, Office Management and Executive Assistance, Foreign Trade, Architectural Restoration, Fashion Design, and Accounting and Tax Applications programs.

The findings revealed that students generally held positive opinions regarding the workplace vocational training process. High levels of satisfaction were particularly reported in terms of working harmoniously with colleagues, transferring theoretical knowledge into practice, improving professional skills, and gaining professional self-confidence. Comparisons among the academic programs indicated that students in the Accounting and Tax Applications Program reported the highest levels of positive evaluations across many questionnaire items. In contrast, students in the Fashion Design Program expressed comparatively lower levels of satisfaction on several items.

The results demonstrate that workplace vocational training makes a significant contribution to students' professional development, facilitates their adaptation to working life, and provides substantial gains in practical education. Based on these findings, strengthening university–industry collaboration, improving student guidance processes, and increasing the allocation of program-specific tasks are recommended.

Keywords: Workplace vocational training, internship, career, vocational school, 3+1 education model.

GİRİŞ

Pamukkale Üniversitesi, Buldan Meslek Yüksekokulu'nda 2024-2025 Güz dönemi itibariyle öğrencilerin mesleki bilgi ve becerilerini geliştirmek, iş yaşamına daha hazır bireyler olarak mezun olmalarını sağlamak amacıyla 3+1 eğitim modeline geçilmiştir.

Bu model kapsamında öğrenciler, eğitim süreçlerinin üç dönemini okul ortamında teorik ve uygulamalı derslerle, bir dönemini ise işletmelerde tam zamanlı mesleki eğitim alarak tamamlamaktadır. İşletmede Mesleki Eğitim dersi sayesinde öğrenciler, eğitim sürecinde kazandıkları bilgi ve deneyimlerini kamu ve özel sektör kuruluşlarında uygulama fırsatı bulmakta, böylece iş hayatına uyum süreçlerini güçlendirmektedirler. Bu doğrultuda öğrenciler, akademik takvime uygun şekilde bir dönem boyunca işletmelerde uygulamalı eğitim faaliyetlerine katılmaktadır (Sarıbıyık, 2013).

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Buldan Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin işletmede mesleki eğitim sürecine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesini konu almaktadır. Araştırmada, öğrencilerin 3+1 eğitim modeli kapsamında farklı işletmelerde gerçekleştirdikleri mesleki eğitim deneyimlerine yönelik değerlendirmeleri incelenmektedir.

Çalışmanın kapsamında; öğrencilerin işletmeye uyum süreci, verilen oryantasyon eğitiminin yeterliliği, çalışma arkadaşları ve yöneticilerle ilişkileri, mesleki becerilerinin gelişimi, teorik bilgilerini uygulamaya aktarma olanakları, iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, kendilerine sağlanan geri bildirimler, öğrenci statülerine uygun görevlerin verilmesi, mesleki özgüven kazanımı ve genel memnuniyet düzeyleri yer almaktadır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, işletmede mesleki eğitim uygulamalarının güçlü yönlerinin ve geliştirilmesi gereken alanların belirlenmesi, eğitim sürecinin niteliğinin artırılması ve üniversite-işletme iş birliğinin güçlendirilmesine yönelik öneriler sunulması amaçlanmaktadır.

1. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak, öğrencilerin işletmede mesleki eğitim sürecine ilişkin değerlendirmelerini belirlemek amacıyla 12 maddeden oluşan beşli likert tipi bir anket uygulanmıştır.

Araştırmanın evrenini, Pamukkale Üniversitesi, Buldan Meslek Yüksekokulu'nda öğrenim görmekte ve işletmede mesleki eğitim sürecini tamamlamış olan öğrenciler oluşturmaktadır. Bankacılık ve Sigortacılık Programından 31, Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı Programından 14, Dış Ticaret Programından 13, Mimari Restorasyon Programından 29, Moda Tasarımı Programından 16, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programından 35 olmak üzere toplam 138 öğrenci araştırma evreninde yer almaktadır. Anketler, araştırma evreninde yer alan ve araştırmaya katılmayı kabul eden bütün öğrencilere uygulanmıştır.

Veriler araştırmacılar tarafından oluşturulan anket formu ile toplanmıştır. Anket formu, Buldan Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin işletmede mesleki eğitimlerine yönelik görüşlerini ortaya koymak amacıyla, literatür incelemesi sonucu elde edilen veriler temel alınarak geliştirilmiştir (Karacan ve Karacan, 2004; Kırlıoğlu ve Gökgöz, 2011; Hançer, 2016; Kaysi ve Gürol, 2017; Kaysi ve Aydemir, 2018; Yıldırım vd. 2018; Karatuzla ve Bağçı, 2020; Mankan, 2024).

Örneklemin yalnızca tek bir programla sınırlı olmayıp tüm meslek yüksekokulu öğrencilerini kapsaması, araştırmanın bulgularının daha geniş bir perspektiften değerlendirilmesine ve kurum düzeyinde çıkarımlar yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Araştırma, Pamukkale Üniversitesi Buldan Meslek Yüksekokulu'nda öğrenim gören ve işletmede mesleki eğitim dersini tamamlayan öğrencilerle sınırlandırılmıştır.

Örneklemin yalnızca tek bir programla sınırlı olmayıp tüm meslek yüksekokulu öğrencilerini kapsaması, araştırmanın bulgularının daha geniş bir perspektiften değerlendirilmesine ve kurum düzeyinde çıkarımlar yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Araştırma için gerekli etik kurul izinleri Pamukkale Üniversitesi'nden alınmıştır.

2. BULGULAR

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilmektedir.

Tablo 1. Araştırma Sorusu 1

İşletmeye ilk başladığımda verilen oryantasyon eğitimi yeterliydi.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	3	5	10	13
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	4	1	8
Dış Ticaret	0	2	1	1	9
Mimari Restorasyon	0	1	2	4	22
Moda Tasarımı	1	3	5	2	5
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	2	6	6	21

Öğrencilerin işletmeye ilk başladıklarında verilen oryantasyon eğitiminin yeterliliğine ilişkin görüşleri incelendiğinde, en yüksek olumlu değerlendirmenin Mimari Restorasyon ile Muhasebe ve Vergi Uygulamaları programlarında olduğu görülmektedir. Moda Tasarımı Programında ise "Kararsızım" ve "Katılmıyorum" yanıtlarının diğer programlara göre daha yüksek olması dikkat çekmektedir.

Tablo 2. Araştırma Sorusu 2

İşletmedeki çalışma arkadaşlarımla uyum içinde çalıştım.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	0	2	4	25
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	1	2	10
Dış Ticaret	0	0	0	1	12
Mimari Restorasyon	0	0	2	6	21
Moda Tasarımı	2	1	1	1	11
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	1	6	28

Tüm programlarda öğrencilerin büyük çoğunluğu çalışma arkadaşlarıyla uyum içinde çalıştıklarını belirtmiştir. Özellikle Muhasebe ve Vergi Uygulamaları ile Bankacılık ve Sigortacılık programlarında "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtlarının yoğunlaştığı görülmektedir. Moda Tasarımı Programında ise sınırlı da olsa olumsuz değerlendirmelerin bulunduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3. Araştırma Sorusu 3

Bana verilen görevler, mesleki becerilerimi geliştirmeme katkı sağladı.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	1	0	9	21
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	1	2	10
Dış Ticaret	0	0	0	2	11
Mimari Restorasyon	0	0	0	5	24
Moda Tasarımı	0	2	2	3	9
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	3	3	29

Öğrencilere verilen görevlerin mesleki beceri gelişimine katkı sağladığı genel olarak olumlu değerlendirilmiştir. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları ile Mimari Restorasyon programlarında "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Moda Tasarımı Programında ise diğer programlara göre daha fazla "Katılmıyorum" ve "Kararsızım" yanıtı verilmiştir.

Tablo 4. Araştırma Sorusu 4

İşletmedeki yöneticilerim bana karşı saygılı ve adil davrandı.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	0	4	4	23
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	2	2	9
Dış Ticaret	0	0	0	1	12
Mimari Restorasyon	0	1	0	7	21
Moda Tasarımı	2	1	0	3	10
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	1	5	29

Yöneticilerin öğrencilere karşı tutumlarının genel olarak olumlu değerlendirildiği görülmektedir. Özellikle Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programında öğrencilerin büyük çoğunluğu yöneticilerinin saygılı ve adil davrandığını belirtmiştir. Moda Tasarımı Programında ise olumsuz değerlendirmelerin diğer programlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Araştırma Sorusu 5

İş yerinde karşılaştığım sorunlarda yetkili kişilere rahatça danışabildim.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	0	3	3	25
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	1	1	1	10
Dış Ticaret	0	0	0	2	11
Mimari Restorasyon	0	1	1	5	22
Moda Tasarımı	2	0	1	2	11
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	4	3	28

Öğrencilerin büyük çoğunluğu iş yerinde karşılaştıkları sorunlarda yetkili kişilere rahatlıkla danışabildiklerini ifade etmiştir. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları, Bankacılık ve Sigortacılık ile Mimari Restorasyon programlarında olumlu görüşlerin yoğunlaştığı görülmektedir. Moda Tasarımı Programında ise sınırlı sayıda olumsuz değerlendirme bulunmaktadır.

Tablo 6. Araştırma Sorusu 6

İşletme, iş sağlığı ve güvenliği kurallarını uygulamama rehberlik etti.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	0	1	8	22
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	2	3	8
Dış Ticaret	0	0	0	0	13
Mimari Restorasyon	1	1	0	5	22
Moda Tasarımı	2	0	1	1	12
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	3	5	27

İş sağlığı ve güvenliği kurallarına ilişkin rehberlik süreci genel olarak olumlu değerlendirilmiştir. Dış Ticaret Programında tüm öğrencilerin "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtını verdiği görülmektedir. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları ile Mimari Restorasyon programlarında da olumlu değerlendirmeler yüksek düzeydedir. Moda Tasarımı Programında ise diğer programlara kıyasla daha fazla olumsuz görüş bulunmaktadır.

Tablo 7. Araştırma Sorusu 7

Staj süresince teorik bilgilerimi pratiğe dönüştürme fırsatı buldum.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	1	0	7	23
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	1	2	0	10
Dış Ticaret	0	0	0	2	11
Mimari Restorasyon	0	0	1	5	23
Moda Tasarımı	0	2	3	0	11
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	1	4	30

Öğrencilerin teorik bilgilerini uygulamaya dönüştürme fırsatı bulduklarına yönelik değerlendirmeler genel olarak olumlu düzeydedir. Özellikle Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programında öğrencilerin büyük çoğunluğu bu ifadeye "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtını vermiştir. Moda Tasarımı ve Büro Yönetimi programlarında ise "Kararsızım" ve "Katılmıyorum" yanıtlarının daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 8. Araştırma Sorusu 8

İşletme, eğitim sürecim boyunca bana yeterli zaman ve kaynak ayırdı.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	0	3	6	22
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	2	2	9
Dış Ticaret	0	0	0	1	12
Mimari Restorasyon	0	1	1	4	23
Moda Tasarımı	1	1	3	4	7
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	3	3	29

İşletmelerin öğrencilere yeterli zaman ve kaynak ayırdığına ilişkin değerlendirmeler çoğunlukla olumlu yöndedir. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları ile Mimari Restorasyon programlarında "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtlarının yoğunlaştığı görülmektedir. Moda Tasarımı Programında ise olumlu değerlendirmelerin diğer programlara göre daha düşük olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 9. Araştırma Sorusu 9

İşletmede aldığım geri bildirimler gelişimime katkı sağladı.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	0	2	7	22
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	1	2	1	9
Dış Ticaret	0	0	0	1	12
Mimari Restorasyon	0	0	2	5	22
Moda Tasarımı	1	1	3	2	9
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	2	3	30

İşletmelerde alınan geri bildirimlerin öğrencilerin gelişimine katkı sağladığı genel olarak olumlu değerlendirilmiştir. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programında "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtı en yüksek düzeyde görülmektedir. Büro Yönetimi ve Moda Tasarımı programlarında ise daha dengeli bir dağılım olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 10. Araştırma Sorusu 10

İşletme, öğrenci statümü dikkate alarak bana uygun görevler verdi.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	1	0	3	8	19
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	3	2	8
Dış Ticaret	0	0	0	2	11
Mimari Restorasyon	0	2	1	6	20
Moda Tasarımı	2	1	5	3	5
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	4	2	29

Öğrenci statüsüne uygun görev verilmesine ilişkin değerlendirmelerde Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programının en yüksek olumlu görüşe sahip olduğu görülmektedir. Moda Tasarımı Programında ise "Kararsızım" yanıtının yoğunlaşması, öğrencilerin görev dağılımı konusunda daha kararsız değerlendirmeler yaptığını göstermektedir.

Tablo 11. Araştırma Sorusu 11

İşletmede geçirdiğim süre, mesleki özgüvenimi artırdı.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	0	2	6	23
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	1	1	11
Dış Ticaret	0	0	0	1	12
Mimari Restorasyon	0	0	0	5	24
Moda Tasarımı	1	1	2	3	9
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	0	2	2	31

İşletmede geçirilen sürenin öğrencilerin mesleki özgüvenlerini artırdığı görülmektedir. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programında öğrencilerin büyük çoğunluğu "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtını vermiştir. Mimari Restorasyon ve Bankacılık ve Sigortacılık programlarında da olumlu değerlendirmeler dikkat çekmektedir. Moda Tasarımı Programında ise diğer programlara göre daha düşük düzeyde olumlu görüş bulunmaktadır.

Tablo 12. Araştırma Sorusu 12

İşletmedeki mesleki eğitim deneyimimi genel olarak olumlu değerlendiriyorum.					
Programlar	**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**
Bankacılık ve Sigortacılık	0	1	1	7	22
Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı	1	0	2	1	10
Dış Ticaret	0	1	0	0	12
Mimari Restorasyon	0	0	1	9	19
Moda Tasarımı	1	1	2	4	8
Muhasebe ve Vergi Uygulamaları	0	1	1	2	31

Öğrencilerin işletmedeki mesleki eğitim deneyimlerini genel olarak olumlu değerlendirdikleri görülmektedir. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programında "Kesinlikle Katılıyorum" yanıtı en yüksek düzeydedir. Mimari Restorasyon, Dış Ticaret ve Bankacılık ve Sigortacılık programlarında da olumlu görüşlerin yoğun olduğu dikkat çekmektedir. Moda Tasarımı Programında ise diğer programlara kıyasla daha düşük düzeyde olumlu değerlendirme yapılmıştır.

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Pamukkale Üniversitesi Buldan Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin işletmede mesleki eğitim sürecine ilişkin görüşleri değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları incelendiğinde, öğrencilerin genel olarak işletmede mesleki eğitim uygulamalarına yönelik olumlu görüş bildirdikleri görülmektedir. Özellikle öğrencilerin çalışma arkadaşlarıyla uyum içerisinde çalışmaları, teorik bilgilerini uygulamaya dönüştürme fırsatı bulmaları, mesleki

becerilerini geliştirmeleri ve mesleki özgüven kazanmaları konularında yüksek düzeyde memnuniyet ifade ettikleri belirlenmiştir.

Programlar arasında karşılaştırma yapıldığında, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programı öğrencilerinin birçok soruda en yüksek olumlu değerlendirmeleri yaptığı görülmektedir. Mimari Restorasyon Programı öğrencilerinin de işletmede mesleki eğitim sürecini büyük ölçüde olumlu değerlendirdikleri dikkat çekmektedir. Dış Ticaret Programında özellikle iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına yönelik değerlendirmelerin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Buna karşılık, Moda Tasarımı Programında bazı sorularda "Kararsızım" ve "Katılmıyorum" yanıtlarının diğer programlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Özellikle oryantasyon süreci**,** öğrenci statüsüne uygun görev verilmesi ve işletmeler tarafından yeterli zaman ve kaynak ayrılması konularında öğrencilerin daha düşük düzeyde memnuniyet bildirdikleri belirlenmiştir. Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı Programında da bazı maddelerde kararsız ve olumsuz görüşlerin diğer programlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, 3+1 eğitim modeli kapsamında gerçekleştirilen işletmede mesleki eğitim uygulamalarının öğrencilerin mesleki gelişimlerine önemli katkılar sağladığı söylenebilir. Öğrencilerin iş ortamını deneyimlemeleri, mesleki becerilerini geliştirmeleri ve iş hayatına uyum süreçlerini deneyimlemeleri açısından uygulamanın önemli kazanımlar sunduğu anlaşılmaktadır.

Öneriler

- İşletmeye yeni başlayan öğrencilere yönelik oryantasyon süreçleri daha sistematik hale getirilmelidir.
- Öğrencilere verilen görevlerin program kazanımlarıyla daha uyumlu olmasına dikkat edilmelidir.
- İşletmelerde öğrencilere yönelik geri bildirim mekanizmaları güçlendirilmelidir.
- Öğrenci statüsüne uygun görev dağılımı konusunda işletmelere rehberlik yapılmalıdır.
- Üniversite ve işletmeler arasındaki iletişim ve koordinasyon süreçleri artırılmalıdır.
- Özellikle memnuniyet düzeyi görece düşük olan programlarda işletme seçim süreçleri yeniden değerlendirilebilir.
- İşletmede mesleki eğitim sürecinin düzenli aralıklarla öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi önerilmektedir.
- Gelecek araştırmalarda işletme yetkilileri ve akademik danışmanların görüşleri de çalışmaya dahil edilerek daha kapsamlı değerlendirmeler yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Hançer Aydemir, D. (2016). The Views of Vocational High School Students on Summer Internship: The Example of Health Services. *Turkish Journal of Life Sciences*, *1*(1), 34-42. https://izlik.org/JA77HA89ZA
2. Karacan, S., & Karacan, E. (2004). Meslek Yüksekokullarında (MYO) Yapılan Staj Uygulamalarına İlişkin Bir Araştırma: Kalite ve Verimlilik İçin İş Yerleri- MYO İşbirliğinin Gereği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *8*, 168-184. https://izlik.org/JA47CB64AX
3. Karatuzla, M., & Bağçı, E. (2020). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Uygulama Stajlarının Kalite ve Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi. *Sağlık Hizmetleri ve Eğitimi Dergisi*, *4*(1), 1-7. https://doi.org/10.35333/JOHSE.2020.188
4. Kaysi, F., & Aydemir, E. (2018). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Stajlarda Karşılaştıkları Sorunların Değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *20*(2), 119-133. https://doi.org/10.26468/trakyasobed.427663
5. Kaysi, F., & Gürol, A. (2017). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin İşyeri Uygulamalı Eğitim Süreçlerinin Değerlendirilmesi. *Kesit Akademi Dergisi*, *8*, 266-280. https://izlik.org/JA78KS77BM
6. Kırlıoğlu, H., & Gökgöz, A. (2011). Ticaret Meslek Liselerinde Muhasebe Eğitimi Alan Öğrencilerin Stajyerlikte Karşılaştıkları Problemler ve Çözüm Önerileri: İstanbul Örneği. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, *7*(13), 131-146. https://izlik.org/JA54ZS43ZY
7. Mankan, E. (2024). Mesleki Önlisans Proğramlarında Staj Eğitiminin Önemi: Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Meslek Yüksekokulu Örneği. *The Journal of Academic Social Science*, *10*(10), 734-741.
8. Sarıbıyık, M. (2013). Meslek Yüksekokullarında Nitelikli İşgücü Yetiştirmek için 3+1 Eğitim Modeli. *Academic Platform - Journal of Engineering and Science*, *1*(1), 39-41. https://doi.org/10.5505/apjes.2013.32042
9. Yıldırım, G., Kara, R., Çolak, F., & Aksu, H. F. (2018). Sosyal Bilimler Önlisans Programlarında Stajın Faydalarının ve Öneminin Anket Yöntemiyle İncelenmesi; Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Örneği. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, *7*(2), 254-265. https://izlik.org/JA82AC25RM

KADIN GİYSİSİ YAKA FORMLARININ İNCELENMESİ VE YENİ TASARIMLARIN YAPILMASI

Doç. Dr., Emine UTKUN AKTENER[1] / Öğrenci Mercan SELEN[2]

[1]Pamukkale Üniversitesi, Buldan Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, eutkun@pau.edu.tr, ORCID numarası 0000-0002-6550-4168

[2]Pamukkale Üniversitesi, Buldan Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, selenmercan855@gmail.com

Özet

Giyinmek, insan yaşamının ayrılmaz bir parçasıdır. Giyinme gereksiniminin işlevsel boyutunun yanı sıra estetik beklentilerin de ön plana çıkmasıyla birlikte, giysiyi oluşturan tasarım unsurları önem kazanmıştır. Yaka, kadın giysilerinde boyun çevresini şekillendiren, estetik görünümün yanı sıra işlevsel özellikleriyle de tasarımın bütünlüğünü sağlayan temel giysi bileşenlerinden biridir. Giysiye stil ve karakter kazandıran yaka, boyun hattını vurgulaması, tasarımı tamamlaması, hareketlilik sağlaması ve bazı modellerde koruyucu işlev üstlenmesi nedeniyle önemli bir tasarım unsurudur. Bu özellikleriyle yaka formu, giysinin genel görünümünü ve kullanıcı algısını doğrudan etkileyen temel tasarım elemanlarından biri olarak kabul edilmektedir.

Farklı yaka formları, giysinin genel görünümünü ve tasarım değerini doğrudan etkileyerek özgün koleksiyonların oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, kadın giysilerinde kullanılan yaka formlarını incelemek ve bu incelemeler doğrultusunda özgün bir yaka tasarımı geliştirmektir.

Çalışmada öncelikle literatürde yer alan kadın giysisi yaka çeşitleri incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında, kadın giysilerinde yaka tasarımlarının kullanım olanakları araştırılarak, uygulamalı bir tasarım ve üretim süreci yürütülmüştür. Çalışmada yedi farklı yaka çeşidi ayrıntılı olarak incelenmiş ve sonrasında da bir adet farklı bir takma yaka tasarımı yapılmıştır.

Elde edilen tasarımın, kadın giysilerinde tasarım çeşitliliğine katkı sağlayabileceği, moda tasarımı eğitiminde uygulamalı öğrenmeyi destekleyebileceği ve yeni tasarım fikirlerinin geliştirilmesine örnek oluşturabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca çalışmanın, yaka tasarımının giysi estetiğindeki önemine dikkat çekerek bu alanda gerçekleştirilecek tasarım odaklı araştırmalara katkı sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: kadın giysisi, yaka tasarımı, yaka formu, moda tasarımı, tasarım geliştirme.

RESEARCH ON WOMEN'S GARMENT COLLAR FORMS AND THE DEVELOPMENT OF A NEW COLLAR DESIGN

Assoc. Prof. Dr. Emine UTKUN AKTENER[1], Student Mercan SELEN[2]

[1]Pamukkale University, Buldan Vocational School, Department of Design, eutkun@pau.edu.tr , ORCID number 0000-0002-6550-4168

[2]Pamukkale University, Buldan Vocational School, Department of Design, selenmercan855@gmail.com

Abstract

Clothing is an integral part of human life. In addition to its functional purpose, the increasing importance of aesthetic expectations has enhanced the significance of the design elements that constitute garments. Among these elements, the collar is one of the fundamental components of women's garments, contributing not only to aesthetic appearance but also to the overall integrity and functionality of a design. By defining the neckline, enhancing the style and character of a garment, adding visual interest, and, in some cases, providing protection, the collar plays a significant role in garment design. Therefore, collar forms are regarded as essential design elements that directly influence both the overall appearance of a garment and users' aesthetic perception.

Different collar forms contribute to the creation of original collections by directly affecting the visual appearance and design value of garments. The aim of this study is to examine the collar forms used in women's garments and to develop an original collar design based on this investigation.

The study began with a review of the collar types reported in the literature on women's garments. Subsequently, the application possibilities of collar designs in women's garments were investigated through a practice-based design and production process. Within the scope of the study, seven different collar types were examined in detail, and one original detachable collar design was developed.

The developed design is expected to contribute to design diversity in women's garments, support practice-based learning in fashion design education, and provide inspiration for the development of new design ideas. Furthermore, the study is expected to emphasize the importance of collar design in garment aesthetics and contribute to future design-oriented research in this field.

Keywords: women's garments, collar design, collar form, fashion design, design development.

GİRİŞ

Yaka, gömlek, bluz, elbise ve ceket gibi üst giyim ürünlerinde boyun çevresini saran veya çevreleyen giysi bölümüdür. Yaka, yalnızca estetik bir unsur olmayıp aynı zamanda işlevsel özelliklere de sahiptir. Giysiye stil kazandırmak, modelin karakterini belirlemek, beden ile giysi arasında rahatlık sağlamak ve dış etkenlere karşı koruma oluşturmak yakanın temel görevleri arasında yer almaktadır.

Kadın giyiminde yaka, tasarımın en dikkat çekici unsurlarından biridir. Giysinin genel görünümünü, siluetini ve algılanan beden oranlarını doğrudan etkileyebilmektedir. Örneğin V yaka boynu daha uzun gösterirken, kayık yaka omuzları daha geniş gösterebilmekte, hakim yaka ise boyun bölgesinde daha kısa bir algı oluşturabilmektedir. Bunun yanında yaka; konfor, fonksiyonellik ve estetik değer açısından da önemli bir tasarım bileşenidir.

Moda tarihine bakıldığında dönemsel eğilimlerin çoğunlukla yaka formları üzerinden şekillendiği görülmektedir. Bu nedenle kadın giysilerinde kullanılan yaka çeşitlerinin incelenmesi ve yeni yaka tasarımlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kadın giysilerinde kullanılan farklı yaka formlarını incelemek, çeşitli yaka türlerinin kalıplarını hazırlamak, numunelerini üretmek ve yeni bir yaka tasarımı geliştirmektir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

A. YAKA NEDİR?

Yaka, bir giysinin, özellikle gömlek, bluz, elbise, ceket gibi üst giyim parçalarının, boyun çevresini saran veya çevreleyen kısmına verilen addır. Hem estetik hem de işlevsel bir görevi vardır.

Yakanın temel özellikleri şunlardır.

- Boyun çevresine oturur.
- Giysiye stil kazandırır.
- Modelin şıklığını ve karakterini belirler.
- Beden ile giysi arasında rahatlık sağlar.

Yakanın kullanım amaçları şunlardır.

- Dekoratif görünüm oluşturmak
- Boyun hattını belirginleştirmek
- Giysiyi tamamlamak veya hareket katmak
- Bazı modellerde güneş, soğuk veya rüzgârdan koruma sağlamak

B. YAKANIN KADIN GİYİMİNDEKİ ÖNEMİ VE ETKİSİ NEDİR?

Yakanın kadın giyimindeki önemi ve etkileri literatürde çeşitli yönleriyle açıklanmaktadır (1).

1. Tasarım ve Stil Belirleyici Rol

Yaka, kadın giyiminin en görünür ve en karakter belirleyen detaylarından biridir.

Giysinin genel stilini ve duruşunu doğrudan etkiler:

- Şık, klasik, romantik, spor veya modern görünüm verebilir.
- Giysinin üst bölgesine odak noktası oluşturur.
- Siluet bütünlüğünde denge sağlar.

2. Vücut Ölçüsünü ve Oranlarını Dengeleme

Yaka tipi, kadın bedeninde boyun, omuz ve göğüs bölgesinin algısını değiştirir:

- V yaka boynu daha uzun gösterir.
- Kayık yaka omuzları geniş gösterir.
- Hakim yaka boynu daha kısa gösterir.
- Gömlek yakası üst bedende yapı sağlar.

Bu nedenle yaka seçimi vücut tipine uygun olmalı ve tasarım buna göre şekillendirilmelidir.

3. Konfor ve Fonksiyonellik

Yaka sadece estetik tercih değildir; fonksiyonel özellikleri vardır:

- Boyun çevresini korur.
- Isı dengesini etkiler (kışlık giysilerde kapalı yaka, yazlıkta açık yaka).
- Hareket kolaylığı ve rahatlık sağlar.
- Bazı modellerde aksesuar kullanımına uygun alan yaratır (kolye, fular vb.)

4. Giysiye Değer ve Zarafet Katma

Kadın giyimde yaka, giysiyi zenginleştiren bir tasarım öğesidir:

- İşleme, dantel, fırfır, aplik veya taş işlemeleri en çok yaka bölgesine uygulanır.
- Minimal tasarımlarda bile yaka hatları giysiye zarafet ve kalite hissi katar.
- Moda trendlerinde yaka formu çoğu zaman ana odak noktasıdır.

5. Kalıp Çıkarma ve Üretimde Teknik Önemi

Yaka, kalıp hazırlama sürecinde en çok dikkat gerektiren alanlardandır:

- Temiz telâ uygulaması
- Dikiş payı ve formun korunması
- Simetri ve dökümlülük
- Bedene doğru oturma
- Yakanın giysiyle birleşme hattı (ense oyuntusu, ön açıklık)

Bu nedenle yaka tasarımı kaliteli üretimin ana belirleyicisidir.

6. Moda Dili ve Trend Oluşturma Gücü

Kadın giyim trendleri çoğu zaman yaka üzerinden belirlenir:

- 70'lerde geniş sivri yakalar
- 90'larda minimal ince yakalar
- Son yıllarda volanlı, fırfırlı, büyük yakaların geri dönüşü

Yaka, modanın dönemsel ruhunu güçlü bir şekilde yansıtır.

C. YAKA ÇEŞİTLERİ NELERDİR?

Literatürde farklı yaka çeşitleri tanımlanmıştır (2,3,4).

1. Temel Yaka Çeşitleri

1.1. Gömlek Yaka (Şömiziye yaka)

•Klasik ve resmi görünüm sağlar.

•Gömlek, bluz, elbise ve ceketlerde kullanılır.

1.2. Bebe Yaka

•Yuvarlak hatlı, küçük ve sevimli görünür.

•Çocuk giyimde yaygın ama kadın giyimde romantik modellerde tercih edilir.

1.3. Hakim Yaka

•Boyuna yakın duran, yükseltilmiş küçük yaka.

•Minimal ve modern duruş sağlar.

1.4. Polo Yaka

•Örgü veya pamuklu kumaşlardan yapılan spor tarz yaka.

•Tişörtlerde kullanılır.

2. Açık Yaka Çeşitleri

2.1. V Yaka

•Boynu uzun gösterir.

•İncelten bir optik etki yaratır.

2.2. Yuvarlak Yaka (Bisiklet yaka)

•Klasik, sade ve günlük kullanıma uygun.

2.3. Kare Yaka

•Göğüs ve omuz çizgisini belirginleştirir.

2.4. Kayık Yaka

•Omuzları geniş gösterir.

•Zarif ve feminen bir görünüm sağlar.

2.5. Oval Yaka

•Yuvarlak fakat daha geniş açıklığa sahip yaka formudur.

3. Dökümlü Yaka Çeşitleri

3.1. Degaje Yaka

•Dökümlü ve yumuşak formdadır.

•İpek, viskon gibi akışkan kumaşlarda kullanılır.

3.2. Şal Yaka

•Boyundan aşağı doğru inen yumuşak dökümlü yaka formu.

•Hırka, ceket ve sabahlıklarda sık görülür.

4. Kapalı Yaka Çeşitleri

4.1. Balıkçı Yaka

•Boynu tamamen saran yüksek yaka.

•Kışlık kazaklarda yaygın.

4.2. Yarım Balıkçı Yaka

•Boynu yarım saran, daha kısa versiyon.

4.3. Dik Yaka

•Özellikle mont, kaban ve ceketlerde kullanılır.

5. Özel Tasarım Yaka Çeşitleri

5.1. Kruvaze Yaka

•Ön bedenin üst üste bindirilmesi ile oluşan geniş yaka.

•Ceketlerde yaygın.

5.2. Fular Yaka

•Yaka ucunun fular şeklinde bağlandığı model.

•Şık ve feminen bir görünüm sağlar.

5.3. Volanlı Yaka

•Kıvrımlı ve hareketli görünüm verir.

•Genellikle romantik ve gösterişli tasarımlarda kullanılır.

5.4. Asimetrik Yaka

•Simetrisi olmayan, modern ve dikkat çekici yaka tasarım türü.

5.5. Peter Pan Yaka

•Bebe yakaya benzer fakat daha keskin ve net bir yuvarlak forma sahiptir.

6. Ceket ve Kaban Yakaları

6.1. Klasik Ceket Yaka

•Yaka ve rövere ayrılan standart model.

6.2. Röversiz Yaka

•Röversiz, sade ve düz yakalı ceket veya kaban modeli.

6.3. Şal Rövere Yaka

•Rövere ile bütünleşik yumuşak dönüşlü yaka

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma sürecinde gerçekleştirilen uygulama aşamaları aşağıda sırasıyla verilmektedir.

1. Bir giyside kullanılabilen yaka çeşitleri ile ilgili araştırma yapıldı.

2. Proje kapsamında hangi yakaların üretileceğine karar verildi.

3. Üretilecek yakaların kalıpları hazırlandı.

4. Amerikan bezi kullanıldı ve kalıplara uygun bir şekilde kumaşlar kesildi.

5. Yakalar dikildi.

6. Üretilen yakaların teknik çizimi yapıldı.

7. Meslek Yüksekokulumuzda Moda Tasarımı 1. ve 2. sınıf öğrencilerine sergi düzenlenerek yakalar ile ilgili bilgi verildi.

8. Proje kapsamında yeni tasarlanan yaka Denizli merkez kampüste düzenlenen öğrenci sergisinde sergilendi, sergiye katılanlara açıklamalar yapıldı.

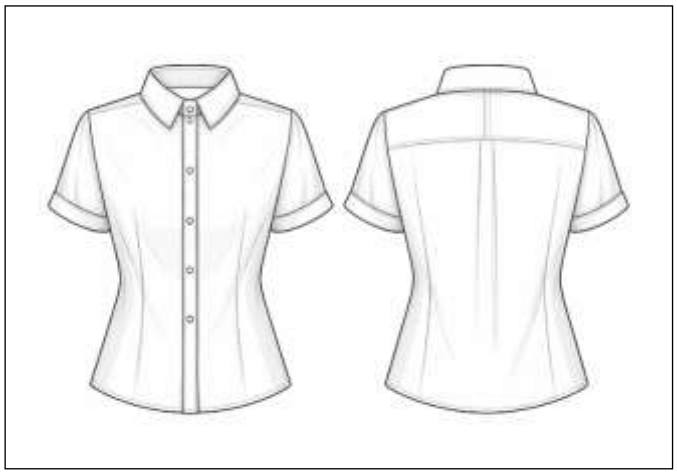
3. BULGULAR

Çalışma kapsamında üretilen yakalara ait kalıplar ve teknik çizimler aşağıda sırasıyla sunulmaktadır.

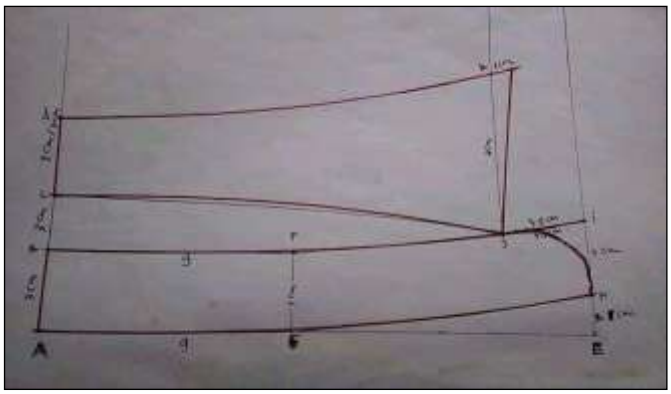
3.1. Ayağı Dikişli Yaka

Şekil 1. Ayağı dikişli yaka numunesi

Şekil 2. Ayağı dikişli yaka teknik çizimi



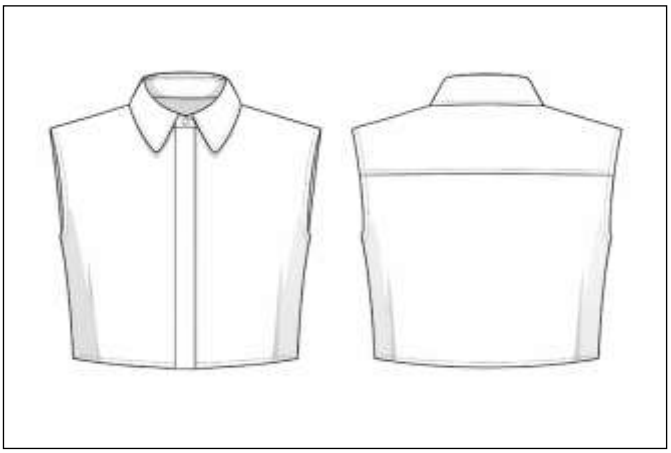
Şekil 3. Ayağı dikişli yaka kalıp çizimi



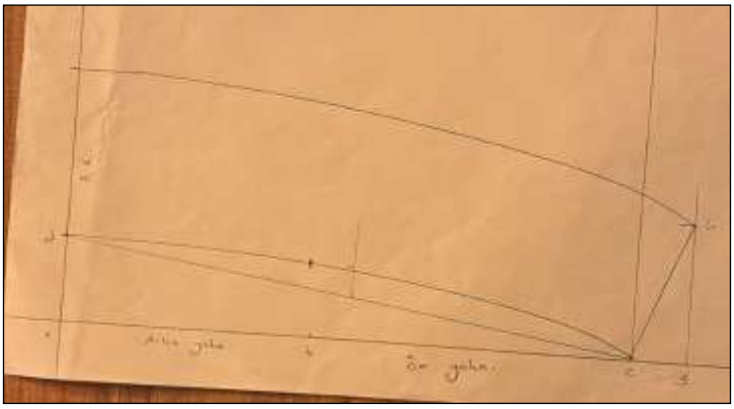
3.2. Şömiziye Yaka

Şekil 4. Şömiziye yaka numunesi

Şekil 5. Şömiziye yaka teknik çizimi



Şekil 6. Şömiziye yaka kalıp çizimi

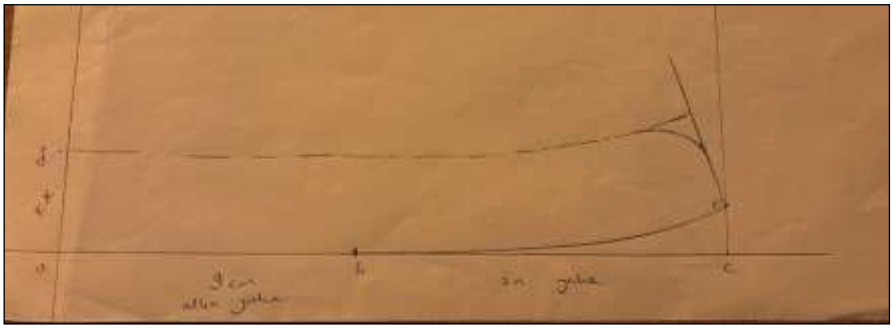


3.3. Hakim Yaka

Şekil 7. Hakim yaka numunesi

Şekil 8. Hakim yaka teknik çizimi

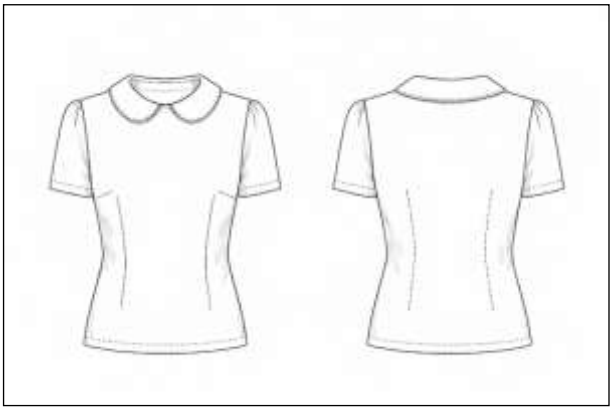
Şekil 9. Hakim yaka kalıp çizimi



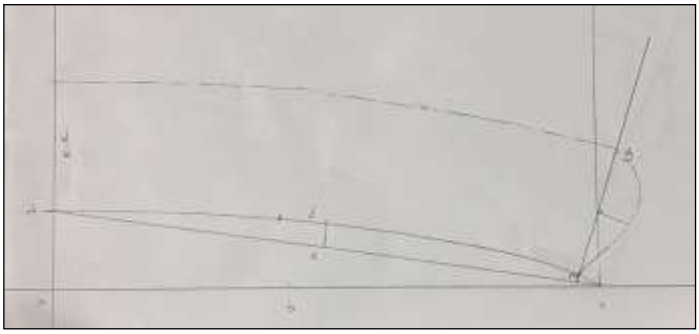
3.4. Bebe Yaka

Şekil 10. Bebe yaka numunesi çizimi

Şekil 11. Bebe yaka teknik



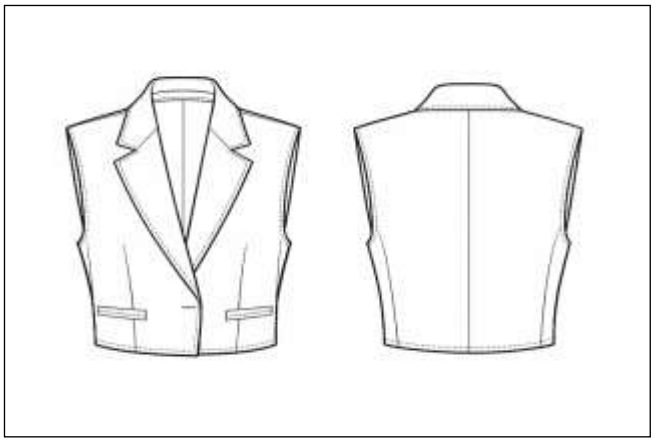
Şekil 12. Bebe yaka kalıp çizimi



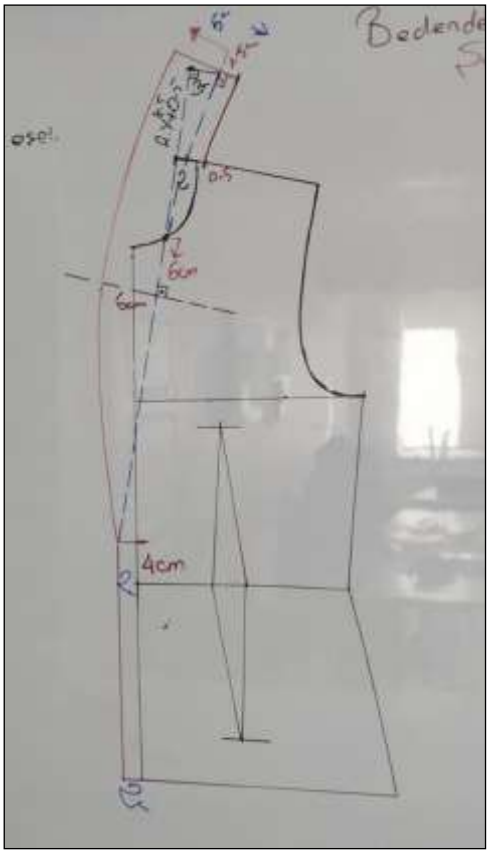
3.5. Erkek Yaka

Şekil 13. Erkek yaka numunesi

Şekil 14. Erkek yaka teknik çizimi



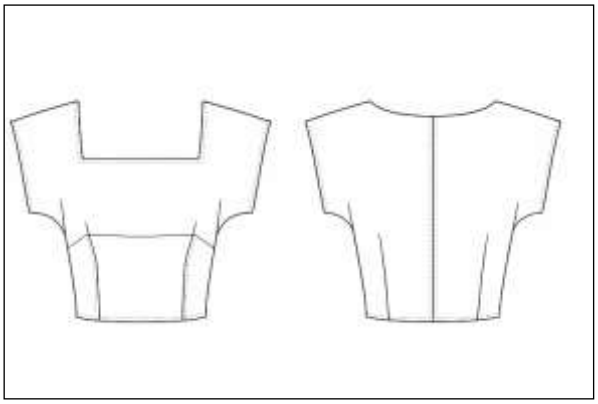
Şekil 15. Erkek yaka kalıp çizimi



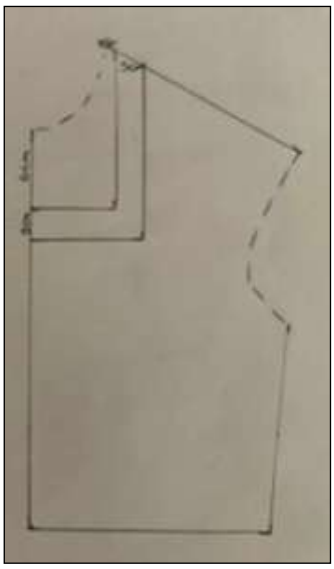
3.6. Kare Yaka

Şekil 16. Kare yaka numunesi

Şekil 17. Kare yaka teknik çizimi



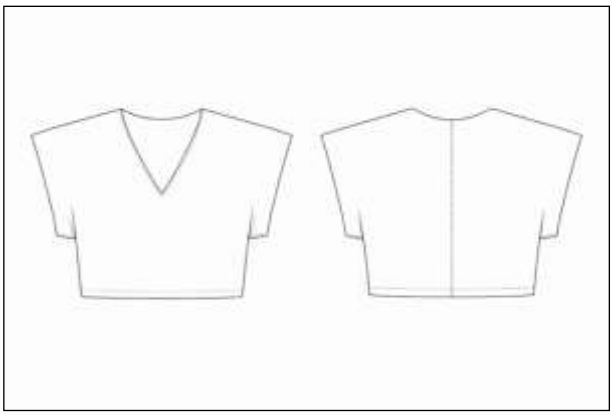
Şekil 18. Kare yaka kalıp çizimi



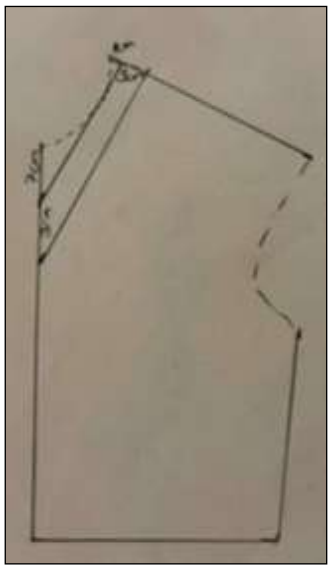
3.7. V Yaka

Şekil 19. V yaka numunesi

Şekil 20. V yaka teknik çizimi



Şekil 21. V yaka kalıp çizimi

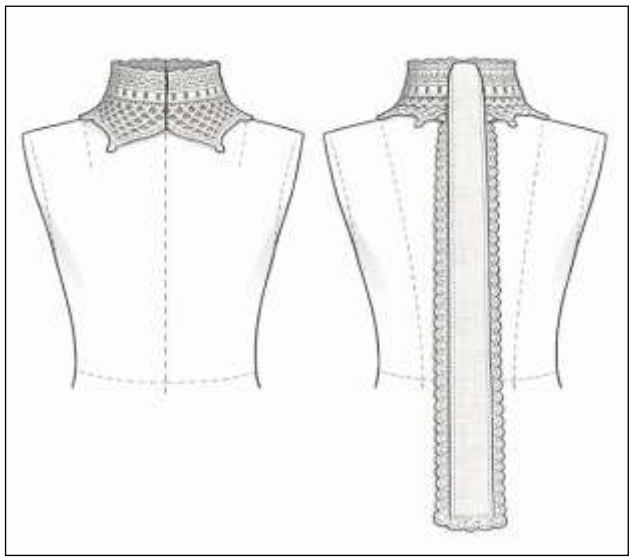


3.8. Takma Tasarım Yakamız

Şekil 22. Tasarım yaka numunesi (ön)

Şekil 23. Tasarım yaka numunesi (arka)

Şekil 24. Tasarım yaka teknik çizimi



4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Kadın üst giysi tasarımında yaka formları önemlidir. Çünkü yaka, ön bedendedir, bir kişiye baktığımız zaman ilk göreceğimiz kısımlardan bir tanesidir ve bu kısmın giyen kişinin vücut tipi ile de uyumlu olması giyim konforu, estetik ve teknik açısından önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında, kadın giysilerinde yaka tasarımlarının kullanım olanakları araştırılarak, uygulamalı bir tasarım ve üretim süreci yürütülmüştür. Çalışmada 7 farklı yaka çeşidi ayrıntılı olarak incelenmiş, 1 adet de farklı bir takma yaka tasarımı yapılmıştır. Bu yakalar Amerikan bezinden dikilerek hayata geçirilmiştir.

Proje kapsamında üretilen yakalar şöyle sıralanabilmektedir; ayağı dikişli yaka, şömiziye yaka, hakim yaka, bebe yaka, erkek yaka, kare yaka, V yaka, özel tasarım takma yaka.

Hazırlanan kalıplar ve üretilen numuneler, yaka tasarımının teknik bilgi ve uygulama becerisi gerektiren bir süreç olduğunu göstermektedir. Özellikle kalıp hazırlama, simetri oluşturma ve bedene uyum sağlama aşamalarının önemli olduğu görülmüştür.

Geliştirilen yeni tasarım yaka, özgün bir tasarım örneği oluşturarak kadın giyiminde alternatif kullanım olanakları sunmuştur.

Proje sayesinde, projenin yapıldığı dönemdeki moda tasarımcısı olacak öğrencilere, giysi tasarımında yaka formunun önemine dikkat çekilerek bu konuda bir farkındalık oluşturulmuştur. Moda tasarım alanında uygulamaya yönelik olarak gerçekleştirilen bu proje ile ülkemizdeki mesleki eğitimin gelişmesine katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

İleride yapılacak çalışmalarda daha fazla yaka türünün incelenmesi, farklı kumaş özelliklerinin yaka formuna etkilerinin araştırılması ve yeni tasarım yakaların farklı giysi türlerinde uygulanmasına yönelik çalışmalar yapılması önerilmektedir. Ayrıca geliştirilen yaka tasarımlarının kullanıcı beğenisi ve ergonomik açıdan değerlendirilmesi de gelecekteki araştırmalar için önemli görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Raji, R. K., Luo, Q., & Liu, H. (2021). Ergonomics in fashion engineering and design – Pertinent issues. *Work, 68*(1), 87–96. https://doi.org/10.3233/WOR-203274
2. Burgo, F. (2004). *Il modellismo: Tecnica del modello sartoriale e industriale: Donna–Uomo–Bambino/a*. Istituto di Moda Burgo.
3. Sezal, S. (2023). *Modelistlik (Kalıp) kitabı*. Egeus Yayınları, 320 sayfa.
4. Bottan, S. (2021). *Pratik drapaj ve kalıp çözümleri*. Yıltem Reklam Basım ve Turizm Hizmetleri Ltd. Şti., 323 sayfa.

AÇIKLAMALAR

Projede yer alan 7 adet yakanın model özellikleri, kalıplarının hazırlanması ve üretimi proje yürütücüsü Mercan Selen tarafından proje danışmanı Doç. Dr. Emine Utkun Aktener danışmanlığında yapılmıştır. Projede yer alan 1 adet takma yakanın tasarımı ve üretimi Mercan Selen'e aittir. Tamamen özgündür. Yakalara ait teknik çizim görselleri hazırlanırken, ChatGPT yapay zeka desteğinden yararlanılmıştır. Proje raporu yürütücü ve danışman tarafından hazırlandıktan sonra, metnin dilbilgisi ve yazım denetimi yapılırken ChatGPT yapay zeka desteğinden yararlanılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2024 Yılı 1.Döneminde 1919B012400383 numaralı proje kapsamında desteklenerek gerçekleştirilmiştir.

HYPERPARAMETER TUNING AND FEATURE SELECTION OF XGBOOST BY GENETIC ALGORITHM FOR DIABETES CATEGORIZATION

Asst. Prof. Dr. Rıfat AŞLIYAN

Aydın Adnan Menderes University, Mathematics Department, Aydın, Türkiye, Artificial Intelligence, ORCID: 0000-0003-1495-713X

Corresponding Author: **rasliyan@adu.edu.tr**

Abstract

In this study, it has been presented a machine learning technique to identify diabetes condition using diabetes dataset. Early detection of diabetes is crucial to treat diabetes patients. Most predictive methods have some classification limits. They are not adequate to select the best features and to optimize their hyperparameters. To overcome these problems, it has been proposed an advanced hybrid Genetic Algorithm which simultaneously performs the feature selection and hyperparameter optimization for the method XGBoost (eXtreme Gradient Boosting). Diabetes dataset has been split into train and test dataset. After training the dataset with the method, the model has been tested with the test dataset. The experimental data was comprehensively assessed through a 5-fold cross validation framework to ensure experimental robustness and overfitting problems. Genetic Algorithm tuned the XGBoost model's important parameters such as maximum tree depth, learning rate, the number of estimators, and subsampling ratios. The proposed model's performance has been evaluated by the benchmark metrics such as Recall, Precision, Accuracy, F1-Score, and the Area Under the Curve (AUC), the Receiver Operating Characteristic Curve (ROC). To offer a detailed analysis of the system's sensitivity, specificity, and the best parameters, confusion matrices, and ROC curves have been constructed. The test outcomes proved that the integrated Genetic Algorithm-based feature selection and parameter optimization with XGBoost model which has improved categorization accuracies and F1-Scores. In addition, the model generated a compact as well as interpretable feature set. As a result of this study, while an accuracy of 74.6% was obtained in the first generation of the genetic algorithm, an accuracy of 81.8% was achieved in the final generation. This provided an improvement of approximately 7% in accuracy. It is possible that he proposed model can be utilized as a decision support system to diagnose diabetes disease.

Keywords: Diabetes Classification, XGBoost Method, Genetic Algorithm, Feature Selection, Hyperparameter Optimization

1. INTRODUCTION

Nowadays, the number of individuals with diabetes is increasing rapidly and this disease is a global healthcare crisis. It effects approximately half a billion people in the world. It is also estimated to rise even more in the future. The identification of the diabetes disease early affords an opportunity to regulate the side effects of the disease such as the disease of kidney, retinal damage, and heart disease. However, many diabetes patients are not diagnosed until the symptoms have already arisen. There is a need for precise and affordable detection models. Before obvious clinical signs develop, prediction models based on machine learning (ML) are able generally guide doctors through recognizing the patients. Standard ML systems frequently fail whenever they contain redundant data points together with improperly configured hyperparameters. It impairs the performance and robustness of the systems in medical practices. Overcoming such drawbacks is critical to design reliable detection applications (Hossain et al., 2024; Sacks et al., 2023; Alzyoud et al., 2023; Wee et al., 2023).

Hence, this work proposes an integrated technique that utilizes Genetic Algorithm (GA) optimized XGBoost's parameters. It also select the most significant clinical features which enhance the performance of the system. Related optimization driven techniques have demonstrated successful performance in diabetes detection. This technique integrates population based optimization with gradient boosting to reduce massive features. Previous studies with GA based XGBoost validate that combining GAs on gradient boosting assists to bypass slow training convergence and achieve superior results than base predictors. This technique reaches an efficient equilibrium of system simplicity and predictive performance via identifying vital medical features. Such an enhanced technique allows the system to maintain high-performing with novel data simultaneously reducing computational capacity necessary to process vast health datasets. The technique assesses a wide parameter settings and features to provide superior results through applying this strategy. The developed model classifies successfully at risk individuals compared to conventional systems. As a result, the proposed system serves as a robust diagnostic assistance utility to doctors through offering precise as well as straightforward observations about individual factor. This system yields a robust algorithmic technique towards initial diabetic condition diagnosis that lessens this strain upon medical assets simultaneously enhancing precision with hazard analyses. The technique permits medical intervention immediately tackling those threats implicit within late identification as well as enhancing clinical prognoses (Alamsyah et al., 2025; Jawza et al., 2025; Hongying, 2020; Li et al., 2024).

The proposed system serves in the capacity of a dependable diagnostic assistance instrument to healthcare providers through offering precise as well as transparent understanding regarding individual susceptibility determinants. This methodology delivers a robust digital strategy aimed at timely diabetes identification, that alleviates the strain upon medical capacities while enhancing the precision evaluations.

Through systematizing the hyperparameter optimization procedure, the research guarantees that the gradient boosting algorithm operates consistently within high stakes clinical scenarios. Via lowering diagnostic inaccuracies, this methodology successfully curtails incorrect negative findings, consequently assisting to avert any setbacks associated with healthcare intervention which frequently worsen diabetic condition care. The synthesis comprising self-running

optimization techniques enables an enhanced tailored and resilient predictive pipeline targeting vulnerable groups. The system serves in the capacity of an actionable clinical guidance instrument to medical practitioners serving to enhance illness control. The system reduces the reliability associated with evaluative assessments through efficiently detecting illnesses with medical metrics while permits the discovery of intricate, determinants which traditional methods often miss. This detailed perspective enables doctors to deploy patient specific treatments during initial phases (Khurshid et al., 2025; Rizal et al., 2025; Sekhar et al., 2024; Alzubaidi et al., 2024; Gupta et al., 2022; Jawza et al., 2025; Shrivastava et al., 2024).

The utility of statistical computing in medical features depend on classifier interpretability. Because clinicians demand unambiguous interpretations regarding predictive results to safeguard subject welfare and confidence, while techniques which simplify the algorithms shows the ability to improve clinical assurance and reduce the probability of the errors. The methodology translates the algorithmic predictions to explicit direction, assisting specialists decode complex health information. The model bridge the gap between theoretical computational results and functional medical workflows (Khokhar et al., 2025; Shrivastava et al., 2024).

Merging feature extraction and hyperparameter tuning provides a strategy to overcome typical operational constraints identified within conventional diagnostic frameworks. Such integrated systems efficiently equilibrate the superior correctness associated with feature selection linked to filtering methods. Implementing such optimization-based hybrid methods supports the selection concerning a collection comprising critical medical predictors, powerfully filtering out redundant features. The synthesis comprising optimization processes guarantees that the system selects a feature group which captures each of significance. By means of the exhaustive search comprising hyperparameter as well as feature tuning, the system preserves robust classification with unseen inputs (Gupta et al., 2022; Jawza et al., 2025; Khurshid et al., 2025; Pradhan et al., 2024).

The evolutionary method confirms how the final gradient boosting architecture remains perfectly tailored for the particular characteristics through overcoming these drawbacks linked to manual parameter setup. Such a refinement discovers this highly appropriate classifier architecture, verifying how this diagnostic efficacy remains optimized. The method not only increases accuracy but also confirms how the system stays stable delivering precise results which remain crucial towards medical diagnostic judgment (Agrawal et al., 2025; Afsaneh et al., 2022; Maji et al., 2024).

The remaining parts of this work were organized as the followings. The material and methods section discusses the machine learning method, XGBoost and Genetic Algorithm. In the experimental results section, the applications carried out in this study and the constructed models have been evaluated based on classification metrics. Finally, the Conclusion section presents the overall results of the study.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Pima Indians Diabetes Dataset

This Pima Indians Diabetes dataset, retrieved through the National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, constitutes freely accessible baseline dataset utilized with

computational model development investigations aimed at diabetes classification. The selected group encompasses health profiles for 768 participants with Pima Indian ancestry, each of whom being at least 21 years of age, and remains defined through 8 biological predictor features, namely BMI, blood sugar levels, insulin concentrations, and years lived coupled with a dichotomous outcome parameter signaling the occurrence or exclusion regarding the diabetic condition (Rawat & Suryakant, 2019; Zhou et al., 2023; Alzboon et al., 2023; Kumar & Kaur, 2023).

A characteristic inherent in the dataset lies in its label disproportion, where nearly 65% comprising the samples constitute healthy individuals while 35% forming positive subjects, this state of affairs poses an operational obstacle to classification algorithms. The dataset's restricted scale combined with particular group characteristics call for stringent cross-validation methods in order to guarantee the transferability associated with results across wider, highly heterogeneous patient groups (Zhu et al., 2020; Zhou et al., 2020).

Table 1 displays selected attributes and sample values from the diabetes dataset. In this table, "Pregnancies" refers to the number of pregnancies, "Glucose" to blood sugar levels, "Blood Pressure" to diastolic blood pressure, and "Age" to the patient's age. A "Class" value of 1 indicates a diagnosis of diabetes, whereas 0 indicates the absence of the disease.

Table 1. Some samples and features of diabetes dataset.

Pregnancies	Glucose	Blood Pressure	…	Age	Class Diabetes
6	148	72		50	1
1	85	66		31	0
…	…	…	…	…	…
1	93	70		23	0

2.2 XGBoost Method

XGBoost as shown in Figure 1 is a gradient boosted decision tree method which attains high predictive power via these repetitive weak learners. It makes effective for binary categorization problems like diabetes identification. This ensemble technique can handle noisy clinical samples, the high dimensional, ensuring robust predictions via integrating regularization to eliminate overfitting (Alzubaidi et al., 2024; Shrivastava et al., 2024; Li et al., 2024; Munshi et al., 2025).

The algorithm detects intricate connections among biological indicators plus glycemia probability through adjusting essential settings, identical to training velocity with branch level, that remain crucial in optimizing evaluative exactness (Agrawal et al., 2025; Munshi et al., 2025).

Instead of depending upon human-driven tweaks, this research employs an Evolutionary Heuristic to actively methodically fine-tune such variables concerning its particular spread from that Pima Indians Sugar Disease dataset. This refined optimization procedure improves the system's sensitivity to positive cases while maintaining stable and reliable performance across healthcare testing subsets (Gupta et al., 2022; Munshi et al., 2025; Li et al., 2024).

Figure 1. The XGBoost method flowchart.

2.3 Genetic Algorithm

Genetic Algorithm (GA) is a population-based metaheuristic optimization algorithm which is inspired with evolution and natural selection. It explores complex and large search spaces to find approximate global optima without domain specific assumptions. The architecture of GA as displayed in Figure 2 relies on five foundational phases, population initialization, fitness evaluation, selection, crossover, and mutation which together form an iterative loop which improves candidate solutions. Every individual in the population is encoded as a chromosome whose genes represent decision features, allowing many encoding strategies such as binary, value, permutation, or tree based representations to be adapted to the structure of the underlying optimization problem. The fitness function provides the objective evaluator, assigning a score to each candidate that guides the selection process toward higher quality solutions, while the balance between exploration and exploitation is carefully maintained through tuning the crossover rate and mutation rate to prevent inadequate convergence. Of these broadly acknowledged benefits, the algorithm demonstrates robust simultaneous processing, wide utility over application fields, resilience to corrupted inputs, plus efficacious overall tuning results, rendering this uniquely tailored for traversing boundless, many peaked answer realms which should remain impossible with thorough matrix scans (Ismanto et al., 2025; Jia, Sun et al., 2022; Karegowda et al., 2011; Yang & Shami, 2022; Taha et al., 2024; Vincent & Jidesh, 2023; Parvaze et al., 2023).

Within this current investigation, every proposed setup represents one total setup about Gradient Boosting categorizer encompassing essential configurations similar to maximum tree depth, step size, estimator count, and also sub-sampling proportion joined to one two valued attribute selector which governs what bodily indicators get kept during classifier learning, thus permitting concurrent variable isolation and also parameter refinement inside an integrated genetic exploration structure. Via consecutive epochs concerning choosing, mating, with alteration, this heuristic defeats those drawbacks about human adjustment through mechanically detecting settings which optimize its evaluation equation formulated locally to be this partition

tested sorting correctness plus F1-Score from this yielded boosted framework. Such exploration procedure successfully isolates nonlinear interplays among predictor clusters with parameter values which standard matrix or else stochastic seeking methods might probably overlook, guaranteeing this, the final system utilizes solely those highly medically predictive traits whereas functioning with these values optimally fitted toward that particular spread from its Pima Indians Diabetes dataset. Through combining this comprehensive discovery engine and this slope-enhanced aggregation, this system ensures one highly stable, transferable arrangement which screens out irrelevant variance of health histories and also dependably produces trustworthy forecasting outputs throughout testing partitions, facilitating precise with explainable diabetes classification (Jawza et al., 2025; Li et al., 2024; Alamsyah et al., 2025; Hongying, 2020; Kiran et al., 2024).

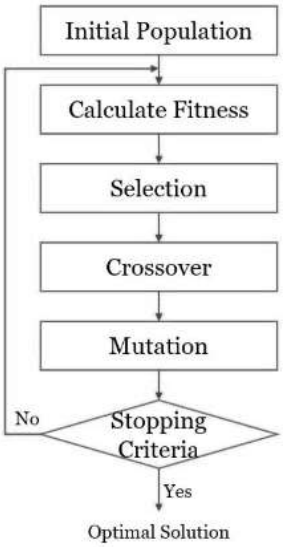


Figure 2. The Genetic Algorithm flowchart.

3. EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSIONS

This suggested combined model enhances diabetes identification through utilizing a Evolutionary Heuristic in order to polish each of this attribute collection plus these settings concerning this Gradient Boosting system, that assists to decrease interference within medical dataset. In order to evaluate exactly how successfully this methodology functions, this classifier became appraised employing 4 broadly recognized indicators: Precision, Recall, Accuracy, and also F1-Score, providing some distinct viewpoint about this classifier's classification capacity.

The system's trustworthiness with separation strength remained additionally tested via Receiver Operating Characteristic plots plus this Area Under the Curve grade, whereas confusion matrix displayed these precise numbers about accurate and also faulty forecasts. Collectively, such assessment instruments verify this yielded setup stands reliable sufficiently to actively assist computerized clinical identification.

Numerical outcomes demonstrate how this incorporation concerning evolutionary derived predictor isolation substantially boosts this categorization correctness with F1-Score through

removing unnecessary factors plus concentrating upon those highly informative biological markers.

Furthermore to this, these confusion matrix and also ROC curves plainly show this tuned system proves superior in distinguishing glycemic versus healthy subjects, validating this worth concerning this genetic exploration. Such contrastive examination verifies how this tuned boosted method attains greater responsiveness with enhanced selectivity relative toward conventional matrix scanned settings, successfully reducing this skew for this predominant non-glycemic group which normally originates through this natural category disparity concerning medical datasets.

This discovery massively decreases this distance among correct affirmative with correct negative identification proportions, strengthening this framework's ability to actively accurately highlight ill individuals which might differently hazard overlooked either postponed care. Grouped collectively, such stable improvements throughout correctness, F1-Score, and AUC prove this functional feasibility about combining one Evolutionary Heuristic like one highly stable shell enclosing slope enhanced estimators concerning actual sugar disease assessment.

This empirical findings reveal this recommended system functions superiorly versus standard benchmark approaches via polishing each of this combination about incoming attributes with this responsiveness concerning this categorizer. Aligned with these former discoveries, refining these chosen variables plus this system's training parameters at the same time the same instant period yielded superior categorization outputs compared to systems which employed a rigid XGBoost configuration or else rudimentary attribute isolation shells, verifying how valuable attributes plus optimized training variables cooperate collectively to actively shape results within medical categorization.

This exploration additionally remedies one frequent constraint concerning slope-enhanced systems their inclination to actively memorize imperfect medical parameters by through discarding unimportant predictors whereas modifying variables similar to maximum depth, step size, estimator count, and also subsample in order to align with this profile makeup from this Pima Indians Diabetes dataset. Decreasing excess attributes increases clarity, because this kept group aligns with established medical indicators concerning hyperglycemia, encompassing sugar level, body mass index, and plus age, bringing scientific trustworthiness toward this system's decisions.

This tuned framework likewise manages glycemic with healthy instances more evenly fairly, diminishing this skew for this dominant group which frequently impacts conventional classifiers using unequal medical datasets, and also as one consequence each responsiveness with selectivity increase toward medically valuable thresholds. Combined, such improvements emphasize this functional utility concerning this suggested integrated method like one transparent, evidence-based instrument in order to assist practitioners during early sugar disease evaluation, danger analysis, and plus prompt intervention choices, whereas preventing overlooked either postponed identifications among vulnerable individuals and also promoting more equitable with more dependable detection throughout subject groups.

Table 2 presents the results of GA-optimized XGBoost method across F1-Score, Accuracy, Precision, Recall, and AUC metrics. The performance of the models, optimized at each

generation of the Genetic Algorithm, is provided. Accordingly, while the first generation yielded an accuracy of 74.6%, an F1-Score of 63.5%, and an AUC of 75.8%, the model obtained at the end of 3000 generations achieved an accuracy of 81.8%, an F1-Score of 73.0%, and an AUC of 82.9%.

Table 3 displays the hyperparameter optimization results of the GA-XGBoost method. This hybrid approach performs both hyperparameter optimization and feature selection. Consequently, in the first generation, the parameters and their corresponding values were identified as Max Depth: 13, Learning Rate: 0.3915, N Estimators: 107, Subsample: 0.36, Min Child Weight: 0.86, Col Sample By Tree: 0.44, and Selected Feature Count: 6. However, in the 3000th generation, these values were fine-tuned by the Genetic Algorithm to Max Depth: 9, Learning Rate: 0.1866, N Estimators: 88, Subsample: 0.36, Min Child Weight: 0.51, Col Sample By Tree: 0.8, and Selected Feature Count: 5, thereby improving the model's overall performance by approximately 7%.

In this study, the number of features and the specific features to be selected have been decided with Genetic Algorithm across generations ranging from 1 to 3000. Table 4 displays the selected features and the count of selected features in the 1st, 2nd, and final generations.

Figure 3 displays the confusion matrix containing the TP, TN, FP, and FN values required to calculate the performance metrics of the GA-XGBoost method used in this study. Here, the TP (True Positive) and TN (True Negative) values represent the number of correct classifications, while FP (False Positive) and FN (False Negative) denote the number of incorrect classifications. In this confusion matrix, the values are shown as TP=38, TN=88, FP=12, and FN=16.

Figure 4 shows the ROC curve, which graphically illustrates the classification performance of this study. Examining this plot reveals that this work is highly successful. The closer the curve lines are to the point (0,1), the higher the performance of the model.

Table 2. Performance metric results of GA-XGBoost method.

Generation	Accuracy	Recall	Precision	F1-Score	AUC
1	0.746	0.629	0.641	0.635	0.758
2	0.772	0.722	0.661	0.690	0.791
…	…	…	…	…	
3000	**0.818**	**0.703**	**0.760**	**0.730**	**0.829**

Table 3. Parameter optimization of GA-XGBoost method.

Generation	Max Depth	Learning Rate	N Estimators	Subsample	Min Child Weight	Col Sample By Tree	Selected Feature Count
1	13	0.3915	107	0.36	0.86	0.44	6
2	13	0.3915	225	0.36	0.51	0.67	7
…	…	…	…	…	…	…	…
3000	9	0.1866	88	0.36	0.51	0.8	5

Table 4. Feature Selection of GA-XGBoost method.

Generation	Selected Feature Count	Selected Features
1	6	Pregnancies, Glucose, Blood Pressure, Insulin, BMI, Diabetes Pedigree Function
2	7	Pregnancies, Glucose, Blood Pressure, Insulin, BMI, Diabetes Pedigree Function, Age
…	…	…
3000	5	Pregnancies, Glucose, Blood Pressure, BMI, Diabetes Pedigree Function

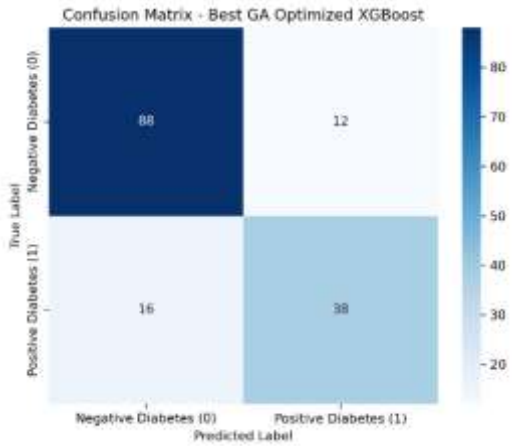


Figure 3. The confusion matrix of GA optimized XGBoost method.

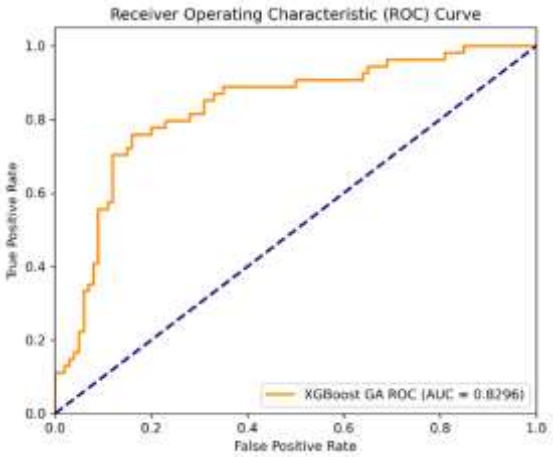


Figure 4. The ROC curve of GA optimized XGBoost method.

4. CONCLUSION AND FUTURE WORKS

In this study, a Genetic Algorithm optimized XGBoost method has been constructed to detect diabetes disease from Pima Indians Diabetes Dataset. The dataset, a Kaggle dataset, was utilized for training and testing these models. This dataset includes 8 features and 768 diabetes samples distributed across 2 categories as diabetes and non-diabetes. First, this dataset has been split into train and test datasets. The train dataset has been used for constructing the GA optimized XGBoost machine learning model. Using test dataset, the system's success has been assessed with the Accuracy, F1-Score, Precision, Recall, AUC metrics and ROC curve. The hyperparameters and features of XGBoost method have been optimized simultaneously to reach the best successful results. After designing and implementing many XGBoost models by Genetic Algorithm, the best model has obtained an accuracy of 81.8%, an F1-Score of 73.0%, and an AUC of 82.9% at the final generation. An increase of 7 % system's success been provided by the hyperparameter and feature selection of Genetic Algorithm.

In future study, many deep learning models will be utilized to rise the system's performance for diabetes detection. Moreover, the hyperparameters of these models will optimize other evolutionary search algorithms.

REFERENCES

Afsaneh, E., Sharifdini, A., Ghazzaghi, H., & Ghobadi, M. Z. (2022). Recent applications of machine learning and deep learning models in the prediction, diagnosis, and management of diabetes: a comprehensive review. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, *14*, 196–196.

Agrawal, R., Gupta, T., Gupta, S., Chauhan, S. S., Patel, P., & Hamdare, S. (2025). Fostering trust and interpretability: integrating explainable AI (XAI) with machine learning for enhanced disease prediction and decision transparency. *Diagnostic Pathology*, *20*, 105–105.

Alamsyah, N., Budiman, B., Danestiara, V. R., Yoga, T. P., Nursyanti, R., & Kaunang, V. C. J. (2025). A Metaheuristic wrapper approach to feature selection with genetic algorithm for enhancing XGBoost classification in diabetes prediction. *Kinetik Game Technology Information System Computer Network Computing Electronics and Control*. https://doi.org/10.22219/kinetik.v10i4.2366

Alzboon, M. S., Al-Batah, M. S., Alqaraleh, M., Abuashour, A., & Bader, A. F. (2023). Early Diagnosis of Diabetes: A Comparison of Machine Learning Methods. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, *19*, 144–165.

Alzubaidi, A. A., Halawani, S. M., & Jarrah, M. (2024). Integrated Ensemble Model for Diabetes Mellitus Detection. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *15*. https://doi.org/10.14569/ijacsa.2024.0150423

Alzyoud, M., Alazaidah, R., Aljaidi, M., Samara, G., Qasem, M. H., Khalid, M., & Al-shanableh, N. (2023). Diagnosing diabetes mellitus using machine learning techniques. *International Journal of Data and Network Science*, *8*, 179–188.

Gupta, A., Rajput, I. S., Gunjan, G., Jain, V., & Chaurasia, S. (2022). NSGA-II-XGB: Meta-heuristic feature selection with XGBoost framework for diabetes prediction. *Concurrency and Computation Practice and Experience*, *34*. https://doi.org/10.1002/cpe.7123

Hongying Z. C. (2020). Diabetes Risk Prediction Based on GA_Xgboost Model. *SHILAP Revista de lepidopterología*. https://doi.org/10.19678/j.issn.1000-3428.0054109

Hossain, Md. J., Al-Mamun, Md., & Islam, Md. R. (2024). Diabetes mellitus, the fastest growing global public health concern: Early detection should be focused. *Health Science Reports*, *7*. https://doi.org/10.1002/hsr2.2004

Ismanto, E., Ghani, H. A., & Saleh, N. I. M. (2025). Enhancing hyperparameters of LSTM network models through Genetic Algorithm for Virtual Learning Environment prediction. *International Journal of Electronics and Telecommunications*, 1–10.

Jawza, D. N., Mazdadi, M. I., Farmadi, A., Saragih, T. H., Kartini, D., & Abdullayev, V. (2025). The Enhancing Diabetes Prediction Accuracy Using Random Forest and XGBoost with PSO and GA-Based Feature Selection. *Journal of Electronics Electromedical Engineering and Medical Informatics*, *7*, 295–306.

Jia, W., Sun, M., Lian, J., & Hou, S. (2022). Feature dimensionality reduction: a review. *Complex & Intelligent Systems*, *8*, 2663–2693.

Karegowda, A. G., Manjunath, A. S., & Jayaram, M. A. (2011). Application of Genetic Algorithm Optimized Neural Network Connection Weights for Medical Diagnosis of PIMA Indians Diabetes. *International Journal on Soft Computing*, *2*, 15–23.

Khokhar, P. B., Pentangelo, V., Palomba, F., & Gravino, C. (2025, January 30). Towards Transparent and Accurate Diabetes Prediction Using Machine Learning and Explainable Artificial Intelligence. *ArXiv.Org*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2501.18071

Khurshid, M., Manzoor, S., Sadiq, T., Hussain, L., Khan, S. A., & Dutta, A. K. (2025). Unveiling diabetes onset: Optimized XGBoost with Bayesian optimization for enhanced prediction. *PLoS ONE*, *20*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310218

Kiran, T. S. R., Srisaila, A., Sivashankar, G., Sowjanya, B. R. S. S., & Lakshmanarao, A. (2024). *Machine Learning Approach for Diabetes Prediction using Genetic Algorithm based Feature selection*. 1–5.

Kumar, A., & Kaur, K. (2023). A Novel MCDM-Based Framework to Recommend Machine Learning Techniques for Diabetes Prediction. *International Journal of Engineering and Technology Innovation*, *14*, 29–43.

Li, W., Peng, Y., & Xiong, S. (2024). *Diabetes Risk Prediction Model Based on Improved XGBoost with Genetic Algorithm*. 390–396.

Maji, P., Mondal, A. K., Mondal, H. K., & Mohanty, S. P. (2024, October 1). Easydiagnos: a framework for accurate feature selection for automatic diagnosis in smart healthcare. *arXiv (Cornell University)*. Cornell University.

Munshi, R. M., Munshi, L., Himdi, H., Qashlan, A., Munshi, R., Alyahyawy, O. Y., & Khayyat, M. (2025). Optimising hyperparameters with a tree structured Parzen estimator to improve diabetes prediction. *Scientific Reports*, *15*, 35430–35430.

Parvaze, S., Kumar, R., Khan, J., Al-Ansari, N., Parvaze, S., Vishwakarma, D. K., … Kuriqi, A. (2023). Optimization of Water Distribution Systems Using Genetic Algorithms: A Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, *30*, 4209–4244.

Pradhan, G. N., Thapa, G. B., Pradhan, R., Khandelwal, B., Panigrahi, R., Bhoi, A. K., & Barsocchi, P. (2024). Optimized Forest Framework with A Binary Multineighborhood Artificial Bee Colony for Enhanced Diabetes Mellitus Detection. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, *17*. https://doi.org/10.1007/s44196-024-00598-2

Rawat, V., & Suryakant. (2019). A Classification System for Diabetic Patients with Machine Learning Techniques. *International Journal of Mathematical Engineering and Management Sciences*, *4*, 729–744.

Rizal, R., Azzahra, A., Bandaso, R. M. S., Harefa, J., & Jingga, K. (2025). Type 2 Diabetes Prediction Using Recall-Optimized XGBoost. *Procedia Computer Science*, *269*, 1309–1318.

Sacks, D. B., Arnold, M. A., Bakris, G. L., Bruns, D. E., Horvath, A. R., Lernmark, Å., … Kirkman, M. S. (2023). Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, *46*. https://doi.org/10.2337/dci23-0036

Sekhar, J. C., Roy, T. L. D., Sridharan, K., Natrayan, L., Saravanan, Dr. K. A., & Taloba, A. I. (2024). Explainable Artificial Intelligence Method for Identifying Cardiovascular Disease with a Combination CNN-XG-Boost Framework. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *15*. https://doi.org/10.14569/ijacsa.2024.01505120

Shrivastava, A., Kotiyal, A., Habelalmateen, M. I., Rana, A., Devi, V. S. A., Rao, B. D., & Bansal, S. (2024). *Leveraging XGBoost for Predictive Analytics in Healthcare: Enhancing Disease Diagnosis*. 1666–1672.

Taha, Z. Y., Abdullah, A. A., & Rashid, T. A. (2024). Optimizing Feature Selection with Genetic Algorithms: A Review of Methods and Applications. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2409.14563

Vincent, A. M., & Jidesh, P. (2023). An improved hyperparameter optimization framework for AutoML systems using evolutionary algorithms. *Scientific Reports*, *13*, 4737–4737.

Wee, B. F., Sivakumar, S., Lim, K. H., Wong, W. K., & Juwono, F. H. (2023). Diabetes detection based on machine learning and deep learning approaches. *Multimedia Tools and Applications*, *83*, 24153–24185.

Yang, L., & Shami, A. (2022). IoT data analytics in dynamic environments: From an automated machine learning perspective. *arXiv (Cornell University)*, *116*, 105366–105366.

Zhou, H., Xin, Y., & Li, S. (2023). A diabetes prediction model based on Boruta feature selection and ensemble learning. *BMC Bioinformatics*, *24*, 224–224.

Zhou, S., Chiclana, F., John, R., Garibaldi, J. M., & Huo, L. (2020). Type-1 OWA Operators in Aggregating Multiple Sources of Uncertain Information: Properties and Real-World Applications in Integrated Diagnosis. *DMU Open Research Archive (De Montfort University)*, *29*, 2112–2121.

Zhu, T., Li, K., Herrero, P., & Georgiou, P. (2020). Deep Learning for Diabetes: A Systematic Review. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, *25*, 2744–2757.

AN EMPIRICAL EVALUATION OF ENSEMBLE AND KERNEL-BASED MACHINE LEARNING MODELS FOR ROBUST EMAIL SPAM FILTERING

Asst. Prof. Dr. Rıfat AŞLIYAN

Aydın Adnan Menderes University, Mathematics Department, Aydın, Türkiye, Artificial Intelligence, ORCID: 0000-0003-1495-713X

Corresponding Author: **rasliyan@adu.edu.tr**

Abstract

Nowadays, the massive increase of electronic communication has caused to a rise of spam emails which can create financial and security threats. Machine learning (ML) based automated email filtering has become a critical tool to protect the e-mail users against these modern threats. In this study, for the task of binary spam categorization with Spambase dataset, it has been designed and implemented by the major ML methods as the ensemble-based Random Forest and the kernel-based SVM. In order to obtain the most successful models, these two methods have been subjected to optimize their hyperparameters using a 5-fold stratified Grid Search algorithm. To increase the performance of SVM model, the standard scaling has been applied to the feature values. The Spambase dataset has been split into 20% testing dataset and 80% training dataset. Both these techniques have been trained on the train dataset, and the models' performances have been evaluated using the test dataset. The validation of the models has been performed with the evaluation metrics as Recall, Precision, F1-Score, Accuracy, the Area Under the Curve (AUC), and the Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve. In addition, the models' confusion matrices have been calculated to examine the detailed error distributions and the balance of the false negatives and false positives. According to the study's experimental results, the models which have been developed with Grid Search-optimized SVM and Random Forest methods showed highly successful classification results. Based on the evaluation metrics and visual analytics of these developed models, this study provides a valuable guide for those seeking to establish email security. When comparing the two models, it can be concluded that Random Forest system outperforms the SVM system.

Keywords: Spam Classification, SVM, Random Forest, Hyperparameter Optimization, Grid Search

1. INTRODUCTION

The rapid increase of worldwide electronic messaging has been accompanied via a substantial increase within unwanted spam e-mails. This causes virus spreading, the attacks of phishing, and confidential data leaks. That's why, there is a need for the development of strong computerized filtering mechanisms which utilize sophisticated techniques such as Support Vector Machine (SVM) and Random Forest (RF) so as to reduce these rising dangers. This research examines the effectiveness of those models during differentiating among valid messages and harmful spam. Because typical single categorizers fail in the generalization against sophisticated models. Toward this purpose, this research uses 5-fold cross validation with Grid Search tuning procedure to adjust those hyperparameters of the models, RF and SVM while implementing standard normalization to improve the attribute values of SVM. Through performing binary spam e-mail classification upon the Spambase dataset and assessing systems performance by the metrics as Recall, Precision, F1-Score, Accuracy, the Area Under the Curve (AUC), and the Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve. The study constructs an experimentally proven structure to differentiate authentic messaging against harmful risks. This provides a performance-based comparison guide for robust electronic-mail protection (Mohamed & Assayed, 2025; Tian et al., 2025; Umamaheswari & Umaselvi, 2025).

The comparative examination is essential since SVM manage intricate data efficiently while RF enhances dependability through merging several systems to more effectively handle large-scale email flow. The incorporation of Grid Search tuning permits a rigorous investigation of parameter spaces. The categorization systems attain their peak predictive capability. the study aims to show that the adjusted categorizers can attain high accuracy in detecting spam e-mails to reduce overfitting problem. The results correspond to the existing studies identifying RF as especially successful for practical electronic mail filtering systems towards excellent identification accuracy (Usman et al., 2025; Omotehinwa & Oyewola, 2023; Ghogare et al., 2024; Tazwar et al., 2024).

This work proves that choosing the models and optimizing the parameters are crucial for constructing effective defenses against security risks as spam e-mail. The enhanced performance of ensemble-based method verifies how strategic algorithm choice is vital for addressing those complexities of contemporary junk-mail. Through emphasizing specific performance measures attained via RF and SVM models the analysis provides an empirical foundation choosing strong categorizers within the presence of phishing and virus-filled spam (Adnan et al., 2023; Dupade, 2024; Tazwar et al., 2024; Tian et al., 2025).

Past studies regarding computerized e-mail protection have widely investigated various supervised training models to tackle that problem of information overload and harmful material. Previous works have compared the SVM System with ensemble techniques. Although SVM frameworks are successful for category division, researchers have demonstrated how ensemble models as RF, provide better adaptability by smoothing via noise built-in email flow. The literature regularly highlights the crucial role of systematic hyperparameter adjusting often enabled through Grid Search in optimizing effectiveness of these models l (Omotehinwa & Oyewola, 2023; Tian et al., 2025; Dupade, 2024; Ghogare et al., 2024; Umamaheswari & Umaselvi, 2025; Devi et al., 2025).

Whereas SVM is recognized to manage false positive rates in datasets containing sparse data, ensemble systems frequently attain higher general accuracy through those predictions of several systems. Recent evaluations have shown that ensemble techniques provide better identification accuracy against single classifiers. The researches show that although hyperparameter tuning substantially enhances the predictive steadiness of SVM and RF models, the SVM's ability to reduce overfitting (Ghogare et al., 2023; Salem et al., 2024; Zhou et al., 2020).

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, SVM and RF ML systems have been utilized to filter junk emails. Moreover, to increase the success of training these methods, their learning parameters were optimized using the Grid Search method.

2.1 Support Vector Machine

SVM (Support Vector Machine) works through detecting the best hyperplane which increases the distance between valid emails and spam email categories in the attribute domain. Through utilizing kernel functions, SVM classifiers are able for transforming the input attributes into higher-dimensional representations. Thus, it eases facilitating the detection of non-linear decision boundaries. They exist necessary for differentiating sophisticated junk structures from genuine communication. This systematic strategy by no means only improves this system's capacity to isolate categories successfully however likewise leads to better generalization adaptability. It guarantees strength versus overfitting a widespread difficulty while/during handling the high-dimensional data inputs intrinsic within message filtering. In order to further enhance the categorization accuracy correctness of the framework, the standard normalization procedure became implemented to the feature input data. It verifies that the metric calculations within the SVM system are never influenced due to disparate input ranges. The usage of the Radial Basis Function kernel enables the projection of input attributes into a higher-dimensional space, allowing the classifier to detect intricate, non-linear boundaries which remain vital for discriminating subtle spam patterns from valid emails. Through methodically adjusting the kernel's gamma parameter and regularization smoothing parameters by way of a Grid Search method, this work confirms how the SVM system reaches its (the system's) maximal (highest/peak) predictive (forecasting/prognostic) efficacy (effectiveness/potency), balancing adjusting the balance) between system intricacy and robustness to properly reduce the risk for overfitting (Omotehinwa & Oyewola, 2023; Tazwar et al., 2024; Devi et al., 2025; Ghogare et al., 2024).

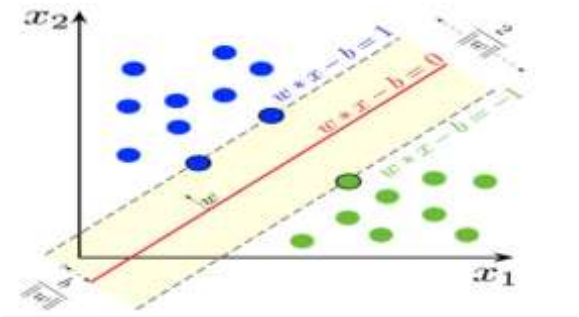


Figure 1. Maximum-margin hyperplane and margins for an SVM.

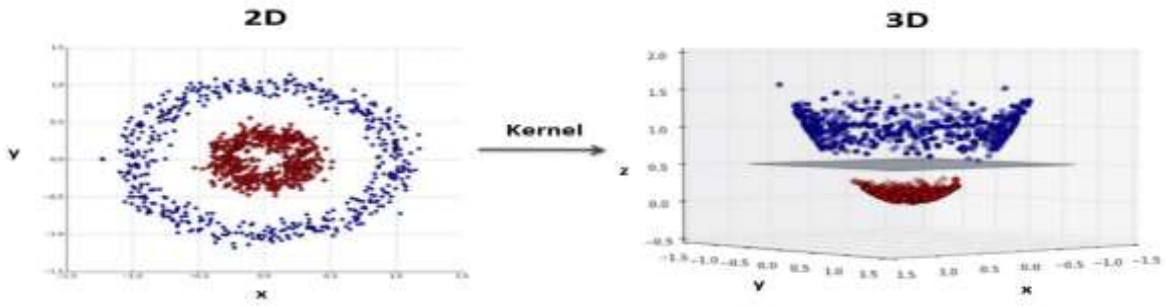


Figure 2. Non-linear SVM using Kernel.

2.2 Random Forest

RF (Random Forest) builds an ensemble with decision trees in which every tree stands trained upon a separate) subset part of the dataset for decreasing fluctuation and as well as improve general predictive accuracy. This framework efficiently lessens error frequencies via using bootstrap aggregation whereas keeping superior categorization accuracy. The present ensemble structure excels with detecting complex feature relations, thus enhancing classification consistency if single features show substantial interference. By means of combining the predictions of many autonomous decision trees through majority voting, this system considerably the model's generalization ability and eases the danger of overfitting guaranteeing stable and reliable performance when applied toward new, unobserved inputs. The current collective decision-making procedure further protects the categorizer from this unwarranted impact from single incorrect predictors. It contributes to the increased predictive correctness and robustness observed, large scale message filtering systems (Ghogare et al., 2024; Zhou et al., 2020; Tajrian et al., 2024; Kshirsagar et al., 2025; Maddi, 2025; Vikas et al., 2023).

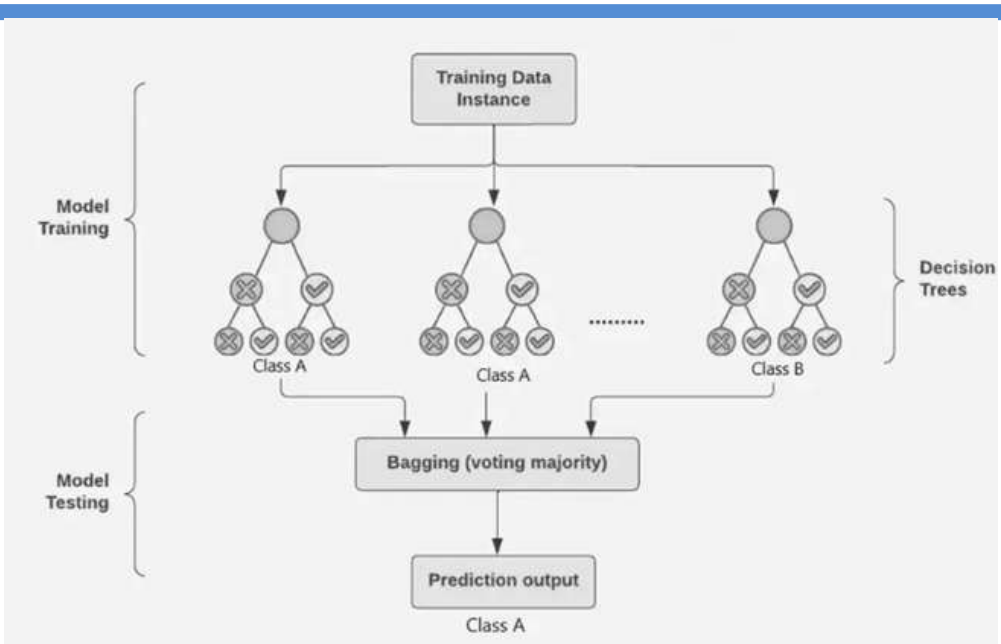


Figure 3. A graphical representation of RF algorithm.

2.3 Grid Search Algorithm

In ML studies, the optimization of the method's parameters is a crucial to increase the model's learning performance. The methods contain two kinds of parameters. The first is the parameters of the learning stage. The second is the parameters which are controlled manually. Determining hyperparameters are vital to learn models. However, models do not learn the model's structure. The learning rates, activation functions or layer size can be thought as hyperparameters of deep learning systems. The optimization of the models' hyperparameters provide the most adequate hyperparameter values since these parameters effects the success of the systems. At the same time, we can say that the most suitable hyperparameters prevents overfitting problem and cause to rise precision, recall and accuracy. It can also said that the parameter of the models learn in training. However the models' hyperparameters learn before learning operations. All steps of the learning operations can be controlled by these hyperparameters as layer size and learning rates (Omotehinwa & Oyewola, 2023; Tian et al., 2025; Tazwar et al., 2024; Fareed et al., 2025).

Grid Search methods find all possible test combinations of these methods' hyperparameters as shown in Figure 4.

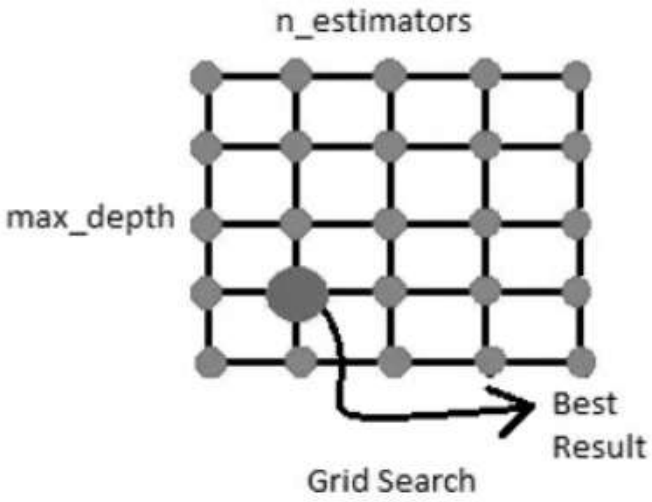


Figure 4. A representation for Grid Search.

3. EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSIONS

In this study, the Spambase consists of two categories have been classified with RF and SVM. The train dataset has been utilized to train the models with the hyperparameters. The systems have been assessed with well-known categorization metrics as Recall (Reca.), Precision (Prec.), Accuracy (Accu.) and F1-Score to calculate the performance from the train and test datasets. Moreover, to assess the success of the systems, Confusion Matrix and ROC curve have been constructed.

The metric of accuracy shows how many of all samples for all Negative and Positive category samples have been categorized as correct.

Precision means the rate of samples detected as Positive which have been detected correctly as Positive. But, Recall states the rate of actual Positive category samples which have been detected correctly as Positive. F1-Score can be defined as the harmonic mean of Recall and Precision.

$$\text{Accu.} = (\text{TP} + \text{TN})/(\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN})$$

(1)

$$\text{Prec.} = \text{TP}/(\text{TP} + \text{FP})$$

(2)

$$\text{Reca.} = \text{TP}/(\text{TP} + \text{FN})$$

(3)

$$\text{F1} - \text{Sore} = (2 \text{ x Prec. x Reca.})/(\text{Prec.} + \text{Reca.})$$

(4)

The ROC curve is a metric for evaluating model success graphically with various threshold values. It is a graph constructed utilizing False Positive and True Positive Rates.

In Table 1, it is shown Recall, Precision, Accuracy, F1-Score, and AUC values of the best RF and SVM models. Using this table, based on the most successful systems tuned through Grid Search, it is observed that the RF model performs better in terms of the Accuracy metric with 94.4%. The RF method achieved a 2.4% higher success rate than the SVM method, which had an Accuracy value of 92%. When evaluated according to the F1-Score and AUC metrics, it can be stated that the RF model achieved a 3.1% and 1.3% higher success rate, respectively.

Figure 5 and 6 displays the best models' confusion matrix with RF and SVM. The diagonal part of the matrix means the number of correct categorizations. The other diagonal part displays the number of misclassifications. If these values are in a specific column, we can say that it has been incorrectly detected as the category of the column.

Figure 7 shows ROC curve for the best SVM and RF systems. The graph displays the success of every single category. The best performances of the methods have been presented with their graphs; the closer graph is to the point (0, 1), the better its performance. If most category curves have been placed near the top left part, the categorization can be thought successful. In addition, the graph contains the AUC results for every category. Categories with an AUC value near 1 displays better success. It is clear that the best RF system is superior to the best SVM system.

Tablo 1. Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, and AUC values of RF and SVM.

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	AUC
Random Forest (Best)	0.944	0.948	0.909	0.928	0.983
SVM (Best)	0.920	0.914	0.881	0.897	0.970

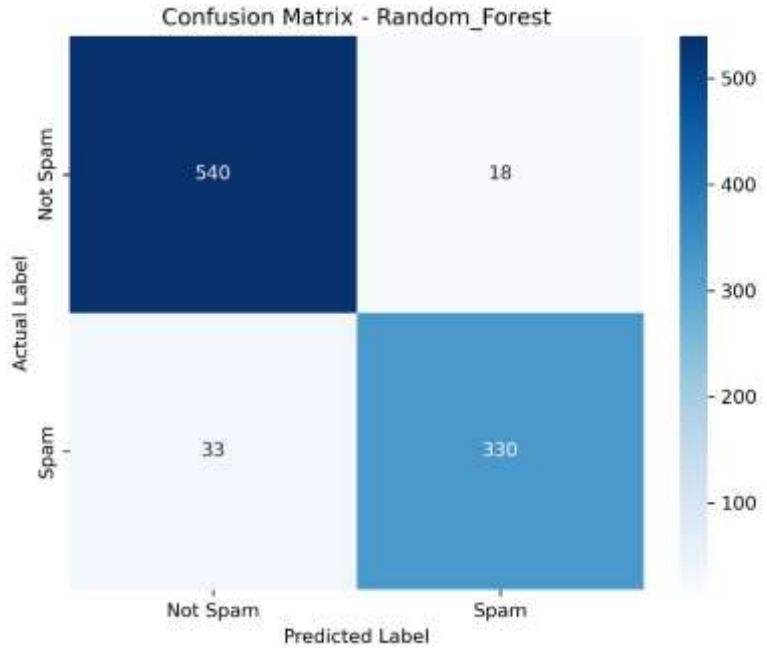


Figure 5. Confusion matrix of Random Forest.

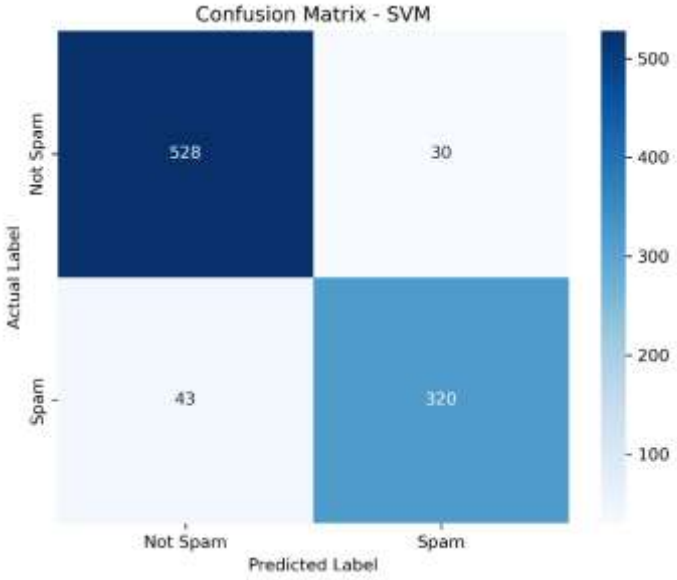


Figure 6. Confusion matrix of SVM.

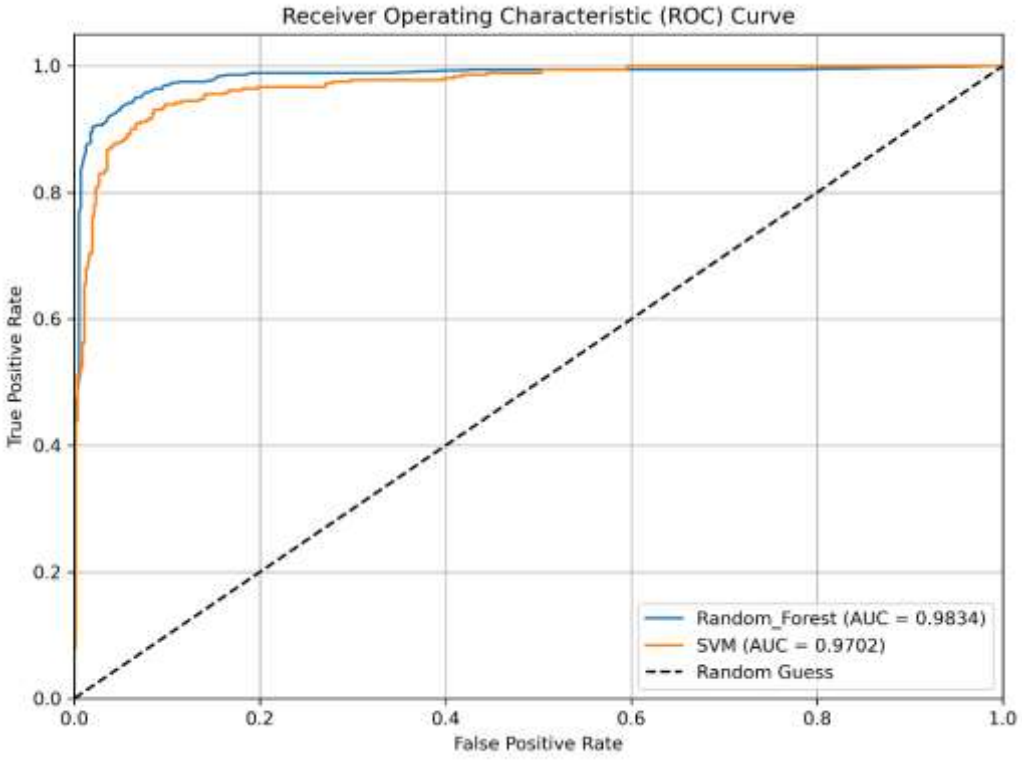


Figure 7. ROC Curves of the best models of RF and SVM.

4. CONCLUSION AND FUTURE WORKS

In this study, RF and SVM that are the well-known ML systems have been designed and implemented to detect whether an e-mail is spam or not. In addition, these two systems have been compared each other. The systems have been trained and tested with the Spambase dataset which has been obtained. This dataset comprises 4601 e-mail texts distributed across 2 distinct categories. The dataset has been divided into testing and training datasets. Then, the systems' performances in correct identification have been assessed utilizing the test dataset. With the test dataset, the systems' success has been assessed with the Accuracy, Precision, F1-Score, Recall, AUC metrics and ROC curve. The hyperparameters of RF and SVM have been optimized to improve the successful results. By designing and implementing many models by Grid Search, the most successful systems have been obtained an F1-Score of 92.8%, an AUC of 98.3%, and an accuracy of 94.4.8%.

REFERENCES

Adnan, M., Imam, M. O., Javed, M. F., & Murtza, I. (2023). Improving spam email classification accuracy using ensemble techniques: a stacking approach. *International Journal of Information Security*, *23*, 505–517.

Devi, M. N., Asha, V., Dhiman, D., Patil, P. S., Utkarsh, P., & Poojari, V. (2025). *Email Security Enhancement via ML-based Spam Filter Techniques*. 336–340.

Dupade, Prof. R. (2024). Spam Email Identification. *International Journal of Scientific Research and Managemetn*, *8*, 1–5.

Fareed, B., Din, G. M., khan, M., Fatima, T., & Shahid, S. (2025). Machine Learning-Based Email Spam Detection: Accuracy, Overfitting and Robustness Analysis. *European Journal of Applied Science Engineering and Technology*, *3*, 99–108.

Ghogare, P. P., Dawoodi, H. H., & Patil, M. P. (2023, October 13). Enhancing Spam Email Classification Using Effective Preprocessing Strategies and Optimal Machine Learning Algorithms. *Research Square*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3417942/v1

Ghogare, P. P., Dawoodi, H. H., & Patil, M. P. (2024). Enhancing Spam Email Classification Using Effective Preprocessing Strategies and Optimal Machine Learning Algorithms. *Indian Journal of Science and Technology*, *17*, 1545–1556.

Ghogare, P. P., & Patil, M. P. (2023, October 19). "A Multi-Dimensional Strategy for Spam Email Classification: Leveraging Origin, Text, and Image Features in a Hybrid Model." *Research Square*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3431804/v1

Kshirsagar, M., Rathi, V., & Ryan, C. (2025). Meta-learner-based frameworks for interpretable email spam detection. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *8*, 1569804–1569804.

Maddi, J. P. S. (2025). Improving Spam Detection Accuracy With Random Forest and Text Categorization. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, 892–895.

Mohamed, A., & Assayed, S. K. (2025). *Spam Email Detection Using Artificial Intelligence and Machine Learning Techniques*. 213–216.

Omotehinwa, T. O., & Oyewola, D. O. (2023). Hyperparameter Optimization of Ensemble Models for Spam Email Detection. *Applied Sciences*, *13*, 1971–1971.

Salem, A. H., Azzam, S. M., Emam, O. E., & Abohany, A. A. (2024). Advancing cybersecurity: a comprehensive review of AI-driven detection techniques. *Journal Of Big Data*, *11*. https://doi.org/10.1186/s40537-024-00957-y

Tajrian, M., Rahman, A., Kabir, M. A., & Islam, Md. R. (2024). Analysis of child development facts and myths using text mining techniques and classification models. *arXiv (Cornell University)*, *10*. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36652

Tazwar, A., Daiyan, M. M., Hoque, M. J., Saifuddin, M., & Khaliluzzaman, Md. (2024). *Enhancing Spam Email Detection with a Soft Voting Ensemble of Optimized Machine Learning*. 1–6.

Tian, Y., Dai, X., Li, Z., Guo, H., & Mao, X. (2025). Improving the accuracy of cybersecurity spam email detection using ensemble techniques: A stacking approach Machine learning for spam email detection. *PLoS ONE*, *20*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0331574

Umamaheswari, S., & Umaselvi, M. (2025). Enhanced Ensemble Classification Techniques for Accurate Spam Detection in E-Mail Communication. *ICTACT Journal on Soft Computing*, *16*, 3820–3824.

Usman, A. S., Adelaiye, O. I., & Yusuf, M. (2025). Performance Analysis of Machine Learning Algorithm in Spam Email Classification. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, *5*, 1037–1045.

Vikas, G., Koushik, M., Nithya, M., & Sudha, Ch. M. G. R. (2023). Mobile Message Classification Using Natural Language Processing and Machine Learning Algorithms. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *11*, 3578–3582.

Zhou, Y., Cheng, G., Jiang, S., & Dai, M. (2020). Building an efficient intrusion detection system based on feature selection and ensemble classifier. *arXiv (Cornell University)*, *174*, 107247–107247.

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE BABA–ÇOCUK İLİŞKİSİ İLE ÇOCUKLARIN SORU SORMA EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr., Fatma ÇALIŞANDEMİR 1/ Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülsüm Melek YAĞCA 2

1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı, fcalisandemir@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5913-0553

2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Okul Öncesi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı, g.melek.yagca@gmail.com, ORCID: 0009-0006-6682-1487

Özet

Erken çocukluk döneminde çocukların soru sorma davranışları öğrenme, merak ve bilgi edinme süreçlerinin önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Buna karşın baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu araştırmanın amacı, okul öncesi dönemde baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişkiyi incelemek, baba-çocuk etkileşimine ilişkin değişkenlere göre çocukların soru sorma eğilimlerinin farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek ve babaların çocuklarının düşünmesini ve soru sormasını teşvik etmek amacıyla kullandıkları yöntemleri ortaya koymaktır. Araştırmada nicel ve nitel verilerin bir arada kullanıldığı yakınsayan paralel karma yöntem deseni benimsenmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, kartopu örnekleme yöntemiyle ulaşılan 3–6 yaş aralığında çocuğa sahip 122 gönüllü baba oluşturmuştur. Araştırmanın nicel verileri Kişisel Bilgi Formu, Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Soru Sorma Eğilimleri Ölçeği ve Çocuk Ebeveyn İlişki Ölçeği (Baba Formu) aracılığıyla, nitel verileri ise açık uçlu soru yoluyla toplanmıştır. Verilerin analizinde Pearson korelasyon analizi, bağımsız örneklemler t testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasında negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir ($r=-.272,\ p<.01$). Ayrıca çocukların soru sorma eğilimlerinin evde okula giden kardeş bulunma durumu, toplam çocuk sayısı, doğum sırası, çocukla geçirilen günlük süre, çocukların sorularına verilen yanıt biçimi ve çocukları düşünmeye teşvik etme durumuna göre anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir. Nitel bulgular, babaların çocuklarını düşünmeye ve soru sormaya teşvik etmek amacıyla soru sorma, sohbet etme, araştırmaya yönlendirme, kitaplardan yararlanma ve oyun etkinlikleri düzenleme gibi yöntemler kullandıklarını göstermiştir. Elde edilen bulgular, olumlu ve destekleyici baba-çocuk etkileşimlerinin çocukların soru sorma eğilimlerini desteklemede önemli bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Baba-çocuk ilişkisi, soru sorma eğilimi, okul öncesi dönem.

THE INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN FATHER–CHILD RELATIONSHIP AND CHILDREN'S QUESTIONING TENDENCIES IN THE PRESCHOOL PERIOD

Prof. Dr., Fatma ÇALIŞANDEMİR 1/ Master's Student, Gülsüm Melek YAĞCA 2

1Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Education, Department of Basic Education, Division of Early Childhood Education, fcalisandemir@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5913-0553

2Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Graduate School of Educational Sciences, Master's Program in Early Childhood Education (Thesis), g.melek.yagca@gmail.com, ORCID: 0009-0006-6682-1487

Abstract

In early childhood, children's questioning behaviors are considered one of the important indicators of learning, curiosity, and knowledge acquisition. However, studies directly examining the relationship between the father–child relationship and children's questioning tendencies are limited. The aim of this study was to examine the relationship between the father–child relationship and preschool children's questioning tendencies, to determine whether children's questioning tendencies differ according to variables related to father–child interaction, and to identify the methods fathers use to encourage their children to think and ask questions. A convergent parallel mixed methods design, integrating quantitative and qualitative data, was adopted in the study. The study sample consisted of 122 volunteer fathers with children aged 3–6 years who were recruited using the snowball sampling method. Quantitative data were collected using the Personal Information Form, the Preschool Children's Questioning Tendencies Scale, and the Child–Parent Relationship Scale (Father Form), whereas qualitative data were collected through an open-ended question. Data were analyzed using Pearson's correlation analysis, independent samples *t*-test, one-way analysis of variance (ANOVA), and descriptive analysis. The results revealed a significant negative relationship between the father–child relationship and children's questioning tendencies ($r = -.272$, $p < .01$). In addition, children's questioning tendencies differed significantly according to the presence of a school-aged sibling in the household, the total number of children, birth order, the amount of daily time spent with the child, the type of responses given to children's questions, and whether children were encouraged to think. The qualitative findings showed that fathers used methods such as asking questions, engaging in conversations, guiding their children to conduct research, using books, and organizing play activities to encourage their children to think and ask questions. The findings indicate that positive and supportive father–child interactions play an important role in supporting children's questioning tendencies.

Keywords: Father–child relationship, Questioning tendency, Preschool period.

GİRİŞ

Aile, çocuğun doğumundan itibaren gelişimini etkileyen ilk ve en önemli sosyal çevredir. Çocuklar yaşamlarının ilk yıllarında temel bilgi, beceri ve davranışlarını aile ortamında kazanmakta; ebeveynleriyle kurdukları etkileşimler aracılığıyla çevrelerini tanımayı, iletişim kurmayı ve sosyal ilişkiler geliştirmeyi öğrenmektedirler (Yörükoğlu, 2016). Bu nedenle ebeveyn-çocuk ilişkilerinin niteliği, çocukların bilişsel, sosyal, duygusal ve dil gelişimleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Uzun & Baran, 2015).

Son yıllarda çocuk gelişimi alanında babaların çocukların yaşamındaki rolüne yönelik ilgi önemli ölçüde artmıştır. Toplumsal değişimler ve ebeveynlik rollerindeki dönüşümle birlikte babalardan yalnızca ekonomik sorumluluklarını yerine getirmeleri değil, çocuklarının bakım, eğitim ve gelişim süreçlerine aktif olarak katılmaları da beklenmektedir (Deleş & Kaytez, 2020; Yorulmaz, 2023). Baba katılımı; çocukla geçirilen zamanın niteliğini, kurulan duygusal bağı ve ebeveynlik sorumluluklarının paylaşımını kapsayan çok boyutlu bir yapı olarak değerlendirilmektedir (Yoleri & Köleoğlu, 2024). Baba ile çocuk arasında kurulan ilişkinin niteliğinin çocukların gelişim süreçleri üzerinde önemli bir rol oynadığı; olumlu baba-çocuk ilişkisinin çocukların bilişsel, sosyal-duygusal ve akademik gelişimlerini desteklediği belirtilmektedir (Uzun & Baran, 2019; Gözübüyük & Özbey, 2020; Belli vd., 2021; Garcia vd., 2022; Islamiah vd., 2023; Cui vd., 2026). Ayrıca baba ilgisinin çocukların öz düzenleme becerileri, sosyal yetkinlikleri ve psikolojik dayanıklılıklarıyla ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Eren, 2022; Kaynar, 2025; Özbek, 2025).

Erken çocukluk döneminde öğrenme ve bilişsel gelişimin önemli göstergelerinden biri çocukların soru sorma davranışıdır. Soru sorma; çocukların bilgi edinme, çevrelerini anlamlandırma ve meraklarını gidermelerinde kullandıkları temel araçlardan biridir (Sak & Şahin Sak, 2020; Murray, 2022). Çocukların sordukları sorular yalnızca bilgi ihtiyaçlarını değil, aynı zamanda ilgi alanlarını, merak düzeylerini ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını da yansıtmaktadır (Jirout & Klahr, 2020; Murray, 2022). Araştırmalar, çocukların soru sorma davranışlarının yetişkinlerle kurdukları etkileşimlerden etkilendiğini; merakı destekleyen ve çocukların sorularına değer veren aile ve öğrenme ortamlarının soru sorma eğilimini artırdığını göstermektedir (Alaimi vd., 2020; Jirout & Klahr, 2020; Murray, 2022).

Alan yazını incelendiğinde, baba-çocuk ilişkisinin çocukların bilişsel, sosyal ve duygusal gelişimleri üzerindeki etkilerini ortaya koyan çok sayıda araştırma bulunmasına karşın, bu ilişkinin çocukların soru sorma eğilimleriyle doğrudan bağlantısını inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir (Gözübüyük & Özbey, 2020; Garcia vd., 2022; Islamiah vd., 2023; Cui vd., 2026). Bu araştırmalar, baba katılımının çocuk gelişimine katkısını ortaya koyarken; çocukların soru sorma davranışını inceleyen çalışmalar ise yetişkin desteğinin ve etkileşimin önemini vurgulamaktadır (Alaimi vd., 2020; Jirout & Klahr, 2020; Murray, 2022). Ancak bu iki değişkeni birlikte ele alan araştırmaların sınırlı olması, konunun araştırılmasını gerekli kılmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, okul öncesi dönemde baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Ayrıca baba-çocuk etkileşimine ilişkin değişkenlere göre çocukların soru sorma eğilimlerinin farklılaşıp farklılaşmadığının belirlenmesi ve babaların çocuklarının düşünmesini ve soru sormasını teşvik etmek amacıyla kullandıkları yöntemlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmanın, baba-çocuk ilişkisi ile çocukların

soru sorma eğilimleri arasındaki ilişkiye odaklanarak alan yazındaki sınırlı çalışmalara katkı sağlaması; ebeveynlere, eğitimcilere ve araştırmacılara çocukların merak ve öğrenme süreçlerinin desteklenmesinde babaların rolüne ilişkin önemli bilgiler sunması beklenmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde baba çocuk ilişkisi ve bu ilişkinin çocuk gelişimine yansımaları ile çocukların soru sorma eğilimleri kuramsal açıdan ele alınmıştır. Baba çocuk ilişkisi Bağlanma Kuramı, Sosyokültürel Kuram ve Ekolojik Sistemler Kuramı ile açıklanmıştır.

1.1. Baba Kavramı, Babalık Rolleri ve Baba-Çocuk İlişkisi

Aile, çocuğun gelişimini etkileyen ilk ve en önemli sosyal çevredir. Anne ve baba, çocuğun bakım, eğitim ve sosyalleşme süreçlerinde temel sorumlulukları paylaşmaktadır. Uzun yıllar çocuk gelişimi alanındaki çalışmalar daha çok anne-çocuk ilişkisine odaklanmış olsa da günümüzde babaların çocukların gelişimindeki rolünün de en az anne kadar önemli olduğu kabul edilmektedir (Belli vd., 2021).

Toplumsal, ekonomik ve kültürel değişimlerle birlikte babalık rolleri de önemli ölçüde dönüşmüştür. Geleneksel aile yapısında babalar daha çok ekonomik sorumlulukları üstlenen ve otoriteyi temsil eden bireyler olarak görülürken, günümüzde babalığın çocuğun bakımına katılma, onunla nitelikli zaman geçirme ve gelişimini destekleme gibi sorumlulukları da kapsadığı belirtilmektedir (Belli vd., 2021; Özbek, 2025).

Baba-çocuk ilişkisi; baba ile çocuk arasında kurulan duygusal bağ, iletişim ve etkileşim süreçlerinin bütününü ifade etmektedir. Araştırmalar, olumlu baba-çocuk ilişkisinin çocukların bilişsel, sosyal ve duygusal gelişimlerini desteklediğini, kendilerini güvende hissetmelerine, çevrelerini keşfetmelerine ve yeni deneyimlere daha açık olmalarına katkı sağladığını göstermektedir (Gözübüyük & Özbey, 2020; Garcia vd., 2022). Bu nedenle baba-çocuk ilişkisinin niteliği, erken çocukluk dönemindeki gelişimsel süreçleri etkileyen önemli değişkenlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

1.2. Baba-Çocuk İlişkisinin Kuramsal Temelleri

Baba çocuk ilişkisi üç temel kuramda ele alınmıştır.

1.2.1. Bağlanma Kuramı

Bağlanma Kuramı, John Bowlby tarafından geliştirilmiş olup çocuk ile bakım veren kişi arasında kurulan duygusal bağın gelişim üzerindeki etkilerini açıklamaktadır (Seven, 2016). Bowlby'e göre bağlanma, çocuğun kendisini güvende hissetmesini sağlayan temel bir ilişkidir ve sağlıklı gelişim için fiziksel gereksinimlerin yanı sıra duygusal ihtiyaçların da karşılanması gerekmektedir (Bowlby, 2013; Köçer, 2024). Bakım veren kişinin çocuk için güvenli bir üs oluşturması, çocuğun çevresini keşfetmesini ve yeni deneyimlere yönelmesini kolaylaştırmaktadır (Bowlby, 2013).

Ainsworth vd. (1978), güvenli bağlanan çocukların bakım verenlerinin desteğini hissederek çevrelerini daha rahat keşfettiklerini ve yeni durumlara daha kolay uyum sağladıklarını ortaya koymuştur. Buna karşılık, bakım verenle kurulan tutarsız veya yetersiz ilişkiler çocukların keşfetme davranışlarını olumsuz etkileyebilmektedir (Senemoğlu, 2018). Günümüzde bağlanma süreçlerinde babaların da önemli bir role sahip olduğu kabul edilmekte; güvene dayalı

baba-çocuk ilişkisinin çocukların sosyal-duygusal uyumlarını, keşfetme davranışlarını ve öğrenmeye yönelik girişimlerini desteklediği belirtilmektedir (Belli vd., 2021; Islamiah vd., 2023).

1.2.2. Sosyokültürel Kuram

Lev Vygotsky tarafından geliştirilen Sosyokültürel Kuram, bilişsel gelişimin sosyal etkileşimler yoluyla gerçekleştiğini savunmaktadır (Yeşilyaprak, 2020). Kurama göre çocuklar bilgiyi yetişkinler ve akranlarıyla kurdukları etkileşimler aracılığıyla yapılandırmakta, öğrenme süreci ise bireysel olmaktan çok sosyal bir nitelik taşımaktadır (Vygotsky, 1978).

Kuramın temel kavramlarından biri olan yakınsak gelişim alanı, çocuğun tek başına gerçekleştirebildikleri ile yetişkin desteğiyle gerçekleştirebildikleri arasındaki farkı ifade etmektedir (Vygotsky, 1978). Bu süreçte yetişkin rehberliği çocukların yeni bilgi ve beceriler kazanmalarını desteklerken, dil de düşünmenin gelişiminde temel araçlardan biri olarak kabul edilmektedir (Bodrova & Leong, 2010; Senemoğlu, 2018). Çocukların yetişkinlerle kurdukları iletişim, sordukları sorular ve aldıkları açıklayıcı geri bildirimler bilişsel gelişimlerini desteklemekte; özellikle babaların sunduğu açıklamalar, yönlendirmeler ve karşılıklı konuşmalar çocukların düşünme becerilerini ve soru sorma eğilimlerini güçlendirmektedir (Candan & Göksun, 2018; Yılmaz & Aral, 2021; Murray, 2022).

1.2.3. Ekolojik Sistemler Kuramı

Bronfenbrenner'in Ekolojik Sistemler Kuramı, çocuğun gelişimini bireysel özelliklerin yanı sıra içinde bulunduğu çevresel sistemlerle birlikte açıklamaktadır (Berk, 2013). Kurama göre çocuk, farklı çevresel sistemlerle sürekli etkileşim hâlindedir ve gelişimi bu etkileşimlerden etkilenmektedir (Bronfenbrenner, 1979). Mikrosistem; aile, okul ve akran çevresi gibi çocuğun doğrudan etkileşimde bulunduğu ortamları kapsamakta ve gelişim üzerinde en güçlü etkiye sahip sistem olarak kabul edilmektedir (Bronfenbrenner, 1979; Santrock, 2021).

Aile içinde kurulan ilişkilerin niteliği, çocukların bilişsel, sosyal ve duygusal gelişimlerini doğrudan etkilemektedir. Özellikle ebeveynlerin sunduğu destekleyici öğrenme ortamları çocukların gelişimlerini olumlu yönde desteklemektedir (Berk, 2013; Garcia vd., 2022). Bu bağlamda baba, çocuğun mikrosisteminde yer alan ve gelişimini doğrudan etkileyen önemli bireylerden biridir. Babanın çocukla geçirdiği zaman, kurduğu iletişim, oyun etkinliklerine katılımı ve öğrenme süreçlerine verdiği destek; çocuğun çevreyi keşfetmesini, merak duygusunu ve öğrenme yaşantılarını olumlu yönde etkileyebilmektedir (Bronfenbrenner, 1979; Belli vd., 2021; Gözübüyük & Özbey, 2020).

1.3. Baba-Çocuk İlişkisinin Çocuk Gelişimine Yansımaları

Çocuk gelişimi; bilişsel, dil, sosyal-duygusal ve fiziksel gelişim alanlarının birbirleriyle etkileşim içinde ilerlediği çok boyutlu bir süreçtir (Senemoğlu, 2018). Bu süreçte çocuğun gelişimini etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biri aile ortamıdır. Aile içinde kurulan olumlu ilişkiler ve ebeveyn katılımı, çocukların gelişimsel kazanımlarını desteklemekte; özellikle destekleyici aile ortamları bilişsel, sosyal ve duygusal gelişim üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır (Bronfenbrenner, 1979; Berk, 2013; Santrock, 2021).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, babaların da çocukların gelişim süreçlerine özgün katkılar sunduğunu göstermektedir. Babaların çocuklarının bakımına, oyunlarına ve günlük

etkinliklerine aktif katılımı; çocukların bilişsel gelişimlerini, problem çözme, dil kullanımı ve öğrenme becerilerini desteklemektedir (Lamb, 2010; Belli vd., 2021; Garcia vd., 2022). Bunun yanında olumlu baba-çocuk ilişkisinin çocukların sosyal uyumlarını, akran ilişkilerini, duygu düzenleme becerilerini ve öz düzenleme yeterliklerini geliştirdiği; motivasyonlarını artırdığı ve kendilerini daha yeterli hissetmelerine katkı sağladığı belirtilmektedir (Gözübüyük & Özbey, 2020; Eren, 2022; Islamiah vd., 2023; Kahraman, 2023; Kaynar, 2025). Bu doğrultuda baba-çocuk ilişkisinin niteliği, erken çocukluk dönemindeki gelişimsel çıktıları etkileyen önemli değişkenlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

1.4. Çocuklarda Soru Sorma Eğilimi

Soru sorma, çocukların çevrelerini anlamlandırmak, yeni bilgiler edinmek ve meraklarını gidermek amacıyla kullandıkları temel öğrenme araçlarından biridir. Erken çocukluk döneminde çocukların sordukları sorular, bilişsel gelişimlerinin, öğrenme motivasyonlarının ve merak duygularının önemli göstergeleri olarak kabul edilmektedir (Sak & Şahin Sak, 2020; Murray, 2022).

Çocuklar soru sorarak çevrelerini keşfetmekte, yeni bilgiler edinmekte ve mevcut bilgilerini yeniden yapılandırmaktadır. Bu nedenle soru sorma davranışı bilgi edinmeye yönelik bir girişim ve bilişsel gelişimi destekleyen aktif bir öğrenme sürecidir (Alaimi vd., 2020). Özellikle erken çocukluk döneminde çocukların "neden", "nasıl", "niçin" ve "ne zaman" gibi soruları, düşünme süreçleri hakkında önemli ipuçları sunmaktadır (Sak & Şahin Sak, 2020).

Araştırmalar, çocukların sorularının dikkate alındığı, açıklayıcı geri bildirimlerin sunulduğu ve meraklarının desteklendiği ortamlarda daha fazla soru sordukları ve öğrenme süreçlerine daha aktif katıldıkları belirtilmektedir (Murray, 2022). Bu nedenle erken çocukluk döneminde desteklenen soru sorma davranışlarının çocukların bilişsel gelişimlerine, problem çözme becerilerine ve öğrenme motivasyonlarına önemli katkılar sağladığı ifade edilmektedir (Sak, 2025; Alaimi vd., 2020).

1.5. Baba-Çocuk İlişkisi ile Çocukların Soru Sorma Eğilimi Arasındaki İlişki

Baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimi arasındaki ilişki, erken çocukluk dönemindeki öğrenme süreçlerinin anlaşılması açısından önemli bir araştırma alanıdır. Bağlanma Kuramı'na göre güvenli ilişki geliştiren çocuklar çevrelerini daha istekli keşfetmekte, merak ettikleri konuları daha rahat ifade etmekte ve yeni deneyimlere daha açık olmaktadır (Bowlby, 2013; Ainsworth vd., 1978). Güvene dayalı baba-çocuk ilişkisinin çocukların kendilerini rahat ifade etmelerine, merak ettikleri konuları dile getirmelerine ve soru sorma davranışlarını desteklemesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Islamiah vd., 2023).

Vygotsky'nin Sosyokültürel Kuramı, çocukların bilişsel gelişiminin sosyal etkileşimler yoluyla gerçekleştiğini vurgulamaktadır (Vygotsky, 1978). Ebeveynlerle gerçekleştirilen konuşmalar, çocukların sordukları sorulara verilen açıklamalar ve günlük yaşam içerisindeki etkileşimler, onların düşünme ve öğrenme süreçlerini desteklemektedir. Çocukların sorularının dikkate alındığı ve açıklayıcı yanıtlarla desteklendiği etkileşim ortamlarının yeni sorular üretmelerini teşvik ettiği belirtilmektedir (Murray, 2022). Benzer şekilde Ekolojik Sistemler Kuramı da babayı çocuğun mikrosisteminde yer alan temel bireylerden biri olarak ele almakta; babanın çocukla geçirdiği zaman, iletişim biçimi ve öğrenme süreçlerine verdiği desteğin çocuğun

çevreyi keşfetme ve öğrenme yaşantılarını olumlu yönde etkileyebileceğini vurgulamaktadır (Bronfenbrenner, 1979; Garcia vd., 2022; Belli vd., 2021).

Kuramsal açıklamalar ve alan yazındaki bulgular birlikte değerlendirildiğinde, çocukların meraklarının desteklendiği, düşüncelerini özgürce ifade edebildikleri ve sorularına değer verildiğini hissettikleri baba-çocuk ilişkilerinin soru sorma eğilimini güçlendirebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmanın alan yazına katkı sağlayacağını göstermektedir.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubunun özellikleri, kullanılan veri toplama araçları, veri toplama ve verilerin analiz süreci açıklanmıştır.

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada okul öncesi dönemde baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yakınsayan paralel karma yöntem deseni kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları, nicel ve nitel verilerin birlikte kullanılmasıyla araştırma probleminin daha kapsamlı biçimde incelenmesine olanak sağlamaktadır (Creswell & Plano Clark, 2024). Araştırmada nicel boyut baskın tutulmuş, nitel veriler ise nicel bulguları desteklemek amacıyla kullanılmıştır.

Araştırmanın nicel boyutunda ilişkisel tarama modeli benimsenmiş, baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişki ve çeşitli demografik değişkenlere göre farklılaşma durumları incelenmiştir (Büyüköztürk vd., 2024). Nitel boyutta ise babaların çocuklarının düşünmesini ve soru sormasını desteklemeye yönelik uygulamalarına ilişkin görüşleri açık uçlu bir soru aracılığıyla toplanmış ve betimsel analiz ile değerlendirilmiştir (Merriam, 2018).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 3-6 yaş aralığında çocuğu bulunan ve araştırmaya gönüllü olarak katılan 122 baba oluşturmaktadır. Araştırmaya yalnızca baba olan bireyler dâhil edilmiştir. . Katılımcıların araştırmaya katılımı gönüllülük esasına dayanmaktadır. Katılımcılara çevrim içi veri toplama formu aracılığıyla ulaşılmıştır. Araştırmada olasılıksız örnekleme yöntemlerinden kartopu örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde araştırmacının ulaştığı katılımcılar aracılığıyla yeni katılımcılara ulaşılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2024). Çalışma grubuna ilişkin demografik özellikler Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Babalara ilişkin demografik özellikler (N = 122)

Değişken	Grup	N	%
Baba Yaşı	25-29	12	9,8
	30-34	32	26,2
	35-39	41	33,6
	40-44	24	19,7
	45 ve üzeri	13	10,7
Baba Öğrenim Durumu	Ortaokul	5	4,1
	Lise	31	25,4
	Ön Lisans	14	11,5
	Lisans	47	38,5
	Lisansüstü	25	20,5
Baba Mesleği	İşçi/Teknik/Hizmet	19	15,6
	Memur	28	23,0
	Serbest Meslek	10	8,2
	Esnaf	17	13,9
	Sağlık	12	9,8
	Eğitim	20	16,4
	Mimar/Mühendis	6	4,9
	Güvenlik	10	8,2

Tablo 2. Çocuklara ilişkin demografik özellikler (N = 122)

Değişken	Grup	N	%
Çocuğun Yaşı	3 Yaş	29	23,8
	4 Yaş	24	19,7
	5 Yaş	34	27,9
	6 Yaş	35	28,7
Çocuğun Cinsiyeti	Kız	51	41,8
	Erkek	71	58,2
Toplam Çocuk Sayısı	1	33	27,0
	2	65	53,3
	3	18	14,8
	4	3	2,5
	5	3	2,5
Çocuğun Doğum Sırası	1. Çocuk	67	54,9
	2. Çocuk	37	30,3
	3. Çocuk	14	11,5
	4. Çocuk	2	1,6
	5. Çocuk	2	1,6

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada verilerin toplanmasında araştırmacı tarafından geliştirilen Kişisel Bilgi Formu, Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Soru Sorma Eğilimleri Ölçeği (Sak, 2025) ve Çocuk Ebeveyn İlişki Ölçeği (Baba Formu) (Uzun & Baran, 2015) kullanılmıştır.

Kişisel Bilgi Formu

Araştırmada katılımcılara ilişkin demografik bilgileri elde etmek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Formun hazırlanması sürecinde ilgili alan yazın incelenmiş ve uzman görüşlerine başvurulmuş, gelen öneriler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak forma son şekli verilmiştir. Formda baba ve çocuğa ilişkin demografik bilgiler ile baba-çocuk etkileşimine yönelik değişkenlere yer verilmiştir. Ayrıca nitel veri elde etmek amacıyla "Çocuğunuzun düşünmesini ve soru sormasını nasıl teşvik edersiniz?" sorusu yöneltilmiştir.

Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Soru Sorma Eğilimleri Ölçeği

Sak (2025) tarafından geliştirilen ölçek, İlgi Soruları, Metafizik Soruları ve WH Soruları olmak üzere üç alt boyut ve 15 maddeden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında ölçeğin güvenirliği yeniden incelenmiş ve Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı .897 olarak bulunmuştur. Araştırmada ölçeğin kullanımına ilişkin gerekli izin ölçek geliştiricisinden e-posta yoluyla alınmıştır.

Çocuk Ebeveyn İlişki Ölçeği (Baba Formu)

Uzun ve Baran (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan ölçek; Olumlu İlişki, Uyumsuzluk ve Çatışma olmak üzere üç alt boyuttan ve 23 maddeden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında ölçeğin güvenirliği yeniden incelenmiş ve Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı .786 olarak bulunmuştur. Araştırmada ölçeğin kullanımına ilişkin gerekli izin ölçeğin Türkçe uyarlamasını gerçekleştiren araştırmacıdan e-posta yoluyla alınmıştır.

2.4 Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri 2026 yılı Şubat-Mayıs ayları arasında Google Formlar aracılığıyla çevrim içi olarak toplanmıştır. Katılımcılar araştırmanın amacı ve gönüllülük esasları hakkında bilgilendirilmiş, bilgilendirilmiş onam veren babalar araştırmaya dâhil edilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel verilerinin analizinde öncelikle veri seti kontrol edilmiş, normal dağılım çarpıklık ve basıklık değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olması nedeniyle verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiş ve parametrik testler kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2025). Ölçeklerin güvenirliği, iç tutarlılığın belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan Cronbach Alfa katsayısı ile değerlendirilmiştir (Köklü vd., 2025).

Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler frekans ve yüzde değerleriyle özetlenmiştir. Baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson korelasyon analizi, grup karşılaştırmalarında bağımsız örneklemler t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. ANOVA sonucunda anlamlı farklılık belirlenen değişkenlerde farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Büyüköztürk, 2025; Köklü vd., 2025). İstatistiksel anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir.

Araştırmanın nitel verileri betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analiz, verilerin belirli temalar çerçevesinde düzenlenerek yorumlanmasını amaçlayan bir analiz

yaklaşımıdır (Merriam, 2018). Bu doğrultuda katılımcıların açık uçlu soruya verdikleri yanıtlar benzer içeriklerine göre temalar altında düzenlenmiş ve doğrudan katılımcı ifadeleriyle desteklenerek sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın alt problemleri doğrultusunda elde edilen nicel ve nitel bulgular tablolar eşliğinde sunulmuştur.

3.1. Baba-Çocuk İlişkisi ile Çocukların Soru Sorma Eğilimleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi kapsamında, baba-çocuk ilişkisi ile okul öncesi dönem çocuklarının soru sorma eğilimleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişki

Değişken	İlgi Soruları	Metafizik Soruları	WH Soruları	Soru Sorma Toplam
Olumlu İlişki	-,306**	-,069	-,258**	-,303**
Uyumsuzluk	-,166	-,001	-,036	-,110
Çatışma	-,205*	-,038	-,015	-,161
Baba-Çocuk Toplam	-,313**	-,054	-,132	-,272**

*p<,05, **p<,01

Tablo 3 incelendiğinde, baba-çocuk ilişkisi toplam puanı ile çocukların soru sorma eğilimleri toplam puanı arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunduğu görülmektedir (r=-,272; p<,01). Çocuk Ebeveyn İlişki Ölçeğinde yüksek puanlar daha olumsuz ilişki düzeyini ifade ettiğinden, bu bulgu olumlu baba-çocuk ilişkisine sahip çocukların soru sorma eğilimlerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Alt boyutlar incelendiğinde, olumlu ilişki ile ilgi soruları (r=-,306; p<,01), WH soruları (r=-,258; p<,01) ve toplam soru sorma eğilimi (r=-,303; p<,01) arasında negatif yönde anlamlı ilişkiler belirlenirken, metafizik sorular ile anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p>,05). Çatışma alt boyutu yalnızca ilgi soruları ile negatif yönde anlamlı ilişki göstermiş (r=-,205; p<,05); metafizik sorular, WH soruları ve toplam puan ile anlamlı ilişki göstermemiştir (p>,05). Uyumsuzluk alt boyutu ile çocukların soru sorma eğilimleri arasında ise anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (p>,05).

3.2. Baba-Çocuk Etkileşimine İlişkin Değişkenlere Göre Çocukların Soru Sorma Eğilimlerine Yönelik Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında çocukların soru sorma eğilimlerinin çeşitli demografik ve baba-çocuk etkileşimine ilişkin değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. İkili gruplardan oluşan değişkenlerin karşılaştırılmasında bağımsız örneklemler t testi, ikiden fazla gruptan oluşan değişkenlerin karşılaştırılmasında ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4. Çocukların soru sorma eğilimlerinin ikili değişkenlere göre karşılaştırılması

Değişken	Grup	N	X̄	SS	t	p
Çocuğun Cinsiyeti	Kız	51	45,96	11,03	-1,209	,229
	Erkek	71	48,18	9,21		
O.Ö.E. Devam Etme Durumu	Evet	83	47,77	9,81	,829	,408
	Hayır	39	46,15	10,52		
Evde Okula Giden Kardeş Durumu	Evet	57	44,32	9,42	-3,139	,002**
	Hayır	65	49,83	9,91		
Baba Olmaya Hazır Hissetme	Evet	110	46,76	10,05	-1,647	,102
	Hayır	12	51,75	8,98		

Tablo 4 incelendiğinde çocukların soru sorma eğilimlerinin cinsiyetlerine (t=-1,209; p>,05), okul öncesi eğitime devam etme durumlarına (t=,829; p>,05) ve babaların çocuk dünyaya geldiğinde kendilerini baba olmaya hazır hissetme durumlarına göre anlamlı düzeyde farklılaşmadığı görülmektedir. Buna karşılık evde okula giden kardeşi bulunma durumuna göre çocukların soru sorma eğilimlerinin anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir (t=-3,139; p<,01). Evde okula giden kardeşi bulunmayan çocukların soru sorma eğilimi puan ortalamalarının (X̄=49,83), evde okula giden kardeşi bulunan çocukların puan ortalamalarından (X̄=44,32) daha yüksek olduğu görülmektedir.

Yapılan ANOVA sonuçları incelendiğinde çocukların soru sorma eğilimlerinin baba yaşı, baba öğrenim durumu, baba mesleği, çalışılan kurum türü, günlük çalışma süresi, çocuğun yaşı, oyun oynama sıklığı, kitap okuma sıklığı, ekran süresi ve çocukla gerçekleştirilen en sık etkinlik türüne göre anlamlı düzeyde farklılaşmadığı belirlenmiştir (p>,05).

Tablo 5. Çocukların soru sorma eğilimlerine ilişkin anlamlı ANOVA sonuçları

Değişken	F	p	Anlamlı Farkın Kaynağı (Tukey HSD)
Toplam çocuk sayısı	2,973	,022*	1 çocuk> 5 çocuk; 2 çocuk> 5 çocuk
Doğum sırası	2,908	,025*	Gruplar arası farkın kaynağı belirlenememiştir.
Çocukla geçirilen günlük süre	3,395	,011*	Hiç < 1-30 dk, 31-60 dk, 1-2 saat, 2 saat üzeri
Çocuğun sorularına verilen yanıt biçimi	4,862	,003**	Sabırla dinler ve açıklarım> Annesine yönlendiririm
Çocuğu düşünmeye ve soru sormaya teşvik etme	5,904	<,001***	Her zaman> Hiç, Nadiren, Ara sıra

Not. p<,05*, p<,01**, p<,001***

Tablo 5 incelendiğinde çocukların soru sorma eğilimlerinin toplam çocuk sayısına göre anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir (F(4,117)=2,973; p<,05). Yapılan Tukey HSD testi sonucunda bir çocuğa sahip babaların çocuklarının soru sorma eğilimi puanlarının (X̄=48,70) ve iki çocuğa sahip babaların çocuklarının soru sorma eğilimi puanlarının (X̄=48,11), beş çocuğa sahip babaların çocuklarının puanlarından (X̄=30,33) anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çocukların soru sorma eğilimlerinin doğum sırasına göre anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir (F(4,117)=2,908; p<,05). Ancak yapılan Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı belirlenememiştir (p>,05).

Çocukların soru sorma eğilimlerinin babalarıyla geçirdikleri günlük süreye göre anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir (F(4,117)=3,395; p<,05). Tukey HSD testi sonucunda, çocuklarıyla hiç zaman geçirmeyen babaların çocuklarının soru sorma eğilimi puanlarının diğer tüm gruplardan anlamlı düzeyde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çocukların soru sorma eğilimlerinin babaların çocuklarının sorularına verdikleri yanıt biçimine göre anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir (F(3,118)=4,862; p<,01). Yapılan Tukey HSD testi sonucunda çocuklarının sorularını sabırla dinleyip açıklamaya çalışan babaların çocuklarının soru sorma eğilimi puanlarının, çocuklarını annesine yönlendiren babaların çocuklarından anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çocukların soru sorma eğilimlerinin babaların çocuklarını düşünmeye ve soru sormaya teşvik etme düzeylerine göre anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir (F(4,117)=5,904; p<,001). Yapılan Tukey HSD testi sonucunda çocuklarını her zaman düşünmeye ve soru sormaya teşvik eden babaların çocuklarının soru sorma eğilimi puanlarının, çocuklarını hiç, nadiren ve ara sıra teşvik eden babaların çocuklarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

3.3. Babaların Çocuklarının Düşünmesini ve Soru Sormasını Teşvik Etmek Amacıyla Kullandıkları Yöntemlere İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında babalara yöneltilen "Çocuğunuzun düşünmesini ve soru sormasını nasıl teşvik edersiniz?" sorusuna verilen yanıtlar betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Açık uçlu soruya yanıt veren 91 babanın görüşleri analiz edilmiş ve babaların çocuklarının düşünmesini ve soru sormasını teşvik etmek amacıyla kullandıkları yöntemlerin beş tema altında toplandığı belirlenmiştir. Elde edilen tema ve kodlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Babaların çocuklarının düşünmesini ve soru sormasını teşvik etmek amacıyla kullandıkları yöntemlere ilişkin tema ve kodlar

Tema	Kodlar
Soru sorarak düşünmeye yönlendirme	Karşı soru sorma, açık uçlu soru sorma, çocuğun fikrini alma, düşünmeye yöneltme
Açıklama ve sohbet yoluyla destekleme	Sohbet etme, açıklama yapma, günlük yaşam örnekleri verme, iletişim kurma
Araştırma ve keşfetmeye yönlendirme	Birlikte cevap arama, araştırmaya teşvik etme, rehberlik etme, merak duygusunu destekleme
Kitap, hikâye ve görsel materyallerden yararlanma	Kitap okuma, hikâye anlatma, masal anlatma, film ve belgesel kullanma
Oyun ve etkinlikler yoluyla teşvik etme	Oyun oynama, drama kullanma, etkinlik yaptırma, materyal kullanma

Tablo 6 incelendiğinde babaların çocuklarının düşünmesini ve soru sormasını teşvik etmek amacıyla en sık soru sorarak düşünmeye yönlendirme, açıklama ve sohbet yoluyla destekleme, araştırma ve keşfetmeye yönlendirme, kitap ve hikâye kullanımından yararlanma ile oyun ve etkinlikler düzenleme yöntemlerini kullandıkları görülmektedir.

Soru sorarak düşünmeye yönlendirme teması altında babaların çocuklarının düşünme süreçlerini desteklemek amacıyla doğrudan cevap vermek yerine yeni sorular yönelttikleri belirlenmiştir. Katılımcılar özellikle açık uçlu sorular kullanarak çocukların farklı olasılıklar üzerinde düşünmelerini ve kendi görüşlerini oluşturmalarını desteklediklerini ifade etmişlerdir. Bu temaya ilişkin bazı katılımcı ifadeleri aşağıda sunulmuştur:

"Sence, sen ne düşünürsün gibi sorular sorarak." (B25)

"Ona düşündürecek sorular sorarım." (B18)

"Hazır cevaplar vermek yerine kendi fikirlerini üretmesini sağlamaya çalışırım." (B47)

Açıklama ve sohbet yoluyla destekleme teması altında babaların çocuklarının sorularını dikkatle dinledikleri, açıklayıcı yanıtlar verdikleri ve karşılıklı sohbet ortamı oluşturarak düşünme süreçlerini destekledikleri görülmüştür. Katılımcılar çocukların merak ettikleri konular hakkında konuşmanın soru sorma davranışını artırdığını belirtmişlerdir.

"Konuşmasını destekleyici açık uçlu sorular ile soru sorduğunda net cevap vererek." (B34)

"Sorduğunda sabırla dinleyip cevaplayıp tekrar sormaya cesaretlendirerek." (B60)

"Merak ettiği konuları birlikte konuşarak açıklamaya çalışırım." (B27)

Araştırma ve keşfetmeye yönlendirme teması altında babaların çocuklarının sorularına doğrudan cevap vermek yerine onları araştırmaya ve cevabı keşfetmeye yönlendirdikleri belirlenmiştir. Katılımcılar çocukların öğrenme sürecine aktif katılmalarının önemini vurgulamışlardır.

"Sorduğu bir soruya beraber yanıt ararız." (B2)

"Araştırmasını söylerim." (B10)

"Cevabı bulması için ona rehberlik ederim." (B1)

Kitap, hikâye ve görsel materyallerden yararlanma teması altında babaların kitaplar, hikâyeler, masallar ve görsel materyallerden yararlanarak çocuklarının düşünmesini desteklediklerini görülmüştür. Katılımcılar özellikle kitap okuma sonrasında çocuklarla değerlendirme yaptıklarını ve yeni sorular oluşturmalarını teşvik ettiklerini ifade etmişlerdir.

"Masal, hikâye ya da örnek olay anlatarak." (B11)

"İzlediğimiz bir belgesel veya okuduğumuz bir kitapla ilgili konuşuruz." (B14)

"Kitap okuduktan sonra birlikte değerlendirme yaparız." (B91)

Oyun ve etkinlikler yoluyla teşvik etme teması altında ise babaların oyunlar, etkinlikler ve çeşitli materyaller aracılığıyla çocuklarının merak duygularını desteklediklerini belirlenmiştir. Katılımcılar oyun ortamlarının çocukların düşüncelerini ifade etmelerine ve yeni sorular üretmelerine fırsat sunduğunu belirtmişlerdir.

"Oyun oynarken sorular sormasını teşvik ederim." (B26)

"Oyun ve drama etkinlikleri içerisinde soru-cevap yöntemini kullanırım." (B65)

"Üretmesini sağlayacak oyunlar oynamasını teşvik ederim." (B76)

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada okul öncesi dönemde baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma sonucunda baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle olumlu ilişki boyutunun çocukların ilgi soruları, WH soruları ve genel soru sorma eğilimleri ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğu görülmüştür. Buna karşılık uyumsuzluk alt boyutu ile çocukların soru sorma eğilimleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, çatışma alt boyutunun yalnızca ilgi soruları ile düşük düzeyde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, çocukların soru sorma davranışlarının olumsuz etkileşimlerden çok, destekleyici ve olumlu baba-çocuk ilişkilerinden etkilendiğini göstermektedir.

Araştırmanın bu bulgusu, baba katılımı ve olumlu ebeveyn-çocuk etkileşiminin çocukların bilişsel gelişimlerini desteklediğini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Belli vd. (2021), çocuklarının bakımına, oyunlarına ve günlük yaşam etkinliklerine aktif olarak katılan babaların çocuklarının gelişimsel açıdan daha olumlu sonuçlar gösterdiğini belirtmektedir. Benzer şekilde Gözübüyük ve Özbey (2020) ile Özbek (2025), olumlu baba-çocuk ilişkisinin çocukların öğrenmeye yönelik tutumlarını, bilişsel ve sosyal gelişimlerini desteklediğini ifade etmektedir. Uluslararası araştırmalarda da destekleyici ebeveyn tutumlarının çocukların meraklarını ifade etmelerini ve soru sorma davranışlarını artırdığı vurgulanmaktadır (Jirout & Klahr, 2020; Murray, 2022; Alaimi vd., 2020; Cui vd., 2026). Bulgular ayrıca Bağlanma Kuramı ve Vygotsky'nin Sosyokültürel Kuramı ile de örtüşmektedir. Güvenli ve destekleyici baba-çocuk ilişkileri çocukların çevrelerini keşfetmelerini kolaylaştırırken (Bowlby, 2013; Ainsworth vd., 1978), babalarla kurulan nitelikli etkileşimler çocukların düşünme süreçlerini ve öğrenmeye aktif katılımlarını desteklemektedir (Vygotsky, 1978).

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular, çocukların soru sorma eğilimlerinin çoğu demografik değişkene göre anlamlı düzeyde farklılaşmadığını göstermiştir. Buna karşın evde okula giden kardeş bulunma durumu, toplam çocuk sayısı, doğum sırası, çocukla geçirilen günlük süre, çocukların sorularına verilen yanıt biçimi ve çocukları düşünmeye ve soru sormaya teşvik etme durumuna göre anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Özellikle babalarıyla daha fazla zaman geçiren, sorularına açıklayıcı yanıtlar verilen ve düşünmeye teşvik edilen çocukların soru sorma eğilimlerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu bulgular, çocukların soru sorma davranışlarının demografik özelliklerden çok ebeveynle kurulan etkileşimin niteliğinden etkilendiğini düşündürmektedir. Alan yazında da ebeveynlerin çocuklarıyla geçirdikleri nitelikli zamanın, çocukların bilişsel ve sosyal gelişimlerini desteklediği belirtilmektedir (Belli vd., 2021; Özbek, 2025). Benzer biçimde yetişkinlerin çocukların sorularına açıklayıcı ve destekleyici biçimde yanıt vermelerinin çocukların merak duygularını ve soru sorma davranışlarını güçlendirdiği ifade edilmektedir (Jirout & Klahr, 2020; Murray, 2022). Dolayısıyla araştırma bulguları, çocukların soru sorma eğilimlerinin gelişiminde birlikte geçirilen sürenin miktarından çok, bu sürenin niteliğinin belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmanın nitel bulguları da nicel sonuçları desteklemiştir. Babaların çocuklarının düşünmesini ve soru sormasını teşvik etmek amacıyla açık uçlu sorular sorma, birlikte araştırma yapma, açıklama ve sohbet etme, kitap ve hikâyelerden yararlanma ile oyun ve çeşitli

etkinlikleri kullanma gibi çocuk merkezli yöntemlere başvurdukları belirlenmiştir. Bu bulgular, çocukların düşünme süreçlerini destekleyen yetişkin rehberliğinin önemini vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Jirout & Klahr, 2020; Murray, 2022). Ayrıca kitap okuma, oyun ve ortak etkinliklerin çocukların bilişsel gelişimlerini, dil becerilerini ve merak duygularını desteklediğini ortaya koyan araştırmalarla da benzerlik göstermektedir (Berk, 2013; Senemoğlu, 2018; Sak & Şahin Sak, 2020). Nicel ve nitel bulgular birlikte değerlendirildiğinde, çocukların soru sorma eğilimlerinin gelişiminde yalnızca olumlu baba-çocuk ilişkisinin değil, aynı zamanda çocukları düşünmeye yönlendiren, araştırmaya teşvik eden ve açıklayıcı iletişime dayanan baba tutumlarının da önemli olduğu görülmektedir.

Genel olarak araştırma bulguları, okul öncesi dönemde baba-çocuk ilişkisinin çocukların soru sorma eğilimlerinin desteklenmesinde önemli bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Çocukların meraklarının desteklendiği, düşüncelerini rahatlıkla ifade edebildikleri ve sorularına değer verildiğini hissettikleri aile ortamlarının öğrenme süreçlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bu yönüyle araştırmanın, erken çocukluk döneminde babaların çocukların bilişsel gelişimindeki rolüne ilişkin alan yazına katkı sağladığı ve baba katılımının yalnızca bakım ve sorumluluk paylaşımıyla sınırlı olmayıp çocukların düşünme ve sorgulama becerilerinin gelişiminde de önemli bir işlev üstlendiğini ortaya koyduğu değerlendirilmektedir.

Araştırma bulguları doğrultusunda uygulamaya yönelik olarak babaların çocuklarıyla kitap okuma, birlikte araştırma yapma, oyun oynama ve günlük yaşamda sohbet etmeye dayalı etkileşimleri artırmaları; çocukların sorularını açıklayıcı ve destekleyici biçimde yanıtlamaları ve onları düşünmeye teşvik eden iletişim ortamları oluşturmaları önerilebilir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda ise baba-çocuk ilişkisi ile çocukların soru sorma eğilimleri arasındaki ilişki farklı sosyoekonomik ve kültürel özelliklere sahip örneklemlerde yeniden incelenebilir. Ayrıca anne-çocuk ve baba-çocuk ilişkilerinin birlikte ele alındığı karşılaştırmalı çalışmaların yürütülmesi ve nitel ve boylamsal araştırmalarla baba etkileşiminin çocukların soru sorma davranışı üzerindeki etkisinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Ainsworth, M. D. S., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. (1978). *Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation*. Lawrence Erlbaum Associates.

Alaimi, M., Law, E., Pantasdo, K. D., Oudeyer, P.-Y., & Sauzeon, H. (2020). Pedagogical agents for fostering question-asking skills in children. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. https://doi.org/10.1145/3313831.3376776

Belli, M., Akçay Didişen, N., & Bal Yılmaz, H. (2021). Geçmişten günümüze değişen babalık rolü ve çocuk gelişimine katkıları. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8*(2), 366–371. https://doi.org/10.34087/cbusbed.806798

Berk, L. E. (2013). *Bebekler ve çocuklar: Doğum öncesinden ergenliğe* (N. Işıkoğlu Erdoğan, Çev. Ed.; 5. basımdan çeviri). Palme Yayıncılık. (Orijinal eserin basım tarihi 2008).

Bodrova, E., & Leong, D. J. (2010). *Zihnin araçları: Erken çocukluk eğitiminde Vygotsky yaklaşımı* (G. Erden, Çev.). Anı Yayıncılık.

Bowlby, J. (2013). *Bağlanma* (Çev. T. V. Soylu). Pinhan Yayıncılık. (Orijinal çalışma 1969)

Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development*. Harvard University Press.

Büyüköztürk, Ş. (2025). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (32. bs.). Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2024). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (36. bs.). Pegem Akademi.

Candan, A., & Göksun, T. (2018). Baba-çocuk etkileşimi ve çocuğun dil gelişimi: Bir gözden geçirme çalışması. *Türk Psikoloji Yazıları*, 21(42), 45-58.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2024). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev. Ed.; 5. bs.). Anı Yayıncılık.

Cui, H., Xiong, Y., Gong, J., & Zhao, J. (2026). The impact of fathers' involvement on preschoolers' resilience: A moderated mediation model. *BMC Psychology, 14*, 16. https://doi.org/10.1186/s40359-025-03774-x

Deleş, B., & Kaytez, N. (2020). Okul öncesi dönemde çocuğu olan babaların babalık rolü algısı ile baba katılım durumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *EKEV Akademi Dergisi, 24*(84), 101–116.

Eren, S. (2022). *Anne baba ilgisinin okul öncesi dönem çocuklarının öz düzenleme becerisi üzerindeki etkisi* (Doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Garcia, I. L., Fernald, L. C. H., Aboud, F. E., Otieno, R., Alu, E., & Luoto, J. E. (2022). Father involvement and early child development in a low-resource setting. *Social Science & Medicine, 302*, 114933. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.114933

Gözübüyük, A., & Özbey, S. (2020). Okul öncesi dönem çocuklarının motivasyon düzeyleri ile baba-çocuk ilişkisi arasındaki ilişkinin incelenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, *(Özel Sayı)*, 23–37. https://doi.org/10.21733/ibad.763103

Islamiah, N., Breinholst, S., Walczak, M. A., & Esbjørn, B. H. (2023). The role of fathers in children's emotion regulation development: A systematic review. *Infant and Child Development, 32*(2), e2397. https://doi.org/10.1002/icd.2397

Jirout, J., & Klahr, D. (2020). Questions—and some answers—about young children's questions. *Journal of Cognition and Development, 21*(5), 755–779. https://doi.org/10.1080/15248372.2020.1832492

Kahraman, V. (2023). *Anne-baba ve çocuk ilişkisinin okul öncesi çocuklardaki duygu düzenleme becerilerine etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Kaynar, R. (2025). *Okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 48–72 ay çocukların baba-çocuk ilişkisinin sosyal yetkinlik düzeyleri ile ilişkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Köçer, G. (2024). *Bağlanma temelli disiplin: Ödülsüz, cezasız disiplin*. Anı Yayıncılık.

Köklü, N., Büyüköztürk, Ş., & Çokluk, Ö. (2025). *Sosyal bilimler için istatistik* (29. bs.). Pegem Akademi.

Lamb, M. E. (Ed.). (2010). *The role of the father in child development* (5th ed.). John Wiley & Sons.

Merriam, S. B. (2018). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev. Ed.; 3. bs.). Nobel Akademik Yayıncılık.

Murray, J. (2022). Any questions? Young children questioning in their early childhood education settings. *European Early Childhood Education Research Journal, 30*(1), 108–130. https://doi.org/10.1080/1350293X.2022.2026436

Özbek, T. (2025). *Baba çocuk ilişkisinin yordayıcıları olarak babaların babalık rolü algıları ve bilişsel esneklik düzeyleri* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Sak, R., & Şahin Sak, İ. T. (2020). Preschoolers' difficult questions: Variations by informant and gender. *European Early Childhood Education Research Journal, 28*(4), 534–547. https://doi.org/10.1080/1350293X.2020.1783927

Sak, R. (2025). A new scale for preschool children's questioning tendencies. *Applied Cognitive Psychology, 39*(5), 1–11. https://doi.org/10.1002/acp.70121

Santrock, J. W. (2021). *Yaşam boyu gelişim: Gelişim psikolojisi* (G. Yüksel, Çev. Ed.; 13. basımdan çeviri). Nobel Akademik Yayıncılık. (Orijinal eserin basım tarihi 2011).

Senemoğlu, N. (2018). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya*. Anı Yayıncılık.

Seven, S. (2016). *Erken çocukluk döneminde bağlanma*. Anı Yayıncılık.

Uzun, H., & Baran, G. (2015). Çocuk ebeveyn ilişki ölçeği'nin okul öncesi dönemde çocuğu olan babalar için geçerlik ve güvenirlik çalışması. *InesJournal: Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi, 2*(3), 30–40.

Uzun, H., & Baran, G. (2019). Babaların Okul Öncesi Dönemdeki Çocuklarıyla İlişkisinin Bazı Değişkenlere Göre İncelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1), 47-60.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2020). *Eğitim psikolojisi: Gelişim-öğrenme-öğretim*. Pegem Akademi.

Yılmaz, A., & Aral, N. (2021). Erken çocukluk döneminde baba-çocuk etkileşimi ve çocuğun bilişsel gelişimi üzerine bir inceleme. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 8(2), 210-225.

Yoleri, S., & Köleoğlu, İ. (2024). Okul öncesi dönemde ebeveyn tutumları ve baba katılımı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi (UEAD), 8*(2), 206–221.

Yorulmaz, T. (2023). *Okul öncesi eğitime devam eden çocuğu olan babaların çocuk bakımına katılım düzeyleri ile ilgili değişkenlerin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Yörükoğlu, A. (2016). *Çocuk ruh sağlığı.* Özgür Yayınları.

OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MİLLİ EĞİTİM AKADEMİSİ HAKKINDA GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr., Fatma ÇALIŞANDEMİR 1/ Beyza DİNÇTÜRK 2

1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı, fcalisandemir@gmail.com, 000-0001-5913-0553

2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Okul Öncesi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı, beyzadincturk@icloud.com 0009-0001-6963-3725

Özet

Bu araştırmanın amacı, Okul Öncesi Öğretmenliği Lisans Programı son sınıfında öğrenim gören öğretmen adaylarının Millî Eğitim Akademisi ve Akademiye Giriş Sınavı (AGS) sistemine ilişkin görüşlerini incelemektir. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden temel nitel araştırma deseni ile yürütülmüştür. Çalışma grubunu 2025-2026 eğitim-öğretim yılında Okul Öncesi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 15 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmış, elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının çoğu öğretmen yetiştirme sürecinde uygulama ve staj çalışmalarının artırılması gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir. Katılımcılar, Millî Eğitim Akademisi kapsamında sunulan uygulama ağırlıklı eğitimi mesleki gelişim açısından yararlı bulmakla birlikte bu sürecin lisans eğitimi sonrasında ayrı bir aşama olarak yürütülmesini zaman kaybı olarak değerlendirmişlerdir. Adayların AGS ve Akademi sistemi hakkında genel olarak bilgi sahibi oldukları ancak bu bilgileri çoğunlukla sosyal medya ve çevrimiçi platformlar aracılığıyla edindikleri görülmüştür. Ayrıca Akademi'nin sağlayacağı uygulama deneyimi ve mülakat uygulamasının kaldırılması olumlu yönler olarak değerlendirilirken istihdam sürecinin uzaması, lisans eğitiminin işlevsizleştiği düşüncesi, ekonomik zorluklar, konaklama sorunları ve değerlendirme süreçlerinde objektiflik konusunda duyulan kaygılar önemli dezavantajlar olarak ifade edilmiştir. Akademi sürecinin lisans programlarına entegre edilmesi, değerlendirme süreçlerinde şeffaflığın artırılması ve adaylara sunulan ekonomik desteklerin iyileştirilmesi önerilmiştir. Araştırma sonuçları, Millî Eğitim Akademisi sisteminin öğretmen adayları tarafından uygulama temelli yönleriyle desteklendiğini ancak sistemin işleyişi, süresi ve uygulama koşullarına ilişkin önemli kaygılar taşıdıklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akademiye Giriş Sınavı (AGS), Milli Eğitim Akademisi, okul öncesi öğretmenliği, öğretmen yetiştirme

AN INVESTIGATION INTO PRE-SERVICE PRESCHOOL TEACHERS' OPINIONS ON THE NATIONAL EDUCATION ACADEMY

Prof. Dr., Fatma ÇALIŞANDEMİR 1/ Master's Student, Beyza DİNÇTÜRK 2

1Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Education, Department of Basic Education, Division of Early Childhood Education, fcalisandemir@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5913-0553

2Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Graduate School of Educational Sciences, Master's Program in Early Childhood Education, beyzadincturk@icloud.com ORCID: 0009-0001-6963-3725

Abstract

The purpose of this study is to examine the views of pre-service teachers studying in the final year of the Undergraduate Pre-School Teacher Education Program regarding the National Education Academy and the Academy Entrance Examination (AGS) system. The study was conducted using the basic qualitative research design, one of the qualitative research methods. The study group consists of 15 pre-service teachers studying in the Pre-School Teacher Education Program during the 2025-2026 academic year. Participants were determined using the criterion sampling technique, which is one of the purposeful sampling methods. The research data were collected through a semi-structured interview form developed by the researchers, and the obtained data were analyzed using the descriptive analysis method. As a result of the study, it was determined that most of the pre-service teachers believe that practice and internship activities should be increased in the teacher training process. While the participants found the practice-oriented education offered within the scope of the National Education Academy beneficial for professional development, they considered conducting this process as a separate stage after undergraduate education to be a waste of time. It was observed that the candidates generally had information about the AGS and the Academy system, but they mostly acquired this information through social media and online platforms. Furthermore, while the practical experience to be provided by the Academy and the removal of the interview practice were evaluated as positive aspects, the prolonged employment process, the thought that undergraduate education has become dysfunctional, economic difficulties, accommodation problems, and concerns regarding objectivity in the evaluation processes were expressed as significant disadvantages. It was recommended to integrate the Academy process into undergraduate programs, increase transparency in the evaluation processes, and improve the economic support provided to candidates. The research results show that the National Education Academy system is supported by pre-service teachers for its practice-based aspects, but they carry significant concerns regarding the operation, duration, and implementation conditions of the system.

Keywords: Academy Entrance Examination (AGS), National Education Academy, pre-school teacher education, teacher training

GİRİŞ

Eğitim sistemlerinin niteliği ve sürdürülebilir başarısı, o sistemin en temel uygulayıcısı ve mimarı konumunda olan öğretmenlerin mesleki yetkinlikleri, pedagojik donanımları ve entelektüel derinlikleri ile doğrudan sınırlıdır (Şişman, 2016). Özellikle çocukların bilişsel, sosyal, duygusal ve motor gelişimlerinin en hızlı olduğu, kişilik yapısının ve temel yaşam becerilerinin temellerinin atıldığı erken çocukluk dönemi göz önüne alındığında, okul öncesi öğretmenlerinin sahip olması gereken yeterlikler çok daha kritik bir vizyon kazanmaktadır (Woodhead, 2006). Erken çocukluk öğretmenlerinin niteliği, eğitim sistemlerinin çıktı kalitesini belirleyen birincil ve bağımsız bir değişken olarak kabul edilmektedir (Nitecki, 2015). Bu doğrultuda, National Association for the Education of Young Children [NAEYC] (2020) standartları, okul öncesi öğretmenlerinin yalnızca kuramsal pedagojik bilgiye sahip olmasını yetersiz görmekte çocukları doğal ortamlarında gözlemleyebilme ve gelişimsel riskleri erken fark ederek yapılandırılmamış oyun süreçlerini eğitimsel amaçlar doğrultusunda klinik bir profesyonellikle yönetebilme becerisini zorunlu kılmaktadır.

Türkiye'de öğretmen yetiştirme süreci Cumhuriyet'in ilanından bu yana sürekli bir arayış, kurumsal reform ve yapısal dönüşüm dönemi içinde olmuştur (Akyüz, 2019). 1982 yılında yürürlüğe giren 41 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile öğretmen yetiştirme görevinin bütünüyle üniversitelere ve Eğitim Fakültelerine devredilmesi, sistemin en radikal dönüm noktalarından birini oluşturmuştur (Kavak vd., 2012). Yükseköğretim normlarında öğretmenlik mesleğinin lisans düzeyinde akademik bir saygınlık kazanması amaçlansa da (Sağlam & Özüdoğru, 2017), zaman içerisinde üniversitelerin teorik ağırlıklı yapısı ile Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) dinamik uygulama sahası arasındaki kurumsal uyumsuzluklar ve kopukluklar kronik bir eleştiri konusu haline gelmiştir (TEDMEM, 2022). Hizmet öncesi eğitimde üst düzey teorik bilgiyle donatılan öğretmen adaylarının, mezuniyet sonrasında gerçek sınıf ortamının sosyo-kültürel, idari ve klinik gerçeklerine uyum sağlamakta zorlandıkları, sınıf yönetimi ve problem davranışlarla baş etme gibi pratik süreçlerde ciddi bir uygulama boşluğu yaşadıkları, yapılan araştırmalarda sıklıkla ortaya konmuştur (Kandır vd., 2012).

Söz konusu teori-uygulama kopukluğunu gidermek, mesleki standartları standardize etmek ve öğretmen yetiştirme sürecini tek bir kurumsal çatı altında toplamak amacıyla 2024 yılında yasalaşan 7528 sayılı Öğretmenlik Mesleği Kanunu ile Türk eğitim politikasında köklü bir sistem değişikliğine gidilmiştir (Resmî Gazete, 2024). Bu yasal reformun en somut ve tartışılan kurumsal çıktısı olan Millî Eğitim Akademisi, öğretmenliğe kabul, adaylık eğitimi ve sürekli mesleki gelişimi esas alan yeni bir dönemi başlatmıştır (Polat, 2024). Akademi modeliyle birlikte, geleneksel Kamu Personeli Seçme Sınavı (KPSS) odaklı istihdam yapısı değiştirilerek yerine Akademiye Giriş Sınavı (AGS) ile Öğretmenlik Alan Bilgisi Testi (ÖABT) puanlarının esas alındığı yeni bir seçme mekanizması getirilmiştir (MEB, 2024a). Sınav aşamasını başarıyla tamamlayan lisans mezunu öğretmen adaylarının, doğrudan göreve atanmak yerine, teorik ve klinik uygulama ağırlıklı derslerden oluşan, Eğitim Fakültesi mezunları için 3 dönem süren yoğun bir "Hazırlık Eğitimi" sürecine dâhil edilmesi kararlaştırılmıştır (MEB, 2024c). Kurumsal olarak eğitim bilimleri literatüründeki klinik öğretmen eğitimi yaklaşımını merkeze aldığını iddia eden bu yapı, bir yandan üniversite-okul iş birliğini yasal bir zemine oturtmayı hedeflerken diğer yandan öğretmenlik mesleğinin yasal statüsünü, istihdam sürelerini ve Eğitim Fakültelerinin işlevselliğini yeniden tartışmaya açmıştır (Karataş, 2024; Özoğlu, 2010).

Milli Eğitim Akademisi'nin kuruluşu ve yürürlüğe giren yeni ÖMK mevzuatı Türk eğitim sisteminin son yıllarda karşılaştığı en radikal ve kapsamlı yapısal reform hareketidir (Arslan & Öpöz, 2024). Bu reform, öğretmen adaylarının kariyer basamaklarını, ekonomik durumlarını, coğrafi hareketliliklerini ve mesleki kimlik algılarını doğrudan ve kökten etkileyen yeni bir ekosistem yaratmıştır (Yılmaz, 2025). Ancak makro düzeydeki eğitim politikalarının teorik tasarımı ile bu politikaların birincil muhatabı ve uygulayıcısı konumunda olan paydaşların algıları, beklentileri ve hissettikleri psikolojik bariyerler arasında her zaman bir uyum bulunmamaktadır (Turhan & Okuldaş, 2025). Sistemin başarısı, kurumsal kuralların katılığı kadar sürece dâhil olan bireylerin bu sistemi nasıl anlamlandırdığı ile yakından ilişkilidir.

Milli Eğitim Akademisi'nin kurumsal temellerinin atıldığı ilk dönemlerde çalışmaların daha çok yönetsel, idari ve hukuki boyutlar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Karataş, 2024). Sistemin 2025 yılı itibarıyla uygulamaya konmasıyla birlikte bilimsel araştırmalar hız kazanmış; öğretim üyelerinin fakültelerin işlevsizleşmesi riskine dair kurumsal endişeleri (Pınar & Sarıçam, 2025) ve farklı branşlardaki öğretmen adaylarının yaşadığı genel kaygılar (Gül, 2025; Yıldırım & Çalışkan, 2025) rapor edilmeye başlanmıştır. Nitelikli öğretmen yetiştirmede klinik eğitim yaklaşımının önemi alan yazında kabul edilse de (Özüdoğru & İpek, 2026), bu modelin lisans eğitimi sonrasına ek bir aşama olarak eklenmesi adaylar tarafından hayata atılmayı erteleyen bir istihdam geciktirme stratejisi, zaman kaybı ve Eğitim Fakültesi diplomasının işlevsizleştirilmesi olarak algılanabilmektedir (Gül, 2025; Polat, 2024).

Bu genel sistemsel tartışmaların ötesinde okul öncesi eğitimi branşı, kendine has gelişimsel, pedagojik ve klinik dinamikleri nedeniyle yeni Akademi modelinden en hassas şekilde etkilenen alanların başında gelmektedir. Erken çocukluk pedagojisinin esnek, çocuk merkezli, yaratıcı ve oyun tabanlı doğası (Farran, 2011; Şahin, 2019), Akademinin tek tipçi, mevzuat odaklı ve katı bürokratik yapısıyla yapısal bir tezat oluşturma riski taşımaktadır (Polat, 2024). Yeni kurumsal yapılanmada Okul Öncesi Öğretmenliği alanına ait hazırlık eğitim merkezinin coğrafi olarak sadece Sivas ilinde sınırlandırılmış olması Türkiye'nin farklı üniversitelerinde öğrenim gören adaylar üzerinde barınma, ulaşım ve geçim anksiyetesi gibi ciddi sosyo-ekonomik ve lojistik bariyerler meydana getirmiştir (Arslan & Öpöz, 2024; Yılmaz, 2025).

Bu araştırmanın temel amacı Okul Öncesi Öğretmenliği Lisans Programı son sınıfında öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının yeni yürürlüğe girmiş olan Millî Eğitim Akademisi ve Akademi Giriş Sınavı (AGS) sistemi hakkındaki görüş, algı, deneyim ve gelecek beklentilerini derinlemesine incelemektir. Bu genel amaç doğrultusunda öğretmen adaylarının ideal öğretmen yetiştirme süreçlerine dair önerileri, yeni sistem hakkındaki bilgi ve farkındalık düzeyleri, Akademinin eğitim sistemine ve kendi yaşamlarına yönelik algıladıkları avantaj ve dezavantajlar ile süreç sonundaki elenme riskine, lojistik/ekonomik şartlara dair hissettikleri gelecek kaygılarının belirlenmesi hedeflenmektedir.

Mezuniyet aşamasına gelmiş ve doğrudan AGS ve Akademi mevzuatının ilk muhatabı konumunda olan ve aktif olarak öğretmenlik uygulaması stajını yürüten okul öncesi öğretmen adaylarının bu yeni sistem karşısında ne hissettikleri, kurumsal olarak ne düzeyde bilgilendirildikleri ve Akademinin getirdiği objektif/subjektif değerlendirme kriterlerine yönelik güven düzeyleri henüz yeterince derinlemesine incelenmemiştir. Adayların Eğitim Fakültesi diplomasına yönelik geliştirdikleri kurumsal kimlik savunması ile Akademinin sunduğu pratik imkanlar arasındaki çift kutuplu algının (Gül, 2025; Polat, 2024) okul öncesi

özelinde ortaya konulması, sistemin sahadaki meşruiyet krizini anlamak adına kritik bir gerekliliktir. Bu bağlamda, Okul Öncesi Öğretmenliği son sınıf öğrencilerinin perspektifinden Millî Eğitim Akademisi ve AGS sisteminin yarattığı algı, kaygı, gelecek beklentisi ve direnç noktalarının derinlemesine çözümlenmesi bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Alan yazında Millî Eğitim Akademisi'ne yönelik genel algı (Gül, 2025) veya farklı branşlar (Ceylan, 2025; Özgür vd., 2025) üzerine çalışmalar mevcutken, okul öncesi öğretmen adaylarının odak noktasına alındığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Çalışma, erken çocukluk eğitiminin doğası ile Akademinin yapısı arasındaki uyumu aday penceresinden tartışarak literatürdeki bu boşluğu doldurmaktadır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırmanın kuramsal temellerini oluşturan Milli Eğitim Akademisi kavramı, akademinin sistemdeki yeri, tarihten günümüze öğretmen yetiştirme sistemleri ve uluslararası sistemler, okul öncesi öğretmenliği incelenmiştir. Konuya ilişkin daha önce yapılan araştırmalara yer verilmiştir. Böylece araştırmanın kuramsal altyapısı oluşturularak mevcut çalışmanın alan yazındaki yeri ortaya konulmuştur.

1.1. Milli Eğitim Akademisi Kavramı ve Yapısı

Millî Eğitim Akademisi Başkanlığı, öğretmenlik mesleğine hazırlık, yönetici yetiştirme, kariyer basamaklarında ilerleme ve görevde yükselme süreçlerini destekleyen eğitim programlarını hazırlamak ve uygulamak amacıyla yapılandırılmıştır. Başkanlığın görevleri arasında öğretmen, yönetici ve diğer personelin yeterliklerini belirlemek, güncellemek ve geliştirmek; bilgi, beceri, tutum, değer ve dijital yeterlik kazandırmaya yönelik eğitim faaliyetleri planlamak yer almaktadır. Ayrıca eğitim ihtiyaçlarının tespit edilmesi, bu ihtiyaçlara uygun programların geliştirilmesi ve uygulama süreçlerinin izlenmesi de Başkanlığın sorumluluk alanı içinde değerlendirilmektedir. Gerekli şartlar sağlandığında özel öğretim kurumları ve diğer kamu personeline eğitim verilmesi; bilimsel-teknolojik gelişmelerin izlenmesi, yayın, araştırma, proje ve iş birliklerinin yürütülmesi ile kültürel, sanatsal ve sportif etkinlikler aracılığıyla personelin gelişiminin desteklenmesi hedeflenmektedir (MEB, 2025).

Millî Eğitim Akademisi, öğretmen yetiştirme sürecini yalnızca aday öğretmenlerin mesleğe hazırlanmasıyla sınırlamayan; yönetici yetiştirme, kariyer gelişimi ve mesleki uzmanlaşmayı da kapsayan yeni bir yapı olarak öne çıkmaktadır. Bu çerçevede okul yöneticiliğinin öğretmenlikten ayrı, bilgi ve uzmanlık gerektiren profesyonel bir alan olarak ele alınması önemli bir yenilik olarak değerlendirilmektedir. Ancak yönetici yetiştirme eğitimlerinin yalnızca Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde yürütülmesi ve üniversitelerle güçlü bir iş birliği zemininin oluşturulmaması, bu yapının eleştirilen yönlerinden biridir. Her ne kadar akademilerin öğretmen yeterliklerini geliştirme, eğitimde kaliteyi artırma, araştırma ve politika üretimine katkı sağlama gibi geniş amaçlarla kurulduğu belirtilse de, uygulamada lisans mezunu öğretmen adaylarının sınıf ortamına uyumunu destekleyen ve atanma sürecine eklenen yeni bir hazırlık aşaması olarak konumlandığı söylenebilir (Karataş, 2024; Polat, 2024).

Bu kurumsal yapılanmanın öğretmen adayları açısından en somut yansıması, akademiye kabul ve atama öncesi hazırlık sürecinde ortaya çıkmaktadır. Yapılan düzenlemeyle birlikte, akademiye girişte KPSS'nin yerine AGS'nin (Akademi Giriş Sınavı) uygulanacağı belirtilmiştir. MEB-AGS sistemi, Akademi Giriş Sınavı (AGS) ve Öğretmenlik Alan Bilgisi

Testi (ÖABT) olmak üzere iki temel oturumdan oluşmaktadır. Alan bilgisi sınavı uygulanan öğretmenlik branşlarında adayların MEB-AGS puanı, AGS ve ÖABT puanlarının %50'şer oranında birleştirilmesiyle hesaplanacaktır. Yabancı dil öğretmenliği alanlarında ise ÖABT yerine YDS veya e-YDS puanı dikkate alınacak ve adayların nihai puanı AGS ile yabancı dil sınavı puanlarının eşit ağırlıkla değerlendirilmesi sonucunda belirlenecektir. ÖABT ya da YDS/e-YDS uygulaması bulunmayan öğretmenlik alanlarında ise MEB-AGS puanı yalnızca AGS puanına göre oluşturulacaktır.

MEB-AGS; sözel ve sayısal yetenek, tarih, Türkiye coğrafyası, eğitimin temelleri, Türk millî eğitim sistemi ve ilgili mevzuat konularını kapsamakta ve toplam 80 sorudan oluşmaktadır. Mevzuat içeriğinde Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu, 222 sayılı İlköğretim ve Eğitim Kanunu ile 7528 sayılı Öğretmenlik Mesleği Kanunu yer almaktadır. ÖABT oturumu ise adayların alan bilgilerini değerlendirmeye yönelik 50 sorudan oluşacaktır (MEB, 2024a, MEB, 2024b).

Millî Eğitim Akademisi'ne kabul sürecinde adayların MEB-AGS puan sıralaması esas alınacak; akademiye yerleşen adaylar teorik ve uygulamalı eğitimlerden oluşan bir hazırlık sürecine dâhil edilecektir. Teorik derslerde adayların başarı durumu, her ders için yapılacak iki sınavla değerlendirilecek ve 60 puan ile üzeri başarı ölçütü olarak kabul edilecektir. Başarısız olan adaylara ek sınav hakkı verilecektir. Uygulamalı derslerde ise üç aşamalı bir değerlendirme sistemi uygulanacak; başarı puanı ilk değerlendirmenin %20'si, ikinci değerlendirmenin %30'u ve üçüncü değerlendirmenin %50'si alınarak hesaplanacaktır. Hazırlık eğitimi sonunda atamaya esas puan, teorik ders başarı ortalamasının %40'ı ile uygulamalı ders başarı ortalamasının %60'ının birleştirilmesiyle belirlenecektir (MEB, 2024a).

Millî Eğitim Akademisi'nde yürütülecek hazırlık eğitiminin süresi, eğitim fakültesi mezunları için üç dönem; diğer fakültelerden mezun olan adaylar için ise dört dönem olarak planlanmıştır. Bu süreçte öğretmen adaylarının mesleki yeterliklerini geliştirmek ve uygulama alanına uyumlarını desteklemek amacıyla "Yetiştirme Programı" uygulanacaktır. Program kapsamında adayların 240 saatlik hizmet içi eğitime katılmaları öngörülmekte; gözlem ve uygulama çalışmalarında ise adaylara rehberlik etmek üzere danışman öğretmen görevlendirileceği belirtilmektedir (MEB, 2024c, 2024d).

1.2. Akademinin Öğretmen Yetiştirme Sistemindeki Yeri

Bir eğitim sisteminin başarısı ve niteliği, o sistemin en temel uygulayıcısı konumundaki öğretmenlerin yetkinlikleri ile doğrudan sınırlandırılmıştır (Şişman, 2016). Türkiye'de öğretmen yetiştirme süreci Cumhuriyet'in ilanından bu yana sürekli bir arayış ve yapısal reform dönemi içinde olmuştur. 1982 yılında yürürlüğe giren 41 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile öğretmen yetiştirme görevinin bütünüyle üniversitelere ve Eğitim Fakültelerine devredilmesi, sistemin en radikal dönüm noktalarından biridir (Akyüz, 2019). Ancak süreç içerisinde yükseköğretim kurumlarının teorik ağırlıklı yapısı ile Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) uygulama sahası arasındaki uyumsuzluklar sürekli bir eleştiri konusu haline gelmiştir (Polat, 2024; TEDMEM, 2022).

Bu uyumsuzlukları gidermek, mesleki standartları yükseltmek ve öğretmen yetiştirme sürecini tek bir kurumsal şemsiye altında toplamak amacıyla hayata geçirilen Milli Eğitim Akademisi, Türk eğitim politikasında yeni bir dönemin başlangıcını temsil etmektedir. Polat (2024)

tarafından vurgulandığı üzere, Akademi sadece bürokratik bir ara mekanizma değildir. Bunun yanı sıra öğretmenliğe kabul, adaylık eğitimi ve kariyer basamaklarında sürekli gelişimi esas alan köklü bir sistem değişimidir.

1.3. Okul Öncesi Öğretmenliği ve Mesleki Yeterlikler

Okul öncesi dönemi, çocukların bilişsel, sosyal, duygusal ve motor gelişimlerinin en hızlı olduğu, kişilik yapısının temellerinin atıldığı kritik bir gelişim sürecini kapsamaktadır (Piaget, 1952; Woodhead, 2006). Bu denli kritik bir dönemde eğitim hizmeti sunan okul öncesi öğretmenlerinin sahip olması gereken mesleki yeterlikler, genel öğretmenlik yeterliklerinin ötesinde pedagojik, psikolojik ve klinik uzmanlıklar gerektirmektir (Gelişli & Bilgin, 2020). Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2017) tarafından güncellenen Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri incelendiğinde; mesleki bilgi, mesleki beceri ile tutum ve değerler olmak üzere üç temel yetkinlik alanı öne çıkmaktadır. Okul öncesi öğretmenliği özelinde bu yeterlikler; erken çocukluk gelişim ilkelerini bilme, oyun tabanlı öğrenme ortamları tasarlama, çocuk merkezli ölçme-değerlendirme yaklaşımlarını yürütme ve aile katılım süreçlerini yönetme becerileri etrafında şekillenmektedir (Farran, 2011; Şahin, 2019).

Uluslararası alanyazında erken çocukluk öğretmenlerinin niteliği, eğitim sistemlerinin çıktı kalitesini belirleyen en temel değişken olarak kabul edilmektedir (Nitecki, 2015). Erken çocukluk eğitimi üzerine odaklanan en köklü kuruluşlardan biri olan National Association for the Education of Young Children [NAEYC] (2020) standartlarına göre okul öncesi öğretmenlerinin sadece kuramsal bilgiye sahip olması yeterli görülmemektedir. Çocukları doğal ortamlarında gözlemleyebilme, gelişimsel riskleri erken fark edebilme ve yapılandırılmamış oyun süreçlerini eğitimsel amaçlar doğrultusunda rehberlikle yönetebilme gibi yüksek düzeyde uygulama becerilerine sahip olmaları zorunlu kılınmaktadır.

Türkiye bağlamında okul öncesi öğretmen adaylarının bu yeterlikleri kazanma düzeyleri incelendiğinde, lisans düzeyindeki teorik ders yoğunluğunun okullarla bütünleşmesinde yapısal sorunlar yaşandığı bilinmektedir (Polat, 2024; YÖK, 2018). Öğretmen adaylarının özellikle sınıf yönetimi, problem davranışlarla baş etme ve kaynaştırma öğrencilerinin eğitim süreçlerini planlama konularında hizmet öncesi eğitimde kendilerini yetersiz hissettikleri araştırmalarla ortaya konmuştur (Kandır, İnal & Özbey, 2012). Bu durum, Millî Eğitim Akademisi bünyesinde verilmesi planlanan pratik tabanlı eğitimin önemini teorik olarak destekler görünse de, erken çocukluk pedagojisinin kendine has esnek, yaratıcı ve çocuk odaklı doğasının, akademinin tek tipçi ve katı mevzuat odaklı yapısıyla nasıl uyumlulaştırılacağı sorusu güncel bir tartışma alanıdır (Polat, 2024).

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve elde edilen verilerin analizinde izlenen bilimsel süreçler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, okul öncesi öğretmen adaylarının Millî Eğitim Akademisi sistemine yönelik görüşlerini ve bu sisteme yükledikleri anlamları derinlemesine incelemek amacıyla nitel araştırma yaklaşımlarından temel nitel araştırma modeli ile tasarlanmıştır. Temel nitel araştırmalar; bireylerin kendilerini, çevrelerini ve içinde bulundukları deneyimleri nasıl yapılandırdıklarını, bu süreçlere nasıl bir anlam yüklediklerini ve algılarını doğrudan ortaya

çıkarmayı hedefleyen çalışmalar için oldukça uygundur (Creswell, 2013; Merriam, 2009). Bu doğrultuda araştırma, katılımcıların yeni akademi modeline yönelik bakış açılarını ve kurumsal beklentilerini var olan doğal gerçekliği içinde betimlemek amacıyla bu desenle yürütülmüştür.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2025-2026 eğitim-öğretim yılında Okul Öncesi Öğretmenliği Lisans Programı 4. sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 15 okul öncesi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde, nitel araştırma yöntemlerinde sıklıkla tercih edilen amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır (Miles & Huberman, 1994). Araştırmanın temel ölçütü; katılımcıların mezuniyet aşamasında olmaları, aktif olarak okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması staj süreçlerini yürütüyor olmaları ve doğrudan AGS ile Millî Eğitim Akademisi yasal mevzuatının muhatabı konumunda bulunmalarıdır. Katılımcıların gizliliğini korumak amacıyla isimleri gizli tutulmuş, kendileri K1'den K15'e kadar kodlanmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri, araştırmacı tarafından geliştirilen ve uzman görüşü doğrultusunda yapılandırılan Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu aracılığıyla toplanmıştır. Formun hazırlanma sürecinde okul öncesi eğitimi ve eğitim yönetimi alanında uzman dört öğretim üyesinin görüşlerine başvurulmuş, dil ve anlaşılırlık kontrolü yapılmıştır. Geri bildirimler soncunda sorulardan üçü bölünmüştür. Ayrıca 4 yeni soru eklenmiştir. Form, öğretmen adaylarının ideal öğretmen yetiştirme süreçlerine dair önerilerini, AGS ve Akademiye yönelik bilgi düzeylerini, sistemin algılanan avantajları ile dezavantajlarını, hissettikleri kaygıları ve sistemden beklentilerini belirlemeye yönelik açık uçlu sorulardan oluşmaktadır.

2.4. Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci, 2026 yılının Nisan-Mayıs aylarında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara araştırmanın amacı, verilerin sadece bilimsel bir araştırma için kullanılacağı ve kimlik bilgilerinin kesinlikle saklı tutulacağı açıklanarak sözlü onamları alınmıştır. Görüşmeler öğretmen adaylarının kendilerini rahat ifade edebilecekleri sessiz ve uygun bir akademik ortamda, yüz yüze mülakatlar şeklinde ve çevrimiçi ortamlarda yürütülmüştür. Her bir görüşme ortalama 20-30 dakika sürmüş, katılımcıların izinleri doğrultusunda kayıtlar yazılı forma dökülerek veri kaybının önüne geçilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında, okul öncesi öğretmen adaylarından yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla elde edilen nitel verilerin çözümlenmesinde, nitel araştırma desenlerinde sıklıkla tercih edilen betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Nitel araştırma metodolojisinde betimsel analiz, elde edilen verilerin araştırma sorularının ortaya koyduğu temalar çerçevesinde organize edilerek, okuyucuya özetlenmiş, doğrudan aktarılmış ve ham veri setinin özünü bozmayacak şekilde yorumlanmış bir biçimde sunulmasını amaçlar (Creswell, 2013; Merriam, 2009).

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının (K1-K15) Millî Eğitim Akademisi ve Akademi Giriş Sınavı (AGS) sistemine yönelik yapılandırılmış görüşleri, algıları, endişeleri ve

gelecek beklentilerine ilişkin elde edilen bulgular betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Katılımcılardan elde edilen açık uçlu veriler, nitel araştırma desenlerine uygun olarak kodlanmış; birbiriyle ilişkili kodlar bir araya getirilerek dört temel tematik kategori altında toplanmıştır. Verilerin sunumunda, temaların genel dağılımını gösteren frekans (f) tablolarına yer verilmiş, sayısal verilerin derinlemesine açıklanması amacıyla katılımcıların özgün ifadelerinden doğrudan alıntılar yapılarak akademik bir dille tartışılmıştır.

3.1. Öğretmen Yetiştirme Sürecinin Yapısal Boyutuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarına yöneltilen *"Öğretmen adaylarının eğitim süreci sizce nasıl olmalıdır?"* sorusuna verilen yanıtların betimsel analiz sonucunda oluşan tematik kategoriler ve kod dağılımları Tablo 1'de ayrıntılı olarak sunulmuştur;

Tablo 1. Öğretmen Yetiştirme Sürecinin İdeal Yapısına Yönelik Katılımcı Görüşleri

Tematik Kategoriler	Alt Kategoriler (Kodlar)	Katılımcı Kodları	f (kişi sayısı)
Saha Uygulaması ve Klinik Deneyim Odaklılık	• Staj uygulamalarının artırılması ve sürekliliği	K1, K3, K6, K7, K12, K15	6
	• Lisansın son yılının tamamen staja ayrılması	K4, K9	2
	• Uygulamanın ilk sınıftan (1. sınıf) itibaren başlatılması	K14	1
	• Çocuk psikolojisi ve ilk yardım gibi pratik tabanlı eğitimler	K10, K12	2
Kurumsal / Mevcut Yapının Muhafazası	• Lisans eğitiminin / Fakülte yapısının tek başına yeterli olması	K2, K8, K11, K13	4
	• Güçlü bir teorik altyapının ilk yıllarda (İlk 2 yıl) verilmesi	K5, K6, K12	3
	• Zorunlu bazı genel derslerin kaldırılarak alana odaklanılması	K12	1

Tablo 1'deki bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının çok büyük bir kısmının öğretmen yetiştirme modelinde Saha Uygulaması ve Klinik Deneyim Odaklılık kategorisinde birleştiği görülmektedir. Katılımcılar, üniversitelerde verilen teorik eğitimlerin pratik sahada karşılık bulabilmesi için staj eğitimlerinin hem süre hem de içerik bakımından zenginleştirilmesini talep etmektedirler. Bu temada, lisans eğitiminin son senesinin tamamen okul pratiklerine ayrılmasını öneren K4 kodlu katılımcı görüşünü şu şekilde dile getirmektedir: "Son yılın tamamen stajla geçmesini uygun görüyorum uygulama daha ağırlıklı olmalı."

Uygulamanın zamansal olarak tüm lisans sürecine yayılması gerektiğini ve öğretmen adaylarının mesleğin en başından itibaren çocuklarla temas etmesi gerektiğini savunan K14 ise şu değerlendirmede bulunmuştur: "Uygulamaları derslerin 1. sınıfta itibaren başlaması gerekmekte bence. Meslek içeriğine dair daha fazla ders verilmeli ve sürekli meslekteki öğretmenlerle adayların sürekli iç içe olması gerekmekte."

3.2. Yeni Sınav Sistemi ve Akademi Farkındalığına İlişkin Bulgular

Katılımcıların yürürlüğe giren yeni sınav sistemi (AGS) hakkındaki bilgi düzeyleri, sınavın kapsamına dair algıları ve bu bilgileri edindikleri kanallara yönelik analiz sonuçları Tablo 2'de detaylandırılmıştır.

Tablo 2. AGS ve Akademiye Yönelik Farkındalık Düzeyleri ve Bilgi Kaynakları

Tematik Kategoriler	Alt Kategoriler (Kodlar)	Katılımcı Kodları	f (Kişi Sayısı)
Sistemik Bilgi / Farkındalık Düzeyi	• Net ve detaylı bilgi sahibi olma	K1, K4, K5, K6, K7, K8, K11, K13, K14	9
	• Sınırlı / Kısmen / Biraz bilgi sahibi olma	K2, K3, K9, K12, K15	5
	• Hiç bilgi sahibi olmama	K10	1
Bilgiyi Edinme Mecraları / Kaynakları	• Sosyal medya ağları ve internet platformları	K1, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K11, K12, K13, K14	12
	• Üniversitedeki öğretim üyeleri (Bölüm hocaları)	K1, K2, K4, K5, K7, K8, K11, K13, K14, K15	10
	• Akran/Arkadaş çevresi paylaşımları ve kurslar	K2, K3, K10, K12, K14, K15	6
	• Resmî devlet kanalları (MEB, ÖSYM web siteleri)	K11, K13, K14	3

Tablo 2 verilerine göre, öğretmen adaylarının sınav sistemindeki yapısal değişiklikleri yakından takip ettiği ve yüksek düzeyde farkındalığa sahip olduğu örülmektedir. Ancak bu farkındalığın kaynağı incelendiğinde, kurumsal iletişim kanallarının zayıf kaldığı, adayların bilgiyi çoğunlukla sosyal medya ve üniversite hocaları üzerinden edindikleri saptanmıştır. Sınavın içeriği, soru sayıları ve takvimi hakkında teknik detaylara sahip olan K1, edindiği bilgileri şu şekilde aktarmaktadır: "Sınava girdikten sonra 1000-1300 kontenjanımız olduğunu biliyorum. YÖK'ün düzenlediği tarzda bir sınav. YKS, ALES gibi girişi olan bir sınav. 12 Temmuz'da

sınav var. İçeriğinde eğitim bilimleri, Türkçe, matematik ve ÖABT derslerinin olduğu bir sınav olduğunu biliyorum."

Sistemin sürekli değişmesinden ve konu değişikliklerinden yakınan K15 ise kurumsal bilgi eksikliğine atıfta bulunarak durumunu şöyle açıklamıştır: "Sistem sürekli değişiyor konu bazında devamlı değişiklik oluyor. Soru sayısının azaltıldığını biliyorum."

Adayların resmi kurum sitelerinden ziyade ziyade sosyal ağlara yönelmesi, yeni sistemin kamuoyuna aktarılmasında adayların bilgiyi informal ağlardan filtrelediğini göstermektedir.

3.3. Milli Eğitim Akademisi Modelinin Avantaj ve Dezavantajları

Öğretmen adaylarının, Millî Eğitim Akademisi'nin hayata geçirilmesini hem eğitim sistemine genel katkıları hem de kendi sosyo-ekonomik ve psikolojik yaşamları üzerindeki etkileri bağlamında nasıl değerlendirdiklerine ilişkin bulgular Tablo 3'te yapılandırılmıştır.

Tablo 3. Akademi Sisteminin Eğitime ve Adaya Yönelik Avantaj/Dezavantaj Algısı

Tematik Kategoriler	Alt Kategoriler (Kodlar)	Katılımcı Kodları	f (Kişi Sayısı)
Sistemin Sağlayacağı Algılanan Avantajlar	• Mesleğe başlamadan önce uzun süreli pratik/prova imkanı	K1, K3, K5, K7, K9, K10, K12, K14, K15	9
	• Akademi eğitimi süresince cüzi bir ücret/maaş desteği	K3, K4, K6, K7, K13, K14	6
	• Atama sürecindeki şaibeli mülakat sistemini bitirmesi	K1, K11	2
	• Sadece mesleği gerçekten isteyen nitelikli kişileri ayıklaması	K3, K12	2
Sistemin Yaratacağı Algılanan Dezavantajlar	• Vakit/Zaman kaybı ve hayata atılmanın 1 yıl ötelenmesi	K2, K3, K6, K7, K9, K10, K11, K12, K14, K15	10
	• Fakültede alınan teorik derslerin akademide tekrarlanması	K2, K6, K12, K13, K15	5
	• Sınırlı lokasyon (Sivas) nedeniyle barınma ve geçim krizi	K2, K4, K7, K12, K14	5
	• Unvan erozyonu ("Öğretmen" yerine "Aday" statüsü)	K5, K7, K11, K15	4

Tablo 3, ayrıntılı olarak incelendiğinde adayların zihninde çift kutuplu bir algı yapısı göze çarpmaktadır. Adaylar akademiyi kuramsal olarak sahaya hazırlık provası ve maddi destek yönleriyle olumlama eğilimindeyken; uygulamada bu modelin bir istihdam geciktirme ve mezun yığılmasını erteleme stratejisi olduğunu düşünmektedirler. Akademinin öğretmenlik mesleğinin saygınlığına zarar verdiğini ve mezunları gereksiz yere oyaladığını savunan K6, olumsuz algısını şu sözlerle yapılandırmaktadır: "Mezunları oylamak gibi bir şey. Çok fazla

işsizlik durumundan kaynaklı oyalama durumu olduğunu düşünüyorum aynı zamanda öğretmenlerin itibarı düşürülüyor yetersiz görüldüğümüz için."

Benzer şekilde, 4 yıl boyunca dirsek çürüttükleri lisans eğitiminin yok sayıldığını hisseden ve zaman kaybından şikâyet eden K7 durumu şu şekilde ifade etmiştir: "Olumsuz değerlendiriyorum. Çünkü zaten eğitim fakültesinde aldığımız derslerden farklı bir eğitim almadığımızı öğrendim. Zaman kaybı olduğunu düşünüyorum."

Sistemin getirdiği tek somut avantajın, mülakat gibi sübjektif değerlendirmeleri azaltması ve az da olsa bir gelir kapısı sunması olduğunu belirten K14 ise görüşünü şöyle aktarmıştır: "En azından eğitim görürken cüzi bir ücret ödemeleri bir avantaj sağlıyor. Akademiyle beraber uygulama derslerinden kaynaklı öğretmenler öğrencilerle yakın temasa geçerek bilgilerini tazeliyor."

3.4. Adayların Gelecek Kaygıları, Sistemsel Beklentileri ve Alternatif Planları

Öğretmen adaylarının mezuniyet sonrası geliştirdikleri kariyer stratejileri, akademiye giriş ve mezuniyet sürecine dair hissettikleri psikolojik bariyerler ile karar alıcılardan temel beklentileri Tablo 4'te analiz edilmiştir.

Tablo 4. Gelecek Kaygıları, Beklentiler ve Mezuniyet Sonrası Kariyer Stratejileri

Tematik Kategoriler	Alt Kategoriler (Kodlar)	Katılımcı Kodları	f (Kişi Sayısı)
Mezuniyet Sonrası Kariyer Planları	• AGS/KPSS puanıyla doğrudan atanmayı hedefleme	K1, K3, K4, K6, K7, K8, K11, K13, K15	9
	• Atanamama durumunda özel öğretim kurumlarına yönelme	K4, K5, K6, K11, K13, K14	6
	• Akademik kariyer yapma / Lisansüstü eğitim (Yüksek Lisans)	K1, K2, K5, K12	4
Akademiye Yönelik Kaygı ve Endişeler	• Kurumsal belirsizlikler, sürekli değişen mevzuat stresi	K1, K3, K4, K6, K9, K15	6
	• Coğrafi kısıtlılık (Sivas), konaklama ve geçim sıkıntısı	K2, K4, K7, K12, K14	5
	• Akademideki eğitmenlerin objektiflikten uzak değerlendirmeleri	K8, K11, K14	3
	• Süreç sonunda elenme, başarısız olup sistem dışı kalma	K3, K9, K11, K14, K15	5
Sistemden Temel Beklentiler	• Akademinin tamamen kapatılması / Lisansa entegrasyonu	K1, K4, K6, K8, K9, K11, K12, K15	8
	• Şeffaf, adil, adam kayırmacılıktan uzak liyakatli ölçme	K3, K5, K7, K15	4
	• Finansal desteklerin artırılması, lojistik imkanların iyileştirilmesi	K11, K12	2

Tablo 4'teki bulgular, öğretmen adaylarının yoğun bir gelecek anksiyetesi ve ekonomik-coğrafi stres sarmalında olduğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Özellikle Okul Öncesi Öğretmenliği alanındaki akademi merkezinin sadece Sivas ilinde yapılandırılmış olması, adayların kurulu düzenlerini bozma, yabancı bir şehirde barınma ve geçim sağlama gibi maddi

kaygılarını en üst düzeye çıkarmıştır. Bu durumu bizzat dile getiren ve yaşayacağı geçim zorluğuna dikkat çeken K2 şu ifadeleri kullanmıştır: "Evet geçim kaygım var derslerin ne şekilde devam edeceği kalacağım yer endişesi... Alınan maaşın büyük bir kısmı yurda gitmesi sonucunda insanların geçim sıkıntısı oluyor. Ders saatleri ve süreleri öğrencileri yıpratıyor."

Maddi kaygıların yanı sıra, akademide görev yapacak olan öğretim elemanlarının veya mentör öğretmenlerin puanlama esnasında liyakatli davranıp davranmayacağı, bireysel ilişkilerin notlara yansıyıp yansımayacağı adaylar arasında ciddi bir güven bunalımına yol açmaktadır. K14 kodlu katılımcı bu akademik kayırmacılık endişesini şu sözlerle ifade etmektedir: "Akademiden mezun olacağım garanti olmadığı için stres yaratır. Üniversite hocaları eğitim vereceği için kendi üniversitesinden gelen öğrencileri kayırabilir."

Tüm bu bulgular ışığında, adayların sistem tasarımcılarından en temel beklentisi, bu çift başlı eğitim modeline son verilerek akademinin tamamen kaldırılması ya da mevcut lisans müfredatının içine bir staj reformu olarak yedirilmesidir. Çalışmadaki genel direnci ve adayların sisteme yönelik rasyonel eleştirisini en radikal biçimde özetleyen K15'in şu ifadeleri, bulgular kısmının sonuç felsefesi niteliğindedir: "Benim lisans eğitimim yeterli değilse lisans kapatılsın. Yeterliyse akademiler kapatılsın."

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Okul Öncesi Öğretmenliği lisans programı son sınıfında öğrenim gören öğretmen adaylarının, Türk eğitim sisteminde radikal bir dönüşümü temsil eden Millî Eğitim Akademisi ve Akademi Giriş Sınavı (AGS) modeline yönelik algı ve görüşleri derinlemesine incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, alan yazındaki ulusal ve uluslararası öğretmen yetiştirme literatürü ve benzer deneysel araştırma sonuçları ışığında tartışılmıştır.

Araştırmanın ilk odak noktası olan, ideal öğretmen yetiştirme sürecine ilişkin bulgular incelendiğinde, okul öncesi öğretmen adaylarının fark edilir bir çoğunluğunun eğitim sürecinin uygulama ve staj odaklı tasarlanması gerektiğini savunduğu görülmektedir. Öğretmen adayları öğretmenliğin teorik olarak sınıflarda değil, bizzat çocuklarla etkileşim halinde sahada öğrenilen bir meslek olduğunu vurgulamaktadırlar. Nitekim Darling-Hammond ve diğerleri (2017) ile NAEYC (2020) standartları da, erken çocukluk öğretmenlerinin niteliğinin artırılmasında deneyim süresinin ve kalitesinin birincil aktör olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak adayların bu pratik yoğunluğu talebi, akademinin varlığını doğrudan desteklediği anlamına gelmemektedir. Katılımcılar bu tür bir pratik altyapının lisans eğitimi sonrasına (akademi aşamasına) bırakılmasını bir zaman kaybı ve mezunları oyalama politikası olarak görmekte, uygulamanın 4 yıllık Eğitim Fakültesi müfredatının içine yedirilmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Bu durum, Özüdoğru ve İpek (2026) ile Gül (2025) tarafından yapılan ve öğretmen adaylarının klinik modeli desteklemekle birlikte bunun fakülte sonrası ek bir külfet olarak getirilmesini eleştirdiklerini belirten araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, adayların AGS ve Akademi hakkındaki bilgi düzeylerinin yüksek olmasına rağmen, bilgi kaynaklarının informel ve dolaylı mecralara özellikle sosyal medyaya dayanmasıdır. Katılımcıların büyük bir kısmı gelişmeleri resmî kurumsal kanallardan ziyade sosyal ağlar ve internet platformları üzerinden takip ettiklerini belirtmişlerdir. Bu durum, yeni yürürlüğe giren ve tüm öğretmen istihdam politikasını değiştiren bu denli makro düzeydeki bir reformun, karar alıcılar (MEB ve ÖSYM) tarafından

paydaşlara aktarılmasında kurumsal iletişim ve enformasyon eksikliği yaşandığını net bir şekilde göstermektedir. Pınar ve Sarıçam (2025) tarafından yapılan araştırmada da üniversitelerdeki öğretim üyelerinin dahi akademinin işleyişi hakkında tam bir kurumsal netliğe sahip olmadıkları yönündeki bulgusu, sistemdeki bu iletişim boşluğunu ve belirsizlik iklimini doğrular niteliktedir.

Katılımcıların Milli Eğitim Akademisi modelinin avantaj ve dezavantajlarına yönelik algıları analiz edildiğinde, ortaya çıkan çift kutuplu yapı literatürdeki en dikkat çekici tartışma alanlarından biridir. Adaylar, süreç boyunca az da olsa ekonomik bir destek (maaş/ücret) verilmesini ve teoride mesleki pratik imkanının sunulmasını avantaj olarak nitelendirirken; sistemin istihdamı 1 yıl geciktirmesini, unvan yıkımına yol açmasını yani öğretmen yerine mezuniyet sonrası tekrar aday konumuna düşürülme ve lisans derslerinin akademide tekrar edilmesini çok ciddi birer dezavantaj olarak bildirmektedirler. Bu bulgular, Polat (2024) ile Taner (2025) tarafından yapılan kuramsal analizlerdeki uyarılarla eşleşmektedir. Polat (2024), Eğitim Fakültesi mezunlarının zaten pedagojik formasyon ve alan derslerini başarıyla tamamlayarak mezun olduklarını, bu kişilerin tekrar benzer müfredatlarla akademide sınava tabi tutulmasının kurumsal tekrar yaratacağını ve bütçesel-zamansal israfa yol açacağını belirtmiştir. Adayların verdikleri yanıtlar da bu kuramsal eleştiriyi sahada deneysel olarak doğrulamaktadır.

Son olarak, okul öncesi öğretmen adaylarının akademinin coğrafi konumlandırmasına ve değerlendirme kriterlerine yönelik hissettikleri yoğun kaygı ve anksiyete, üzerinde durulması gereken sosyo-ekonomik bir problem alanına işaret etmektedir. Okul Öncesi Öğretmenliği alanındaki akademinin sadece Sivas ilinde kurulmuş olması, Burdur'da öğrenim gören MAKÜ öğrencileri gibi farklı şehirlerdeki adaylar üzerinde barınma, yabancı bir şehre adaptasyon ve geçim sıkıntısı gibi ciddi lojistik ve finansal bariyerler oluşturmaktadır. Bu bulgu, Yılmaz (2025) ve Arslan ve Öpöz (2024) çalışmalarında vurgulanan "pilot bölge ve merkez konumlandırma stratejilerinin aday psikolojisi üzerindeki olumsuz etkileri" bulgusuyla birebir örtüşmektedir. Ayrıca adayların akademideki hocaların taraflı/subjektif not verebileceğine, adam kayırmacılık ve liyakatsizlik yaşanabileceğine dair duydukları endişe, sistemin meşruiyetine yönelik ciddi bir güven bunalımı yaşandığını ortaya koymaktadır. K15 kodlu katılımcının *"Lisans eğitimim yeterli değilse lisans kapatılsın, yeterliyse akademiler kapatılsın"* şeklindeki ifadesi, adayların Eğitim Fakültesi diplomasının işlevsizleştirilmesine karşı gösterdikleri yapısal direncin ve kurumsal kimlik savunmasının en somut göstergesidir.

4.1. Zaman Problemi

Okul öncesi öğretmen adayları, mesleki gelişimde pratik ve klinik staj uygulamalarının hayati bir öneme sahip olduğunu kabul etmekte ve staj sürelerinin artırılmasını talep etmektedirler. Ancak bu pratik eğitimin Eğitim Fakültesinden mezun olduktan sonra, ayrı bir kurumsal çatı altında ve istihdamı 1 yıl geciktirecek şekilde verilmesini rasyonel bulmamakta; bir zaman kaybı ve oyalama stratejisi olarak değerlendirmektedirler.

4.2. Kurumsal İletişim Eksikliği

Öğretmen adaylarının yeni sınav ve akademi mevzuatına ilişkin bilgileri yüksek düzeyde olmakla birlikte, bu bilgilerin ana kaynağını resmî devlet kurumlarının duyuruları değil, sosyal medya ağları ve internet üzerindeki informel paylaşımlar oluşturmaktadır. Bu durum paydaşlar arasında bir bilgi kirliliği ve belirsizlik iklimi yaratmaktadır.

4.3. Sosyo-Ekonomik ve Konaklama Sorunları

Okul öncesi öğretmenliği alanına ait akademinin tek bir şehirde (Sivas) toplanmış olması, adaylar üzerinde ciddi bir barınma, ulaşım ve geçim anksiyetesi oluşturmaktadır. Akademi süresince adaylara ödenecek olan cüzi ücretlerin, büyük şehirlerden veya farklı bölgelerden gelecek adayların yabancı bir şehirdeki temel yaşam masraflarını karşılamada yetersiz kalacağı öngörülmektedir.

4.5. Güven ve Liyakat Endişesi

Adayların, akademideki teorik ve özellikle uygulamalı derslerin değerlendirilmesinde objektif ölçütlerin işletilemeyeceğinden, üniversite hocalarının veya danışman öğretmenlerin kendi öğrencilerini kayırma ihtimalinden ve süreç sonunda elenerek tüm emeklerinin boşa gitmesinden yoğun bir psikolojik endişe ve kaygı duymaktadırlar.

4.6. Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Türk öğretmen yetiştirme sisteminin geleceğine ve gelecekte yapılacak olan araştırmalara yönelik bazı öneriler geliştirilmiştir.

1. Akademi bünyesinde verilen 3 dönemlik bu eğitim, lisans eğitimi içerisinde verilip Akademi-Lisans entegrasyonu sağlanabilir.
2. Akademide verilen ücret miktarı iyileştirilebilir.
3. Okul Öncesi Öğretmenliği Akademisi Sivas şehriyle sınırlı kalmayıp farklı şehirlerde de açılarak kontenjan artırımı sağlanabilir.
4. Milli Eğitim Akademisinde eğitim vermeye başlayan öğretim elemanlarının, mentör öğretmenlerin ve okul yöneticilerinin sistemin işleyişine ve çıktı kalitesine yönelik deneyimleri üzerine boylamsal araştırmalar planlanabilir.

KAYNAKLAR

Akyüz, Y. (2019). *Türk eğitim tarihi: M.Ö. 1000 - M.S. 2019* (32. baskı). Pegem Akademi.

Arslan, S. & Öpöz, M. (2024). Öğretmenlik Mesleği Kanunu ve akademileşme süreci: Yapısal bir analiz. *Eğitim ve Toplum Dergisi*, *13*(2), 145-162.

Ceylan, M. (2025). İlahiyat fakültesi son sınıf öğrencilerinin Millî Eğitim Akademisi modeline yönelik görüşleri. *Din Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, *31*, 89-104.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Sage Publications.

Darling-Hammond, L., Burns, D., Campbell, C., Goodwin, A. L., Hammerness, K., Low, E. L., McIntyre, A., Sato, M. & Zeichner, K. (2017). *Empowered educators: How high-performing systems shape teaching quality around the world*. Jossey-Bass.

Farran, D. C. (2011). Characteristics of high-quality early childhood education programs. In E. Zigler, W. S. Gilliam & W. S. Barnett (Eds.), *The preschool education debates* (pp. 53-62). Paul H. Brookes Publishing.

Gelişli, Y. & Bilgin, S. (2020). Okul öncesi öğretmenlerinin mesleki yeterlik algıları ile sınıf yönetimi becerilerinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, *4*(2), 312-335.

Gül, R. (2025). Öğretmen adaylarının Millî Eğitim Akademisi ve istihdam politikalarına yönelik genel algıları. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, *15*(1), 22-37.

Kandır, A., İnal, G. & Özbey, S. (2012). Okul öncesi öğretmen adaylarının lisans eğitimindeki uygulama çalışmalarına ilişkin yeterlik algılarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, *37*(163), 114-128.

Karataş, H. (2024). 7528 sayılı Öğretmenlik Mesleği Kanunu ve Millî Eğitim Akademisi: İdari ve hukuki bir değerlendirme. *Eğitim Hukuku ve Politikaları Dergisi*, *8*(1), 55-74.

Kavak, Y., Aydın, A. & Akbaba Altun, S. (2012). *Öğretmen yetiştirme politikaları ve istihdam süreçleri: Geçmişten günümüze bir projeksiyon*. Türk Eğitim Derneği (TED) Yayınları.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.

Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage Publications.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*. Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024a). *Millî Eğitim Akademisi giriş sınavı (MEB-AGS) başvuru kılavuzu ve genel esaslar*. Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024b). *MEB-AGS ve ÖABT konu dağılımları ve sınav takvimi duyurusu*. Başarı Yayınları.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024c). *Millî Eğitim Akademisi hazırlık eğitimi müfredat ve yetiştirme programı esasları*. Personel Genel Müdürlüğü.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024d). *Hazırlık eğitimi uygulama ve danışman öğretmen rehberlik yönergesi*. Personel Genel Müdürlüğü.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2025). *Millî Eğitim Akademisi Başkanlığı teşkilat şeması, görev ve yetkileri*. MEB Yayınları.

National Association for the Education of Young Children. (2020). *Professional standards and competencies for early childhood educators*. NAEYC Position Statement.

Nitecki, E. (2015). Integrated early childhood teacher education: Shifting regular education to include all children. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, *36*(2), 133-149.

Özgür, T., Dağhan, A., Alemlioğlu, M. & Sonsel, Ö. (2025). Müzik öğretmeni yetiştirme sürecinde Millî Eğitim Akademisi modelinin usta-çırak ilişkisi bağlamında değerlendirilmesi. *Sanat Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, *6*(2), 178-195.

Özoğlu, M. (2010). *Türkiye'de öğretmen yetiştirme ve istihdamı: Mevcut durum ve sorunlar*. SETA Analiz, (22), 1-32.

Özüdoğru, F. & İpek, C. (2026). Öğretmen adaylarının klinik öğretmen eğitimi yaklaşımı ve Millî Eğitim Akademisine yönelik değerlendirmeleri. *Klinik Eğitim Çalışmaları Dergisi*, *4*(1), 12-29.

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Pınar, Ö. & Sarıçam, H. (2025). Eğitim fakültesi öğretim üyelerinin Millî Eğitim Akademisinin işlevselliğine yönelik kurumsal endişeleri. *Yükseköğretim Akademik Araştırmalar Dergisi*, *19*(3), 201-218.

Polat, S. (2024). *Türk eğitim politikasında paradigma değişimi: Millî Eğitim Akademisi ve klinik öğretmen eğitimi modeli*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Resmî Gazete. (2024, 18 Temmuz). *Öğretmenlik Mesleği Kanunu*. Kanun No: 7528, Sayı: 32605.

Sağlam, M. & Özüdoğru, F. (2017). Türkiye'de yükseköğretim normlarında öğretmen yetiştirme reformları: Geçmişe ve geleceğe bakış. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *46*, 75-92.

Şahin, F. T. (2019). Erken çocukluk eğitiminde oyun tabanlı öğrenme ve çocuk merkezli program tasarımları. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *13*(28), 89-106.

Şişman, M. (2016). *Eğitime giriş* (13. baskı). Pegem Akademi.

Taner, A. (2025). Öğretmenlik mesleğinde statik istihdamdan dinamik kariyer yapısına geçiş ve akademi ekosistemi. *Kariyer Yönetimi ve Gelişimi Dergisi*, *7*(1), 44-59.

TEDMEM. (2022). *Öğretmen yetiştirme ve istihdamı: Sorunlar, saptamalar ve öneriler* (TEDMEM Analiz Dizisi 8). Türk Eğitim Derneği.

Turhan, M. & Okuldaş, E. (2025). Makro düzeydeki eğitim reformlarının okul yönetimi ve kurumsal ekosistem dengeleri üzerindeki yansımaları. *Eğitim Yönetimi ve Politikaları Dergisi*, *21*(2), 112-131.

Woodhead, M. (2006). Changing perspectives on early childhood theory, research and policy. *International Journal of Equity and Innovation in Early Childhood*, *4*(2), 1-43.

Yıldırım, M. & Çalışkan, H. (2025). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının mesleki yeterlilik süreçleri ve akademi modeline yönelik tutumları. *Sosyal Bilgiler Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, *16*(1), 67-84.

Yılmaz, K. (2025). Eğitim politikalarındaki radikal değişimlerin öğretmen adaylarının coğrafi hareketlilik ve sosyo-ekonomik anksiyeteleri üzerindeki etkisi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *11*(4), 210-227.

Yükseköğretim Kurulu. (2018). *Öğretmen yetiştirme lisans programları ve ders içeriklerinin güncellenmesi kılavuzu*. YÖK Eğitim Öğretim Dairesi Başkanlığı.

DEPREM KAYIT İSTASYONLARINDAN GELEN VERİLERLE BÖLGESEL RİSK ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi, Semra ŞİRİN KIRIŞ 1/ Öğrenci, Yasemin KIRIŞ 2/ Öğrenci, Ela GÜMÜŞOĞLU 3/ Öğrenci, Betül KURHAN 4/ Öğrenci, Dila Defne HOŞCAN 5

1 Doğuş Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, ssirin@dogus.edu.tr, 0000-0002-8138-125X

2 Üsküdar Hacı Sabancı Anadolu Lisesi, yaseminkiris12@gmail.com, 0009-0005-7444-6253

3 Üsküdar Hacı Sabancı Anadolu Lisesi, gumusogluela@gmail.com, 0009-0007-6573-0759

4 Üsküdar Hacı Sabancı Anadolu Lisesi, kurhanbetul5434@gmail.com, 0009-0005-0101-0408

5 Üsküdar Hacı Sabancı Anadolu Lisesi, diladefnehoscan@gmail.com, 0009-0001-1517-9950

Özet

Türkiye, aktif fay hatları üzerinde yer alması nedeniyle yüksek deprem tehlikesine sahip bir ülkedir. Bu çalışmada, deprem kayıt istasyonlarından elde edilen yer hareketi verileri kullanılarak belirli yapı konumları için bölgesel deprem riskinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, 2020 yılı sonrasında Türkiye'de meydana gelen büyüklüğü 6 ve üzeri sekiz depreme ait AFAD ivme kayıtları kullanılmıştır. Deprem merkezlerinin 150 km yarıçapı içerisindeki toplam 518 kayıt istasyonu değerlendirilmiş; yapı konumuna 50 km'den daha yakın ve aynı zemin sınıfına sahip istasyonlar seçilmiştir. Seçilen istasyonların kuzey-güney ve doğu-batı yönlerindeki ivme kayıtlarından Python programı yardımıyla Maksimum Artımsal Hız (MIV) değerleri hesaplanmıştır. Her yapı için elde edilen en yüksek MIV değeri deprem tehlikesinin göstergesi olarak kabul edilmiştir. Yapılar, MIV değerlerine göre zayıf (<10 cm/s), orta (10–30 cm/s), ağır (30–60 cm/s) ve çok ağır (≥60 cm/s) olmak üzere dört risk sınıfında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yapıların deprem tehlikesinin yalnızca depremin büyüklüğüne değil, yapı konumu, zemin özellikleri ve çevredeki kayıt istasyonlarının dağılımına da bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. Ayrıca, tek bir kayıt istasyonu yerine birden fazla istasyon verisinin birlikte değerlendirilmesinin daha güvenilir sonuçlar sağladığı belirlenmiştir. Çalışmanın, deprem risk analizlerinde yer hareketi kayıtlarının etkin kullanımına katkı sağlayacağı ve gelecekte daha geniş veri tabanlarıyla geliştirilebileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem risk belirleme, Maksimum artımsal hız, Yer hareketi kayıtları.

REGIONAL RISK ANALYSIS USING DATA FROM EARTHQUAKE RECORDING STATIONS

Asst. Prof., Semra ŞİRİN KIRIŞ 1/ Student, Yasemin KIRIŞ 2/ Student, Ela GÜMÜŞOĞLU 3/ Student, Betül KURHAN 4/ Student, Dila Defne HOŞCAN 5

1 Doğuş University, Civil Engineering, ssirin@dogus.edu.tr, 0000-0002-8138-125X

2 Üsküdar Hacı Sabancı Anatolian High School, yaseminkiris12@gmail.com, 0009-0005-7444-6253

3 Üsküdar Hacı Sabancı Anatolian High School, gumusogluela@gmail.com, 0009-0007-6573-0759

4 Üsküdar Hacı Sabancı Anatolian High School, kurhanbetul5434@gmail.com, 0009-0005-0101-0408

5 Üsküdar Hacı Sabancı Anatolian High School, diladefnehoscan@gmail.com, 0009-0001-1517-9950

Abstract

Türkiye is located on active fault systems and is therefore highly vulnerable to earthquake hazards. This study aims to determine the regional earthquake risk for specific building locations by using ground motion records obtained from seismic recording stations. Strong-motion records from eight earthquakes with magnitudes greater than 6.0 that occurred in Türkiye after 2020 were analyzed. A total of 518 recording stations located within a 150 km radius of the earthquake epicenters were evaluated, and stations located within 50 km of the target structures and having the same soil classification were selected. The north–south (NS) and east–west (EW) acceleration records from the selected stations were processed using a Python-based program to calculate the Maximum Incremental Velocity (MIV). The highest MIV value obtained for each structure was considered the representative indicator of earthquake hazard. Based on the calculated MIV values, the structures were classified into four hazard categories: low (<10 cm/s), moderate (10–30 cm/s), severe (30–60 cm/s), and very severe (≥60 cm/s). The results demonstrate that the earthquake hazard of a structure depends not only on the earthquake magnitude but also on its location, local soil conditions, and the spatial distribution of nearby recording stations. Furthermore, using data from multiple recording stations rather than relying on a single station provides more reliable hazard assessments. The findings indicate that the proposed methodology can contribute to more effective use of ground motion records in earthquake risk assessment and can be further improved by incorporating larger ground-motion databases in future studies.

Keywords: Earthquake risk assessment, Maximum Incremental Velocity (MIV), Ground motion records.

INTRODUCTION

Türkiye is situated on the active fault systems of North Anatolia, East Anatolia and West Anatolia and is therefore exposed to moderate and large earthquakes at frequent intervals. The 2020 Seferihisar (Aegean Sea) earthquake, the February 6, 2023 Kahramanmaraş-centered Pazarcık (Mw 7.7) and Elbistan (Mw 7.6) earthquakes, and the 2025 Silivri and Sındırgı earthquakes have once again demonstrated that seismic hazard can emerge in different regions of the country and with different characteristics. This makes the realistic determination of location-specific earthquake risk critical for prioritizing the existing building stock, for retrofit decisions, and for disaster management.

Classical ground motion parameters such as peak ground acceleration (PGA) and peak ground velocity (PGV) are widely used in earthquake risk assessment. However, in terms of correlation with structural damage, the incremental velocity (IV), defined as the area under the acceleration time history between two consecutive zero crossings, and its maximum value over the record, the Maximum Incremental Velocity (MIV), have been reported in the literature to be strong damage indicators (Liao et al., 2023; Hu, 2023). Liao et al. (2023) and Hu (2023) identified an MIV value of approximately 30 cm/s as a critical threshold associated with structural damage. Moreover, comparisons of the response spectra of recorded earthquakes with design spectra indicate that hazard models and threshold values need to be continuously re-evaluated with up-to-date records (Gülkan, Akansel, & Kalkan, 2022).

In Türkiye, the strong ground motion recording network operated by the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD) produces acceleration records from a large number of stations for every earthquake, and these records are openly available through the Turkish Earthquake Data Center System (TDVMS) (AFAD, 2026). Despite this rich data source, the seismic demand at a building location is usually estimated from the record of a single nearby station. Yet, even at closely spaced stations, the intensity of ground motion can vary considerably due to local site conditions; it is therefore recommended that records from multiple surrounding stations be evaluated jointly and that spatial interpolation approaches be employed (Ji et al., 2024).

In this study, the regional earthquake risk of selected building locations is determined through the MIV parameter using real ground motion data obtained from earthquake recording stations. Records from a total of 518 stations belonging to eight earthquakes with magnitudes of 6.0 and above that occurred in Türkiye after 2020 were evaluated; MIV values were computed from the records of stations located within 50 km of the building location and having the same site class as the building, and the buildings were assigned to four risk classes. In this way, a rapid, location-specific risk classification approach based on real records is presented as a complement to regional assessments based on design spectra.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

1.1. Ground Motion Records and AFAD-TDVMS

Strong-motion records obtained from 518 seismic stations located within 150 km of the epicenters of eight earthquakes (Mw > 6.0) that occurred in Türkiye after 2020 were used as the input dataset (Table 1 and Figure 1).The site class corresponding to each recording station was subsequently identified based on the shear-wave velocity of the ground (Vs30). Strong

ground motion recording stations record the ground acceleration in three components (north–south, east–west and vertical) as a function of time during an earthquake. The acceleration records of AFAD stations, station coordinates, and station site class information are openly accessible through TDVMS (https://tadas.afad.gov.tr) (AFAD, 2026). In this study, the two horizontal components (NS and EW) of each station were used.

Figure 1 The epicenter of the earthquakes and 150 km and 200km radius of the epicenters

Table 1 Earthquakes used in the study (AFAD, 2026)

Date	Longitude	Latitude	Magnitude (Mw)	Epicenter
27.10.2025	28.20	39.20	6.1	Sındırgı
10.08.2025	28.07	39.25	6.1	Sındırgı
23.04.2025	28.23	40.85	6.2	Silivri
20.02.2023	36.02	36.04	6.4	Yayladağı
06.02.2023	37.24	38.09	7.6	Elbistan
06.02.2023	36.92	37.30	6.6	Nurdağı
06.02.2023	37.04	37.29	7.7	Pazarcık
30.10.2020	26.70	37.88	6.6	Seferihisar

1.2. Site Classes

Local site conditions significantly modify the amplitude and frequency content of ground motion. In the Turkish Building Earthquake Code (TBDY, 2018), local site classes are defined from ZA to ZF based on the average shear wave velocity in the upper 30 m (VS30) (Table 2). In this study, consistency of the site effect in the comparisons was ensured by selecting stations that have the same site class as the building location.

Table 2. Local site classes according to TBDY (2018)

Site Class	Description	VS30 (m/s)
ZA	Hard rocks	> 1500
ZB	Slightly weathered, moderately strong rocks	760–1500
ZC	Very dense sand, gravel and stiff clay layers, or highly weathered, fractured weak rocks	360–760
ZD	Medium dense–dense sand, gravel, or very stiff clay layers	180–360
ZE	Loose sand, gravel, or soft–firm clay layers	< 180
ZF	Soils requiring site-specific investigation and evaluation	—

1.3. Incremental Velocity (IV) and Maximum Incremental Velocity (MIV)

The incremental velocity (IV) is defined as the area under the acceleration time history between two consecutive zero crossings and represents the velocity increment transferred to the structure by a single acceleration pulse. The largest of the IV values computed over the record is called the Maximum Incremental Velocity (MIV) (Figure 2).

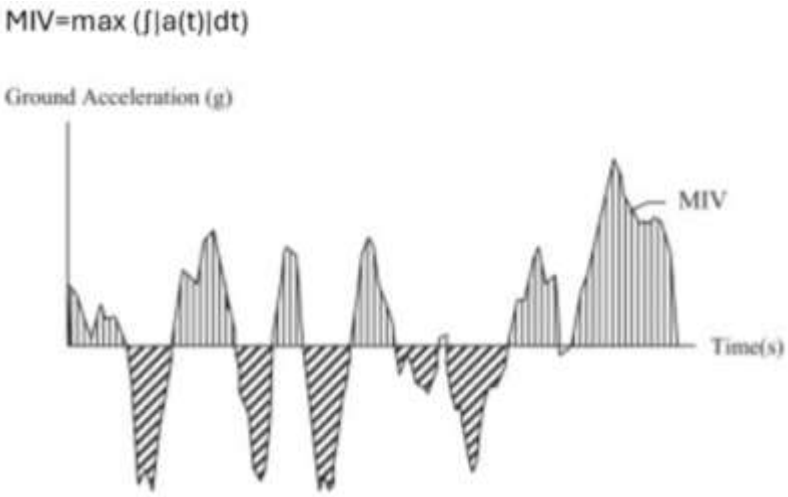


Figure 2 The definition of IV and MIV on an acceleration time history

Long-duration and large-area acceleration pulses produce large IV values, which makes the ground motion particularly damaging for structures (Liao et al., 2023). In this study, the buildings were evaluated in the four risk classes given in Table 3 according to the highest computed MIV value.

Table 3. Risk classes according to the MIV value

Risk Class	MIV Range
Low	< 10 cm/s
Moderate	10–30 cm/s
Severe	30–60 cm/s
Very severe	≥ 60 cm/s

2. METHOD

The methodology followed in this study can be summarized in five steps:

(1) Eight earthquakes with magnitudes of 6.0 and above that occurred in Türkiye after 2020 were selected.

(2) The site class information and AFAD data of a total of 518 recording stations located within a 150 km radius of the epicenters of the selected earthquakes were collected. The two horizontal components (NS and EW) of each station were used.

(3) For each building to be evaluated, stations located within 50 km of the building location and having the same site class as the building were selected.

(4) The north–south (NS) and east–west (EW) acceleration records of the selected stations were downloaded from TDVMS, and MIV values were computed for each record.

(5) The highest MIV value obtained for each building was taken as the representative indicator of the earthquake hazard at that location, and the building was assigned to one of the classes in Table 3.

The methodology was applied to four different building locations. For each building, the selected stations, the computed MIV values and the resulting risk classes are summarized below; an overview of the results is given in Table 4.

3. FINDINGS

This section presents the application of the methodology to the four selected buildings. For each case, the relevant recording stations, the resulting MIV values, and the corresponding risk classification are described in detail, with a comparative overview provided in Table 4.

3.1. Building 1: Longitude:37 Latitude:38, Site Class ZB

In this application, which considers records from the February 6, 2023 Pazarcık (Mw 7.7) and Elbistan (Mw 7.6) earthquakes, the computed MIV values at the stations surrounding the building were 20.0 cm/s (Station 4618), 51.2 cm/s (Station 4621), and 54.0 cm/s (Station 4611) for the Pazarcık event, whereas the MIV value for the Elbistan event reached 98.5 cm/s at Station 4631. Based on this maximum value, the building was classified as belonging to the "very severe" risk category (Figure 3).

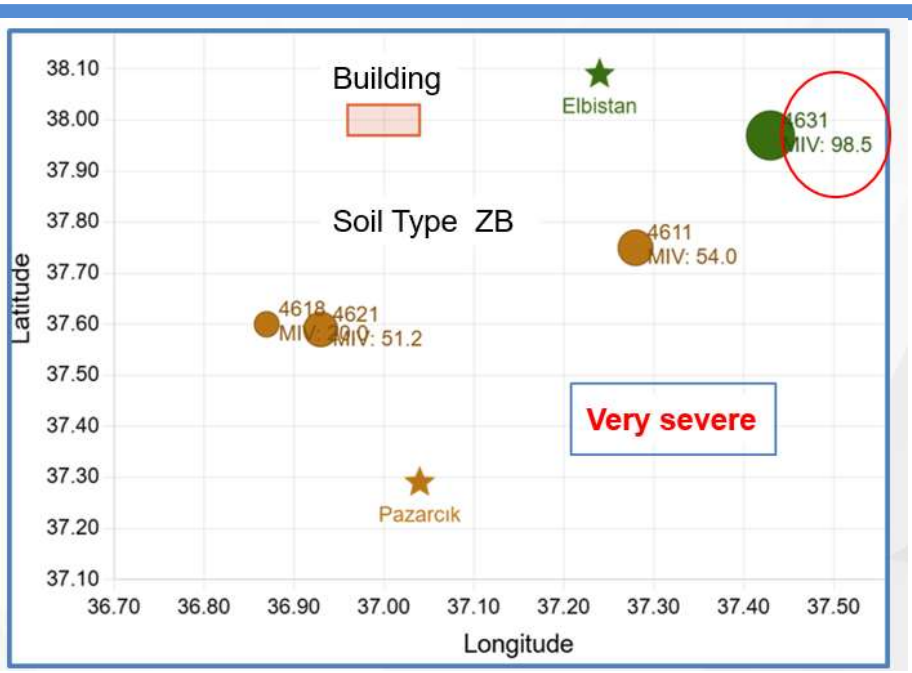


Figure 3 Station map and MIV values for Building 1

3.2. Building 2: Longitude:29 Latitude:41, Site Class ZC

In this application, in which the records of the April 23, 2025 Silivri earthquake (Mw 6.2) were evaluated, the MIV values computed at the stations were 2.77 cm/s (3411, the station closest to the building), 6.99 cm/s (3433), 11.1 cm/s (3415) and 16.61 cm/s (3428). Based on the highest value of 16.61 cm/s, the building was evaluated in the “moderate” class (Figure 4).

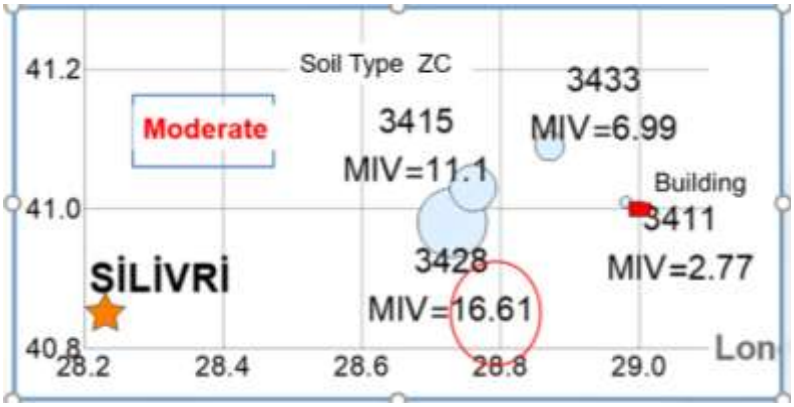


Figure 4 Station map and MIV values for Building 2

3.3. Building 3: Longitude:36.5 Latitude:36.5, Site Class ZC

In this application, in which the February 20, 2023 Yayladağı (Mw 6.4) and February 6, 2023 Pazarcık (Mw 7.7) earthquakes were evaluated, the MIV values computed at the stations were 7.9 cm/s (3121), 23.3 cm/s (3112) for the Yayladağı event , 104.3 cm/s (3141) and up to 163.8 cm/s (3428) for the Pazarcık event. Based on the highest value, the building falls into the "very severe" risk class (Figure 5). Notably, although the building is located farther from the Pazarcık

epicenter than from the Yayladağı epicenter, the MIV values associated with the Pazarcık earthquake are markedly higher, indicating the substantially greater destructive potential and broader reach of this event compared to the closer but less energetic Yayladağı earthquake.

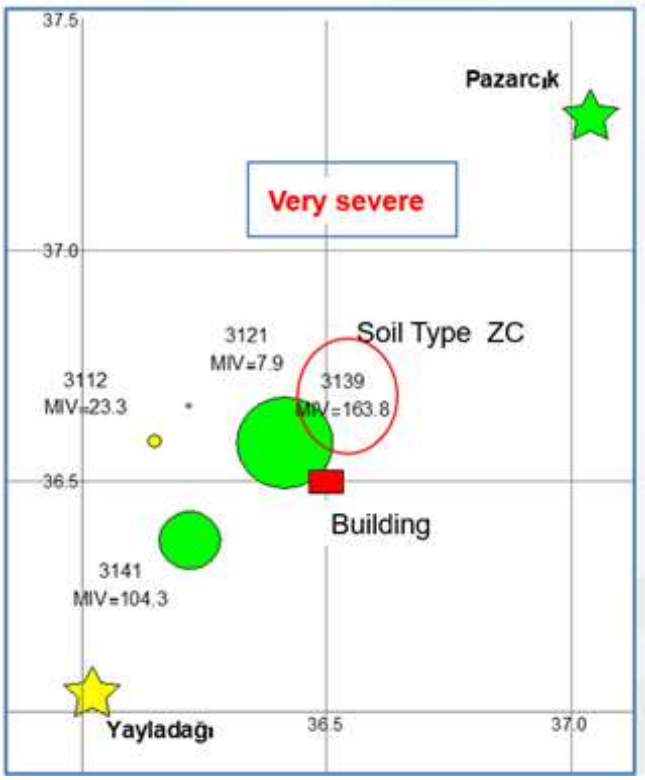


Figure 5 Station map and MIV values for Building 3

3.4. Building 4: Longitude:28 Latitude:39, Site Class ZB

In this application, in which the August 10, 2025 Sındırgı (Mw 6.1) and October 30, 2020 Seferihisar (Mw 6.6) earthquakes were evaluated, the MIV values computed at the stations were 3.02 cm/s (4509), 4.33 cm/s (1016) for the Sındırgı event and 3.09 cm/s (3508) for the Seferihisar event. Based on the highest value of 4.33 cm/s, the building falls into the “low” risk class (Figure 6).

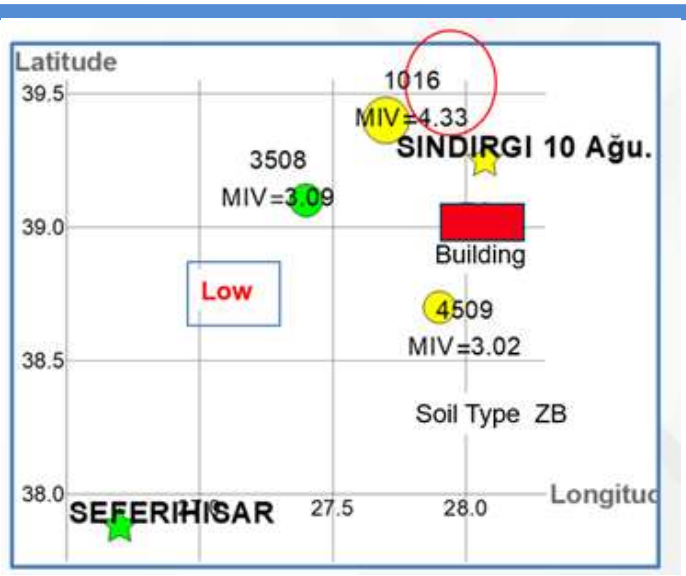


Figure 6 Station map and MIV values for Building 4

The results of the individual building assessments discussed above are summarized in Table X, which presents the region, site class, highest MIV value, and corresponding risk class for each structure.

Table 4. Highest MIV values and risk classes of the buildings

Building	Region	Site Class	Highest MIV (cm/s)	Risk Class
Building 1	Elbistan–Pazarcık	ZB	98.5	Very severe
Building 2	Silivri	ZC	16.61	Moderate
Building 3	Pazarcık-Yayladağı	ZC	163.8	Very severe
Building 4	Sındırgı–Seferihisar	ZB	4.33	Low

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the earthquake risk of four buildings was evaluated through the Maximum Incremental Velocity (MIV) parameter using strong ground motion records obtained from earthquakes with magnitudes greater than 6 that occurred in Türkiye after 2020. The MIV values were mapped and the buildings were classified into four seismic risk levels: low (<10 cm/s), moderate (10–30 cm/s), severe (30–60 cm/s) and very severe (≥60 cm/s). The results indicate that the spatial variation of seismic hazard is strongly influenced by the building location, local site conditions and the density of the surrounding recording stations.

The findings are consistent with the literature. Liao et al. (2023) and Hu (2023) identified an MIV value of approximately 30 cm/s as a critical threshold associated with structural damage; the values of 98.5 cm/s and 163.8 cm/s computed in this study for the regions where the buildings fall into the “very severe” class are well above this threshold. Furthermore, as strong-motion databases continue to expand and encompass a wider range of earthquake characteristics, existing seismic hazard models and MIV threshold values should be re-evaluated and updated accordingly (Gülkan et al., 2022).

To improve the accuracy of site-specific seismic hazard assessment, it is recommended that ground motion records from multiple surrounding recording stations be evaluated jointly rather than relying on the data of a single station, and that the seismic demand at the target location be estimated using spatial interpolation techniques (Ji et al., 2024). In the Silivri application, the fact that the MIV value of the station closest to the building (2.77 cm/s) remained well below the highest value computed at the surrounding stations (16.61 cm/s) shows that this recommendation is also consistent with the findings of the present study.

This study has several limitations. First, the dataset includes only earthquakes that occurred after 2020, which limits the representativeness of the analysis. In future studies, it is aimed to expand the database to cover earthquakes that have occurred since 2000. In addition, because strong ground motion records are provided in different file formats, the MIV calculation program should be further developed to automatically recognize and process multiple data formats.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was carried out by students of Üsküdar Hacı Sabancı Anatolian High School within the scope of the TÜBİTAK 4006 Science Fair Project, with voluntary mentorship support.

REFERENCES

AFAD. (2026). Türkiye Deprem Veri Merkezi Sistemi (TDVMS) [Turkish Earthquake Data Center System]. Retrieved April 20, 2026, from https://tadas.afad.gov.tr/

Disaster and Emergency Management Authority. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği [Turkish Building Earthquake Code]. Ankara: Official Gazette (No. 30364).

Gülkan, H. P., Akansel, V. H., & Kalkan, E. (2022). Türkiye'de kaydedilen depremlerin davranış spektrumlarının tasarım spektrumları ile karşılaştırması [Comparison of response spectra of earthquakes recorded in Türkiye with design spectra]. İnşaat Mühendisleri Odası 18. Teknik Kongre ve Sergisi, İstanbul.

Hu, H. (2023). The assessments of seismic hazards for the potential ML 7.0 Changhua earthquake in Taiwan and the strategy of school seismic disaster risk mitigations and management. Civil Engineering and Architecture, 11(5), 2608–2617. https://doi.org/10.13189/cea.2023.110527

Ji, X. L., Zhu, L., Wei, Y., Li, J. H., & Su, R. K. L. (2024). An integrated hierarchical interpolation framework for generating regional structural seismic responses. Journal of Earthquake Engineering. https://doi.org/10.1080/13632469.2024.2427691

Liao, B. Y., Xie, S., & Hsieh, T. S. (2023). Correlations between ground motion parameters measures and structural damages of the Mw 6.4, 2016 Meinong Taiwan earthquake using hybrid simulation method. Civil Engineering and Architecture, 11(3), 1372–1382. https://doi.org/10.13189/cea.2023.110321

ÇELİK YAPILARDA KAYNAK KALİTE, KUSURLAR, TAHRİBATSIZ MUAYENE VE İSG ESASLARI

İnşaat Mühendisi ve Uluslararası Kaynak Mühendisi, Gülşen ÇELEBİ[1] / Doç. Dr. Yasin Onuralp ÖZKILIÇ[2]

[1]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi / İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, gulsenclb3@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3561-116X

[2]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi / İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, yozkilic@erbakan.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9354-4784

Özet

Çelik yapılar bağlantılarından kaynak, çok hassas ve dikkatli olunması gereken bir prosestir. Kaynağın kalitesi, o yapının kullanım ömrünü belirleyen birçok kriterden biridir. Kaynak öncesinde, sırasında ve sonrasında yapılacak uygulamalar ile kaynaktan meydana gelebilecek kusurların önlenebildiği bilinmektedir. Bu sebeple, kaynak kalitesi ve kontrolü bir yapı için çok önemli bir konudur.

Birçok araştırmadan elde ettiğimiz bilgilerle kaynak kalitesinin sağlanmasının yapısal dayanıklılık ve uzun ömürlülük açısından çok önemli bir konu olduğunu göstermektedir.

Bir yapıda kaynak kusurları, kaynak yöntemleri ve standartların kaynak kalitesindeki etkisi gibi birçok konuya değindiğimiz bu çalışmada temel kaynak bilgileri sağlanmıştır.

Bu çalışma ile bir yapıya uygulanan kaynağın yapının ömrüne etkisi ve kaynak kalitesinin öneminin değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Çelik konstrüksiyonda kaynak kalitesinin taşıyıcı sistemdeki görevi çok önemlidir. Doğru uygulanan kaynak yöntemi ve yüksek kaynak kalitesi, yapı elemanlarının güvenli bir şekilde birleşmesini sağlayarak sistemin dayanıklılığını, hizmet ömrünü ve rijitliğini doğrudan belirlemektedir. Kaynakta yapılacak hatalar, yapısal kararlılığı bozarak ölümle sonuçlanabilecek facialara kadar varan ciddi sorunlara yol açabilmektedir.

Kaynak hataları, mevcudiyetine göre zamana bağlı olarak ilerleyen "yaşayan kusurlardır". Kaynak dikişinde oluşan mikroyapısal bir hata çatlağa dönüştüğü takdirde, birleşim bölgesi kritik bir hasar riskiyle karşı karşıya kalmakta ve yapının kullanım ömrü büyük ölçüde kısalmaktadır. Bu nedenle, ulusal ve uluslararası standartlar (EN 1090, ISO 3834 vb.) çerçevesinde belirlenen kaynak kriterlerinin, tahribatlı/tahribatsız test yöntemlerinin ve kabul sınırlarının titizlikle uygulanması, kaynak yapısının ve kontrol mekanizmalarının doğru değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu araştırmanın amacı, çelik yapılarda gerçekleştirilen kaynak işlemlerinin yapı güvenliğindeki hayati önemini ortaya koymak ve kaynak kalitesinin taşıyıcı sistem üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma kapsamında; kaynak yöntemleri, kaynak hataları ve kalite kabul kriterleri mühendislik standartları perspektifinden analiz edilmiştir. Ayrıca, literatürdeki bilimsel araştırmalardan yola çıkılarak imalat aşamasında yapılan kaynak hatalarının nedenleri belirlenmiş, bu hataların oluşmadan önlenmesi ve mevcut kusurların düzeltilmesi adına çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Çelik Konstrüksiyon, Çelik Yapılarda Kaynak, Kaynak, Kaynak Hataları, Kaynak Kalitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)*

WELDING QUALITY, DEFECTS, NON-DESTRUCTIVE TESTING, AND OHS PRINCIPLES IN STEEL STRUCTURES

Civil Engineer and International Welding Engineer, Gülşen ÇELEBİ[1] / Assoc. Prof. Dr. Yasin Onuralp ÖZKILIÇ[2]

[1] Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering and Architecture / Department of Civil Engineering, gulsenclb3@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3561-116X

[2]Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering and Architecture / Department of Civil Engineering, yozkilic@erbakan.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9354-4784

Abstract

Welding in steel structure connections is a special process that requires extreme precision and care. The quality of the weld is one of the many criteria that determine the service life of that structure. It is widely acknowledged that defects originating from welding can be mitigated through appropriate engineering practices implemented before, during, and after the welding operations. Therefore, weld quality and its control represent a paramount subject for a structure.

Information derived from numerous studies indicates that ensuring welding quality is a highly critical matter in terms of structural durability and longevity.

In this study, where many subjects such as welding defects, welding methods, and the effect of standards on welding quality in a structure are addressed, fundamental welding knowledge has been provided.

With this study, it is aimed to evaluate the impact of welding applied to a structure on the life of the structure and the significance of welding quality.

The role of welding quality in the structural system of steel constructions is of paramount importance. A correctly applied welding method and high weld quality ensure the safe connection of structural members, directly determining the durability, service life, and rigidity of the system. Defects that may occur during the welding process can compromise structural stability and lead to severe consequences, potentially resulting in fatal disasters.

Welding defects act as "living flaws" that propagate over time based on their presence. If a microstructural defect in the weld seam transforms into a crack, the connection point faces a critical risk of damage, severely shortening the service life of the structure. Therefore, it is imperative to rigorously implement welding criteria, destructive/non-destructive testing methods, and acceptance limits defined within the framework of national and international standards (such as EN 1090 and ISO 3834), and to accurately evaluate the welding structure and control mechanisms.

The objective of this research is to emphasize the vital significance of welding processes executed in steel structures regarding structural safety and to examine the effects of welding quality on the structural system. Within the scope of this study, welding methods, welding defects, and quality acceptance criteria are analyzed from the perspective of engineering standards. Furthermore, drawing upon scientific research in the literature, the root causes of welding defects made during the fabrication stage are identified, and comprehensive solutions are proposed to prevent these defects before they occur or to rectify existing flaws.

Keywords: *Steel Construction, Welding in Steel Structures, Welding, Welding Defects, Welding Quality, Occupational Health and Safety (OHS).*

1. GİRİŞ

Çelik konstrüksiyon, özellikle son yıllarda inşaat sektöründe hızla yaygın olmaya başlayan bir yapı türüdür. Hem maliyeti hem yapım ve montaj süresi hem de dayanıklılığı ile tercih edilmektedir.

Çelik yapılarda kaynak işlemi ise birleştirme ve uygulama alanının çeşitliliği ile en çok kullanılan birleştirme yöntemlerinden biridir. Kaynak, o yapıda büyük bir rol oynamaktadır. Taşıyıcı sistemlerde uygulanan kaynak, o yapının ömrünü, dayanıklılığını belirleyen faktörlerden biridir. Kaynakta yapılacak hatada ölümle sonuçlanan facialara kadar birçok sorun yaşanmasına sebep olabilmektedir. Uygulanan kaynak yöntemi, kaynağın kalitesi, yapının elemanlarının doğru bir şekilde birleşmesini sağlayacaktır.

Ulusal ve uluslararası standartlar çerçevesinde kaynak kriterleri, yapılacak testler ve kabul kriterleri bulunmaktadır. Bu nedenle kaynağın yapısını, uygulanabilirliği ve kontrol mekanizmalarını doğru bilip değerlendirmesi gerekmektedir.

Kaynaklı birleştirmelerde kaynak kalitesini etkileyen faktörler vardır. Bu faktörler, kaynak yöntemi, sarf malzemeler, kaynak parametreleri, kaynak personelinin yetkinliği, kaynak yapılan ortam gibi örnek verilebilmektedir.

Her kaynak yöntemi kendine has bir kaynak makinesi ve karakteristiği gerektirir (Çelik ve diğerleri, 2020). Kaynak makinesi ile parametreler (Amper, voltajı tel sürme hızı, kaynak hızı gibi) ile doğru kaynak dikişi ve etkili nüfuziyet sağlanmaktadır. Burada kaynak operatörünün de yetkinliği çok önemlidir.

Kaynaklı bir bağlantıdan beklenen güvenilirliğin sağlanabilmesi için dikişte hiçbir kaynak hatasının bulunmaması gerekir. Bu yüzden kaynak konstrüksiyonlarında kaynak kontrolüne son derece önem verilmesi gerekir. Kaynak hataları, yorulma gibi kaynak ömrünü kısaltan bazı olayların tetikleyicisi olabilirler (Serbest, 2004).

Bu çalışmayla kaynak yöntemlerinin, kaynak hatalarının ve kabul kriterlerinin mühendislik alanıyla standartlar kapsamında incelemektedir. Ayrıca bu konuda çalışma yapmış bilim insanlarının araştırmalarından yola çıkarak oluşan kaynak yaparken yapılan hataların nedenleri ve bu hatalar için çözümler sunmaktadır.

2. KAYNAK KALİTESİ

2.1. Kaynak Hataları

Kaynakta hatalar kaynak yapısını bozan ideal kaynak yapısını oluşmasını engelleyen süreksizliklerdir. ISO 6520-1 standardında kaynakta kaynak kusurlarının tanımları bulunmaktadır. ISO 5817 standardında ise bu kaynak hataları için kabul kriterleri 3 kalite sınıfı üzerinden değerlendirilmektedir.

Kaynak bağlantılarında güvenilirlik sağlamak için kaynak dikişlerinde hataların olmaması gereklidir. Bu nedenle, kaynaklı yapıların güvenliği açısından kaynak dikişlerinin kontrol edilmesi önem taşır (Bulut, 2025).

Kaynak bölgesinde veya kaynaklı parçalarda mekanik, metalürjik ya da fiziksel yapı bütünlüğünü bozan unsurlar süreksizlik olarak isimlendirilir. Ancak her süreksizlik kaynak hatası değildir. Süreksizliğin bir kaynak hatası olması için yapının kullanım amacına ve güvenliğine engel oluşturması gerekir (Türker, Danişman ve Yükler, 2005).

Günümüzde Uluslararası Kaynak Enstitüsü tanımlanan süreksizlikleri çatlaklar, boşluklar, katı kalıntılar, yetersiz ergime/nüfuziyet, biçim ve dış yüzey kusurları ile diğer çeşitli hatalar olmak üzere altı başlık altına almıştır (Türker ve diğerleri, 2005).

Kaynak işleminde çeşitli kusurlar vardır ve bunlardan en sık görülenleri; gözenekler, pasolar arasındaki düzensiz ergimeler, çatlamalar ve yapı içindeki katı kalıntılardır (Ak, 2016).

2.1.1. Çatlaklar

Çatlaklar yaşan kusurlardır diyebiliriz. Çünkü bir çatlağın büyümesi ve bu sebeple kaynakta kırılma, ayrılma olmasına neden olacaktır. Bu sebeple ISO 5817 standardının bütün kalite seviyelerinde kabul edilmemektedir. Böyle bir hatada kaynak tamir edilir ve tekrar kontrolleri sağlanması gerekir.

Kaynak işlemi sırasında oluşan çatlaklar, kaynak dikişinin ve ana metalin yapısal bütünlüğünü ciddi şekilde tehdit eden hatalardır. Çatlaklar, malzemenin mekanik özelliklerini zayıflatabilir ve ciddi güvenlik riskleri oluşturabilir. Kaynak işlemi sırasında meydana gelen bu çatlaklar genellikle boyuna ve enine olmak üzere iki ana kategoride incelenebilir.

- Boyuna Çatlaklar: Bu çatlaklar, kaynak dikişi boyunca uzanır ve çeşitli sebeplerle oluşabilir. Örneğin, parçanın ve kaynak dikişinin kalınlıkları arasındaki dengesizlik, uygun olmayan kaynak ağzı seçimi veya hatalı kaynak sırası uygulamaları boyuna çatlakların oluşumuna yol açabilir. Ayrıca, kaynak elektrodunun ana metal ile kimyasal veya mekanik olarak uyumsuz olması veya parçanın aşırı sıkı bağlanarak kaynak yapılması gibi faktörler de çatlak oluşumunu tetikleyebilir.
- Enine Çatlaklar: Enine çatlaklar veya kırılmalar, kaynak dikişinin genişliği boyunca meydana gelir ve dikişin yüzeyinde veya altında bulunabilir. Bu tür çatlakların oluşumu genellikle elektrot ve ana metal arasındaki uyumsuzluk, parçanın dengesiz ısınması, kaynak metali ve kaynağa komşu bölgelerin sıcakken hava ile aniden soğutulması gibi nedenlerden kaynaklanır. Ayrıca, yapısal gereksinimlerden daha ince veya az pasolu kaynak uygulanması da enine çatlaklara sebep olabilir.

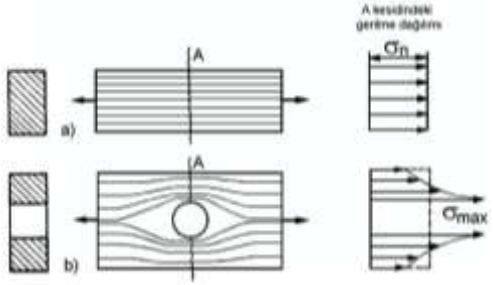
Çatlakların önlenmesi için, kaynak işlemi öncesi uygun kaynak parametrelerinin belirlenmesi, elektrot ve malzeme seçiminin doğru yapılması, kaynak sırasının doğru planlanması ve kaynak bölgesinin düzgün bir şekilde hazırlanması önemlidir. Eğer çatlaklar tespit edilirse, genellikle hatalı bölgenin çıkarılması ve bölgenin yeniden kaynaklanması gereklidir. Bu süreçler, kaynak işleminin güvenliği ve yapısal bütünlüğünü sağlamak için kritik öneme sahiptir (Bulut, 2025).

2.1.2. Boşluklar

Boşuklar, kaynak işlemi bittikten sonra soğuma sırasında kaynak banyosu içinde hapsolmuş gazlardan sebep olmaktadır. Sebebi ise genelde yüksek akım şiddetinden veya arkın çok uzun olmasından kaynaklanabilir (Ak, 2016).

Kaynak sırasında ortamda bulunan hava sirkülasyonu koruma gazını dağıtır ve havadaki gazlar kaynağın içine karışarak kaynak içinde gaz boşlukları oluşmasına sebep olur. Bu gaz boşluklarının içindeki gazlar dışarı çıkmak ister ve çıkarken çatlağa sebep olma ihtimali vardır ve bu ihtimali düşünerek gaz boşlukları kabul kriteri içinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kaynak içindeki gözenekler çentik etkisine sebep olmaktadırlar. Çentik etkisi, kuvvet çizgilerinin paralel ilerlerken bir noktada toplanıp o bölgede gerilmelerin homojen dağılmasına engel olacaktır. Şekil 4.1.'de kaynak içinde bulunan gözeneğin çentik etkisinden dolayı gerilme dağılımı verilmiştir. Gözenekten dolayı kuvvet çizgilerinin paralel hareketi gözeneğin çevresini dolaşarak doğrusal olmayan bir duruma sebep olmuştur.



Şekil 2.1. Normal parça ile gözenekli parçadaki gerilme dağılımları (Gülsöz ve Karakaş, 2007)

Gerilme, $\sigma = F/A_w$ formülüne göre uygulanan kuvvet sabitken gerilme artmasından dolayı kaynağın yük taşıma alanı düşer. Kesit alanının azalması da kaynağın taşıyabileceği yük miktarı azalmasına sebep olur.

Yüzeyde oluşan boşluklar ise gözenek olarak tanımlanmaktadır. Malzeme üzerinde veya ortamda bulunan kir ve nemden dolayı malzeme yüzeyinde boşluk oluşmasına sebep olur. Ayrıca kullanılan elektrotun nemli olması, tozun gerekli kurutma işleminin yapılmaması sebep olabilir. Koruma gazından da oluşabilir.

Gözeneklerin oluşmasında başlıca nedenler şunlardır:

1) Ana metalin kimyasal bileşimi
2) Ana metal ve kaynak metalin içerisinde kükürt miktarının artması
3) Elektrod örtüsünün rutubetli olması
4) Düşük akim şiddeti kullanılması
5) Çok uzun veya çok kısa ark boyu ile kaynak yapılması
6) Kaynak banyosunun çabuk katılaşması (Serbest, 2004).

Kaynak işlemi sırasında, dikişin içinde veya yüzeyinde meydana gelebilecek gaz cebidir. Bu hata, genellikle yetersiz gaz korumasından kaynaklanır. Kaynak metalinde hapsolmuş küçük gaz kabarcıkları, kaynağın yapısal bütünlüğünü ciddi şekilde zayıflatabilir. Gözeneklerin oluşumu, çeşitli faktörlere bağlıdır: esas ve ilave metallerin kimyasal bileşimi, özellikle sülfür miktarı; elektrot örtüsünün nemli olması; düşük akım şiddeti; çok uzun veya çok kısa ark boyları; erimiş metal banyosunun hızlı donması; kaynak ağızlarının kirli olması gibi etmenler gözenek oluşumuna neden olabilir. Bu hatalar, kaynak dikişinin mukavemetini düşürür ve lokal gerilme birikimlerine yol açar, böylece bağlantının mekanik özelliklerini olumsuz etkiler. Gözenekler özellikle yorulma mukavemetini azaltır, ancak dağılmış küçük gözenekler statik mukavemeti fazla etkilemez. Gözenek içeren kaynak dikişleri çıkarılarak yeniden kaynak yapılabilir. Kaynak işleminden önce ağızların iyi temizlenmiş olması gerekir (Bulut, 2025).

2.1.3. Kalıntılar

Kaynak metali üzerinde ve/veya kaynak metali ile ana malzeme arasında sıkışmış metal olmayan katı maddelerdir.

Bu katı maddeler cüruf kalıntıları, toz kalıntıları, oksit kalıntıları veya Tungsten parçaları olarak olabilirler.

Cüruf kalıntıları genellikle örtülü kaynak telinden meydana gelmektedir. Yanlış kaynak tekniği, kaynak ağzının uygun olmamasından veya çoklu pasolarda pasolar arası yetersiz temizlikten meydana gelmektedir.

2.1.4. Yetersiz Nüfuziyet Ve Yetersiz Ergime

Yetersiz ergime, kaynak metali ve/veya iş parçasının gerekli erimenin olmamasından dolayı bir bütün oluşturamaması durumudur. Pasolar arası birleşmemesinden kaynaklı da olabilir.

Kaynak tekniğinin uygun olmaması, kaynak hızının istenilenden hızlı olması, kaynak ağzının yetersiz olması veya uygun olmaması bu hataya sebep olur. Ayrıca kaynak ısısının düşük olması, kirlilik gibi durumlar da sebep olmaktadır.

Yetersiz nüfuziyet, tam penetrasyon olmamasıdır ve istenilen nüfuziyet bölgesine erişememe durumudur.

Eksik penetrasyon, kaynak işlemi sırasında kaynak metalinin tüm malzeme kalınlığı boyunca yeterince derinlemesine nüfuz edememesi sonucu oluşur. Bu durum, kaynak bağlantısının alt kısımlarında zayıf noktalar oluşturur ve malzemenin kırılganlaşmasına neden olabilir. Eksik penetrasyonun temel nedenleri arasında uygun olmayan elektrot çapının seçilmesi, yetersiz akım şiddeti, yanlış kaynak ağzı açılması ve kötü çekilmiş ilk pasolar bulunur (Bulut, 2025).

Bu tür bir kaynak hatası, kaynağın mekanik dayanıklılığını ciddi şekilde düşürür ve dinamik yükler altında malzemenin kırılmasına yol açabilir. Eksik penetrasyon sorununu çözmek için kaynak işlemi öncesinde doğru elektrot seçimi yapılmalı, kaynak ağzı doğru açılmalı, uygun akım şiddeti ayarlanmalı ve ilerleme hızı malzemenin kalınlığına uygun olarak ayarlanmalıdır. Eğer eksik penetrasyon tespit edilirse, hatalı kaynak dikişinin çıkarılması ve yeterli penetrasyon sağlanacak şekilde yeni bir kaynak uygulanması gerekebilir. Bu süreç, kaynağın bütünlüğünü korumak ve yapısal güvenliği sağlamak için kritik öneme sahiptir (Bulut, 2025).

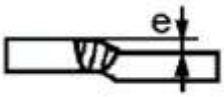
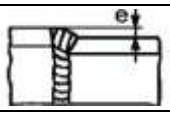
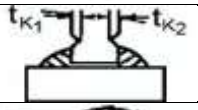
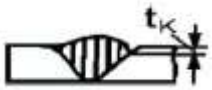
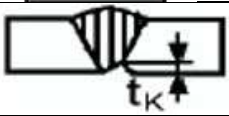
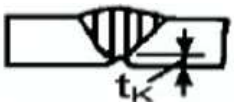
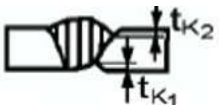
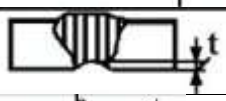
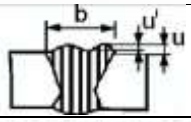
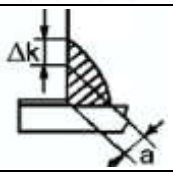
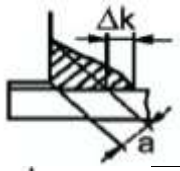
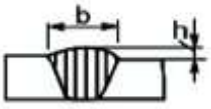
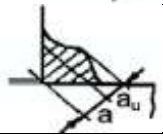
2.1.5. Dış Yüzey Hataları

Kaynak formundaki şekil bozukluklarıdır. Şekil bozukluklarında en tehlikeli kaynak hatası yanma çentikleridir. Bu hata kaynakta çentik etkisine sebep olmaktadır. Çentik etkisi öngörülemeyen stresin artmasına sebep olur. Yetersiz dolgu da yanma çentiği oluşturur. Arkın ana malzemeyi yakmasından dolayı keser ve kaynak ile malzeme arasında yanma çentikleri meydana gelir.

Kaynak işlemi sırasında yanlış teknikler veya ayarlar kullanıldığında oluşan yanma izleri, malzemenin yapısını bozabilir ve kaynağın mukavemetini azaltabilir. Yanma izleri, yüksek sıcaklık ve yanlış kaynak parametrelerinin bir sonucu olarak kaynak bölgesindeki metalin aşırı ısınmasından kaynaklanır. Bu, metalin oksitlenmesine ve kaynak bölgesinde istenmeyen sertleşmeye yol açabilir (Bulut, 2025).

Yanma çentiği dışında aşırı yüksek kaynak metali, aşırı dışbükey, aşırı nüfuziyet, kötü başlangıç gibi kaynak dış yüzeyinde meydana gelen kaynak kusurları da bulunmaktadır.

Tablo 2.1. Kaynakta dış yüzey kusurları örnekleri (Gülsöz ve Karakaş, 2007)

HATALAR	Çift taraflı kaynak yapılmış	Tek taraflı kaynak yapılmış	Boru çevre dikişi
a) Eksen kayması			
b) Yanma çentikleri			
c) Kök çentikler			
d) Sarkık dikiş kökü			
e) Dikiş kökündeki iç bükeylilik			
f) Dikiş yüzeyindeki iç bükeylik			
g) Açık hatalar (gözenekler, cüruf kalıntıları, vs.)			
h) Simetrik olmayan iç köşe dikişi			
i) Aşırı dikiş yüksekliği			

2.1.6. Diğer Kusurlar

Diğer kusurlar çatlaklar ve şekil bozukluklarını kapsamayan kaynak kusurlarını kapsamaktadır.

Kaynağın aşırı taşlanması bu grupta bulunmaktadır. İstenilen kaynak yüksekliğini fazla taşlanması sonucu veya ana metalin taşlanarak et kalınlığının düşürülmesidir.

Ergitme kaynaklarında çevreye sıçrantı oluşturur. Bu sıçrantı kaynak metali parçaları olabilir. Kullanılan kaynak koruma gazından, malzemenin nemli olması gibi durumlar bu sıçrantılara sebep olmaktadırlar.

Sıçramanın başlıca nedenleri arasında ark üflemesi, yüksek akım şiddeti ve ark boyunun yüksek tutulması yer alır. Ayrıca, rutubetli, paslı veya çatlak örtülü elektrodların kullanılması veya kaynak yapılan yüzeyin kirli olması da sıçramaları tetikleyebilir. Bu faktörler, elektrik arkının

stabilitesini bozar ve eriyen metalin kontrolsüz bir şekilde yayılmasına neden olur, bu da sıçramalara yol açar (Bulut, 2025).

Bu yüzeysel sıçrantıları mekanik olarak temizleyebiliriz. Keski, taşlama veya tel fırça gibi yöntemlerle temizlik işlemi gerçekleştirilebilir.

3. KAYNAK PROSEDÜRLERİ VE KONTROLLERİ

3.1. Kaynak Prosedürlerinin Hazırlanması ve Kalifikasyon Süreci

Bir çelik yapının tasarımı, imalatı ve montajı, yani bir işin başından son noktasına kadar bütün aşamalarının standartlar çerçevesinde gerçekleşmesi için uluslararası bir standart bulunmaktadır. EN 1090-2 standardı çelik ve alüminyum yapı uygulamaları için bir el kitabı niteliğindedir.

EN 1090-2 standardı, projenin risk durumuna göre üretim ve denetim kriterlerinin seçilmesi, imalat ile kalite kontrolü yürütecek personelin yetkinliği ve ham madde tedarik koşulları gibi temel konuları kapsamaktadır. Ayrıca kaynak ve kaynak uygulama aşamalarında uygulanan test ve muayene prosedürlerine ait detaylı bilgiler bulunmaktadır (Ergün, 2017).

EN 1090-2 standardının uygulandığı kaynak uygulamaları için de ISO 3834 kaynaklı imalatların takip sınıfını belirler. ISO 3834 serisinin seçilmesi projenin EN 1090-2'ye göre EXC uygulama sınıfına göre belirlenir. En detaylısı ISO 3834-2'dir ve en sıkı takip standardıdır.

Kaynaklı üretim yapılırken o kaynağın uygulanabilirliği, bu uygulanabilirliğin doğruluğunu ve bu kaynağın kalifiyeli personeller tarafından yapılabildiğinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

3.1.1. Kaynak Yöntem Onayı (PQR)

PQR yapılacak bir kaynağın doğruluğunu gösteren belgedir. Uygulanacak kaynak için malzemenin kalitesi, kaynak yöntemi, kaynak parametreleri gibi kaynak karakteristik özelliklerinin kombinasyonun doğruluğu tahribatlı ve tahribatsız yöntemlerle test edilerek uygunluğu teyit edilir.

EN 15614-1 standardında çelik malzemeler için bir PQR nasıl yapılmalıdır, hangi testler yapılmalıdır anlatılmaktadır.

3.1.2. Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)

Onaylanmış PQR ile EN 15619-1 standardında bulunan toleranslar ve kapsam aralıklarına göre fabrikada uygulanacak kaynakların parametreleri (akım, gerilim kaynak hızı), kaynak paso sayısı, pozisyonu gibi detayların anlatıldığı bir formdur.

Kaynak öncesi malzeme hazırlığı, kaynak sırasında ve sonrasında neler yapılacağı anlatılmaktadır.

3.1.3. Kaynakçı Yeterliliği (WQT)

Bir kaynakçı veya kaynak operatörü fabrikaya ait WPS'e uygun kaynak yapabilmesi gerekmektedir. Bu gereklilik için de EN 9606-1 veya EN 14732 standardına uygun olarak test edilmesi gerekmektedir.

Kaynakta kullanılan malzemeden daha çok kaynakçının performansı değerlendirilir.

3.2. Kaynak Kontrolünde Tahribatsız Muayene Yöntemleri

Kaynak kontrolünde tahribatsız muayene yöntemleri ile incelenen malzeme veya yapıların fiziksel bütünlüğüne zarar vermeden, iç yapısal durumlarını kontrol etmek için uygulanan testlerdir. Bu testler ile parçaların hem imalat aşamalarında hem de yapının ömrünün değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu süreçler hem üretimin kalitesini standartlarla sağlar hem de meydana gelen veya gelebilecek kusurları erkenden önleyerek olası risklerin ortadan kalkmasını sağlar (Bulut, 2025).

3.2.1. Görsel Muayene

Gözle muayene (VT), tahribatsız muayenenin en temel ve en yaygın kullanılan yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, kaynaklı yapıların yüzeylerinde bulunan kusurların belirlenmesi amacıyla kullanılır. Kaynak dikişlerinde oluşabilecek yüzey hataları, çatlaklar, eksik erime, oyuklar, taşmalar veya diğer düzensizlikler, gözle muayene yöntemiyle hızlıca tespit edilebilir. Gözle muayene genellikle diğer tahribatsız muayene yöntemlerine başlangıç niteliğindedir ve bu sayede daha ileri tekniklerin uygulanması gerekip gerekmediği belirlenebilir. Uygun ışıklandırma, büyüteç gibi yardımcı ekipmanlar ve deneyimli bir gözlemci ile bu yöntem daha verimli hale getirilebilir (Bulut, 2025).

Gözle muayene, düşük maliyetli ve hızlı bir yöntem olması nedeniyle yaygın kullanılır. Ancak bu yöntemin sınırlamaları vardır; sadece yüzeydeki kusurların tespiti mümkündür ve iç hataların belirlenmesi için diğer yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle, gözle muayene, genellikle diğer muayene yöntemlerinin ön hazırlık aşaması olarak tercih edilmektedir. Gözle muayene yapan kişinin eğitimli ve deneyimli olması, hataların doğru şekilde tespit edilmesi açısından büyük önem taşır. Bu yöntem, kalite kontrol süreçlerinde kritik bir ilk adım olup, doğru uygulanması üretim hatalarının önlenmesinde etkili olabilir (Bulut, 2025).

Görsel muayene uzmanları ISO 17637 standardına göre muayene etmesi gerekmektedir. ISO 5817 kaynakların kabul kriterlerine göre değerlendirir ve raporlar.

3.2.2. Manyetik Parçacık Testi

Manyetik parçacık testi (MT), ferromanyetik özellik gösteren malzemelerde yüzey ve yüzeye yakın bölgelerdeki süreksizliklerin tespit edilmesi amacıyla kullanılan bir tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntemde, malzeme manyetize edilir ve ardından yüzeye manyetik parçacıklar uygulanır. Eğer malzeme yüzeyinde veya yüzeye yakın bir kusur mevcutsa, manyetik alan bu bölgede bozulur ve parçacıklar bu süreksizliklerin etrafında toplanarak kusurun görünür hale gelmesini sağlar (Bulut, 2025).

Manyetik parçacık testinin en büyük avantajlarından biri, yüzey ve yüzeye yakın hataların hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilmesidir. Test sırasında kullanılan manyetik parçacıklar farklı renklerde veya floresan özellikte olabilir, bu da hataların daha net görülmesini sağlar. Manyetik parçacık testi, kaynak dikişlerinde, dövme ve döküm parçalarının muayenesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemin yalnızca ferromanyetik malzemelere uygulanabilir olması, yani demir, nikel ve kobalt içeren malzemelerde kullanılabilmesi bir sınırlamadır. Ayrıca, malzemenin yüzeyinde bulunan yağ, kir veya boya gibi maddelerin temizlenmesi, testin başarısı açısından kritik önem taşır (Bulut, 2025).

3.2.3. Sıvı Penetrant Testi

Sıvı penetrant testi (PT), metal, seramik veya plastik gibi gözeneksiz malzemelerin yüzeylerinde bulunan çatlakların ve diğer süreksizliklerin tespit edilmesi amacıyla kullanılan bir tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntemde, malzemenin yüzeyine özel bir penetrant sıvısı uygulanır ve bu sıvı, yüzeydeki çatlak veya boşluklara nüfuz eder. Daha sonra yüzeydeki fazla sıvı temizlenir ve geliştirici bir madde uygulanarak kusurların belirgin hale gelmesi sağlanır (Bulut, 2025).

Sıvı penetrant testi, özellikle kaynak sonrasında yüzeydeki ince çatlakların ve gözeneklerin tespiti için oldukça etkili bir yöntemdir. Yüzey hazırlığı bu yöntemin başarısında kritik bir rol oynar; yüzeydeki kir, yağ, pas gibi maddeler tamamen temizlenmeli ve yüzey kuru olmalıdır. Penetrantın kusurlara nüfuz edebilmesi için uygun bekleme süresi sağlanmalı, ardından geliştirici madde doğru bir şekilde uygulanmalıdır. Bu yöntemin avantajları arasında, basit ve düşük maliyetli olması yer alır; ancak, sadece yüzeyde bulunan kusurların tespit edilebilmesi nedeniyle yüzey altındaki hataların tespiti için uygun değildir (Bulut, 2025).

3.2.4. Ultrasonik Muayene

Ultrasonik test (UT), yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak malzeme içindeki süreksizliklerin tespit edilmesi amacıyla kullanılan bir tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntem, özellikle iç hataların tespiti ve malzeme kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla oldukça etkili ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Ultrasonik testte, malzemeye bir prob aracılığıyla yüksek frekanslı ses dalgaları gönderilir. Bu dalgalar malzeme içinde ilerlerken herhangi bir süreksizlikle karşılaştığında geri yansır ve bu yansıyan dalgalar özel bir cihazla kaydedilerek değerlendirilir (Bulut, 2025).

Ultrasonik testin en büyük avantajlarından biri, malzeme içindeki hataların derinlik ve boyut bilgisiyle tespit edilebilmesidir. Bu yöntem, özellikle kaynak dikişlerinin iç kalitesini değerlendirmede ve kaynaklı yapıların güvenilirliğini artırmada önemli bir rol oynar. Ultrasonik testin başarılı olabilmesi için malzemenin yüzeyinin temiz ve düzgün olması, kullanılan ekipmanın kalibrasyonunun doğru yapılması ve muayeneyi gerçekleştiren operatörün deneyimli olması gerekmektedir. Ultrasonik test, ayrıca kalın ve yoğun malzemelerin içindeki kusurları da tespit edebilir, bu nedenle boru hatları, basınçlı kaplar ve köprüler gibi kritik yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Bulut, 2025).

3.2.5. Radyografik Test

Radyografik test (RT), X-ışınları veya gama ışınları kullanarak malzemelerin iç yapısındaki kusurların tespit edilmesi amacıyla uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde, malzeme içerisine gönderilen ışınlar malzemeden geçerek, arka tarafta yer alan film veya dijital dedektör üzerinde bir görüntü oluşturur. Bu görüntü, malzemenin iç yapısındaki yoğunluk farklılıklarını ve kusurları tespit etmeye yardımcı olur. Radyografik test, özellikle kaynak dikişlerinde ve diğer kritik yapısal bileşenlerde bulunan gözenek, çatlak, cüruf kalıntıları gibi içsel hataların belirlenmesi açısından oldukça önemlidir (Bulut, 2025).

Radyografik testin en önemli avantajlarından biri, malzemenin iç yapısının ayrıntılı bir görüntüsünü sunmasıdır. Bununla birlikte, radyasyon kullanımı nedeniyle bu yöntemin uygulanması sırasında güvenlik önlemlerine büyük özen gösterilmelidir. Radyografik testin

uygulanması sırasında kullanılan cihazların kalibrasyonu, operatörlerin radyasyon güvenliği eğitimi almış olması ve kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması zorunludur. Bu yöntem, özellikle uçak sanayi, boru hatları ve nükleer enerji sektörü gibi kritik alanlarda sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak, maliyetinin yüksek olması ve uygulama sürecinin zaman alıcı olması gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Bulut, 2025).

4. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Kaynak uygulamasında kaynak dumanı, kaynak ışınları (UV ve kızılötesi) ve yüksek ısı gibi çalışanın sağlığını olumsuz etkileyecek durumlar söz konusudur. Kaynakçının bu sebeple uygun donanım (KKD) ve ekipmanla çalışması gerekmektedir.

Kaynak işlerinde yaşanabilecek tehlikeler listelenmiştir:

- Elektrik çarpması ve elektromanyetik dalgaya maruz kalınması,
- Yüksek ark ışınları, yüksek ısı ve patlama riskleri
- Kaynak sırasında açığa çıkan kaynak dumanı, zehirli gazlar,
- Kaynakta kullanılan basınç gazlardan doğan tehlikeler,
- Mekanik temizleme olan taşlama, çekiçleme ve darbeli temizlikten kaynaklı fiziksel tehlikeler,
- Yüksek ses maruziyetinden kaynaklı riskler
- Kapalı veya açık alanlarda veya yüksekte çalışmadan dolayı oluşan riskler (Turan, 2016).

Bu listelenen tehlikeler için çalışan bilinçlendirilmeli; İSG eğitimleri, KKD kullanımları bilgilendirilmesi gerekmektedir. Sürekliliğin devamı sağlanması için gerekli kontrollerin ve takibin yapılması gerekmektedir.

Kaynak işlemi sırasında doğan iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi için çalışma koşullarının iyileştirilip gerekli tedbirlerin alınması gereklidir. Bu süreçte en başka personelin kişisel koruyucu donanımlarının eksiksiz sağlanmalı ve kullanıldığı takip edilmelidir. Ayrıca çalışanın koruyucu güvenlik sistemlerinin çalışma ortamına entegre olması sağlanmalıdır (Turan, 2016).

5. SONUÇ

Bir yapıya uygulanan kaynak önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Taşıyıcı sistemin kalitesi; dayanıklılığını, ömrünü, rijitliğini doğrudan etkileyen en önemli kriterlerdendir.

Bu çalışmayla uluslararası standartlar içerisinde kaynakta oluşabilecek kaynak kusurlarının sebebinin ve oluşmasını engellemek için alınacak önlemler ile kaynak yapabilirliğinin onayını (PQR), şartnamesini (WPS) ve kaynak operatörünün yeteneğinin değerlendirilmesi (WQT) ele alınmıştır.

Kaynak işlemi, projenin yapılabilirliğinden montajlanma aşamasına kadar her bölümünde dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir. Uygulamada kaynak kalitesi standartlara tam olarak uygun yapılmamaktadır. Bu sebeple kaynak kalitesinde eksiklikler meydana gelmektedir.

Kaynak uygulamasındaki yeterli yetkinliklerin bulunmaması da kaynak kalitesini düşürmektedir. Kaynakçı personelinin eğitim ve yetkilendirilmesi aksatılmadan takip edilmelidir.

Kaynak uygulamasında her farklı kaynak işlemi için farklı parametreler benimsenmeli ve uygun parametreye göre kaynak yapılmalıdır. Her malzeme ve kaynak türüne göre kaynak prosedürü (WPS) belirlenmesi gerekir.

Kaynakta oluşabilecek bir çatlağın büyüyüp büyük risklere sebep olacağı unutulmamalıdır. Kaynak hatalarının çentik etkisi ile gerilme yığılmalarına sebep olması engellenmelidir. Kaynak kalitesinin uygun olmaması durumunda oluşabilecek hasar ve kayıpları engellemek için gerekli bilinçlenme sağlanması gerekmektedir.

Bir kaynak için öncesinde, sırasında ve sonrasında standartlarda istenen veya projede talep edilen gerekli testlerin yapılması gerekmektedir. Tahribatsız testler olan görsel, manyetik parçacık, sıvı penetrant, ultrasonik ve radyografik muayene ile kaynak dikişinin yüzeyi ve içi kontrol edilerek her test yönteminin kendi standartlarına göre kalite kabul seviyesinde kusurlar değerlendirilir.

Kaynak yapılırken kaynak dumanı, zararlı ışınlar ve yüksek ısı gibi personelin sağlığını etkileyen faktörler göz ardı edilmemelidir. Kişisel koruyucu donanımları (KKD) eksiksiz temin edilmeli ve kullanılması sağlanmalıdır. Çalışma ortamının kaynak yapabilirliğe uygun olması hem kaynak verimliliğini artırır hem de personelin sağlığının korunması sağlanır.

Sonuç olarak çelik yapılarda istenilen kaynak kalitesine ulaşmak, yapının kullanım ömrünü uzatarak sistemin güvenliğini güvence altına alır. Bu güvencenin uygulanabilmesinde kaynak yöntem ve prosedürlerinin, uygun testlerin yapılıp değerlendirilmesini sağlamak ve bu kaynak işlemlerinin yapılırken iş sağlığı ve güvenliği altında personellerin sağlığının da sağlanması gerekmektedir. Bu sistemin bir bütün olarak görülüp değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Ak, G. B. (2016). *Çelik Yüzeylerin İşlenmesinin Kaynak Kalitesine Etkisinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp adresinden erişildi.

Bulut, E. (2025). *Kaynak kalitesinin görüntü işleme metodu kullanılarak belirlenmesi*. (Yüksek Lisans). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp adresinden erişildi.

Çelik, Prof. Dr. A., Karadeniz, Prof. Dr. S., Yetim, Prof. Dr. A. F., Kovacı, Doç. Dr. H., Bayrak, Dr. Öğr. Ü. Ö., Uzun, Dr. Öğr. Ü. Y., … Aslan, Dr. Öğr. Ü. M. (2020). *Kaynak Teknolojileri* (1. Baskı.). Nobel Yayınları.

Ergün, İ. (2017). Çelik Yapı İmalatında Geçerli Uluslararası Standartlar ve mevzuat. *Uluslararası Katılımlı 7. Çelik Yapılar Sempozyumu* içinde (ss. 306-314). Gaziantep: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.

Gülsöz, A. ve Karakaş, Ö. (2007). Kaynaklı Birleştirmelerin Statik ve Yorulma Dayanımına Etki Eden Faktörler.

Mercan, S. (2019). Kaynak Bağlantılarında Hasar Analizi. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, *3*(2), 67-75.

Serbest, H. (2004). *Çelik konstrüksiyonlarda kaynaklı birleştirmeler*. (Master's). https://www.proquest.com/docview/2549285456/abstract/DEAFA2B645E54C25PQ/1 adresinden erişildi.

Turan, A. (2016). Kaynak İşlerinde İş Güvenliği. *Mühendis ve Makina*.

Türker, A., Danişman ve Yükler, İ. (2005, 11 Haziran). *KAYNAK HATALARI YÜKSEK LİSANS TEZİ METAL EĞİTİMİ ANABİLİMDALI*.

ÇELİK KONSTRÜKSİYONDA KAYNAK TEMEL KAVRAMLARI VE ERGİTME KAYNAĞI

İnşaat Mühendisi ve Uluslararası Kaynak Mühendisi, Gülşen ÇELEBİ[1] / Doç. Dr. Yasin Onuralp ÖZKILIÇ[2]

[1]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi / İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, gulsenclb3@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3561-116X

[2]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi / İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, yozkilic@erbakan.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9354-4784

Özet

Yapılarda çelik konstrüksiyon, son yıllardaki yükselen yıldızı olarak birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Hem yapım süresinin kısalığı hem de yüksek dayanıklılık, süneklik ve maliyet gibi avantajları sebebiyle mühendislik projelerinde sıklıkla tercih edilmektedir. Geleneksel yapı yöntemlerine kıyasla çelik konstrüksiyon; atölyede imalata uygunluğu, şantiyede montaj kolaylığı ve deprem gibi dinamik yükler altında gösterdiği yüksek performansı sayesinde modern yapı tasarımında vazgeçilmez bir yer edinmiştir.

Teknolojinin gelişmesi ve bu alanda yapılan ilerlemeler ile birçok alan için farklı malzemeler ve kaynak metotları ile istenilen kalite ve uzun ömürlülük sağlanabilmektedir.

Çelik yapıda uygulanan kaynaklar, sistemin beraber hareket etmesini sağlaması için önemli bir bağlantı ve birleştirme yöntemidir. Taşıyıcı sistem elemanlarının bir bütün halinde çalışmasını, dolayısıyla yüklerin güvenli bir şekilde aktarılmasını ve yapının rijitliğini doğrudan bulonlu birleşim gibi bu kaynaklar sağlar.

Yapıda uygulanacak kaynaklar yöntemi, pozisyonu, uygulanabilirliği açısından doğru belirlenmesi gerekmektedir. Yanlış seçilen bir kaynak yöntemi birleşimin güvenliğini etkiler.

Kaynaklı birleştirmelerin kalitesini ve yapısal güvenliğini sağlamak için ısı girdisi ile kritik t8/5 soğuma süreleri gibi kriterlerin titizlikle kontrol edilmesi büyük bir teknik önem arz etmektedir. Çelik malzemeye fazla ısı girdisi malzemede gevrekliğe sebep olacaktır.

Bu çalışmada, son yıllarda kullanımı hızla yaygınlaşan çelik konstrüksiyon yapılarında sık kullanılan birleştirme yöntemi olan kaynağın temel kavramları ve en çok tercih edilen ergitme kaynak metotları incelenmektedir. Malzemelerde uygun kaynak yönteminin seçimi ve standartlara bağlılık; taşıyıcı sistemin bütünlüğü ile yapının stabilliği ve buna bağlı olarak ömrünü ve yapısal olarak güvenli olması açısından büyük bir öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: *Çelik Konstrüksiyon, Çelik Yapılarda Kaynak, Kaynak, Kaynak Teknolojisi, Kaynaklı Birleştirmeler*

BASIC CONCEPTS OF WELDING AND FUSION WELDING IN STEEL CONSTRUCTION

Civil Engineer and International Welding Engineer, Gülşen ÇELEBİ[1] / Assoc. Prof. Dr. Yasin Onuralp ÖZKILIÇ[2]

[1] Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering / Department of Civil Engineering, gulsenclb3@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3561-116X

[2]Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering / Department of Civil Engineering, yozkilic@erbakan.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9354-4784

Abstract

Steel construction in structures has been utilized in many different fields as a rising star in recent years. It is highly preferred in engineering projects due to advantages such as short construction periods, high durability, ductility, and cost-effectiveness. Compared to traditional structural methods, steel construction has gained an indispensable place in modern structural design thanks to its suitability for workshop fabrication, ease of assembly on-site, and high performance demonstrated under dynamic loads such as earthquakes.

With technological advancements and progress made in this field, the desired quality and longevity can be achieved for many areas using different materials and welding methods.

Welds applied in steel structures constitute a vital connection and joining method to ensure that the system moves monolithically. These welds directly provide the rigid response of the structure, the safe transfer of loads, and the unified behavior of structural system components, similar to bolted connections.

It is imperative to accurately determine the method, position, and applicability of the welds to be performed on the structure. An incorrectly selected welding method severely compromises the safety of the connection.

In order to guarantee the quality and structural safety of welded joints, rigorous control of criteria such as heat input and critical t8/5 cooling times is of paramount technical importance. Excessive heat input into the steel material leads to embrittlement.

In this study, the basic concepts of welding, which is a frequently used joining method in steel construction structures that have expanded rapidly in recent years, and the most preferred fusion welding methods are examined. The selection of the appropriate welding method for materials and strict adherence to standards hold great importance in terms of the integrity of the structural system, the stability of the structure, and consequently, its service life and structural safety.

Keywords: *Steel Construction, Welding in Steel Structures, Welding, Welding Technology, Welded Joints.*

1. GİRİŞ

Çelik konstrüksiyon, özellikle son yıllarda inşaat sektöründe hızla yaygın olmaya başlayan bir yapı türüdür. Hem maliyeti hem yapım ve montaj süresi hem de dayanıklılığı ile tercih edilmektedir.

Çelik yapılarda kaynak işlemi ise birleştirme ve uygulama alanının çeşitliliği ile en çok kullanılan birleştirme yöntemlerinden biridir. Kaynak, o yapıda büyük bir rol oynamaktadır. Taşıyıcı sistemlerde uygulanan kaynak, o yapının ömrünü, dayanıklılığını belirleyen faktörlerden biridir. Kaynakta yapılacak hatada ölümle sonuçlanan facialara kadar birçok sorun yaşanmasına sebep olabilmektedir. Uygulanan kaynak yöntemi, kaynağın kalitesi, yapının elemanlarının doğru bir şekilde birleşmesini sağlayacaktır.

İnşaat mühendisliğinde çelik konstrüksiyon alanı, toplumun refah düzeyinin artırılması ve ekonomik olarak faydaları büyüktür. Bununla birlikte, tasarımın ve uygulamasında bu konularda tecrübeli ve yetkin personellerin çelik yapı sektöründeki gelişmeleri takip etmesi gerekir. Gelişen teknoloji ile ulaşılan ilerlemeler sayesinde özellikle depremlerden dolayı yapının dayanımı, sünekliği ve imalatlardaki kalite kontrollerin artırılmasına odaklanmışlardır (Uslu ve İnanoğlu, 2023).

Bir çelik yapının tasarım açmasındaki birleştirme yöntemi ve gerecini seçerken, birleştirmeleri gelebilecek statik, dinamik ve darbe (şok yükleme) yüklerini, çalışma koyularını (yüksek veya düşük sıcaklık, aşırı korozif ortam, yorulmayı hızlandıran periyodik zıt yükler) göz önünde bulundurmak gerekir. Hazırlanmış olan standartlara başvurarak gerekli hesaplan yapmamız mümkündür. Cıvatalı birleştirmeler için hazırlanmış genel standartlara kolaylıkla ulaşabildiğimiz halde kaynaklı birleştirmeler için hazırlanmış birçok farklı standartlar olduğundan gerekli tüm bilgilere anında ulaşmak pek mümkün değildir (Serbest, 2004).

Kaynak işlemleri genel olarak üç ayrı sınıfa ayrılmıştır. Bunlar ergitme kaynakları, basınç kaynakları ve özel kaynaklardır. Bu her sınıfta bulunan kaynak yöntemleri kullanım işlemlerine göre farklı isimlerde bulunurlar (Ak, 2016). Bunlardan en çok tercih edileni kullanım çeşitliliği, işlevselliği ve kalitesi gibi birçok özellikleri bakımından ergitme kaynağıdır.

Bu çalışmayla kaynak yöntemlerini temel kavramları ve çelik konstrüksiyonda yaygın olarak kullanılan kaynak yöntemleri anlatılmaktadır.

2. KAYNAĞIN TEMEL TERİMLERİ

2.1. Kaynak Nedir?

Malzemelerin, ısı enerjisi ve/veya basınç uygulaması altında, sürekli bir iç yapıya sahip olacak şekilde birleştirilmesine kaynak denir. Kaynak sırasında birleştirilen ana malzemelerin erime derecesine benzer özellikte olan dolgu malzemesi (ilave tel) sürece dahil edilebilir ve bu işlemin sonunda kaynak dikişi meydana gelir (GSİ-SLV TR, 2013).

Şekil 2.1. MAG Kaynağı (Kişisel arşiv, 2026)

Kaynak metali, elektrik arkı veya gaz alevinden dolayı yüksek sıcaklıkta erir ve daha önceden hazırlanmış olan kaynak ağzı içine dolmaya başlar. Kaynak sırasında, dikişin hemen yanındaki kısımlarında, metalin erime sıcaklığından ortam sıcaklığına doğru farklı sıcaklık derecelerde bölgeler ortaya çıkar. Bu bölgelerde değişen sıcaklıklardan dolayı malzemenin iç yapısında farklılıklar oluşur. Özelliği değişmiş bu bölgelerde, gerilme-şekil değiştirme davranışında ve korozyona karşı dayanımda esas metalden farklılık oluşur (Tama, 2009).

Kaynaklı birleşimlerin avantajları;

- Birleştirilen malzemenin bir parça gibi olmasını sağlamak,
- Geometrik olarak her türlü boyutta üretimin yapılabilmesi,
- Sızdırmazlık gerektiren durumlarına uygulanabilir olması,
- Bulonlu birleşim gibi farklı birleştirme çeşitlerine göre daha hafif olmadı,
- Diğer bağlantı türlerine göre daha ekonomik olması,
- Sünekliliği, dayanımı ile uzun ömürlü olması,
- Her ortamda kaynak yapabiliyor olmak (atölye, şantiye gibi)

Kaynaklı birleşimlerin dezavantajları;

- Kaynak işlemi geri dönüşü olmayan işlemlerdir
- Kaynak sırasında veya sonrasında soğuma işlemi sırasında malzemenin iç yapısında değişiklik olmasından dolayı gevrekleşme veya çatlama riski oluşması
- Kaynak kontrolleri için yapılan muayene ve kontrol yöntemlerinin maliyetli olması olarak listelenebilir (Ak, 2016).

Kaynak işleminde gaz ve su gibi sızdırmazlık istenen yapılarda uzun ömürlü, proje uygun montaja uygunluk ve yüksek mukavemeti ile büyük avantaj sağlar. Ancak kaynak sırasında yüksek ısı ve ışık yayması ve karışık kimyasal içeren malzemelerin kullanılmasından dolayı bu işlemlerin işinde yetkin kişiler tarafından yapılması gereklidir. Bu durum başta dezavantaj olarak görünse de yetin kişiler tarafından yapılması işin kalitesinin düşmemesini sağlar. Bu sebepten kaynak işlemleri kontrollü ve atölye ortamında yapılmakta ve gerekli test ve muayene

yöntemleri ile kontrol edilmektedir. Ancak başta inşaat mühendisliği projelerinde atölyede yapılan parçaların sahada montajı sırasında bazı revizyonlar yapılabilmekte ve bu değişikliklerden dolayı şantiye ortamında da kaynak yapılması gerekebilmektedir. Şantiye sahasında yapılan kaynaklar ne kadar takip edilse de çevresel koşullardan dolayı kaynak kalitesinde farklılığa sebep olmaktadır. Bu da inşaatın belirli aşamalarında ve doğrudan yerinde yapılma zorunluluğu, kalite kontrol ve muayene süreçlerini de teknik olarak güçleştirmektedir (Ak, 2016).

Kaynakta çelik konstrüksiyon, çelik malzemeler ile yapılan taşıyıcı sistemleri ve yapıları kapsamaktadır. Bu tanım ile örnek olarak sanayi tesisleri, ofis blokları, enerji nakil hatları/direkleri, kuleler, endüstriyel bacalar, karayolu ve demiryolu köprü yapıları, konveyör hatları, boru hattı montajları, su arıtma/dağıtım tesisleri, vinç kiriş yolları, kömür siloları ve basınçlı kaplar bulunmaktadırlar (GSİ-SLV TR, 2013).

2.2. Kaynak Kabiliyeti

Malzemelerin kaynak kabiliyetini açıklayan (Çelik ve diğerleri, 2020), sürecin metalin iç yapısı üzerindeki etkisini şu şekilde ifade etmektedir:

Hemen hemen bütün kaynak yöntemleri, kaynak edilen metal malzemenin kaynak bölgesinin yerel olarak erimesini veya metalin solidüs sıcaklığına yakın bir sıcaklığa kadar ısıtılmasını ve devamında soğumasını gerektirir. Dolayısıyla belli bir sıcaklığa kadar ısıtma işleminin ardından gerçekleştirilen soğuma işlemi, metalde iç yapı değişikliklerine neden olduğu gibi, yüksek sıcaklık, kaynak metali, cüruf ve esas metal ile ortam atmosferi arasında bazı kimyasal reaksiyonların oluşmasına olanak sağlar (Çelik ve diğerleri, 2020).

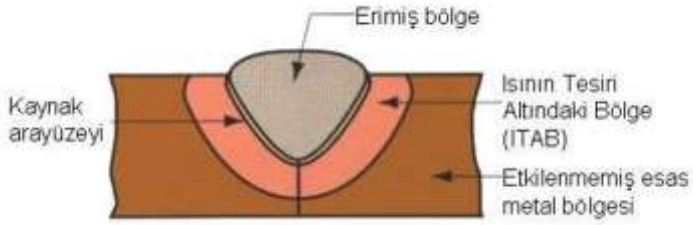
Genel olarak kaynak yöntemleri, bir döküm işlemini benzer. Kaynak metali elektrik arkı veya gaz alevinin yüksek sıcaklığı etkisiyle erir ve mevcut kaynak ağzı içine dökülür; bu sırada kaynak ağzının kenarındaki yüzeyler de bir miktar erir ve erimiş kaynak metali ile kaynak edilen metal karışarak kaynak ağzı içinde katılaşır. Bu işlem sırasında, kaynak yöntemi ile birleştirilen malzemelerin kaynak dikişine bitişik kısımlarında, metalin erime sıcaklığından ortam sıcaklığına kadar, farklı sıcaklık derecelerinde ısınmış bölgeler ortaya çıkar. Bu durum özellikle çelik malzemeler için büyük önem taşır (Çelik ve diğerleri, 2020).

Isı işlemleri çelik malzemelerin mikro yapısına doğrudan etkilidir. Başka bir yönteme gerek kalmadan ve yapısını değiştirmeden kaynak yapılabilen çelikler yüksek kabiliyete sahip çelik olarak değerlendirilir. Ancak standart kaynak uygulamasında yapının güvenliğini tehlikeye atacak, kaynak sırasında veya sonrasında çatlama gibi ciddi kusurların meydana geldiği çelikler ise sınırlı kaynak kabiliyetli olarak kabul edilir. Sınırlı kaynak kabiliyetli malzemeler için işlemler kaynak öncesinde, sırasında ve sonrasında olarak kendilerine ait gerekli yöntemler yapılması gerekmektedir (Erden, 2012).

2.3. Isıdan Etkilenen Bölge (ITAB)

Metal malzemelerin imalatı kaynak yöntemi ile gerçekleştirildiği zaman, kaynak yapılan bölgenin hemen yanında kalan bölgede ısıl çevrimin etkisi görülür. Dolayısıyla, kaynak esnasında oluşan bu ısıl çevrim, yüksek mukavemetli çeliklerin içyapısını ve mekanik özelliklerini etkileyerek ısı tesiri altında kalan bölge (ITAB) adı verilen yeni bir bölgeyi meydana getirir. Çelik malzemelere uygulanan kaynak işlemlerinde, ısı tesiri altında kalan

bölgede sıcaklık 1450-700°C arasında değişmektedir. Çelik malzemelerin ITAB bölgelerinde ulaşılan en üst sıcaklık değerine bağlı olarak farklı iç yapılar ve özellikler gösteren bölgeler oluşmaktadır (Çelik ve diğerleri, 2020).



Şekil 2.2. Kaynakta ITAB gösterimi (Kaya ve Elitaş, 2024)

2.4. Kaynakta Isı Etkisi

Günümüzde gelişen çelik kalitesi ve kaynak teknolojisinin ilerlemesine rağmen çelik konstrüksiyon imalatlarında kaynaklı birleştirmelerin kalitesi, yapısal güvenlik açısından önemi değişmemektedir. Kaynak işlemleri incelenirken kontrol edilmesi gereken ilk konu ısı girdisi olmalıdır. Metalik malzemelerde bu ısı döngüsünün sebep olduğu içyapıdaki değişmeler üretilen parçada bazı sorunlar oluşmasına neden olabilir. Bu sorunların başında kaynak banyosu çevresinde oluşan kalıcı artık gerilmeler, büzülme ve çarpılma deformasyonları, distorsiyonlar ile makro ölçekteki açısal veya doğrusal şekil bozuklukları vardır. Oluşan bu kusurlar parçanın ölçüsünün değişmesine sebep olur (Laçin, 2017).

Kaynakta hızlı soğuma veya yavaş soğumanın kontrollü olması gerekmektedir. Çünkü ısıdaki hızlı değişimler kaynak bölgesi ve ITAB üzerinde yoğun tane yapısı değişikliğine sebep olacaktır. Örneğin, ince taneli yüksek mukavemetli bir yapı çeliğinde kontrollü soğuma sağlanmalıdır. Çünkü hızlı soğumaya maruz kalırsa tane irileşmesine bağlı olarak sertleşme meydana gelir. Yavaş soğumasını sağlamak için ön ısıtma yapmak, pasolar arası sıcaklığın sabit tutulmak veya paso tekniklerinde kaynak yığılmasını engellemek gibi malzemenin cinsine ve özelliklerine göre çeşitli önlemlerin alınması gerekir.

2.5. Isı Girdisi

Isı girdisi, birim malzemeye uygulanan ısı enerjisidir. Isı girdisinin yüksek olması kaynak yapılacak malzemelerin mikro yapısının değişmesine; mukavemetinin, tokluğunun düşmesine sebep olurken, yüksek ısı girişinden dolayı çekme/çarpılma deformasyonları gibi malzemede sorunların yaşanmasına sebep olacaktır.

Isı girdisi (Q) formülü;

$Q = E$ x k *(kJ/mm)*'dir.

Bu formülü daha açacak olursak;

$$Q = k\frac{UxI}{v}x10^{-3}$$ 'dür.

Bu formülde k; verimlilik katsayısıdır ve ISO 17671-1 (Metalik Malzemelerin Kaynağı İçin Öneriler - Bölüm 1: Ark Kaynağı İçin Genel Kılavuz) standardında bütün kaynak yöntemleri

için karşılık gelen katsayı değerleri bulunmaktadır. En büyük katsayı tozaltı kaynağında bulunmaktadır; en düşüğü ise TIG kaynağında bulunmaktadır (Tablo2.1.).

E ise hat enerjisini ifade eder. Hat enerjisi, kaynağa verilen birim uzunluktaki enerjidir ve birimi kJ/cm'dir.

Isı girdisi, kaynak akımına, gerilimine doğru orantılı ve kaynak hızına ters orantılı olarak doğrudan bağlıdır.

Tablo 2.1. k verimlilik katsayısı (ISO 17671-1, 2002)

Yöntem No	Kaynak Yöntemi	*k* Verimlilik Katsayısı
121	Tel elektrot ile tozaltı kaynağı	1,0
111	Örtülü elektrot ile metal ark kaynağı (Elle ark kaynağı)	0,8
131	MIG kaynağı (Metal asal gaz kaynağı)	0,8
135	MAG kaynağı (Metal aktif gaz kaynağı)	0,8
114	Gaz korumasız özlü tel metal ark kaynağı	0,8
136	Aktif gaz korumalı özlü tel metal ark kaynağı	0,8
137	Asal gaz korumalı özlü tel metal ark kaynağı	0,8
138	Aktif gaz korumalı metal özlü tel metal ark kaynağı	0,8
139	Asal gaz korumalı metal özlü tel metal ark kaynağı	0,8
141	TIG kaynağı (Tungsten asal gaz kaynağı)	0,6
15	Plazma ark kaynağı	0,6

2.6. t8/5 Süresi Kavramı

t8/5 terimi, yapı çeliklerinde kaynak dikişi ve/veya ITAB üzerinde 800°C'den 500°C'ye düşme süresidir. Bu süre bir kaynak için çok kritik bir öneme sahiptir. Yapı çeliklerinin faz dönüşümleri bu sıcaklıklar arasında gerçekleşmektedir. Malzemenin tokluğunu ve sertliğini gibi mekanik özelliğini belirleyen niteliktir. Kaynağın dikişinin şekli, malzeme kalınlığı, paso dizilişi ve sayısı, ön ısıtma sıcaklığı gibi parametreler bu süreyi etkiler.

Hat enerjisine ait parametreler; akım, gerilim, kaynak hızı da t8/5 için önemli kriterlerdir. Kaynakta ısı girdisi ve t8/5 süresi doğru orantılıdır. Isı girdisi yükseldikçe t8/5 süresi de uzar.

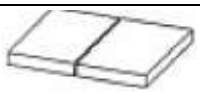
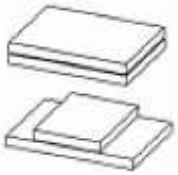
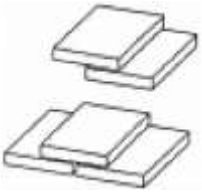
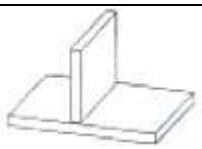
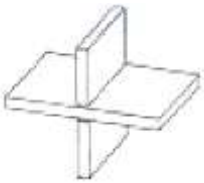
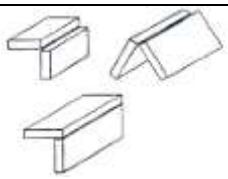
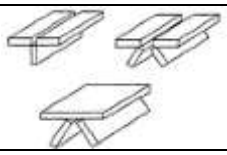
2.7. Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleştirmeler

İş parçalarının tasarım birleştirme şekline göre kaynakta birleştirme ve uygulama pozisyonları bulunmaktadır. Her kaynak birleştirme şekline göre kaynakçı yeterli tecrübeye sahip olması gerekir.

İş parçalarının birbiriyle konumları birleştirme şeklini belirler. Birleştirilen parçaların durumuna göre alın, köşe, bindirme ve T-alın gibi kaynak dikiş şekilleri olabilir (Tablo2.2.)

Her kaynak birleştirmesi için parçada ön hazırlık yapılması gerekebilmektedir. Kaynak öncesi malzeme hazırlığı için ISO 9692 standartları vardır ve malzemenin birleşimine, malzemenin kalınlıklarına göre kaynak ağzının nasıl olması gerektiği tablolarda açıklanmaktadır.

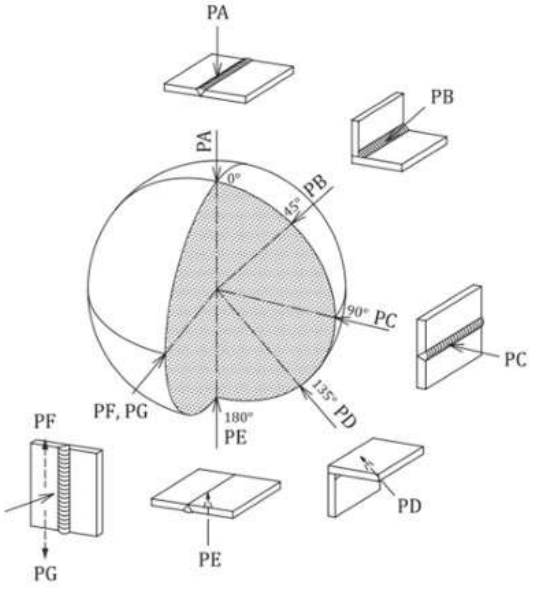
Tablo 2.2. Bağlantı türleri (GSİ-SLV TR, 2013)

Bağlantı Tipi	Plakaların Konumu	Açıklama
Alın birleşimi		Plakalar paralel bir şekilde alın alına uzanır.
Paralel birleşim		Plakalar paralel bir şekilde birbiri üzerine biner.
Bindirme birleşimi		Plakalar paralel bir şekilde birbiri üzerine biner
T-birleşimi		Plakalar paralel bir şekilde birbiri üzerine T-formu verecek şekilde biner.
İstavroz birleşimi		İki plaka paralel bir şekilde oradaki plakayı aralarına alacak şekilde sıkıştırır.
Açılı birleşim		İki plaka farklı açılar oluşturacak şekilde kesişir.
Köşe birleşimi		İki plaka 90 derece açı oluşturacak şekilde kesişir.
Kenar birleşimi		İki plaka 0-30 derece arası açı oluşturacak şekilde kesişir.
Çoklu birleşim		İki veya daha fazla plaka farklı açılar oluşturacak şekilde kesişir.
Çapraz birleşim		Parçalar kesişecek şekilde birbiri üzerine biner.

2.8. Kaynak Pozisyonları

Kaynak sırasında kaynakçının kullandığı veya operatörün yönlendirdiği kaynak torcunun pozisyonunu ifade eder. Kaynakçının yeterliliğine göre bu pozisyonların uygulanması sağlanır.

Oluk (PA) ve yatay (PB) pozisyonlarında maksimum yığma hızlarına ulaşılır, ancak çok büyük ve arkın önünde akan bir kaynak banyosu önlemek için kaynak hızının da arttırılması gerekir. Yukarıdan aşağı (PG) pozisyonda akışkan kaynak banyosu aşağıya akmaya çalışır. Birleşme hatalarını önlemek için kaynak hızı kaynak banyosunun akma hızından daha yüksek olmalıdır (GSİ-SLV TR, 2013).



Şekil 2.3. Kaynak Pozisyonları (ISO 6947, 2019)

3. KAYNAK ÇEŞİTLERİ

Bir yapı için uygulanacak birçok kaynak yöntemi bulunmaktadır ve bu kaynak yöntemleri için uluslararası geçerli olan EN ISO 4063 standardınca kısa gösterim/kodlama yapılmaktadır. En sık kullanılan kaynak yöntemleri ve bunlara ait kodlar aşağıda listelenmiştir:

- 111 – Elle Metal Ark Kaynağı
- 121 – Tozaltı Kaynağı
- 131 – Metal Asal Gaz Kaynağı (MIG Kaynağı)
- 135 – Metal Aktif Gaz Kaynağı (MAG Kaynağı)
- 141 – Tungsten Asal Gaz Kaynağı (TIG Kaynağı)
- 311 – Oksi-Asetilen Kaynağı

3.1. MIG-MAG Kaynağı

MIG ve MAG kaynakları koruma gazı altında kaynak yapıldığı için "Gazaltı Kaynağı" olarak da bilinmektedir. Koruyucu gaz altında eriyen elektrotlarla kaynak işlemi yapılır. MIG ve MAG kaynağında bütün prensip ve çalışma şekli aynıdır. Tek farkı kullanılan koruyucu gazdır. MIG kaynağında kullanılan koruyucu gaz asal gazdır, MAG kaynağında ise aktif gazdır.

MIG-MAG kaynaklarında, kaynak banyosunu korumak için asal ve aktif gazlar ya da bu gazların çeşitli oranlardaki karışık kombinasyonları tercih edilmektedir. Kimyasal olarak reaksiyon göstermeyen asal gazlar kaynakta herhangi bir tepkime göstermedikleri için genellikle demir dışı metallerin birleştirilmesinde kullanılır. Aktif gazlar veya aktif-asal gaz karışımları ise çeliklerin kaynaklarında kullanılmaktadır (Tama, 2009).

Çelik yapı sektöründe en çok tercih edilen MAG kaynağı, neredeyse bütün çeliklerde kullanılabilir. Maliyeti düşük ve kaynak hızı yüksek olduğu için de tercih edilebilirliği yüksektir.

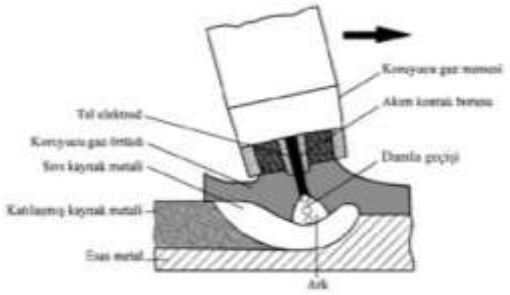
Şekil 3.2. MAG Kaynağı (Kişisel arşiv, 2024)

Gazaltı kaynaklarında birleştirme yapılırken gereken ısı enerjisi, sürekli eriyen ilave dolgu teli ile kaynak edilen iş parçası arasında meydana gelen elektrik arkı sayesinde yapılır. Kaynak banyosunda ilave tel ve kaynak bölgesindeki iş parçası ark sıcaklığı ile sıvı faza geçerek kaynak dikişi oluşur. Kaynak boyunca ilave tel, kaynak banyosu ve kaynak dikişine yakın bölgeler torç nozulundan salınan koruyucu gaz veya karışım gazlar sayesinde atmosferin olumsuz etkilerinden korunmuş olur. Koruyucu gaz ile kaynak bölgesinin korunması gereklidir, yoksa kaynak banyosuna çok az da olsa girecek hava dahi dış etkiler kaynak bölesinde dönüşü zor olan hatalara sebep olur (Erden, 2012).

Koruyucu gaz ile nem, çabuk soğuma ile kaynakta gevrekleşme veya havanın kaynak içinde sıkışmasından dolayı hava çıkışından sonra meydana gelen gözenekler yapısal olarak kusur oluşmasına sebep olurlar. Yüksek ısıdan dolayı karbondioksit tepkime ile karbonmonoksit ve oksijene dönüşür. Meydana gelen bu oksijen ile erimiş sıvı haldeki demir ile reaksiyona girerek farklı türlerde demir oksit bileşikleri oluşur. Bu demir oksitler ise banyodaki mangan ve silisyum elementleri ile birleşerek bu alaşım bileşenlerinin yanarak kaybolmasına sebep olur. Bu değişimden dolayı kaynak telinin mangan ve silisyum yönünden zengin olması gerekir.

Ayrıca CO2, ortamdaki karbon ile birleşerek malzemede karbon kaybına yol açar (Erden, 2012).

MIG ve MAG kaynaklarında akım şiddeti kaynağın genişliğini, gerilimi derinliğini yani nüfuziyetinin en önemli kaynak parametrelerini belirler.



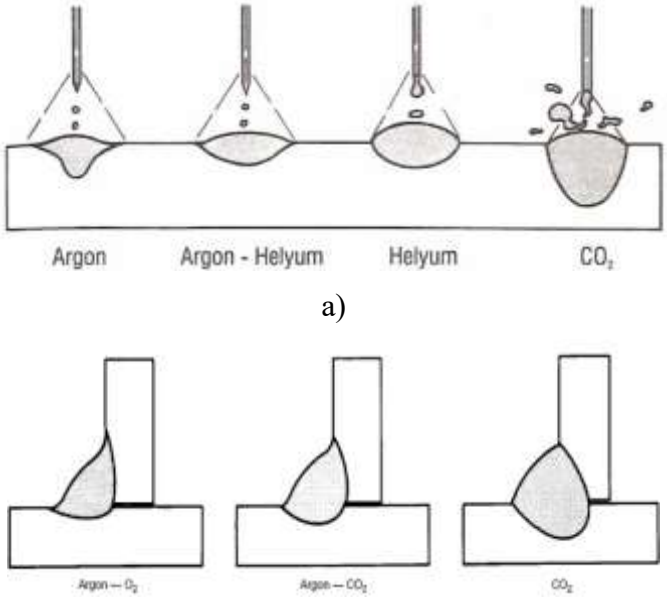
Şekil 3.3. MIG /MAG kaynak donanımı (İMO, 2005)

Gazaltı kaynağının avantajları şunlardır;

- Gazaltı kaynağı, geniş uygulama alanına sahiptir; paslanmaz çelik, çelik, alüminyum ve dökme demir gibi birçok farklı metalin birleştirildiği bir kaynak yöntemidir. Ayrıca farklı kalınlıklar ve farklı geometrilere sahip parçaların kaynağını yapmak mümkündür.
- Gazaltı kaynağı, yüksek sıcaklıkta çalıştığı için kaynak işlemi hızlı gerçekleşir. Bu durum üretim sürecini hızlandırarak verimliliği arttırır.
- Gazaltı kaynağı, metallerin eriyerek birleşmesi yöntemi ile gerçekleştirildiği için güçlü ve dayanıklı kaynak dikişi elde edilerek yüksek mukavemet ve sağlamlık sağlar.
- Gazaltı kaynağı, dış alanda kolaylıkla uygulanabilir ve esnek çalışma koşulları sağlar.

Gazaltı kaynağının dezavantajları şunlardır;

- Gazaltı kaynağı, yüksek sıcaklıkta çalıştığı için yoğun ısı üretir. Bazı malzemeler yüksek ısıdan deforme olabilir veya gerilme ve deformasyon oluşabilir.
- Gazaltı kaynağını uygulayabilmek için; gaz silindirleri, gaz kaynak hortumu, gazaltı kaynak makinesi ve gazaltı kaynak torcu ekipmanları gerekmektedir. Bu ekipmanların doğru kullanımı önemlidir ve bu ekipmanların bakımı ve tedariki zaman alabilmektedir.
- Gazaltı kaynağı yönteminde kullanılan ekipmanlar ve asetilen gazı maliyetli olabilmektedir. Gaz tüplerinin sürekli olarak değişmesi ve dolum işlemleri ek maliyet oluşturur.
- Gazaltı kaynak yönteminde yüksek sıcaklık ve basınç ile çalışıldığı için güvenlik önlemlerine dikkat edilmelidir. Oluşabilecek gaz sızıntısı veya yangın gibi risklere karşı gerekli önemler alınmalı ve koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
- Gazaltı kaynağını uygulayan operatör uzman ve deneyimli olmalıdır. Operatör, kaynak işlemi yapılacak ürünün temizliği, kaynak bölgesinin doğru şekilde ve ısıda ısıtılması, kaynak parametrelerinin doğru ayarlanması ve kaynak bölgesinden sorumludur (Küçükkeleş, 2024).



Şekil 3.4. MAG kaynağı için koruyucu gazların dikiş formu ve nüfuziyet etkisi

a) alın kaynağı için b) köşe kaynağı için (Laçin, 2017)

Gazaltı kaynakları diğer kaynak yöntemlerine göre daha hızlı ve pratik yöntemlerdir. Kaynak sırasında sürekli sürülen dolgu ilavesi ile elle ark kaynağına göre zaman yönünden avantaj sağlar. Elle ark yönteminde kaynak sırasında elektrot bittiğinde yenilemek için kaynağı durdurması gerekir. Bu elektrik ark kaynağındaki örtülü elektrotlar her paso geçişinde yüzeyde yoğun bir cüruf tabakası oluşturur. Her durduğunda veya her paso geçişinde cürufun temizlenmesi gerektiğinden zaman kaybı meydana gelir. Ayrıca gazaltı kaynağında koruyucu gaz sayesinde kaynak metalinde cüruf kalıntısı gibi süreksizliklerin önüne geçerek çok daha temiz ve kaliteli bir kaynak dikişi oluşur. Bu farklar ile çelik konstrüksiyonda MIG-MAG kaynak yöntemleri daha öncelikli tercih edilir (Laçin, 2017).

3.2. Elle Ark Kaynağı

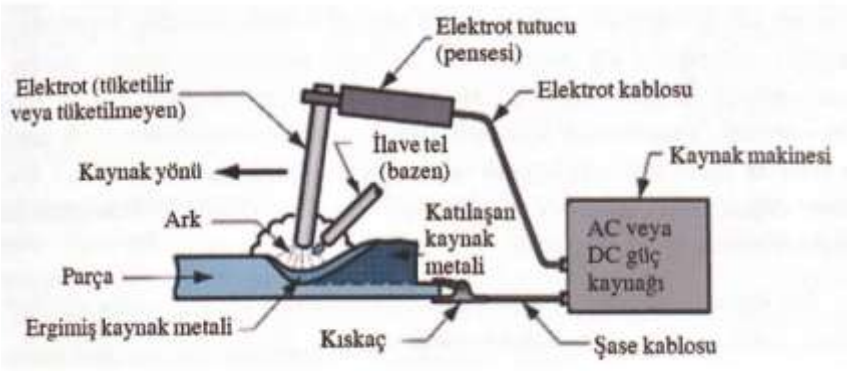
Elektrotla kaynak yapıldığı için "Elektrot Kaynağı" olarak da söylenmektedir. Bir elektrot çubuğu ile iş parçası arasında kısa devre olur ve bu sayede kaynak işlemi gerçekleştirilir.

Örtülü elektrotta oluşan ark, birleştirilecek iş parçası ile ergiyen elektrotun arasında meydana gelir ve eriyen bu metalik bölge aynı zamanda kaynak dikişini oluşturan kaynak metali formunu oluşturur. Aynı zamanda örtülü elektrotun dış yüzeyinde bulunan örtü de bu yüksek ısı ile yanar. Bu yanma işlemi sayesinde ortaya çıkan koruyucu gaz ile kaynak bölgesini, sıvı cüruf ile de kaynak dikişinin üstünü kapatarak hızlı soğumasını ve atmosferle bağının ortadan kalmasını sağlar (Tama, 2009).

Günümüzde en yaygın kullanılan yöntemlerdendir. Elle ark kaynağının çalışma prensibi, elektrodun ucu ile metalin yüzeyine yaklaştırıldığında ergime için ihtiyaç duyulan ısı enerjisinin kaynak bölgesi ve elektrot arasından geçirilen elektrik arkıyla sağlanır (Ak, 2016).

Şekil 3.5. Elle Ark Kaynağı (Kişisel arşiv, 2024)

Elle ark yönteminde çoğunlukla doğru akım kaynak makinelerinde pozitif kutuplama tercih edilerek örtülü elektrot pozitif kutba (+), şase/topraklama klempi ise negatif kutba (-) bağlanır ve devreye verilen gerilimle akım devresi tamamlanır. Örtülü elektrotlarda yatay karakteristiğine sahip kaynak makineleri kullanılır ve akım sabitken gerilim değişir. Bu yöntem için genellikle bazik elektrot kullanılır (Cılız, 2013).



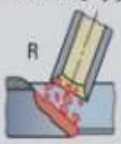
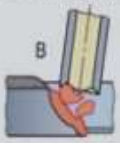
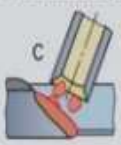
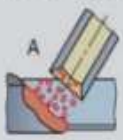
Şekil 3.6. Elle ark kaynağı şematik gösterimi (Prof. Dr. Gürel Çam, 2020)

Cubuk elektrot örtüsünün görevleri şunlardır:

Kaynak arkının tutuşturulması ve kararlı hale getirilmesi ve aynı zamanda malzeme transferiyle beraber bir kaynaklı birleştirmenin oluşturulması. Elektrot örtüsü bu kapsamda aşağıdaki görevleri üstlenmektedir:

- Ark boyunca iyonizasyonun, tutuşma özelliklerinin ve arkın kararlılığının iyileştirilmesi
- Havanın (N2 ve O2) zararlı etkilerini perdelemek amacıyla koruyucu bir gaz oluşturmak
- Meydana gelen kaynak dikişini korumak (üst taraf ve kök), soğumayı yavaşlatmak ve dikişi şekillendirmek üzere cüruf oluşturmak
- Kaynak metalini metalürjik yönden etkilemek, yani oksidasyon ve deoksidasyon, zararlı katışkı elementlerin (S, P) bağlanması veya alaşım elementlerinin ilave edilmesi (GSİ-SLV TR, 2013).

Tablo 3.2. Elektrot çeşitleri (Ak, 2016)

	Rutil	Bazik	Selülozik	Asit
Damla geçişi	İnce damlalı malzeme geçişi 	İri damlalı malzeme geçişi 	İnce damlalı malzeme geçişi 	Çok ince damlalı malzeme geçişi 
Kimyasal bileşimi	Rutil TiO_2 45% Kuartz SiO_2 20% Fe-Mn 15% Manyezit Fe_3O_4 10% Kireçtaşı $CaCO_3$ 10% Camsuyu	Fluorit CaF_2 45% Kireçtaşı $CaCO_3$ 40% Kuartz SiO_2 10% Fe-Mn 5% Camsuyu	Selüloz 40% Kuartz SiO_2 25% Rutil TiO_2 20% Fe-Mn 15% Camsuyu	Manyezit Fe_3O_4 50% Kuartz SiO_2 20% Fe-Mn 20% Kireçtaşı $CaCO_3$ 10% Camsuyu
Üstünlükleri	• Kaynak yapması kolay • güzel, düzdikiş • AA ve DA mümkün	• Hafifçe dışbükey dikiş • Yüksek mek. özellikler • Çoğunlukla DA+	• Derin nüfuziyet • Tüm pozisyonlar, özellikle yukarıdan aşağı • İyi mekanik özellikler	• Kuvvetli alaşım yanması • Pürüzsüz, düz yüzey • Ortalama mekanik özellikler
Zayıflıkları	• Tüm pozisyonlar mümkün değil • Bazik elektrotlara göre daha düşük mekanik özellikler • Daha kötü aralık doldurma kabiliyeti	• Kaynak yapması biraz daha zor • Tekrar kurutulmaları gerekir	• Kaynak yapması çok daha zor • Tüm kaynak makinalarına uygun değil • Daha yoğun duman oluşumu	• Zor pozisyonlara sınırlı uygunluk • Çatlak oluşturmaya eğilimli

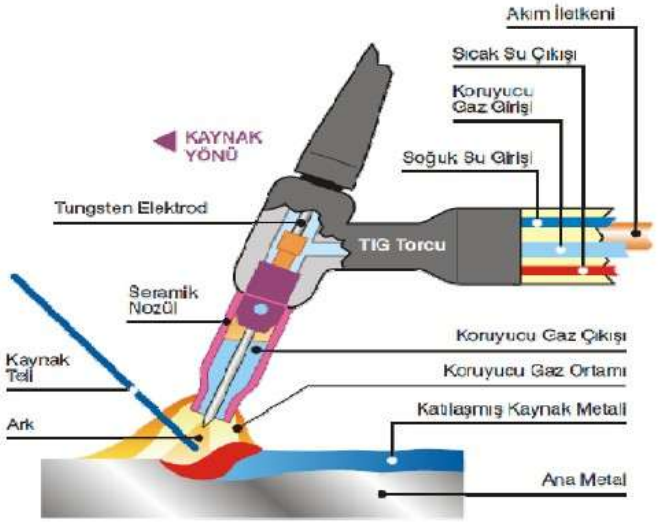
3.3. TIG Kaynağı

TIG kaynağında erime sıcaklığı çok yüksek olması sebebiyle çelik malzemeye göre erimeyen tungsten elektrot ile iş parçası arasında ark oluşur. Erimiş kaynak banyosu ile çoğunlukla tercih edilen argon gazı ile kaynak atmosferden korunur (Topal, 2009).

Şekil 3.7. TIG Kaynağı (Kişisel arşiv, 2024)

Genellikle Argon gazı kullanıldığı için "Argon Kaynağı" olarak da bilinmektedir. Yavaş bir kaynak işlemidir ve bu sebeple ısı girdisi yüksektir. Tungsten, 3410 °C'de eriyen bir elektrottur ve yüksek erime sıcaklığından dolayı kaynak sırasında erimez ve elektrik akımını

ileterek bölgenin kaynaklanmasını sağlar. Kaynak bölgesini korumak için koruyucu gaz, asal gaz, kullanılır ve en çok Argon ve Helyum (Ar+He) karışım gazı tercih edilir.



Şekil 3.8. TIG Kaynağı Çalışma Prensibi (Topal, 2009)

Artı (+) kutup daha çok ısınır ve elektrot erimemesi için elektrot eksi (-), iş parçası artı (+) kutbu ile kutuplanır.

Tungsten ark kaynağının avantajları şunlardır;

- Yüksek kaliteli kaynak dikişi elde edilir.
- Kaynak süreci kontrol edilebilir.
- Kaynak bölgesi temiz ve paslanmaya karşı dayanıklıdır.

Tungsten ark kaynağının dezavantajları şunlardır;

- Kaynak hızı daha yavaştır.
- Kaynak işlemini gerçekleştiren operatörün deneyimli olması gerekmektedir.
- Kullanılan ekipmanlar maliyetlidir (Küçükkeleş, 2024).

Yöntem, neredeyse tüm metallere geniş bir levha kalınlığı aralığında uygulanabilmektedir. Aynı zamanda, bazı farklı metal çiftlerinin kaynağında da kullanılabilmektedir. Yöntemin en yaygın kullanım alanları, alüminyum ve paslanmaz çeliklerdir. Dökme demirler, dövme demirler ve doğal olarak tungstenin bu yöntem ile kaynağı güçtür. Yöntemin çeliklere uygulaması, çok ince levhaların kaynağı ve çok yüksek kaliteli birleştirme talep edildiği durumlar hariç, tüketilir elektrot ile ark kaynaklarından daha yavaş ve yüksek maliyetlidir. Kalınlığı 3 mm'den ince sacların bu yöntem ile kaynağında dolgu metali kullanılmaz (Prof. Dr. Gürel Çam, 2020).

TIG kaynağında kaliteli kaynak sağlanması için kaynak ağız geometrileri ile ilave dolgu telinin uygun olması gerekir. Kaynak yüzeyinde bulunan kir, tufal ve oksit tabakaları tel fırça ya da

benzeri mekanik bir ekipmanla temizlenmesi gerekir. Uzun dikişlerde kaynak öncesinde puntalama yapılmalı ve ark çevresindeki koruyucu argon gazının ortamdan uzaklaşmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, TIG yönteminin sunduğu avantajlardan yararlanılması için kaynak ağzı hazırlığı, parçaların karşılıklı olarak tam temas etmesi ve ağızların aynı düzlemsellikte bulunması önemlidir (Tama, 2009).

3.4. Tozaltı Kaynağı

Tozaltı kaynağında akım şiddeti, ark gerilimi, tel besleme ve ilerleme hızları yani kaynak parametrelerinin doğru seçildiğinde süreksizliği olmayan, düzgün kaynak dikişi elde edilir. Elle ark kaynaklarına kıyasla bu yöntemde kullanılan aynı çaptaki elektrot daha yüksek akım sayesinde daha geniş bir kaynak banyosu ve yüksek nüfuziyet derinliği sağlanır (Erden, 2012).

Bu yöntem hem yarı otomatik ya da tam otomasyonlu kaynak operasyonlarına uygun olmasından hem de seri imalat tekniği ile gelişmiş sanayi ülkelerinde geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Tozaltı kaynak yöntemi kesintisiz kaynak yapabilme yapısı sayesinde yüksek hızlı olduğundan kaynak süresini azaltarak ekonomikliği artırmakta, otomasyon yapısı sayesinde de güvenilir, kararlı ve dış yüzey kalitesi yüksek dikişler oluşmaktadır (Erden, 2012).

Şekil 3.9. Tozaltı Kaynağı-Hareketli Sistem (Kişisel arşiv, 2022)

Bu kaynak yöntemiyle elektrik arkı, toz formundaki bir kaynak tozu sayesinde atmosferden izole edilir. Kaynak süresince bir makaradan kesintisiz olarak otomatik sürülen, sürekli ve eriyen çıplak tel elektrot bulunmaktadır. Kaynak banyosu üzerine dökülen kaynak tozu, üstünü örterek kaynak ışınlarının çıkmasını ve sıçrantıları engeller (Ak, 2016).

MIG-MAG kaynağı gibi gaz korumalı kaynakların aksine tozaltı kaynağında toz koruması uygulanmaktadır. Kaynak tozla beraber cüruf oluşturur, bu cüruf sayesinde kaynak yavaş soğur; daha sünek ve tok bir yapı elde edilir. Tozun ayrıca arkın kararlılığını sağlamak, arkın tutuşmasını sağlamak ve ortamla ilişkisini kesmek gibi yararları da bulunmaktadır.

Tozaltı kaynağında kullanılan tozların görevleri şu şekilde olmaktadır:

- Kullanılan toz ile elektrik arkının iletkenliğini sabit tutarak işlem başladığında daha kolay tutuşma ve kaynak süresince kararlı ve salınım olmadan ark oluşturur.
- Kaynak bölgesinin üstünü örterek kaynak banyosunun atmosfer ile bağını keser. Ayrıca kaynak dikişinin formunun düzgün olmasını sağlar ve hızlı soğumasını engeller.

- Tozun içinde bulunan cüruf oksitler ile ortamdaki oksijeni uzaklaştırır. Ayrıca yine tozlar içinde bulunan ferro-alaşımlar ile kaynak metaline ihtiyaç duyulan alaşım elementleri ilave edilir (İMO, 2005).

Kaynak telinin de iş parçalarının malzeme kalitesinden daha iyi kalitede seçilmesi gerekmektedir. Daha düşük kalite seçimi kaynakta çatlamaya-kırılmaya sebep olur.

Tozaltı kaynağı çok kontrollü bir kaynak yöntemidir. Kaynak dikişi çok iyi oluşur, tek seferde büyük dikiş elde edilebilir. Nüfuziyeti çok iyidir. Diğer kaynak yöntemlerine göre hızlı olduğu için ısı girdisi diğerlerine göre daha düşüktür. Bütün çeliklerde kullanılabilir.

Tozaltı kaynağı için sabit veya hareketli düzenek oluşturulabilir. Sabit düzenekte kaynak makinesi sabit ve kaynayacak malzeme hareket ettirilir. Hareketli düzenekte ise Şekil 3.3.'teki gibi malzeme sabittir ve kaynak makinesi raylı sistem üzerinde hareket ettirilerek kaynak işlemi gerçekleştirilir.

Tozaltı elektrik ark kaynağının avantajları şunlardır;

- Kaynak verimliliği yüksektir.
- Kaynak işlemi süreci otomatiktir.
- Yüksek kaynak hızı ile sürekli olarak kaynak yapabilme özelliği sunar.

Tozaltı elektrik ark kaynağının dezavantajları şunlardır;

- Kullanılan ekipmanlar daha maliyetlidir.
- Kaynak işlemi sırasında daha fazla duman ve gaz oluşur (Küçükkeleş, 2024).

3.5. Lazer Kaynağı

Lazer kaynağında, lazer ışınları optik sistemler kullanılarak güç yoğunluğu yüksek küçük çaplı bir demet şeklinde odaklanmaktadır. Yüksek güç yoğunluklu lazer ışını demeti iş parçasında küçük çaplı bir buhar kolonu oluşturur. Bu kolondan lazer ışını malzemenin içerisine nüfuz eder. Sıvı metal lazer ışını hareket ettirildiğinde önden arkaya doğru akarak buhar kolonu boşluğunu doldurur ve katılaşarak kaynak işlemi gerçekleşir (Prof. Dr. Gürel Çam, 2020).

Lazer kaynağında nüfuziyet derindir ve hızlı kaynak imkânı sağlar. Ancak dar ışın alanı nedeniyle oldukça düz yüzeylerde uygulanabilir. Bu dar alan malzeme yüzeyinde termal çarpılmaların önüne geçer. Yansıtma kabiliyeti yüksek bir metalde ısı oluşmadan yansıma meydana gelebilir. Bu durum kaynak kabiliyetini zayıflatır (Çelik ve diğerleri, 2020).

Şekil 3.10. Lazer Kaynağı (Kişisel arşiv, 2025)

Lazer kaynak yönteminin avantajları detaylı olarak şu şekildedir;

- Yüksek hız ve yüksek hassasiyet sağlar. Lazer ışını, malzemeyi hızla ısıtarak eritir ve kaynağın oluşmasını sağlar. Hızlı üretim yapılan uygulama alanlarından bu özellik tercih edilmektedir.
- Lazer kaynağı işleminde kaynak bölgesi dardır ve ısı etkisi az oluştuğu için malzemede deformasyon riski azdır. Bu özellik hassas parçaların birleştirilmesinde avantaj sağlar ve kaynak dikişi ile ürünün kalitesini arttırır.
- Lazer kaynağının uygulanabilir malzeme çeşitliliği fazladır. Metal ve metal, metal ve plastik, plastik ve plastik gibi farklı malzemeler birleştirilebilir.
- Lazer kaynağında kaynak yüzeyi temizdir böylelikle temiz bir kaynak dikiş elde edilir ve genelde kaynak izi bırakmaz. Bu özellik sayesinde malzemenin son halinin daha estetik görünmesini sağlar ve ikinci bir işlem gerektirmez.
- Lazer kaynağı otomatik kontrol sistemleri ile bütünleşerek kaynak işlemi süreci tamamen kontrol edilebilir. Bu özellik tekrarlanabilirlik sağlar ve kaynak işlemini yapan operatörün hatasını en aza indirger

Lazer kaynak yönteminin dezavantajları ise detaylı olarak şu şekildedir;

- Lazer kaynağında kullanılan ekipman ve malzemelerin başlangıç maliyetleri oldukça yüksektir.
- Lazer kaynak işleminde kullanılan enerji miktarı fazladır ve bu durum işletmenin gider masraflarını arttırır.
- Lazer kaynak işleminde kaliteli bir kaynak dikişi elde edebilmek için toz, kir ve gazların olmadığı temiz bir çalışma ortamında uygulanması gerekmektedir.
- Lazer kaynak işlemini gerçekleştirecek olan operatörün deneyimli ve uzman olması gerekmektedir. Parametrelerin ayarlanması, lazerin kontrolü ve işlem sırasında kontrol edilmesi gerekmektedir (Küçükkeleş, 2024).

3.6. Oksi-Asetilen Kaynağı

Oksi-asetilen kaynağı olarak da bilinen ısı enerjisi kaynağı olarak alev kullanılır. Bu alevin meydana gelmesi ve sürekliliği için oksijen gibi bir yakıcı gaz kullanılır. Meydana gelen bu ısı ile hem birleştirilecek ana metali hem de ilave tel erir ve kaynak işlemi yapılır (Topal, 2009).

Şekil 3.11. Oksi-Asetilen Kaynağı (Kişisel arşiv, 2025)

Ergitme kaynak yöntemlerinden biri olan Oksi-Asetilen kaynak yönteminde gerekli olan ısı, biri yanıcı diğeri yakıcı olan iki gazın yaklaşık 3000°C civarında yanmasıyla oluşur. Malzemenin yapısına uygun ilave dolgu metali (elektrot) kullanılır ve bu metalin ergimesi sonucu kaynak yapılır. Bu yöntemde yakıcı gaz olarak oksijen kullanılır (Çelik ve diğerleri, 2020).

Yanıcı olarak kullanılacak gazların özellikleri şu şekilde olmalıdır:

a) Isıl değeri yüksek olması gerekir,

b) Malzemeyi ve ilave teli yakması için yüksek alev sıcaklığına ulaşmalıdır,

c) Tutuşma özelliği seri olacak şekilde olmalıdır,

d) Maliyeti düşük ve tedariği kolay olmalıdır (Çelik ve diğerleri, 2020).

4. SONUÇ

Kaynak kavramı birçok araştırmanın konusu olmuştur. Hem ülkemizde hem de özellikle uluslararası yapılmış çalışmalar ve bu alandaki gelişmeler yakından takip edilebilmektedir.

Bu çalışmamda gördüğümüz üzere günümüzde en çok tercih edilme sebeplerinden olan süneklik, esneklik, uygulanabilirlik gibi avantajları ile kullanılan kaynak için genel terimler ve en çok tercih edilen ergitme kaynakları incelenmiştir. Bir çelik yapı sisteminde kaynak yöntemi, pozisyonu gibi faktörlerin doğru seçilmesi kaynağın uygulanabilirliği ve güvenliği doğrudan etkilemektedir.

Kaynak yaparken ortaya çıkan ısı enerjisinin malzeme üzerindeki etkisinin doğru değerlendirilmesi gerekmektedir, çünkü özellikle ITAB (ısıdan etkilenen bölge) üzerinde önemli bir öneme sahiptir. Çelik malzemeye gereğinden fazla ısı girdisi özellikle malzemenin

mikro yapısını değiştirerek gevrekleşmeye sebep olurken artık gerilmeler, çekme, çarpılma ve distorsiyon gibi kalıcı şekil bozukluklarına yol açarak ölçü hatalarına neden olacaktır. Bu sorunların yaşanmaması için t8/5 soğuma süresinin doğru takip edilip kontrol edilmesi gerekir. Isı girdisi sınırlamak ve malzemenin cinsine göre ön ısıtma ve/veya pasolar arası sıcaklığın kontrollü ve sabit tutulması gibi önlemlerin alınması gerekmektedir.

Çelik konstrüksiyonda yaygın olarak tercih edilen ergitme kaynağından MAG, Elle Ark, TIG, Tozaltı, Lazer ve Oksi-Asetilen kaynaklarının hepsinin kendi içinde veya birbirine göre avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Örneğin, tozaltı kaynağı otomasyon sistemi ile MAG kaynağına göre daha hızlı ve daha derin nüfuziyet avantajı ile kalın malzemelerin kaynağında daha çok tercih edilmektedir. TIG kaynağı, hassas ve temiz kaynak dikişi sağlarken yavaş kaynak yapılır. Projeye, bağlantı tipinin kaynak ihtiyacına göre en doğru kaynak seçilir ve taşıyıcı sistemlerin bütünlüğü kalitesi açısından büyük öneme sahiptir.

Sonuç olarak çelik yapılarda kaynaklanabilirlik ve uygulama metodunun seçimi yapısal güvenliği en yüksek kaliteye çıkararak yapının uzun ömürlülüğünü uluslararası standartlar çerçevesinin dışına çıkmadan yapılması gerekmektedir. Çevresel faktörlerin, operatör kabiliyetinin, uygun malzeme seçimi gibi doğrudan kaynak kalitesini etkileyen unsurların doğru değerlendirilmesi gerekmektedir. Hem atölyede hem de şantiyede bulunduğu ortama ve şartlara göre uygun değerlendirip kaynak süreçlerini takip edecek deneyimli kaynak koordinasyon personelleri ve operatörleri tarafından yapılması ve takip edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ak, G. B. (2016). *Çelik Yüzeylerin İşlenmesinin Kaynak Kalitesine Etkisinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp adresinden erişildi.

Cılız, Ö. M. (2013). Gazaltı Kaynak Yönteminin Akustik Olarak İncelenmesi—ProQuest. 30 Mayıs 2025 tarihinde https://www.proquest.com/docview/2606863518/DFE94818C2A64119PQ/13 adresinden erişildi.

Çelik, Prof. Dr. A., Karadeniz, Prof. Dr. S., Yetim, Prof. Dr. A. F., Kovacı, Doç. Dr. H., Bayrak, Dr. Öğr. Ü. Ö., Uzun, Dr. Öğr. Ü. Y., … Aslan, Dr. Öğr. Ü. M. (2020). *Kaynak Teknolojileri* (1. Baskı.). Nobel Yayınları.

Erden, G. G. (2012). *Farklı kaynak parametrelerinin çelik kaynak özelliklerine etkisinin incelenmesinde taguchı yönteminin kullanılması.* (Yüksek lisans). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp adresinden erişildi.

GSİ-SLV TR. (2013). Kaynak Mühendisliği, Temel Kısım Ders Notları.

ISO (International Organization for Standardization). (2002). ISO 17671-1 Metalik Malzemelerin Kaynağı İçin Öneriler—Bölüm 1: Ark Kaynağı İçin Genel Kılavuz.

ISO (International Organization for Standardization). (2010). ISO-14731 KAYNAK KOORDİNASYONU -GÖREVLER VE SORUMLULUKLAR.

ISO (International Organization for Standardization). (2019). ISO 6947-2019 Kaynak ve ilgili işlemler—Kaynak pozisyonları.

İMO. (2005). ÇELİK YAPILARDA KAYNAKLI BİRLEŞİMLER-Ek 3-Eritme Kaynak Yöntemlerinin Esasları.

Kaya, M. B. ve Elitaş, M. (2024). SPH440-OD Çeliğinin MAG Kaynağı ile Birleştirilmesinin Mikroyapı ve Mekanik Özellikler Kapsamında Deneysel Olarak İncelenmesi. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, *10*(3), 532-546.

Küçükkeleş, A. (2024). *Yapı çeliklerinin mig-mag kaynağında soğuma hızının kaynak kalitesine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp adresinden erişildi.

Laçin, N. (2017). *Çelik konstrüksiyonlarda kaynak ısısından dolayı meydana gelen ölçü hatalarının deneysel ve sonlu elemanlar yöntemiyle analizi*. (Yüksek Lisans). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp adresinden erişildi.

Mercan, S. (2019). Kaynak Bağlantılarında Hasar Analizi. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, *3*(2), 67-75.

Özçömlekçi, C. (2017). Çelik yapılarda kaynak uygulamaları.

Prof. Dr. Gürel Çam. (2020). *Kaynak Bilimi ve Teknolojisi* (1. Baskı.). Nobel Yayınları.

Serbest, H. (2004). *Çelik konstrüksiyonlarda kaynaklı birleştirmeler*. (Master's). https://www.proquest.com/docview/2549285456/abstract/DEAFA2B645E54C25PQ/1 adresinden erişildi.

Tama, Y. S. (2009). Çelik Yapı Uygulamalarında Kullanılan Kaynak Yöntemleri, Üstünlükleri Ve Sakıncalı Yönleri. *Çelik Yapılar Dergisi*, 29-33.

Topal, Ö. (2009). Standart Çeliklerde Gazaltı Kaynaklı Birleştirmenin Sonlu Elemanlar Yöntemi Ile Termomekanik Analizi—ProQuest. 30 Mayıs 2025 tarihinde https://www.proquest.com/docview/2572552504/DFE94818C2A64119PQ/27 adresinden erişildi.

Uslu, G. ve İnanoğlu, A. (2023). Kalın S235JR Malzemelerinin Mekanik Özelliklerine Kök Boşluklu ve Boşluksuz Kaynağın Etkisi. *Manufacturing Technologies and Applications*, *4*(2), 59-71. doi:10.52795/mateca.1278868

AKILLI BİNALARDA KNX VE DALI TABANLII AYDINLATMA SİSTEMLERİ

Lisans Üstü Öğrencisi,Muhammet Beytullah ÇİL 1/ Prof. Dr. Mehmet Ali ÖZÇELİK 2

1Gaziantep İslam Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, beytullah2711@gmail.com, 0009-0000

2 Gaziantep University of Islam, Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Electrical and Electronics Engineering, mehmet.ozcelik@gibtu.edu.tr, 0000-0003-0984-5707

Özet

Bu çalışmada, modern akıllı bina otomasyon sistemlerinin en dinamik bileşenlerinden biri olan akıllı aydınlatma teknolojileri derinlemesine incelenmiştir. Genel bina otomasyonu standardı olarak küresel ölçekte kabul gören ve merkeziyetsiz bus yapısıyla öne çıkan KNX protokolü ile armatürlerin bağımsız dijital kontrolüne, hassas adreslemeye ve çift yönlü telemetri akışına odaklanan DALI/DALI-2 standardının teknik özellikleri analiz edilmiştir. Büyük ölçekli projelerde bu iki protokolün güçlü yönlerini birleştirmek amacıyla ağ geçitleri (gateway) üzerinden kurgulanan hibrit entegrasyon mimarileri ele alınmıştır. Söz konusu altyapının kurulum aşamasındaki maliyetleri düşürmesi, yazılımsal esneklik sunması, noktasal arıza teşhisi sağlaması ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri literatürdeki verilerle ortaya konmuştur. Çalışmanın ana odağını, akıllı aydınlatma sektörünü kökten dönüştüren yeni nesil trendler oluşturmaktadır. Bu bağlamda, insan biyolojisini ve sirkadiyen ritmi temel alan insan odaklı aydınlatma (HCL) konsepti ile Tunable White algoritmaları detaylandırılmıştır. Ayrıca, iç ortam lüks değerini sabit tutarak enerji verimliliğini maksimuma çıkaran gün ışığı hasadı ve varlık kontrol sistemleri açıklanmıştır. Şebekelerden toplanan büyük veri setlerini işleyen yapay zekâ destekli derin öğrenme modelleri, veri güvenliğini sağlayan KNX Data Secure protokolü ve kestirimci bakım algoritmaları incelenmiştir. Sonuç olarak, Nesnelerin İnterneti (IoT) ekosistemine entegre edilen bu bütünsel sistemlerin, geleceğin yeşil enerji politikalı, sürdürülebilir ve karbon nötr akıllı bina hedeflerine ulaşmadaki stratejik rolü tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: KNX,DALI,Akıllı Aydınlatma,IoT

Abstract

In this study, smart lighting technologies, which constitute one of the most dynamic components of modern smart building automation systems, are examined in depth. The technical specifications of the KNX protocol-globally recognized as the general building automation standard and distinguished by its decentralized bus topology-and the DALI/DALI-2 standard, which focuses on independent digital control of lighting fixtures, precise addressing, and bidirectional telemetry data flow, are analyzed. Hybrid integration architectures, designed via network gateways to combine the strengths of these two protocols in large-scale projects, are discussed. The tangible benefits of this infrastructure, such as reducing installation costs, providing software-based flexibility, enabling point-by-point fault diagnosis, and its impacts on sustainability, are demonstrated with data from the literature. The main focus of the study centers on next-generation trends fundamentally transforming the smart lighting sector. In this context, human-centric lighting (HCL) concepts based on regulating human biology and circadian rhythms are elaborated together with Tunable White algorithms. Furthermore,

daylight harvesting and occupancy control systems that maximize energy efficiency by keeping the indoor lux value constant are explained. Deep learning models driven by artificial intelligence to process massive datasets gathered from networks, the KNX Data Secure protocol ensuring data security, and predictive maintenance algorithms are investigated. Consequently, the strategic role of these holistic systems integrated into the Internet of Things (IoT) ecosystem in achieving tomorrow's green energy-oriented, sustainable, and carbon-neutral smart building targets is discussed.

Keywords: KNX,DALI,IoT,Smart Lighting

KİMYASAL, BİYOLOJİK, RADYOLOJİK VE NÜKLEER (KBRN) ARAŞTIRMALARININ LİSANSÜSTÜ TEZLER ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi, Emel ECE[1]/ Yüksek Fizikçi, Fatma Nur YILDIRIM[2]

[1] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Karaman, Türkiye

Fizik, ecetinkaya@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5954-3689

[2]Bağımsız Araştırmacı, Fizik, erz_ant_2507@outlook.com, ORCID: 0000-0002-9976-9535

Özet

Bu çalışmada, 1996–2025 yılları arasında Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi veri tabanında kayıtlı bulunan Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer (KBRN) alanındaki lisansüstü tezler nitel doküman incelemesi ve bibliyometrik analiz yöntemleriyle incelenmiştir. ÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında KBRN ile ilişkili anahtar kelimeler kullanılarak erişilen lisansüstü tezler; tez türü, yayın yılı, başlık içeriği, konu alanı, üniversite ve anabilim dalı değişkenleri açısından sınıflandırılmış ve tanımlayıcı istatistikler ile değerlendirilmiştir. Bulgular, Türkiye'de KBRN alanındaki akademik üretimin yıllar içerisinde belirgin bir artış eğilimi gösterdiğini ve çalışmaların büyük ölçüde yüksek lisans tezleri düzeyinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. İncelenen tezlerin bir bölümünde KBRN kavramının başlıkta doğrudan kullanıldığı, diğer bölümünde ise afet yönetimi, halk sağlığı, çevre güvenliği, biyogüvenlik ve savunma gibi ilişkili temalar kapsamında dolaylı olarak ele alındığı belirlenmiştir. Analizler ayrıca tezlerin belirli üniversitelerde yoğunlaştığını ve özellikle sağlık bilimleri, afet yönetimi, mühendislik, güvenlik bilimleri ve ilgili disiplinlerde kümelendiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, KBRN alanının disiplinler arası bir araştırma niteliği taşıdığını ve Türkiye'de bu konuya yönelik akademik ilginin giderek arttığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma, Türkiye'deki KBRN araştırmalarının mevcut durumunu ortaya koyarak gelecekte yürütülecek disiplinler arası araştırmalar, lisansüstü eğitim programları ve ulusal politika geliştirme süreçleri için yol gösterici nitelikte bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: KBRN, Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer, Afet yönetimi, Lisansüstü eğitim

EVALUATION OF CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR (CBRN) RESEARCH THROUGH GRADUATE THESES: THE TÜRKİYE EXAMPLE

Asst. Prof. Dr, Emel ECE[1]/ MSc, Fatma Nur YILDIRIM[2]

[1] Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ

Faculty of Science, Department of Physics, Karaman, Türkiye, Physics, ecetinkaya@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5954-3689

[2]Independent Researcher, Physics, erz_ant_2507@outlook.com, ORCID: 0000-0002-9976-9535

Abstract

This study examines postgraduate theses in the field of Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) research, registered in the Council of Higher Education (YÖK) National Thesis Center database between 1996 and 2025, using qualitative document review and bibliometric analysis methods. Postgraduate theses accessed via keywords related to CBRN in the YÖK National Thesis Center database were classified by thesis type, publication year, title content, subject area, university, and department, and evaluated using descriptive statistics. The findings reveal a significant upward trend in academic output in the CBRN field in Türkiye over the years, with studies largely concentrated at the master's thesis level. It was determined that while some of the theses directly used the CBRN concept in their titles, others indirectly addressed it within related themes such as disaster management, public health, environmental security, biosafety, and defense. The analyses also show that theses are concentrated in certain universities and clustered particularly in health sciences, disaster management, engineering, security sciences, and related disciplines. The findings reveal that the CBRN field is an interdisciplinary research area and that academic interest in this subject is increasing in Türkiye. This study presents the current state of CBRN research in Türkiye and offers a guiding framework for future interdisciplinary research, postgraduate programs, and national policy development processes.

Keywords: CBRN, Chemical, Biological, Radiological and Nuclear, Disaster management, Graduate education

ANALYSIS OF THE RANGE CRITERION IN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) SELECTION IN THE DEFENCE INDUSTRY USING THE ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP)

Sinem Kezban Yayla Tunay[1,2] / Büşra Özdeş[1] / Cahit Bilgi[1,3]

[1]Istanbul University-Cerrahpaşa, Defence Technologies, busraozdes@ogr.iuc.edu.tr, 0000-0002-3902-3053

[2]Istanbul University-Cerrahpaşa, Electronic Communication, sinem.tunay@iuc.edu.tr, 0000-0003-4042-6703

[3]Istanbul University-Cerrahpaşa, Aviation, cahit.bilgi@iuc.edu.tr, 0000-0002-7432-2817

Abstract

This study aims to reveal the priority of the range criterion in decision-making and its dependency relationships with other criteria in unmanned aerial vehicle (UAV) procurement processes within the defence industry. To this end, the Analytic Network Process (ANP), which is capable of modelling the mutual dependencies among criteria and alternatives, was employed. The criteria of range, payload capacity, flight endurance, unit cost, altitude, and speed were evaluated through pairwise comparisons; weighted supermatrix and limit matrix computations were applied to three real UAV alternatives. The results indicate that the range criterion is the most decisive criterion with an ANP weight of 0.239, followed by flight endurance (0.174) and payload capacity (0.172). With the modelling of inter-criteria dependency, the weight of range decreased from 0.337 in the classical AHP to 0.239, while the weights of the cost and altitude criteria increased. Among the alternatives, A2 attained the highest overall priority (0.473), followed by A3 (0.290) and A1 (0.238). The consistency ratio of all pairwise comparison matrices remained below the acceptable threshold (CR = 0.009); the ranking A2 > A3 > A1 was preserved even when the range weight was varied within a range of −50% to +50%, confirming the robustness of the result. By demonstrating how the range criterion should be positioned within a network-based structure in defence procurement processes, this study offers both a methodological and a practical contribution to the literature.

Keywords: Analytic Network Process, Unmanned Aerial Vehicle, Range Criterion, Defence Industry, Multi-Criteria Decision Making.

INTRODUCTION

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) today have a wide range of applications, from military operations to border security and from intelligence activities to logistics support missions. This versatile use increasingly transforms the procurement and selection processes of UAV systems into a complex and multidimensional decision problem. Defence industry stakeholders must simultaneously consider conflicting criteria such as operational requirements, budget constraints, technological maturity, and strategic priorities (Hamurcu and Eren, 2020; Yıldız and Ergün, 2019).

The significance of UAVs within modern defence systems has steadily increased in recent years owing to both technological advances and evolving operational doctrines. Compared with manned platforms, their ability to operate at lower cost, without placing personnel at risk, and

over extended mission durations makes them indispensable in a wide variety of tasks such as reconnaissance-surveillance, target detection, electronic warfare, and precision strike. This strategic importance has also accelerated the defence industry's investments in UAV procurement and its domestic production efforts. However, the increasing diversity of platforms presents decision-makers with numerous alternatives that differ in technical specifications, cost structures, and operational capabilities. This situation moves the selection of the right platform beyond intuitive assessments and makes the use of systematic and scientifically grounded decision-making methods imperative. Indeed, considering that an incorrect procurement decision may have long-term consequences not only economically but also in terms of operational effectiveness and strategic deterrence, basing the selection process on a rigorous analytical framework is of great importance (Dağdeviren et al., 2009; Kiracı and Akan, 2020).

UAV systems span a very wide spectrum in terms of size, weight, and mission profile. Hassanalian and Abdelkefi (2017) examined flying UAVs within a comprehensive classification ranging from micro and mini systems to tactical and strategic platforms, showing that each class differs markedly with respect to technical parameters such as range, flight endurance, and payload capacity. Austin (2010), examining UAV design, development, and deployment processes within a holistic framework, emphasised that platform selection is not merely a technical choice but a multidimensional balancing problem established between operational needs and system capabilities. Dalamagkidis et al. (2008), addressing the operational constraints to the integration of UAV systems into airspace, drew attention to the technical complexity of the selection and evaluation processes of these platforms.

One of the most critical parameters that stands out in this decision process is range capacity. Range is a decisive functional variable in terms of a UAV's reaching the mission area, operating effectively in the target zone, and maintaining uninterrupted communication with the control station. Nevertheless, range is insufficient when assessed in isolation; owing to its mutual interaction with other criteria such as payload capacity, flight endurance, and cost, it necessitates a multidimensional approach.

In this study, the Analytic Network Process (ANP) was used to model the decision environment in question. In contrast to the linear hierarchical structure of the Analytic Hierarchy Process (AHP), ANP can address the dependency and feedback relationships among criteria and alternatives within a network structure (Saaty, 1996; Saaty, 2004; Saaty and Vargas, 2013; Taherdoost and Madanchian, 2023). This characteristic makes ANP a tool more suited to the nature of real-world decision problems.

At the foundation of multi-criteria decision-making methods lies the Analytic Hierarchy Process (AHP) developed by Saaty (1980). AHP decomposes the decision problem into a hierarchical structure consisting of a goal, criteria, and alternatives; it determines relative priorities through pairwise comparisons and checks the internal consistency of judgements by means of the consistency ratio (Saaty, 2008). However, AHP assumes that higher-level elements are independent of lower-level elements and that criteria at the same level are independent of one another. Yet in real decision environments criteria frequently influence one another; the importance of a criterion may change depending on its interaction with other criteria. To overcome this limitation, ANP extends AHP's linear hierarchical structure into a network structure in which elements can interact within clusters (inner dependence) and

between clusters (outer dependence). In this structure, priorities are computed by collecting the values obtained from pairwise comparisons in a supermatrix and raising this matrix to its powers until convergence; thus, not only the direct but also the indirect interactions of the criteria are reflected in the results. The fact that AHP can be regarded as a special case of ANP in which there is no inter-criteria dependency makes ANP a framework suited to more general and complex decision problems.

The applicability of the ANP is not limited to the defence field; it has become established as a mature decision-support tool in many sectors where inter-criteria dependency is decisive. In the context of supply chain and supplier selection, Önüt et al. (2009) addressed supplier evaluation in a telecommunications company by combining fuzzy ANP and TOPSIS methods and showed that feedback relationships among criteria markedly affect the results. Razmi et al. (2009) developed a fuzzy ANP-based decision-support system to model the supplier evaluation and order allocation problem in an integrated manner; Vinodh et al. (2011) applied a fuzzy ANP approach to supplier selection in manufacturing organisations. Regarding the use of the method in the strategic decision context, Yüksel and Dağdeviren (2007) integrated SWOT analysis with ANP and demonstrated that inter-factor dependency can be reflected in strategic priorities. Görener (2012), comparatively examining AHP and ANP methods in evaluating strategic decisions in a manufacturing firm, showed that taking dependency relationships into account can considerably change the resulting weights. ANP has also been widely used in project selection, where interdependent options are involved; Lee and Kim (2000) combined ANP with goal programming in selecting information system projects and revealed the importance of modelling inter-project dependencies, Meade and Presley (2002) demonstrated ANP's superiority in addressing inter-criteria feedback relationships in R&D project selection, and Mohanty et al. (2005) applied R&D project selection to a real case with a fuzzy ANP-based approach. These applications reveal the flexibility of ANP in modelling complex and interdependent criterion structures and support the transferability of the method to multidimensional defence decision problems such as UAV selection.

The principal aim of the study is to reveal, from the perspective of the defence industry, the relative weight of the range criterion among other criteria and its dependency relationships in UAV selection by means of the ANP method, and to carry out a numerical application on real UAV alternatives. In this respect, the study is intended both to make a methodological contribution to the defence procurement literature and to establish a concrete analytical framework for practical decision-makers.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

Academic studies on UAV selection have increased significantly over the last decade. The majority of these studies are based on multi-criteria decision-making (MCDM) methods; techniques such as AHP, TOPSIS, VIKOR, and ANP are among the frequently used tools. A significant portion of these methods are used in combination with fuzzy set theory in order to address the uncertainty in expert evaluations. Torfi et al. (2010) proposed an integrated framework that determines the relative weights of evaluation criteria with fuzzy AHP and ranks the alternatives with fuzzy TOPSIS. At the theoretical foundation of fuzzy MCDM methods lie the fuzzy TOPSIS extended to the group decision setting by Chen (2000) and the VIKOR and TOPSIS approaches comparatively examined by Opricovic and Tzeng (2004). Regarding

aircraft type selection in the aviation field, Dožić and Kalić (2014) developed an AHP-based approach; Kiracı and Akan (2020) addressed aircraft selection with AHP and TOPSIS methods under interval type-2 fuzzy sets, jointly evaluating technical, economic, and performance criteria. In the context of armed UAVs, Ardil (2022) evaluated unmanned combat aerial vehicle selection through the criteria of price, payload capacity, stealth, speed, and survivability using the fuzzy proximity measure method. These studies reveal that technical parameters such as range and flight endurance are among the fundamental criteria in both civilian and military platform selection. The application of multi-criteria decision-making to UAV selection in the defence industry is observed to be increasingly widespread. Hamurcu and Eren (2020) evaluated six UAV alternatives over seven criteria with an AHP-TOPSIS hybrid method; they found range to be the criterion with the highest weight and recommended the use of the ANP method in their own future work. Radovanović et al. (2021) applied a Fuzzy AHP-VIKOR hybrid model for the UAV needs of tactical military units and determined that the range criterion held a decisive position with the second highest weight. However, since both of these studies used AHP-based hierarchical structures, they could not model the mutual dependency relationships among criteria. Jamali et al. (2021) applied the Fuzzy ANP method in prioritising aviation maintenance unit strategies and showed that taking inter-criteria dependency into account significantly changes the weights and priority rankings. MCDM methods are also widely used in aircraft selection problems in the aviation sector, and range is observed to be among the fundamental selection criteria for both civilian and military platforms (Dožić et al., 2018). The broad application area of the ANP method across different sectors and its capacity to model inter-criteria dependency relationships make it a methodologically powerful tool for defence-oriented UAV selection processes (Taherdoost and Madanchian, 2023).

The application of multi-criteria decision-making to UAV selection in the defence industry is observed to be increasing. Torres et al. (2024) applied the MPSI-SPOTIS hybrid approach in selecting UAV systems within the scope of border security and identified endurance, range, maximum take-off weight, and payload capacity as the main evaluation criteria. That range is a decisive parameter in defence-oriented UAV selection was confirmed in this study as well. However, that study excluded the cost criterion owing to data insufficiency and relied on a statistical weighting approach that cannot model inter-criteria dependency relationships. The present study overcomes these limitations by modelling all criteria, including range and cost, together with their inter-criteria dependencies through the ANP method.

Multi-criteria decision-making applications for armed UAV selection in the defence industry are gaining increasing importance. Keleş (2024) addressed armed UAV selection with an AHP-PROMETHEE hybrid method; as a result of expert evaluations, payload capacity was found to be the most decisive criterion, followed by flight endurance and range. A comparative sensitivity analysis was also conducted in the study using the MEREC, LOPCOW, and ELECTRE methods. However, this AHP-based approach cannot model the mutual dependency relationships among criteria owing to its hierarchical structure. This limitation can be overcome by the ANP method, which makes it possible to evaluate mutually interacting criteria such as range and payload capacity within a network structure.

Valavanis and Vachtsevanos (2015) presented a comprehensive theoretical framework on UAV design and operational constraints and examined the effects of technical parameters such as

range and endurance on mission effectiveness. Similarly, Gundlach (2014) addressed in detail the trade-off relationships among range, flight endurance, and payload capacity in UAV design and demonstrated that these parameters cannot be optimised independently of one another.

From the perspective of multi-criteria decision-making, the ANP method developed by Saaty (1996) is observed to find increasing use in the evaluation of defence systems. In particular, Chen et al. (2011) applied ANP to military equipment selection problems and emphasised the method's superiority in modelling complex dependency structures. Similarly, Özdağoğlu (2014) examined the dynamic nature of criterion weights in defence equipment procurement decisions and discussed the advantage of ANP in the simultaneous evaluation of conflicting criteria. Multi-criteria decision-making applications for defence systems and military platform selection constitute an extensive literature. Mon et al. (1994) used the fuzzy AHP method in evaluating weapon systems; Dağdeviren et al. (2009) addressed weapon selection with the AHP-TOPSIS method in a fuzzy environment. In the aviation field, Wang and Chang (2007) applied the TOPSIS method in selecting training aircraft, and Sánchez-Lozano et al. (2015) evaluated technical criteria such as range and flight endurance in military training aircraft selection through fuzzy MCDM processes. From the same research group, Sánchez-Lozano and Naranjo Rodríguez (2020) applied the Fuzzy Reference Ideal Method (FRIM) in advanced military training aircraft selection and showed that technical and qualitative criteria can be evaluated together. Özdemir and Başlıgil (2016) used fuzzy ANP and the Choquet integral together in aircraft selection and revealed the importance of taking inter-criteria dependency into account. In more recent studies, unmanned combat aerial vehicle (UCAV) selection is increasingly addressed; for example, Yıldız and Karaşan (2025) evaluated fourteen UCAV alternatives over nine criteria such as length, wingspan, maximum take-off weight, payload capacity, speed, altitude, and loiter time using a q-rung orthopair fuzzy entropy-based MABAC method, showing that performance criteria such as range, speed, and loiter time decisively affect the selection outcome. A significant portion of these studies rely on hierarchical methods such as AHP, TOPSIS, and VIKOR that assume the independence of criteria; ANP-based defence applications that explicitly model mutual inter-criteria dependency, on the other hand, remain relatively limited.

In cases where inter-criteria dependency must be explicitly modelled, the ANP method is observed to be used either alone or integrated with other techniques. In this context, the Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) method, which structurally reveals the cause-effect relationships among criteria, was developed by Gabus and Fontela (1976) to analyse interactions in complex systems and has frequently been combined with ANP in subsequent studies. Tzeng and Huang (2011), in their comprehensive treatment of multi-criteria decision-making methods, emphasised that taking inner and outer inter-criteria dependency into account can markedly change the resulting weights and final rankings. Transferring the impact-relation map obtained with DEMATEL as input to the ANP supermatrix makes it possible to model the dependency structure both qualitatively and quantitatively. Examples of such integrated approaches also exist in the defence context; Rostamkhani and Abbasi (2021) proposed an integrated model combining fuzzy ANP, fuzzy DEMATEL, and fuzzy multi-objective linear programming in weapon systems acquisition, thereby ensuring that inter-criteria dependency is reflected in the procurement decision. In earlier studies, Cheng and Mon (1994) applied a fuzzy-scaled AHP approach in evaluating

weapon systems; Dağdeviren and Yüksel (2010) used the fuzzy ANP method and showed that inter-criteria relationships can be addressed within a network structure. This methodological accumulation demonstrates that the mutual interaction of the range criterion with other criteria can be addressed not merely hypothetically but within a systematic network structure.

The ANP method has a strong tradition of application in the multi-criteria decision-making literature. Tuzkaya and Önüt (2008) developed a fuzzy ANP-based approach in transportation-mode selection between Turkey and Germany and showed how inter-criteria dependency can be addressed in a real logistics decision problem. The studies conducted by Yüksel and Dağdeviren (2007) and Görener (2012) revealed that ANP can produce more realistic results than AHP in strategic management and production decisions. The common finding of these studies is that hierarchical models in which criteria are assumed to be independent of one another reflect interactions in real decision environments incompletely. This methodological accumulation constitutes a sound justification for preferring ANP in problems where criteria are intensively interdependent, such as UAV selection in the defence industry context. Indeed, since range interacts with criteria such as payload capacity, flight endurance, and cost at both the technical and economic levels, the true weight of this criterion is considered to be determinable correctly only by a method that takes dependency relationships into account.

In the specific context of the range criterion, the literature remains quite limited. The vast majority of existing studies treat range as a purely technical parameter and do not sufficiently examine its interaction within an integrated decision network. Indeed, studies on UAV selection in the defence industry rely predominantly on hierarchical methods such as AHP, TOPSIS, and VIKOR that assume criteria to be independent of one another. In these approaches, the mutual dependency of range with payload capacity, flight endurance, and unit cost is not taken into account; moreover, in some studies the unit cost criterion is excluded from the evaluation on the grounds of data insufficiency (Torres et al., 2024). Thus, in the defence-oriented UAV selection literature, the integrated modelling of the range-payload, range-endurance, and range-cost interactions and the determination of the true weight of range under these dependencies have remained incomplete. The aim of this study is to address this gap by treating the range criterion together with its dependency relationships with other criteria in an ANP-based network model and, through a numerical application on real UAV alternatives, to reveal the decisive role of range in the defence-oriented selection decision.

2. METHOD

This section explains in detail the data sources used in the study, the evaluation criteria, the UAV alternatives, and the implementation steps of the Analytic Network Process (ANP) method. The research consists of four main stages: problem definition and scope determination, structuring of criteria and alternatives, construction of the ANP network model together with the conduct of pairwise comparisons, and supermatrix computations and derivation of weights. Figure 1 presents the methodology flow chart summarising the entire process.

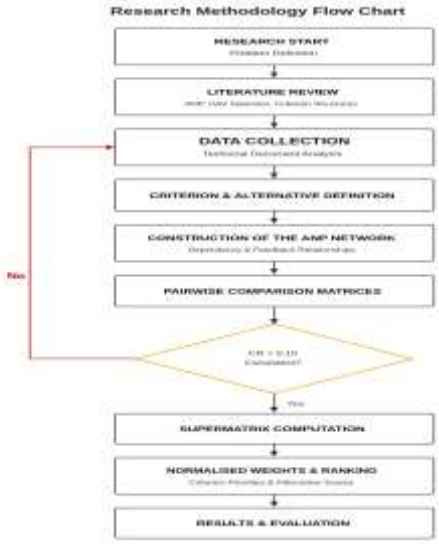


Figure 1. Flow chart of the research methodology

The data used in this study were compiled from the manufacturer technical data sheets (datasheets) and official performance reports of the relevant unmanned aerial vehicle (UAV) systems. The approach of collecting data based on technical specifications is widely adopted in the literature for UAV selection problems; in such studies, evaluation criteria are generally determined through a comprehensive literature review, sometimes supported by expert opinions (Acadlore, 2026).

The evaluation was designed with reference to the current need priorities of the defence industry. In the defence field, UAV selection has frequently been examined in the literature as a typical problem addressed with multi-criteria decision-making (MCDM) methods; in these studies, the integrated use of AHP and TOPSIS methods offers an effective framework for determining criterion weights and ranking alternatives (Hamurcu & Eren, 2020). Building on this methodological framework, the present study aims to contribute to real procurement processes.

Six main criteria were determined on the basis of a comprehensive review of the UAV-selection literature. The definitions, units of measurement, and optimisation directions of the criteria are presented in Table 1.

Table 1. Evaluation criteria and their descriptions.

Code	Criterion	Unit	Description
C1	Range	km	Maximum reachable distance to the mission area
C2	Payload Capacity	kg	Maximum Take-off Weight
C3	Flight Endurance	hour	Time aloft
C4	Unit Cost	Million USD	Total procurement and initial setup cost
C5	Altitude	feet	Operational altitude
C6	Speed	KTAS	Cruise – Maximum speed

The range criterion (C1) denotes the farthest distance a UAV can reach from its take-off point and holds a primary determining position in terms of operational depth, fuel efficiency, and mission sustainability. This criterion has a physical dependency with payload capacity (C2) and flight endurance (C3), and an inverse economic dependency with unit cost (C4). This multidimensional interaction constitutes the principal justification for preferring ANP over linear hierarchical models.

The three UAV alternatives included in the evaluation were selected from among representative systems in the tactical and operational categories. The technical parameters of the systems are summarised in Table 2 based on manufacturer technical documents and open-source analyses.

Table 2. Technical parameters of the UAV alternatives.

Alternative	Range (km)	Payload (kg)	Flight Endurance (h)	Altitude (feet)	Speed (KTAS)	Cost (M$)
A1	1,800	700	20+	22,000	90–110	10
A2	6,000	6,000	24+	40,000	150–240	20
A3	2,500	1,700	30	30,000	117	15

When Table 2 is examined, it is seen that alternative A2 has the highest values in terms of range, payload capacity, and operational altitude. However, this superiority comes together with the highest unit cost. While A1 represents the most limited operational capacity at the lowest cost, A3 stands out in terms of flight endurance and offers a balanced profile between the two extremes.

2.1. Application of the Analytic Network Process (ANP) Method

The Analytic Network Process (ANP) is a multi-criteria decision-making method that treats the decision problem as a network structure containing dependency and feedback relationships (Saaty, 1996). In this study, the application of ANP was carried out in four fundamental steps: (i) construction of the problem network, (ii) formation of the pairwise comparison matrices and derivation of local priority vectors, (iii) computation of the unweighted supermatrix, weighted supermatrix, and limit supermatrix, and (iv) consistency analysis and sensitivity tests. In the following subsections, each step is explained together with the relevant mathematical expressions.

2.1.1. Construction of the Problem Network

The problem network was structured to consist of two clusters, one representing the criteria and the other the alternatives. The criterion cluster comprises six elements (C1: Range, C2: Payload Capacity, C3: Flight Endurance, C4: Unit Cost, C5: Altitude, C6: Speed), and the alternative cluster comprises three elements (A1, A2, A3). Unlike AHP's linear hierarchical structure, three types of relationships can be defined among elements in ANP: outer dependence between clusters, inner dependence among elements within the same cluster, and the feedback relationship of an element with itself.

In this study, inner dependencies among criteria were modelled by taking the range criterion (C1) as the centre. Range was assumed to have a physical dependency with payload capacity (C2) and flight endurance (C3), and an inverse economic dependency with unit cost (C4). In

addition, a mutual (two-way) dependency was defined between criteria and alternatives; that is, the feedback effect of the alternatives on the criterion weights was taken into account as much as the effect of the criteria on the alternatives. This network structure determines the block structure of the supermatrix to be constructed in the following steps.

2.1.2. Formation of the Pairwise Comparison Matrices

Pairwise comparison matrices were formed for each dependency relationship defined in the network structure. For n elements compared with respect to a control criterion, the comparison matrix obtained is denoted as A = [aij]. In these comparisons, made using Saaty's fundamental 1–9 scale, the reciprocity condition is satisfied for each pair of elements (Saaty, 1980):

$$aji = 1 / aij \quad and \quad aii = 1 \qquad (1)$$

The local priority vector (w) of each comparison matrix is obtained from the eigenvector corresponding to the largest eigenvalue (λmax) of the matrix (Saaty, 1980):

$$Aw = \lambda max\ w \qquad (2)$$

In practice, the priority vector can also be computed approximately by taking the row averages of the column-normalised matrix (Saaty, 2008). In this case, the weight of the ith element is:

$$wi = (1/n)\ \Sigma j=1..n\ (\ aij\ /\ \Sigma k=1..n\ akj\ )\ ,\quad \Sigma i=1..n\ wi = 1 \qquad (3)$$

In this step, separate pairwise comparison matrices were formed: on a control-criterion basis for inner dependencies among criteria, on a per-criterion basis for the effect of criteria on alternatives, and on a per-alternative basis for the feedback effect of alternatives on criteria; local priority vectors were derived from each matrix via Equation (3). The consistency of the resulting vectors was checked using the criteria explained in Section 2.2.

It should be noted that the pairwise comparison judgements used in this study were not obtained from an empirical expert survey; rather, they were specified by the authors as illustrative (assumed) values on Saaty's 1–9 scale, chosen to reflect the prominent role of the range criterion reported in the defence-industry literature. Accordingly, the judgement matrix serves to demonstrate the operation of the method and the effect of the range-centred dependency structure on the resulting weights, and the numerical results represent the working logic of the proposed ANP model rather than an empirical expert consensus.

2.1.3. Supermatrix Construction and Convergence

The local priority vectors obtained from the pairwise comparisons are placed in the relevant columns of the supermatrix. The supermatrix (W) is a partitioned matrix containing all interactions between clusters and elements in the form of blocks (Saaty, 1996). The general block structure for the criterion cluster (C) and the alternative cluster (A) is as follows:

$$W = [\ WCC\ \ WCA\ ;\ WAC\ \ WAA\ ] \qquad (4)$$

Here, WCC denotes the inner dependencies among criteria, WCA the effect of alternatives on criteria, WAC the effect of criteria on alternatives, and WAA the relationships among alternatives (the identity matrix in this study). The matrix thus formed is called the unweighted supermatrix.

In the second stage, the weighted supermatrix is obtained by multiplying each block of the unweighted supermatrix by the influence weight (cluster weight) of the relevant cluster. The cluster weights are derived from the pairwise comparison of the clusters. As a result of this operation, the matrix becomes column stochastic, with each column summing to one (Saaty, 1996):

$$\bar{W}ij = \alpha ij \; Wij \, , \quad \Sigma i \; \bar{w}ij = 1 \qquad (5)$$

Here, αij denotes the influence weight of the relevant clusters. In the final stage, to obtain the stable (limiting) priorities that reflect all the direct and indirect (network-transmitted) effects of the criteria, the weighted supermatrix is raised to its powers until its rows become equal (converge). The limit supermatrix is defined as follows (Saaty, 2004):

$$W\infty = limk \rightarrow \infty \; \bar{W}k \qquad (6)$$

Here, $\bar{W}$ is the weighted supermatrix. When convergence is achieved, all columns of the limit supermatrix contain the same values; this column gives the global (overall) priority values of the criteria and alternatives. In the case of periodicity, the stable priorities are computed by taking the Cesàro mean. In this study, the limit supermatrix was obtained by taking successive powers of the matrix until the columns became identical.

2.2. Consistency Analysis and Sensitivity Test

The internal consistency of the judgements in the pairwise comparison matrices is checked by the consistency ratio (CR) proposed by Saaty (1980). For this purpose, the consistency index (CI) is first computed:

$$CI = (\lambda max - n) / (n - 1) \qquad (7)$$

Here, λmax is the largest eigenvalue of the matrix, and n is the number of compared elements. In a perfectly consistent matrix, λmax = n and thus CI = 0. The consistency ratio is found by dividing CI by the average consistency index of randomly generated matrices of the same size (Random Index, RI):

$$CR = CI / RI \qquad (8)$$

The RI values are given in Table 3 depending on the matrix size (n) (Saaty, 1980). A CR value smaller than 0.10 (CR ≤ 0.10) indicates that the judgements are at an acceptable level of consistency; otherwise, the relevant comparison matrix is reviewed. For the six-criterion (n = 6) comparisons, the value RI = 1.24 was adopted.

Table 3. Random consistency index (RI) values (Saaty, 1980).

n	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.58	0.90	1.12	**1.24**	1.32	1.41	1.45

Following the consistency check, a sensitivity analysis was carried out to test the stability of the resulting priority ranking. In this analysis, the weight of the range criterion (C1) was systematically increased and decreased at certain intervals, and the effect of this change on the overall priority ranking of the alternatives was observed. The preservation of the alternative ranking despite changes in the criterion weight indicates that the results are robust; the

occurrence of rank reversal indicates that the result is sensitive to the relevant criterion. Thus, the decisiveness of the range criterion on the final decision was evaluated quantitatively.

3. FINDINGS AND DISCUSSION

This section presents and discusses the criterion weights, the overall priority values of the alternatives, and the sensitivity analysis findings obtained as a result of applying the ANP method. The illustrative pairwise comparison matrices described in Section 2.1.2 were constructed using Saaty's 1–9 scale; the consistency ratio of the inter-criteria comparison matrix was computed as CR = 0.009 (λmax = 6.054; CI = 0.011) and, being below the 0.10 threshold, the judgements were confirmed to be internally consistent.

3.1. Criterion Weights

The global criterion weights obtained after modelling the inner inter-criteria dependencies through the supermatrix are given in Table 4. The weights computed without considering dependency relationships (at the classical AHP level) and those derived from the ANP limit matrix are presented comparatively.

Table 4. AHP and ANP weights of the criteria and their importance ranking.

Criterion	AHP weight	ANP weight	ANP rank
C1 Range	**0.337**	**0.239**	**1**
C3 Flight Endurance	0.200	0.174	2
C2 Payload Capacity	0.191	0.172	3
C4 Unit Cost	0.114	0.156	4
C6 Speed	0.105	0.143	5
C5 Altitude	0.054	0.116	6

When Table 4 is examined, it is seen that the range criterion (C1) is the criterion with the highest weight in both the AHP and ANP approaches. In ANP, the weight of range is 0.239, markedly higher than the second-ranked flight endurance (0.174) and the third-ranked payload capacity (0.172). This result confirms the decisive role of range in the UAV selection decision. A notable finding is the balancing of the weight distribution through the modelling of dependency relationships: the range weight of 0.337 in AHP decreased to 0.239 in ANP, whereas the weights of criteria such as altitude (0.054→0.116) and cost (0.114→0.156) increased. This indicates that range partly "transfers" its importance to these criteria owing to its mutual dependency with them, and points to the fact that hierarchical models which ignore inter-criteria interaction may overestimate the effect of range.

3.2. Priority Ranking of the Alternatives

The overall priority values of the alternatives derived from the limit supermatrix are presented in Table 5.

Table 5. ANP overall priority values of the alternatives and their ranking.

Alternative	Overall priority	Rank
A2	**0.473**	**1**
A3	0.290	2
A1	0.238	3

According to Table 5, the alternative with the highest overall priority is A2 (0.473), followed by A3 (0.290) and A1 (0.238). The superiority of A2 stems from its marked performance in high-weight criteria such as range, payload capacity, and operational altitude; indeed, with a range of 6,000 km and a payload capacity of 6,000 kg, A2 is considerably ahead of the other alternatives. Although A2 has the highest unit cost (20 M$), in the range-focused network structure this disadvantage is compensated by its superiority in the dominant criteria. The second-ranked A3 places ahead of A1 thanks to having the highest value in flight endurance (30 hours) and its balanced profile. A1, which has the most limited operational capacity, remained in the last place despite its lowest cost. This result shows that, in the range-dominant defence-oriented selection context, the cost advantage alone is not decisive.

3.3. Sensitivity Analysis

To test the stability of the resulting ranking, the weight of the range criterion (C1) was increased and decreased by up to 50%, and the change in the alternative ranking was tracked in Table 6.

Table 6. Sensitivity analysis results regarding the range weight.

Scenario	A1	A2	A3	Ranking
Range −50%	0.246	0.458	0.296	A2>A3>A1
Range −25%	0.242	0.466	0.293	A2>A3>A1
Base	**0.238**	**0.473**	**0.290**	**A2>A3>A1**
Range +25%	0.234	0.479	0.287	A2>A3>A1
Range +50%	0.231	0.484	0.285	A2>A3>A1

As seen in Table 6, despite varying the weight of the range criterion within the range of −50% to +50%, the alternative ranking was preserved as A2 > A3 > A1 in every scenario. This shows that the obtained result is robust against changes in the range weight and that no rank reversal occurred. As the range weight increases, the priority of A2 increases while the priorities of A1 and A3 decrease somewhat; this trend is consistent with range being the criterion in which A2 is strongest. The findings reveal that range is not only the highest-weight criterion but also stably determines the direction of the final decision.

The obtained findings are consistent with the range-focused studies in the literature. Hamurcu and Eren (2020) and Radovanović et al. (2021) identified range as the criterion with the highest or second-highest weight in UAV selection. In addition to confirming this finding within a network-based structure, this study also shows that taking inter-criteria dependency into account balances the relative weight of range — an insight that cannot be obtained with hierarchical (AHP-based) methods alone (Jamali et al., 2021; Taherdoost and Madanchian, 2023).

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the priority of the range criterion and its dependency relationships with other criteria in the UAV selection process in the defence industry were examined using the Analytic Network Process (ANP), which is capable of modelling mutual interactions among criteria. The criteria of range, payload capacity, flight endurance, unit cost, altitude, and speed were evaluated within a network structure; supermatrix and limit matrix computations were applied to three real UAV alternatives.

The analysis results revealed that the range criterion (ANP weight 0.239) is the criterion with the highest priority in the UAV selection decision. Range was followed by flight endurance (0.174) and payload capacity (0.172). Among the alternatives, A2 attained the highest overall priority (0.473), followed by A3 (0.290) and A1 (0.238). This result shows that A2, which is superior in terms of range, payload, and altitude, is the most suitable alternative in the range-focused defence selection context despite its high cost. In the sensitivity analysis, in which the range weight was varied within the range of −50% to +50%, the ranking did not change, confirming the robustness of the obtained result. The fact that the consistency ratio of all pairwise comparison matrices remained below the 0.10 threshold (CR = 0.009) supports the reliability of the judgements.

One of the most striking findings of the study is that, with the modelling of inter-criteria dependency, the weight of range decreased in ANP (0.239) compared with the classical AHP (0.337), while the weights of criteria such as cost and altitude increased. This shows that hierarchical methods which assume criteria to be independent may overestimate the importance of the dominant criterion, and it concretises the methodological contribution provided by ANP. Thus, by revealing how the range criterion should be positioned within a network-based structure in defence procurement processes, the study makes both a methodological and an applied contribution to the literature.

The study has some limitations. The most important of these is that the criterion weights were derived not from empirically collected expert data but from illustrative (assumed) pairwise comparison judgements specified for demonstration purposes. Consequently, the obtained weights and alternative rankings are conceptual findings that exemplify the applicability of the proposed model rather than an empirical result. The evaluation was also limited to three representative alternatives and six criteria. In future studies, it is recommended that the same ANP model be applied with real judgements collected from experts experienced in defence technologies and decision sciences—combined via the geometric mean—and that the results be compared with the illustrative values reported here. It is further recommended to increase the number of alternatives and criteria, to use integrated approaches such as fuzzy ANP or ANP–DEMATEL in order to address uncertainty, and to compare the obtained results with different multi-criteria decision-making methods (TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE) so as to strengthen the reliability of the findings.

REFERENCES

Acadlore. (2026). Unmanned aerial vehicle selection with different MCDM methods in defense industry. Journal of Industry and Intelligence.

Ardil, C. (2022). Fuzzy multiple criteria decision making for unmanned combat aircraft selection using proximity measure method. International Journal of Computer and Systems Engineering, 16(1), 5–9.

Austin, R. (2010). Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment. John Wiley & Sons, Chichester.

Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems, 114(1), 1–9.

Chen, Y., Yu, J., Shahbaz, K., & Xevi, E. (2011). A GIS-based sensitivity analysis of multi-criteria weights. Proceedings of the 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia.

Cheng, C. H., & Mon, D. L. (1994). Evaluating weapon system by analytical hierarchy process based on fuzzy scales. Fuzzy Sets and Systems, 63(1), 1–10.

Dağdeviren, M., & Yüksel, İ. (2010). A fuzzy analytic network process (ANP) model for measurement of the sectoral competition level (SCL). Expert Systems with Applications, 37(2), 1005–1014.

Dağdeviren, M., Yavuz, S., & Kılınç, N. (2009). Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 36(4), 8143–8151.

Dalamagkidis, K., Valavanis, K. P., & Piegl, L. A. (2008). On unmanned aircraft systems issues, challenges and operational restrictions preventing integration into the National Airspace System. Progress in Aerospace Sciences, 44(7-8), 503–519.

Dožić, S., & Kalić, M. (2014). An AHP approach to aircraft selection process. Transportation Research Procedia, 3, 165–174.

Gabus, A., & Fontela, E. (1976). The DEMATEL Observer, DEMATEL 1976 Report. Battelle Geneva Research Center, Geneva.

Görener, A. (2012). Comparing AHP and ANP: An application of strategic decisions making in a manufacturing company. International Journal of Business and Social Science, 3(11), 194–208.

Gundlach, J. (2014). Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach. American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), Reston.

Hamurcu, M., & Eren, T. (2020). Selection of unmanned aerial vehicles by using multicriteria decision-making for defence. Journal of Mathematics, 2020, 4308756.

Hassanalian, M., & Abdelkefi, A. (2017). Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. Progress in Aerospace Sciences, 91, 99–131.

Kiracı, K., & Akan, E. (2020). Aircraft selection by applying AHP and TOPSIS in interval type-2 fuzzy sets. Journal of Air Transport Management, 89, 101924.

Lee, J. W., & Kim, S. H. (2000). Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. Computers & Operations Research, 27(4), 367–382.

Meade, L. M., & Presley, A. (2002). R&D project selection using the analytic network process. IEEE Transactions on Engineering Management, 49(1), 59–66.

Mohanty, R. P., Agarwal, R., Choudhury, A. K., & Tiwari, M. K. (2005). A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: A case study. International Journal of Production Research, 43(24), 5199–5216.

Mon, D. L., Cheng, C. H., & Lin, J. C. (1994). Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight. Fuzzy Sets and Systems, 62(2), 127–134.

Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, 156(2), 445–455.

Önüt, S., Kara, S. S., & Işık, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. Expert Systems with Applications, 36(2), 3887–3895.

Özdağoğlu, A. (2014). Savunma sanayii ekipman seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi. Savunma Bilimleri Dergisi, 13(2), 45–68.

Özdemir, Y., & Başlıgil, H. (2016). Aircraft selection using fuzzy ANP and the generalized Choquet integral method: The Turkish Airlines case. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 31(1), 589–600.

Razmi, J., Rafiei, H., & Hashemi, M. (2009). Designing a decision support system to evaluate and select suppliers using fuzzy analytic network process. Computers & Industrial Engineering, 57(4), 1282–1290.

Rostamkhani, R., & Abbasi, M. (2021). An integrated fuzzy ANP–fuzzy DEMATEL–fuzzy multi-objective linear programming approach for weapon systems acquisition. International Journal of Industrial Engineering, 28(2), 152–176.

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York.

Saaty, T. L. (1996). Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. RWS Publications, Pittsburgh.

Saaty, T. L. (2004). Fundamentals of the analytic network process – Dependence and feedback in decision-making with a single network. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 13(2), 129–157.

Saaty, T. L. (2005). Theory and Applications of the Analytic Network Process. RWS Publications, Pittsburgh.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, 1(1), 83–98.

Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2013). Decision Making with the Analytic Network Process (2nd ed.). Springer, New York.

Sánchez-Lozano, J. M., & Naranjo Rodríguez, O. (2020). Application of Fuzzy Reference Ideal Method (FRIM) to the military advanced training aircraft selection. Applied Soft Computing, 88, 106061.

Sánchez-Lozano, J. M., Serna, J., & Dolón-Payán, A. (2015). Evaluating military training aircrafts through the combination of multi-criteria decision making processes with fuzzy logic. A case study in the Spanish Air Force Academy. Aerospace Science and Technology, 42, 58–65.

Torfi, F., Farahani, R. Z., & Rezapour, S. (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives. Applied Soft Computing, 10(2), 520–528.

Tuzkaya, U. R., & Önüt, S. (2008). A fuzzy analytic network process based approach to transportation-mode selection between Turkey and Germany: A case study. Information Sciences, 178(15), 3133–3146.

Tzeng, G. H., & Huang, J. J. (2011). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. CRC Press, Boca Raton.

Valavanis, K. P., & Vachtsevanos, G. J. (2015). Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Springer, Dordrecht.

Vinodh, S., Ramiya, R. A., & Gautham, S. G. (2011). Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organisation. Expert Systems with Applications, 38(1), 272–280.

Wang, T. C., & Chang, T. H. (2007). Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 33(4), 870–880.

Yıldız, A., & Ergün, E. (2019). İnsansız hava araçlarının ÇKKV yöntemleriyle değerlendirilmesi: Bir literatür taraması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 12(1), 77–91.

Yıldız, A., & Karaşan, A. (2025). Evaluation of unmanned combat aerial vehicles using q-rung orthopair fuzzy entropy based multi-attribute border approximation area comparison method. Operational Research, 25(2), 1–28.

Yüksel, İ., & Dağdeviren, M. (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis – A case study for a textile firm. Information Sciences, 177(16), 3364–3382.

DİJİTAL PAZARLAMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK LİTERATÜRÜNÜN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: SCOPUS VERİ TABANI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Dr. Öğr. Üyesi. Fatma Sena YAMAN1/ Arş. Gör. İdil GÖKGÖZ2/ Doç. Dr. Mehmet GÖKERİK

1Karabük Üniversitesi İşletme Fakültesi Halkla İlişkiler ve Tanıtım Bölümü, fatmasenayaman@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8131-6714

2Karabük Üniversitesi İşletme Fakültesi Bankacılık ve Finans Bölümü, idilgokgoz@karabuk.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1571-5554

3Karabük Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, mehmetgokerik@karabuk.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0827-5805

ÖZET

Dijital teknolojilerin hızla gelişmesiyle birlikte pazarlama faaliyetleri sürdürülebilirlik anlayışı doğrultusunda yeniden şekillenmekte ve dijital pazarlama uygulamaları çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik ilişkisini ele alan akademik çalışmaların sayısı son yıllarda önemli ölçüde artmış olmakla birlikte, alanın bilimsel gelişim sürecini bütüncül biçimde ortaya koyan bibliyometrik araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki bilimsel yayınların bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenerek literatürün gelişim eğilimlerini, öne çıkan araştırma temalarını, üretken yazar ve kurumları, ülke dağılımlarını, yayın kaynaklarını ve atıf yapılarını ortaya koymaktır. Araştırma kapsamında Scopus veri tabanından elde edilen yayınlar Bibliometrix R paketi kullanılarak analiz edilmiş; yayın performansı, yazar ve ülke iş birlikleri, atıf ilişkileri ve yayın eğilimleri sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki bilimsel üretimin özellikle son yıllarda önemli ölçüde arttığını, araştırmaların sosyal medya pazarlaması, yeşil pazarlama, sürdürülebilir tüketim, dijital dönüşüm ve yapay zekâ gibi güncel konular etrafında yoğunlaştığını göstermektedir. Ayrıca yayınların farklı ülkeler ve kurumlar arasında dağıldığı, alanın disiplinler arası bir gelişim gösterdiği ve yüksek atıf alan çalışmaların literatürün entelektüel yapısının oluşumunda belirleyici rol oynadığı belirlenmiştir. Çalışmanın, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatürünün mevcut durumunun sistematik biçimde değerlendirilmesine katkı sağlaması ve gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalara yol gösterici bir çerçeve sunması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Dijital pazarlama, sürdürülebilirlik, bibliyometrik analiz, Scopus, Bibliometrix.

A BİBLİOMETRİC ANALYSİS OF THE DİGİTAL MARKETİNG AND SUSTAİNABİLİTY LİTERATURE: A SCOPUS DATABASE REVİEW

ABSTRACT

The rapid development of digital technologies has transformed marketing practices and positioned digital marketing as a strategic tool for achieving environmental, economic, and social sustainability goals. Although the number of studies examining the relationship between digital marketing and sustainability has increased considerably in recent years, comprehensive bibliometric investigations that systematically reveal the intellectual structure and development of the field remain limited. Accordingly, this study aims to examine the scientific literature on digital marketing and sustainability through bibliometric analysis by identifying publication trends, prominent research themes, productive authors and institutions, country distributions, publication sources, and citation structures. The data used in the study were obtained from the Scopus database and analyzed using the Bibliometrix R package. Publication performance, collaboration networks, citation relationships, and thematic trends were evaluated through bibliometric techniques. The findings indicate that scientific production in the field has increased substantially, particularly in recent years, and that research has mainly focused on topics such as social media marketing, green marketing, sustainable consumption, digital transformation, and artificial intelligence. Furthermore, the results demonstrate that publications are distributed across different countries and institutions, reflecting the interdisciplinary nature of the field, while highly cited studies have played a significant role in shaping its intellectual foundation. It is expected that this study will contribute to a systematic understanding of the current state of the digital marketing and sustainability literature and provide a useful framework for future research.

Keywords: Digital marketing, Sustainability, Bibliometric analysis, Scopus, Bibliometrix.

GİRİŞ

Dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik ilişkisi, günümüzde pazarlama alanının yalnızca teknolojik dönüşüm çerçevesinde değil, aynı zamanda çevresel sorumluluk, tüketici katılımı ve toplumsal değer üretimi bağlamında yeniden düşünülmesini gerektiren bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Sürdürülebilir dijital pazarlama, sosyal ve çevresel meselelerin dijital pazarlama uygulamalarıyla stratejik biçimde bütünleştirilmesi olarak ele alınmakta; bu yaklaşım, işletmelerin kârlılık ve rekabet avantajı hedefleri ile çevresel sürdürülebilirlik, yeşil tüketim ve kurumsal sorumluluk ekseninde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Bashar vd., 2025). Sosyal medya pazarlamasına ilişkin çalışmalar, dijital ortamların marka-tüketici ilişkisini güçlendirdiğini ve tüketici katılımının sürdürülebilir tüketim davranışlarıyla ilişkili olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Özellikle tüketicilerin bilişsel, duygusal ve davranışsal katılım süreçleri, sürdürülebilir markalara yönelik farkındalık ve bağlılığın gelişmesinde belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır (Bryła vd., 2022). Bununla birlikte sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin dijital ve sosyal medya temelli uygulamalarla birlikte gelişmesi, yeşil pazarlama, sürdürülebilir sosyal medya pazarlaması ve influencer temelli sürdürülebilir pazarlama pratiklerinin alanın temel araştırma eğilimleri arasında yer almasına neden olmuştur (Dash vd., 2023). Bu doğrultuda, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik kesişimi, yalnızca çevreci mesajların dijital kanallarda yayılmasıyla sınırlı olmayan; tüketici davranışı,

marka ilişkileri, yeşil satın alma eğilimleri ve sürdürülebilir değer üretimi gibi farklı boyutları birlikte ele alan çok katmanlı bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir.

Dijital pazarlamanın sürdürülebilirlik ekseninde değerlendirilmesi, işletmelerin rekabet avantajı elde etme biçimlerini de önemli ölçüde dönüştürmektedir. Geleneksel pazarlama anlayışının ötesine geçen dijital pazarlama uygulamaları, veri odaklı karar verme süreçleri, tüketiciyle sürekli etkileşim kurabilme kapasitesi ve dijital platformların sağladığı ölçülebilir iletişim olanakları sayesinde işletmelerin sürdürülebilir rekabet üstünlüğü geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda dijital pazarlama yalnızca teknolojik bir araç değil, aynı zamanda sürdürülebilir değer yaratmayı destekleyen stratejik bir yönetim yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir (Denga vd., 2022). Bununla birlikte sürdürülebilirlik ve dijital pazarlama arasındaki ilişkinin tüketici davranışları üzerindeki etkisi giderek daha fazla araştırılmaktadır. Özellikle dijital pazarlama faaliyetlerinin çevresel sürdürülebilirlik algısı, marka güveni ve tüketici tutumları üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu; sürdürülebilir pazarlama uygulamalarının tüketicilerin satın alma kararlarını doğrudan etkileyebildiği ortaya konulmaktadır (Fazel, 2024). Sosyal medya pazarlaması aracılığıyla yürütülen sürdürülebilirlik odaklı iletişim faaliyetleri, tüketicilerin yeşil ürünlere yönelik yeniden satın alma niyetini güçlendirmekte; etkileşim, güven ve marka bağlılığı gibi değişkenler bu süreçte önemli belirleyiciler olarak öne çıkmaktadır (Hu vd., 2024). Bu açıdan dijital pazarlama, sürdürülebilirlik stratejilerinin tüketicilere aktarılmasını sağlayan bir iletişim kanalı olmanın ötesinde, işletmelerin uzun dönemli rekabet avantajı elde etmelerine, sürdürülebilir marka değeri oluşturmalarına ve tüketicilerle çevresel sorumluluk temelli ilişkiler geliştirmelerine katkı sağlayan bütünleşik bir pazarlama yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.

Dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki araştırmalar son yıllarda önemli ölçüde çeşitlenmiş ve özellikle yeşil pazarlamanın dijital dönüşümü üzerine yoğunlaşmıştır. Yapay zekâ, büyük veri analitiği, sosyal medya platformları ve dijital iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte sürdürülebilir pazarlama uygulamaları daha yenilikçi ve tüketici odaklı bir yapıya kavuşmuştur. Bu dönüşüm, işletmelerin çevresel sorumluluklarını yerine getirirken aynı zamanda dijital teknolojiler aracılığıyla tüketicilerle daha güçlü ilişkiler kurmalarını mümkün kılmaktadır. Özellikle akıllı ve yeşil pazarlama anlayışının dijital teknolojilerle bütünleşmesi, sürdürülebilir pazarlama stratejilerinin geleceğini şekillendiren temel eğilimlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Kumar vd., 2025). Dijital platformlar üzerinden yürütülen sürdürülebilirlik odaklı iletişim faaliyetlerinin tüketicilerin çevresel farkındalıklarını ve yeşil satın alma niyetlerini artırdığı görülmektedir. Sosyal medya araçları, çevresel bilgi paylaşımını hızlandırmasının yanı sıra sürdürülebilir tüketim kültürünün oluşmasına katkı sağlayan önemli iletişim ortamları olarak öne çıkmaktadır (Nazish vd., 2024). Bu gelişmeler, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik ilişkisinin yalnızca kavramsal olarak değil, bibliyometrik açıdan da sistematik biçimde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Son dönemde gerçekleştirilen bibliyometrik ve sistematik derleme çalışmaları, araştırma üretiminin hızla arttığını, anahtar kavramların çeşitlendiğini ve disiplinler arası çalışmaların belirgin şekilde çoğaldığını göstermektedir (Noer vd., 2025). Bu doğrultuda, alanın bilimsel gelişim sürecinin, araştırma eğilimlerinin ve kavramsal yapısının bibliyometrik yöntemlerle incelenmesi, mevcut literatürün bütüncül biçimde değerlendirilmesine ve gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalar için yol gösterici bir çerçeve oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Bu doğrultuda, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında gerçekleştirilen akademik çalışmaların son yıllarda önemli ölçüde artmasına rağmen, alanın bilimsel gelişim sürecini, araştırma eğilimlerini ve kavramsal yapısını bütüncül biçimde ortaya koyan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu kapsamda hazırlanan çalışmanın amacı, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki bilimsel yayınları bibliyometrik analiz yöntemiyle inceleyerek literatürün gelişim seyrini değerlendirmek; öne çıkan araştırma temalarını, anahtar kavramları, yazar ve ülke iş birliklerini, atıf ilişkilerini ve yayın eğilimlerini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda ilgili literatürden elde edilen veriler bibliyometrik analiz teknikleri kullanılarak değerlendirilmiş ve alanın entelektüel yapısı görselleştirilmiştir. Elde edilen bulguların, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatürünün mevcut durumunun sistematik biçimde anlaşılmasına katkı sağlaması, araştırmacılara alanın gelişim dinamikleri hakkında kapsamlı bir bakış açısı sunması ve gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalara yol gösterici bir çerçeve oluşturması beklenmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki akademik yayınların mevcut durumunu, gelişim eğilimlerini ve kavramsal yapısını sistematik biçimde ortaya koymak amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz, belirli bir araştırma alanındaki bilimsel üretimin nicel göstergeler aracılığıyla değerlendirilmesini sağlayan ve alanın entelektüel yapısını ortaya koyan önemli araştırma yöntemlerinden biridir. Bu yöntem sayesinde yayın sayıları, atıf ilişkileri, yazar iş birlikleri, ülke ve kurum ağları ile anahtar kelime eğilimleri analiz edilerek araştırma alanının gelişim süreci kapsamlı bir biçimde değerlendirilebilmektedir (Donthu vd., 2021). Bibliyometrik analiz, yalnızca bilimsel performansın ölçülmesine değil, aynı zamanda araştırma alanlarının bilgi yapısının, kavramsal gelişiminin ve gelecekteki araştırma eğilimlerinin belirlenmesine de katkı sağlamaktadır (Zupic ve Čater, 2015). Bu kapsamda bilim haritalama yaklaşımı, araştırma alanları arasındaki ilişkilerin görselleştirilmesine ve literatürde öne çıkan temaların sistematik biçimde belirlenmesine olanak tanımaktadır (Aria ve Cuccurullo, 2017). Ayrıca bibliyometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan VOSviewer yazılımı, yazarlar, anahtar kelimeler ve atıf ağları arasındaki ilişkilerin görsel haritalar aracılığıyla analiz edilmesini sağlayarak araştırma alanının yapısal özelliklerinin daha anlaşılır biçimde ortaya konulmasına katkı sunmaktadır (Van Eck ve Waltman, 2010).

Bu doğrultuda çalışmada, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında yayımlanan bilimsel çalışmalar bibliyometrik analiz yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler aracılığıyla alanın yayın performansı, öne çıkan araştırma eğilimleri, yazar ve ülke iş birlikleri ile anahtar kavramlar bütüncül bir bakış açısıyla incelenmiştir. Böylece dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatürünün mevcut durumu ortaya konulmuş, alanın entelektüel yapısı ve gelecekteki araştırmalara yön verebilecek gelişim eğilimleri sistematik bir çerçevede değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Araştırma kapsamında, Scopus veri tabanında “event management” ve “marketing” anahtar kelimeleri kullanılarak gerçekleştirilen tarama sonucunda, 1995–2025 yılları arasındaki toplam 196 belge (makale, kitap, kitap bölümü, konferans bildirisi vb.) veri setine dâhil edilmiştir. Elde edilen veriler, açık kaynaklı R tabanlı bir paket olan Bibliometrix aracılığıyla analiz edilmiştir.

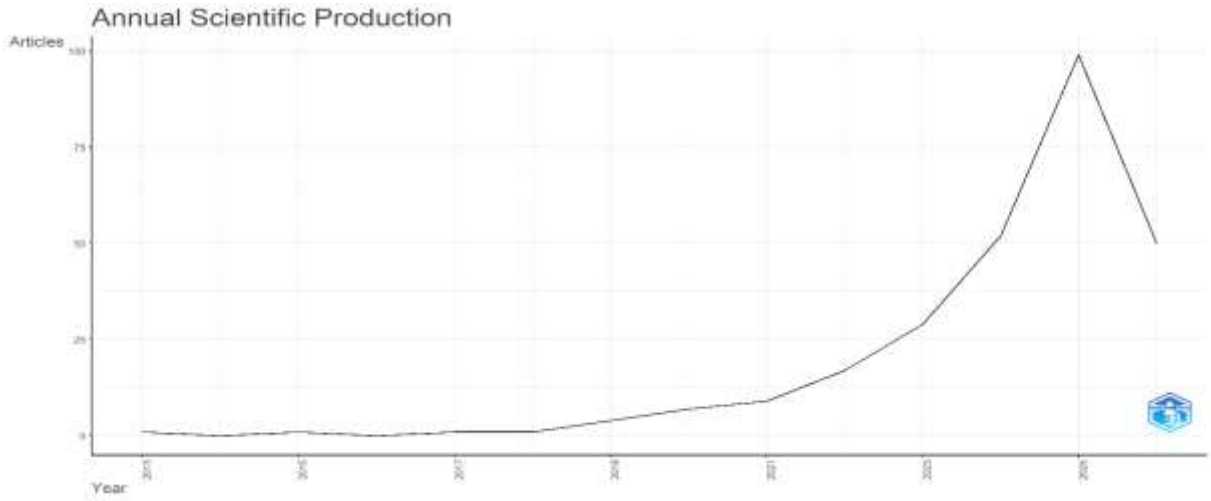
Analiz sürecinde, göre yayın eğilimleri, en üretken yazarlar, en çok atıf alan yayınlar, yayın yapılan dergiler, kurumlar ve ülkeler gibi göstergeler sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Ayrıca anahtar kelime frekansları ve ortak yazar ilişkileri gibi göstergeler aracılığıyla alandaki tematik yoğunlaşmalar ve iş birliği yapıları görselleştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışmalar Hakkında Genel Bilgiler

Açıklama	**Sonuçlar**	**Açıklama**	**Sonuçlar**
Veri Hakkında Ana Bilgiler	2013:2026	**Çalışma Türleri**	
Zaman Aralığı	207	Makale	117
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar, vb.)	271	Kitap	32
Toplam Çalışma	35,11	Kitap Bölümü	93
Yıllık Büyüme Oranı (%)	1,9	Konferans Bildirisi	21
Makale Başına Ortalama Atıf	5,111	Konferans İncelemesi	8
Toplam Atıf	38283		
Çalışma İçeriği			
Anahtar Kelime Plus (ID)	760		
Yazar Anahtar Kelimeleri (DE)	735		
Yazarlar Hakkında			
Yazarlar	770		
Yazar İş Birliği			
Tek yazarlı çalışmalar	39		
Makale başına ortalama ortak yazar sayısı	2,94		
Uluslararası ortak yazarlık oranı (%)	22,88		

Tablo 1 incelendiğinde, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında gerçekleştirilen çalışmaların 2013–2026 yılları arasında yayımlandığı görülmektedir. Analize dâhil edilen veri seti toplam 271 kaynaktan oluşmakta olup, bunların büyük çoğunluğunu 117 makale oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra veri setinde 93 kitap bölümü, 32 kitap, 21 konferans bildirisi ve 8 konferans incelemesi yer almaktadır. İncelenen yayınlara ilişkin yıllık büyüme oranının %1,9, makale başına ortalama atıf sayısının ise 5,111 olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında değerlendirilen yayınların toplam atıf sayısı 38.283 olarak hesaplanmıştır. Çalışma içeriğine ilişkin bulgular incelendiğinde, 760 Anahtar Kelime Plus (ID) ve 735 yazar anahtar kelimesi (DE) bulunduğu görülmektedir. Ayrıca analiz kapsamında 770 farklı yazarın çalışmaya katkı sağladığı belirlenmiştir. Yazarlık yapısına ilişkin bulgular, 39 çalışmanın tek yazarlı olarak gerçekleştirildiğini, makale başına ortalama ortak yazar sayısının 2,94 olduğunu ve uluslararası ortak yazarlık oranının %22,88 düzeyinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Tablo 2. Yayınların Yıllara Göre Dağılımı Tablo



Tablo 2 incelendiğinde, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki bilimsel yayınların yıllara göre dağılımında dikkat çekici bir artış eğilimi olduğu görülmektedir. Özellikle 2013–2018 yılları arasında alana ilişkin yayın sayısının oldukça sınırlı düzeyde kaldığı, 2019 yılından itibaren ise yayın üretiminde kademeli bir artışın başladığı dikkat çekmektedir. Bu artışın 2022 yılından sonra daha belirgin hâle geldiği ve 2023 ile 2024 yıllarında yayın sayısında önemli bir yükseliş yaşandığı görülmektedir. Alan yazınındaki en yüksek bilimsel üretime ise yaklaşık 100 yayın ile 2025 yılında ulaşıldığı belirlenmiştir. 2026 yılına ait yayın sayısının önceki yıla kıyasla daha düşük görünmesi ise veri toplama sürecinin yıl tamamlanmadan gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, son yıllarda dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik konularına yönelik akademik ilginin önemli ölçüde arttığı ve alanın gelişimini sürdürdüğü söylenebilir.

Tablo 3. En Fazla Yayın Yapılan Kaynaklar

Kaynak	**Çalışma Sayısı**
Springer Proceedings in Business and Economics	10
Emerald Emerging Markets Case Studies	7
Administrative Sciences	6
Cogent Business and Management	4
International Journal of Accounting and Economics Studies	4
Proceedings of the International Conference on Tourism Research	4
Quality – Access to Success	4
Case Journal	3
Handbook of Research on Achieving Sustainable Development Goals with Sustainable Marketing	3
Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship	3

Tablo 3 incelendiğinde, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında en fazla yayının Springer Proceedings in Business and Economics kaynağında (10 yayın) gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu kaynağı sırasıyla Emerald Emerging Markets Case Studies (7 yayın) ve Administrative Sciences (6 yayın) izlemektedir. Ayrıca Cogent Business and Management,

International Journal of Accounting and Economics Studies, Proceedings of the International Conference on Tourism Research ve Quality – Access to Success kaynaklarında dörder yayının bulunduğu belirlenmiştir. Buna karşın Case Journal, Handbook of Research on Achieving Sustainable Development Goals with Sustainable Marketing ve Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship kaynaklarında ise üçer çalışma yer almaktadır. Elde edilen bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik konusundaki araştırmaların tek bir yayın organında yoğunlaşmadığını, farklı dergi, konferans bildirileri ve kitap serileri aracılığıyla disiplinler arası bir yapıda yayımlandığını göstermektedir. Bu durum, araştırma alanının farklı akademik disiplinler tarafından ele alındığını ve literatürün giderek çeşitlenen bir yayın profiline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4. En Çok Yayın Yapan Yazarlar

Yazarlar	Makale Sayısı
Arantes, L.	4
Almashaleh, O.	3
Sharma, A.	3
Sousa, B. B.	3
Al-Romeedy, B. S.	2
Almansour, M.	2
Aramendia-Muneta, M. E.	2
Balaji, M. S.	2
Barbosa, B.	2
Halkiopoulos, C.	2

Tablo 4 incelendiğinde, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında en fazla yayına sahip araştırmacının Arantes, L. olduğu ve toplam 4 çalışma ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu yazarı Almashaleh, O., Sharma, A. ve Sousa, B. B. üçer yayın ile takip etmektedir. Ayrıca Al-Romeedy, B. S., Almansour, M., Aramendia-Muneta, M. E., Balaji, M. S., Barbosa, B. ve Halkiopoulos, C. ikişer çalışmayla alana katkı sağlayan araştırmacılar arasında yer almaktadır. Bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatüründe belirli araştırmacıların öne çıkmasına rağmen yayın üretiminin çok sayıda araştırmacıya dağıldığını göstermektedir. Bu durum, araştırma alanının farklı disiplinlerden bilim insanlarının katkılarıyla gelişen ve iş birliğine açık bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 5. En Çok Atıf Alan Yazarlar

Yazarlar	Atıf Sayısı
Balaji, M. S.	153
Almansour, M.	106
Barbosa, B.	16
Halkiopoulos, C.	15
Sharma, A.	12
Halkiopoulos, C.	10
Al-Romeedy, B. S.	9
Almashaleh, O.	8
Arantes, L.	5

Tablo 5 incelendiğinde, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında en fazla atıf alan araştırmacının Balaji, M. S. olduğu ve 153 atıf ile diğer araştırmacılardan belirgin biçimde ayrıldığı görülmektedir. Bu araştırmacıyı Almansour, M. 106 atıf ile takip etmektedir. Ayrıca Barbosa, B. (16 atıf), Halkiopoulos, C. (15 atıf), Sharma, A. (12 atıf), Al-Romeedy, B. S. (9 atıf), Almashaleh, O. (8 atıf) ve Arantes, L. (5 atıf) alanın en fazla atıf alan araştırmacıları arasında yer almaktadır. Elde edilen bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatüründe bilimsel etkinin belirli araştırmacılar üzerinde yoğunlaştığını göstermekte; özellikle Balaji, M. S. ve Almansour, M.'nin alana yön veren ve çalışmaları en fazla referans gösterilen araştırmacılar arasında öne çıktığını ortaya koymaktadır.

Tablo 6. Alanda En Çok Yayın Yapan Üniversiteler

Kurum	**Makale Sayısı**
Kahire Amerikan Üniversitesi	5
Sukkur İşletme Enstitüsü	4
Al Ain Üniversitesi	3
Constructor Üniversitesi Bremen	3
Alman Ürdün Üniversitesi	3
Hindistan Yönetim Enstitüsü Ranchi	3
Széchenyi István Üniversitesi	3
Makassar Devlet Üniversitesi	3
Johannesburg Üniversitesi	3

Tablo 7 incelendiğinde, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında en fazla yayına sahip kurumun Kahire Amerikan Üniversitesi olduğu ve 5 çalışma ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu kurumu Sukkur İşletme Enstitüsü 4 çalışma ile takip etmektedir. Ayrıca Al Ain Üniversitesi, Constructor Üniversitesi Bremen, Alman Ürdün Üniversitesi, Hindistan Yönetim Enstitüsü Ranchi, Széchenyi István Üniversitesi, Makassar Devlet Üniversitesi ve Johannesburg Üniversitesi üçer çalışma ile alana katkı sağlayan kurumlar arasında yer almaktadır. Bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki bilimsel üretimin farklı ülkelerdeki üniversitelere dağıldığını ve belirli bir ülke ya da kurumun yayın üretiminde baskın bir konuma sahip olmadığını göstermektedir. Bu durum, alanın uluslararası düzeyde ilgi gören, disiplinler arası iş birliklerine açık ve farklı akademik kurumların katkılarıyla gelişimini sürdüren bir araştırma alanı olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Alanda En Çok Yayın Yapan Ülkeler

Bölge	**Sıklık**
Hindistan	89
Endonezya	59
Portekiz	52
Birleşik Krallık	35
Amerika Birleşik Devletleri	20
Ürdün	18
Malezya	18
Çin	16
Avustralya	15
İspanya	15

Tablo 7 incelendiğinde, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında en fazla yayın yapan ülkenin Hindistan olduğu ve 89 çalışma ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Hindistan'ı sırasıyla Endonezya (59 çalışma) ve Portekiz (52 çalışma) takip etmektedir. Ayrıca Birleşik Krallık (35 çalışma) ve Amerika Birleşik Devletleri (20 çalışma) alana önemli düzeyde katkı sağlayan ülkeler arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra Ürdün ve Malezya 18'er çalışma, Çin 16 çalışma, Avustralya ve İspanya ise 15'er çalışma ile yayın üretimine katkı sunmaktadır. Bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanındaki akademik üretimin farklı coğrafyalara yayıldığını; özellikle Asya ülkelerinin bu alandaki yayın üretiminde belirgin bir ağırlığa sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 8. En Fazla Atıf Alan Makaleler

Makale	**DOI**	**Toplam Atıf**
Effectiveness of travel social media influencers: A case of eco-friendly hotels	10.1177/00472875211019469	153
Is social norms marketing effective? A case study in domestic electricity consumption	10.1108/EJM-10-2011-0568	75
Marketing in the metaverse: Moving forward–What's next?.	10.1080/21639159.2022.2163908	70
Electric vehicles (EV) and sustainability: Consumer response to twin transition, the role of e-businesses and digital marketing.	10.1016/j.techsoc.2022.102135	70
Green marketing in supermarkets: Conventional and digitized marketing alternatives to reduce waste	10.1016/j.jclepro.2021.126531	54
Impact of digital marketing capabilities on market performance of small to medium enterprise agro-processors in Harare, Zimbabwe	10.3846/btp.2020.12149	53
Growth hacking as an approach to producing growth amongst UK technology start-ups: an evaluation	10.1108/JRME-12-2018-0065	43
Business incubators and entrepreneurial training: Leveraging technological innovations and digital marketing.	10.1109/TEM.2022.3180212	36
Industry 4.0 climate risk management in international oil & gas companies.	10.1007/978-3-030-58267-8	35
A perspective of digital marketing in rural areas: A literature review	10.26668/businessreview/2023.v8i4.1388	29

İncelenen çalışmaların içerikleri değerlendirildiğinde, en fazla atıf alan yayınların ağırlıklı olarak sosyal medya pazarlaması, dijital pazarlama teknolojileri, yeşil pazarlama, sürdürülebilir tüketim, metaverse, elektrikli araçlar ve dijital dönüşüm gibi konulara odaklandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra dijital pazarlama yetenekleri, girişimcilik, Endüstri 4.0 ve iklim risk yönetimi gibi güncel araştırma alanlarının da yüksek atıf aldığı dikkat çekmektedir. Bu bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatürünün teknoloji odaklı pazarlama uygulamaları ile sürdürülebilir kalkınma ve tüketici davranışlarını bir araya getiren çok disiplinli bir yapıda geliştiğini göstermektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında gerçekleştirilen bilimsel yayınlar bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiş; alanın gelişim süreci, yayın eğilimleri, öne çıkan araştırma konuları, üretken yazar ve kurumlar, ülkeler ile atıf yapıları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanına yönelik akademik ilginin özellikle son yıllarda belirgin biçimde arttığını ve alanın giderek daha dinamik bir araştırma yapısına kavuştuğunu göstermektedir. Özellikle 2022 yılı sonrasında yayın sayılarındaki hızlı artış, dijital teknolojilerin sürdürülebilirlik uygulamalarındaki rolünün akademik çevrelerde daha fazla önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında en fazla yayın yapılan kaynaklar incelendiğinde, çalışmaların yalnızca belirli dergilerde değil; konferans bildirileri, kitap serileri ve uluslararası akademik yayın organlarında da yoğunlaştığı görülmüştür. Bu durum, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik konusunun farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından ele alındığını ve alanın disiplinler arası bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde en üretken yazarlar, kurumlar ve ülkelere ilişkin bulgular da bilimsel üretimin farklı coğrafyalara yayıldığını göstermektedir. Özellikle Hindistan, Endonezya ve Portekiz'in yayın üretiminde öne çıkması, sürdürülebilir dijital pazarlama konusunun yalnızca gelişmiş ekonomilerde değil, gelişmekte olan ülkelerde de önemli bir araştırma alanı hâline geldiğini göstermektedir.

Atıf analizlerinden elde edilen bulgular ise literatürün entelektüel yapısının büyük ölçüde sosyal medya pazarlaması, yeşil pazarlama, sürdürülebilir tüketim, dijital dönüşüm ve yeni nesil dijital teknolojiler ekseninde şekillendiğini ortaya koymaktadır. Özellikle sosyal medya platformlarının sürdürülebilir tüketim davranışları üzerindeki etkisi, dijital pazarlama uygulamalarının çevresel sürdürülebilirliğe katkısı ve teknolojik yeniliklerin pazarlama stratejilerine entegrasyonu, literatürde en fazla ilgi gören araştırma konuları arasında yer almaktadır. Bu durum, dijital pazarlamanın yalnızca tüketicilere ulaşmayı sağlayan bir iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkı sağlayan stratejik bir yaklaşım olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti, metaverse ve artırılmış gerçeklik gibi yeni nesil dijital teknolojilerin sürdürülebilir pazarlama uygulamaları üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı biçimde incelenmesi önerilmektedir. Bunun yanı sıra farklı veri tabanlarının birlikte kullanıldığı karşılaştırmalı bibliyometrik çalışmaların gerçekleştirilmesi, alanın bilimsel gelişiminin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca ortak yazarlık ağları, ortak atıf analizleri ve tematik evrim haritaları gibi ileri bibliyometrik

tekniklerin kullanılması, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatürünün entelektüel yapısının daha ayrıntılı biçimde ortaya konulmasına olanak sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik literatürünün mevcut durumunu sistematik biçimde ortaya koyarak alanın gelişim eğilimlerini, öne çıkan araştırma temalarını ve bilimsel üretim dinamiklerini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmiştir. Elde edilen bulguların, araştırmacılara literatürdeki güncel eğilimler hakkında kapsamlı bir çerçeve sunmasının yanı sıra, dijital pazarlama ve sürdürülebilirlik alanında gerçekleştirilecek yeni araştırmaların planlanmasına ve alanın gelecekteki gelişim yönünün belirlenmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

Almansour, M. (2022). Business incubators and entrepreneurial training: Leveraging technological innovations and digital marketing. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *71*, 13586-13597.

Almansour, M. (2022). Electric vehicles (EV) and sustainability: Consumer response to twin transition, the role of e-businesses and digital marketing. *Technology in Society*, *71*, 102135.

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of informetrics, 11(4), 959-975.

Bashar, A., Alkadash, T., Nyagadza, B., & Muposhi, A. (2025). Sustainable digital marketing (SDM): review, taxonomy, conceptualisation and future research avenues mapping. Quality & Quantity, 1-26.

Bryła, P., Chatterjee, S., & Ciabiada-Bryła, B. (2022). The impact of social media marketing on consumer engagement in sustainable consumption: A systematic literature review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(24), 16637.

Cheah, I., & Shimul, A. S. (2023). Marketing in the metaverse: Moving forward–What's next?. *Journal of Global Scholars of Marketing Science*, *33*(1), 1-10.

Chinakidzwa, M., & Phiri, M. (2020). Impact of digital marketing capabilities on market performance of small to medium enterprise agro-processors in Harare, Zimbabwe. *Business: Theory and Practice*, *21*(2), 746-757.

Conway, T., & Hemphill, T. (2019). Growth hacking as an approach to producing growth amongst UK technology start-ups: an evaluation. *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*, *21*(2), 163-179.

Dash, G., Sharma, C., & Sharma, S. (2023). Sustainable marketing and the role of social media: an experimental study using natural language processing (NLP). Sustainability, 15(6), 5443.

Denga, E. M., Vajjhala, N. R., & Rakshit, S. (2022). The role of digital marketing in achieving sustainable competitive advantage. Digital transformation and internationalization strategies in organizations, 44-60.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of business research, 133, 285-296.

Fazel, H. (2024). Digital marketing and sustainability in the era of climate change: PLS-structural equation modeling approach. J. Stat. Appl. Pro, 13(1), 491-505.

Harries, T., Rettie, R., Studley, M., Burchell, K., & Chambers, S. (2013). Is social norms marketing effective? A case study in domestic electricity consumption. *European Journal of Marketing*, *47*(9), 1458-1475.

Hu, T. L., Chao, C. M., & Lin, C. H. (2024). The role of social media marketing in green product repurchase intention. Sustainability, 16(14), 5916.

Jorge Ubirajara, G., Trento, L. R., de Souza, M., Pereira, G. M., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Ndubisi, N. O., ... & Zvirtes, L. (2021). Green marketing in supermarkets: Conventional and digitized marketing alternatives to reduce waste.

Kapoor, P. S., Balaji, M. S., Jiang, Y., & Jebarajakirthy, C. (2022). Effectiveness of travel social media influencers: A case of eco-friendly hotels. *Journal of travel research*, *61*(5), 1138-1155.

Kumar, S., Sharma, C., Mishra, M. K., Sharma, S., & Bhardwaj, V. (2025). Smart, sustainable, and green: the digital transformation of green-marketing. Discover Sustainability, 6(1), 388.

Nazish, M., Khan, M. N., & Khan, Z. (2024). Environmental sustainability in the digital age: unraveling the effect of social media on green purchase intention. Young Consumers, 25(6), 1015-1035.

Noer, M. Y., Chan, A., Tresna, P. W., & Purbasari, R. (2025). Digital marketing and sustainable innovation in SMEs through bibliometric and systematic review. Cogent Business & Management, 12(1), 2548953.

Pancić, M., Serdarušić, H., & Ćućić, D. (2023). Green marketing and repurchase intention: stewardship of green advertisement, brand awareness, brand equity, green innovativeness, and brand innovativeness. Sustainability, 15(16), 12534.

Ravi, S., & Rajasekaran, S. R. C. (2023). A perspective of digital marketing in rural areas: A literature review. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, *8*(4), 26.

Sheveleva, A. V., & Cherevik, M. V. (2023). Industry 4.0 climate risk management in international oil & gas companies. In *Current Problems of the Global Environmental Economy under the Conditions of Climate Change and the Perspectives of Sustainable Development* (pp. 155-166). Cham: Springer International Publishing.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. scientometrics, 84(2), 523-538.

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. Organizational research methods, 18(3), 429-472.

YENİ KAMU İŞLETMECİLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN SOSYAL HİZMETLERİN DÖNÜŞÜMÜ

Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNEŞ[1] / Öğr. Gör. Dr. Gökhan BİLİCİ[2]

[1]Selçuk Üniversitesi, Sosyal Hizmet, engin.gunes@selcuk.edu.tr, 0000-0002-2171-0066

[2]Selçuk Üniversitesi, Kamu Yönetimi, gokhanbilici@selcuk.edu.tr, 0000-0001-8446-1928

Özet

Bu çalışma, 1970'lerde baş gösteren ekonomik krizler ve refah devletinin sürdürülebilirlik sorunu neticesinde ivme kazanan neoliberal politikaların etkisiyle kamu yönetiminde hâkim paradigma haline gelen Yeni Kamu İşletmeciliği anlayışının, sosyal hizmet disiplini ve sunumu üzerindeki dönüştürücü etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Literatür taramasına dayanan araştırmada, Yeni Kamu İşletmeciliğinin etkinlik, verimlilik, ekonomi, yerelleşme ve performans odaklılık gibi temel dinamiklerinin sosyal politika üretimine yansımaları analiz edilmiştir. Çalışmada, küresel ölçekte İngiltere ve ABD'deki refah reformları incelenirken, öte yandan Türkiye bağlamında Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın yeniden yapılandırılması, Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıflarının yerel düzeyde artan rolü, yerel yönetimlerin sosyal politikalardaki etkinliği ve hizmet satın alma yoluyla özel bakım kuruluşlarının yaygınlaşması ele alınmıştır.

Araştırma bulguları, geleneksel devlet merkezli ve hiyerarşik sosyal hizmet modelinden, yerel idareler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının dahil olduğu çok aktörlü ve piyasa dinamiklerinin yönlendirdiği bir yönetişim yapısına geçildiğini göstermektedir. Bu yapısal dönüşüm, kamu kaynaklarının rasyonelleşmesi, rekabet yoluyla hizmet çeşitliliğinin artması ve vatandaş odaklı (müşteri memnuniyeti) esnek uygulamaların gelişmesi gibi yönetsel fırsatlar sunmuştur. Ancak sosyal hizmetlerin özelleştirilmesi, sözleşmecilik ve taşeronlaşma süreçleri disiplin içinden derin eleştirileri de beraberinde getirmiştir. Özellikle sosyal adalet hedefleri ile maliyet etkinliği arasında yaşanan yapısal çatışma, yönetselcilik akımıyla artan performans baskısının sosyal hizmet uzmanlarının mesleki özerkliğini zedelemesi, hizmet süreçlerinin aşırı sayısallaşarak yeni bir bürokrasi yaratması ve piyasa mantığının dezavantajlı grupların hizmete erişiminde yeni eşitsizlikler doğurması başlıca sorun alanları olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Yeni Kamu İşletmeciliği anlayışı sosyal hizmet sunumunda dinamik ve yenilikçi bir kurumsal mekanizma inşa etse de, sosyal hizmetlerin evrensel ve hak temelli kamusal niteliğini aşındırma riski taşımaktadır. Sosyal hizmetlerin sürdürülebilir, erişilebilir ve kapsayıcı olabilmesi için, idari ve ekonomik rasyonalite ölçütleri ile sosyal devletin varlık nedeni olan eşitlik, insan hakları ve toplumsal dayanışma değerleri arasında kamu yararını gözeten hassas bir denge kurulması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeni Kamu İşletmeciliği, Sosyal Hizmetler, Refah Devleti, Neoliberalizm, Sosyal Politika

THE TRANSFORMATION OF SOCIAL SERVICES FROM THE PERSPECTIVE OF NEW PUBLIC MANAGEMENT

Asst. Prof. Dr. Engin GÜNEŞ[1]/ Lect. Dr. Gökhan BİLİCİ[2]

[1]Selcuk University, Social Work, engin.gunes@selcuk.edu.tr, 0000-0002-2171-0066

[2] Selcuk University, Public Administration, gokhanbilici@selcuk.edu.tr, 0000-0001-8446-1928

Abstract

This study aims to examine the transformative effects of the New Public Management approach—which became the dominant paradigm in public administration under the influence of neoliberal policies that gained momentum as a result of the economic crises and the sustainability problem of the welfare state emerging in the 1970s—on the discipline and delivery of social services. In the research, which is based on a literature review, the reflections of the fundamental dynamics of New Public Management, such as effectiveness, efficiency, economy, localization, and performance-orientation, on social policy production are analyzed. While examining welfare reforms in the UK and the USA on a global scale, the study addresses the restructuring of the Ministry of Family and Social Services, the increasing role of Social Assistance and Solidarity Foundations at the local level, the effectiveness of local governments in social policies, and the proliferation of private care institutions through outsourcing within the context of Turkey.

Research findings indicate a transition from a traditional state-centered and hierarchical social service model to a multi-actor governance structure guided by market dynamics, which includes local administrations, the private sector, and non-governmental organizations. This structural transformation has offered administrative opportunities such as the rationalization of public resources, an increase in service diversity through competition, and the development of citizen-oriented (customer satisfaction) flexible practices. However, the processes of privatization, contracting out, and outsourcing of social services have also brought about deep criticisms from within the discipline. In particular, the structural conflict between social justice goals and cost-effectiveness, the undermining of the professional autonomy of social workers due to the increasing performance pressure driven by managerialism, the creation of a new bureaucracy through the excessive quantification and digitalization of service processes, and the emergence of new inequalities in the access to services for disadvantaged groups due to market logic have been identified as the main problem areas. In conclusion, although the New Public Management approach builds a dynamic and innovative institutional mechanism in social service delivery, it carries the risk of eroding the universal and rights-based public nature of social services. For social services to be sustainable, accessible, and inclusive, a delicate balance that considers the public interest must be established between administrative and economic rationality criteria and the values of equality, human rights, and social solidarity, which constitute the raison d'être of the social state.

Keywords: New Public Management, Social Work, Welfare State, Neoliberalism, Social Policy

GİRİŞ

20. yüzyılın son çeyreğinde baş gösteren küresel ekonomik krizler ve refah devletinin sürdürülebilirliğine yönelik artan kuşkular, kamu yönetimi paradigmasında köklü bir kırılmaya zemin hazırlamıştır. 1980'li yıllarla birlikte ivme kazanan neoliberal politikalar ve küreselleşme rüzgârı, geleneksel kamu yönetiminin hiyerarşik, katı bürokratik ve aşırı merkeziyetçi yapısını hantallık ve verimsizlik temelinde sert bir eleştiriye tabi tutmuştur. Bu eleştirilerin bir sonucu olarak kamu sektöründe özel sektörün işletmecilik mantığını, esnekliğini ve piyasa dinamiklerini merkeze alan Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) anlayışı hâkim paradigma olarak ortaya çıkmıştır. Etkinlik (effectiveness), verimlilik (efficiency) ve tutumluluk (economy) ilkelerinden oluşan "3E" kuralına dayanan bu model, performans odaklılık, hesap verebilirlik, yerelleşme, rekabetçilik ve vatandaşın "müşteri" olarak konumlandırıldığı hizmet memnuniyeti gibi kavramlarla kamu yönetiminde kapsamlı bir dönüşüm sürecini başlatmıştır. Devletin doğrudan mal ve hizmet üreten "kürek çeken" pozisyonundan sıyrılarak, yönlendiren, düzenleyen ve denetleyen "dümen tutan" bir role evrilmesi, bu dönemin en belirgin karakteristiği olmuştur.

Refah devletinin daralması ve kamu harcamalarının rasyonelleştirilmesi hedeflerinden en derinden etkilenen alanların başında ise şüphesiz sosyal politikalar ve sosyal hizmetler gelmektedir. Geleneksel sosyal devlet anlayışında, vatandaşlık hakkı ekseninde ve doğrudan merkezi hükümetin kamusal sorumluluğu altında yürütülen sosyal hizmetler, YKİ vizyonuyla birlikte yapısal bir kabuk değişimine uğramıştır. Yönetimden yönetişime geçişin bir yansıması olarak sosyal hizmet sunumu, yerel yönetimlerin, sivil toplum kuruluşlarının ve özel teşebbüslerin sürece dahil olduğu çok aktörlü bir refah karması yapısına dönüşmüştür. Bu yeni dönemde sosyal hizmetlerde hak temellilikten ziyade maliyet etkinliği, kalite standartları, performans ölçümü ve sözleşmecilik gibi yönetsel kavramlar ön plana çıkmış, hizmeti alan dezavantajlı bireyler hak sahibi vatandaş statüsünden hizmet tüketicisi konumuna taşınmıştır.

Ne var ki, sosyal hizmetlerin salt bir yönetim ve maliyet meselesi olarak ele alınması, disiplin içinden ve dışından ciddi etik ve yapısal tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Özellikle sosyal hizmetlerin piyasalaşması, bakım hizmetlerinin ticarileşmesi, sosyal çalışmacıların mesleki özerkliğinin performans baskısı altında ezilmesi ve sosyal adalet, insan hakları gibi mesleğin evrensel ilkelerinin aşınma riskiyle karşı karşıya kalması, YKİ'nin sosyal alanda yarattığı en büyük açmazlar olarak sıkça gündeme getirilmektedir. Bu bağlamda söz konusu çalışma, Yeni Kamu İşletmeciliği perspektifinin sosyal hizmet disiplininde ve sunum organizasyonunda yarattığı çok boyutlu dönüşümü eleştirel bir yaklaşımla incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle YKİ yaklaşımının ortaya çıkış dinamikleri ve temel ilkeleri ele alınacak, ardından bu zihniyet değişiminin küresel düzeyde ve Türkiye bağlamında sosyal hizmet politikalarına yansımaları değerlendirilecektir.

1. YENİ KAMU İŞLETMECİLİĞİNİN ORTAYA ÇIKIŞI

1970'li yıllarda baş gösteren küresel petrol krizleri, yüksek enflasyon ve durgunluğun bir arada yaşandığı stagflasyon olgusu, İkinci Dünya Savaşı sonrasında altın çağını yaşayan Keynesyen refah devleti paradigmasının tıkanmasına yol açmıştır. Refah devletinin maliyetlerinin sürdürülemez hale gelmesiyle birlikte, 1980'li yıllardan itibaren özellikle Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) öncülüğünde Yeni Sağ ideolojisi ve neoliberal politikalar küresel çapta yükselişe geçmiştir. Margaret Thatcher döneminde İngiltere'de ve Ronald Reagan

yönetiminde ABD'de hayata geçirilen radikal reformlar, devletin ekonomik ve yönetsel alandaki ağırlığının sınırlandırılması ile kamu hizmetlerinin piyasa mekanizmaları doğrultusunda yeniden yapılandırılması düşüncesini kamu yönetiminin merkezine yerleştirmiştir (Karaçor ve Oltulu, 2011, s. 5).

Geleneksel (Weberyen) bürokrasinin hiyerarşik, kuralcı, süreç odaklı ve hantal yapısına karşı güçlü bir reaksiyon olarak doğan Yeni Kamu İşletmeciliği yaklaşımı, temel felsefe olarak özel sektörün işletmecilik mantığının ve yönetim tekniklerinin kamu sektörüne aktarılmasını esas almaktadır. YKİ'nin temel varsayımı, bürokrasinin doğası gereği verimsiz olduğu, piyasa mekanizmalarının ise rasyonel kaynak dağılımını sağlayacağı yönündedir. Bu çerçevede, kamu hizmetlerinde etkinliğin ve verimliliğin maksimize edilmesi, bürokratik israfın önlenerek maliyetlerin azaltılması ve kamu kaynaklarının rasyonel kullanımı temel hedefler olarak belirlenmiştir. Bu hedeflere ulaşmak amacıyla, özel sektörün başarısını kanıtlamış olduğu performans yönetimi, stratejik planlama, toplam kalite yönetimi ve performans esaslı bütçeleme gibi modern yönetim enstrümanları kamu yönetiminin işleyişine entegre edilmiştir (Özer, 2005). Söz konusu yaklaşımın kamu idaresine getirdiği kavramsal ve yapısal yenilikler, geleneksel devlet anlayışından köklü bir kopuşu ifade etmektedir. YKİ'nin temel dinamikleri arasında; girdilere ve kurallara bağlı süreç odaklı yönetimden ziyade performans ve çıktı odaklı (sonuç merkezli) yönetim anlayışı, şeffaflık, liyakat ve hesap verebilirlik ilkeleri yer almaktadır. YKİ'nin yarattığı en radikal paradigma değişimlerinden biri ise vatandaşlık kavramının yeniden tanımlanmasıdır; devletin karşısındaki birey artık yalnızca hak sahibi bir "vatandaş" değil, aynı zamanda kamu hizmetini talep eden ve memnuniyeti maksimize edilmesi gereken bir "müşteri" (tüketici) olarak konumlandırılmaktadır. Buna ek olarak, kamu tekellerinin kırılarak özelleştirme uygulamalarının yaygınlaştırılması, karar alma süreçlerinde yerel yönetimlerin yetki ve sorumluluklarının artırılması (yerelleşme) ve kamu hizmeti sunumunda taşeronlaştırma yoluyla rekabetçi bir piyasa ortamının teşvik edilmesi YKİ'nin yapıtaşlarını oluşturmaktadır (Belli, 2017, s. 125).

Bu kapsamlı dönüşüm sürecinde devletin rolü radikal bir biçimde yeniden tanımlanmıştır. Devlet, her alanda doğrudan mal ve hizmet üreten, istihdam sağlayan müdahaleci yapısından sıyrılarak, piyasayı düzenleyici, denetleyici, kural koyucu ve yönlendirici bir işleve çekilmiştir. Bu geri çekilme ve yeniden konumlanma stratejisi sayesinde kamu kurumlarının hantallıktan kurtularak daha esnek, dinamik, rasyonel, maliyet-etkin ve sonuç odaklı bir kurumsal kimliğe kavuşturulması amaçlanmıştır (Karaçor ve Oltulu, 2011, s. 7).

1970'li yıllarda küresel ölçekte patlak veren petrol krizleri ve derinleşen ekonomik durgunluk, İkinci Dünya Savaşı sonrasında altın çağını yaşayan refah devletinin mali ve kurumsal sürdürülebilirliğini temelden sarsmıştır. Özellikle enflasyon ile işsizliğin eşzamanlı yükselişini ifade eden stagflasyon sarmalı, devlet müdahalesini savunan Keynesyen makroekonomi politikalarının yapısal bir tıkanmaya girdiğini açıkça ortaya koymuştur (Pierson, 1996, s. 145). Bu kriz ortamında, genişleyen sosyal güvenlik sistemlerinin ve artan kamu harcamalarının devlet bütçeleri üzerinde yarattığı devasa açıklar tartışmaların odak noktası haline gelmiştir. Üstelik küreselleşme dinamiklerinin hız kazanmasıyla uluslararası sermaye hareketlerinin serbestleşmesi, devletleri küresel rekabette avantaj sağlamak ve sermayeyi ülkede tutabilmek adına sosyal harcamaları kısmaya, düşük vergi ve esnek regülasyon politikalarına yönelmeye mecbur bırakmıştır (Swank, 2002).

Refah devletinin içine düştüğü bu meşruiyet ve finansman krizine karşı üretilen temel reçete neoliberalizm olmuştur. Neoliberal paradigma devlet müdahalesinin minimize edilmesini, kamu iktisadi teşebbüslerinin özelleştirilmesini ve serbest piyasa mekanizmalarının toplumsal hayatın her alanına teşmil edilmesini savunan bir felsefe üzerine inşa edilmiştir. Bireysel özgürlüklerin en güçlü güvencesi olarak serbest piyasayı gören bu yaklaşım (Harvey, 2007, s. 2), 1980'li yıllarda İngiltere'de Margaret Thatcher ve ABD'de Ronald Reagan iktidarlarıyla birlikte küresel bir hegemonya kurmuştur. Neoliberal teorisyenler devlet müdahalesinin ekonomik rasyonaliteyi ve verimliliği tahrip ettiğini öne sürerken, eleştirel yaklaşımlar ise bu dönüşümün sermaye birikimini ve sermayedarın gücünü desteklediğini, buna karşın emeğin sosyal haklarında ciddi kayıplara ve gelir dağılımında derinleşen yapısal eşitsizliklere yol açtığını vurgulamaktadır (Harvey, 2007, s. 19).

Küresel kapitalizmin bu yeni evresine Türkiye'nin entegrasyonu ise 24 Ocak 1980 kararlarıyla kurumsal bir zemine oturmuştur. Bu tarihsel kırılmayla birlikte içe dönük ithal ikameci sanayileşme stratejisi terk edilerek, dışa açık ve piyasa merkezli bir ekonomik yapı benimsenmiştir. Devletin ekonomideki ağırlığı kademeli olarak azaltılırken, özelleştirme dalgası kamu politikalarının merkezine yerleşmiştir. Türkiye'nin refah rejimi bu süreçte ciddi bir kabuk değiştirmiş, sosyal devlet nosyonu geleneksel korumacı yapısından uzaklaşarak daha piyasa merkezli bir dinamiğe entegre olmaya başlamıştır (Eder, 2010, s. 160). Bu dönüşüm, 2000'li yıllarda uluslararası finans kuruluşları destekli yapısal reform programlarıyla hız kazanmış; sosyal güvenlik sisteminin tek çatı altında toplanması ve çalışma yaşamının esnekleştirilmesi gibi politikalarla neoliberal ruh kamu politikalarına derinden nüfuz etmiştir.

Ekonomi politikte yaşanan bu eksen kayması, yönetsel alanda da köklü bir zihniyet değişimini zorunlu kılmıştır. Uzun yıllar kamu yönetimi disiplinine egemen olan, Max Weber'in rasyonel-yasal bürokrasi modeli ile Woodrow Wilson'un siyaset-yönetim dikotomisi üzerine inşa edilen geleneksel kamu yönetimi, değişen koşullar karşısında meşruiyetini yitirmeye başlamıştır (Weber, 1978; Wilson, 1887). Rasyonellik ve öngörülebilirlik sağlama iddiasındaki Weberyen model, pratiğe yansıdığında aşırı kuralcılık (kırtasiyecilik), çok katmanlı katı hiyerarşi ve hantallık yaratarak karar alma mekanizmalarını yavaşlatmakla eleştirilmiştir. Benzer şekilde, Wilson'un yönetim süreçlerini siyasal etkilerden arındırmayı hedefleyen tarafsızlık ideali, bürokrasinin siyasetle organik bağlar kurması ve politize olması neticesinde pratik geçerliliğini yitirmiştir.

Devletin aşırı merkeziyetçi bir sağlayıcı, vatandaşların ise pasif birer hizmet alıcısı olarak konumlandırıldığı bu hiyerarşik yapı (Denhardt ve Denhardt, 2000), 1970'ler sonrasının karmaşık, değişken ve küresel çevresine uyum sağlamada yetersiz kalmıştır. Özellikle girdi ve süreç odaklı geleneksel anlayışın, kamu hizmetlerinde performans ölçümünü imkânsız kılması ve etkililiği düşürmesi (Hood, 1991) bürokrasiye yönelik eleştirileri zirveye taşımıştır. Tüm bu kurumsal ve yapısal tıkanıklıklar, hantallaşan devlet aygıtının yerine esnekliği, piyasa mantığını, yerelleşmeyi ve çıktı odaklılığı merkeze alan Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) vizyonunun küresel bir paradigma olarak benimsenmesini hızlandırmıştır (Osborne ve Gaebler, 1992; Pollitt ve Bouckaert, 2011).

2. EKONOMİ, VERİMLİLİK VE ETKİLİLİK (3E İLKESİ)

Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) yaklaşımının yönetsel felsefesini somutlaştıran en temel paradigma, literatürde "3E İlkesi" olarak bilinen ekonomi (economy), verimlilik (efficiency) ve

etkililik (effectiveness) sacayağıdır. Geleneksel kamu yönetiminin katı bürokratik kurallara, yasalara ve süreçlere uygunluğu merkeze alan yapısına karşın; YKİ, hedeflere ulaşma derecesini ve kaynak kullanım rasyonalitesini vurgulayan sonuç odaklı bir performans kültürünü inşa etmiştir. Bu bağlamda, modern kamu kurumlarının meşruiyeti ve başarısı; kaynakları ne derece tutumlu kullandığı, hizmet süreçlerini ne ölçüde optimize ettiği ve nihai toplumsal hedeflere ne kadar ulaşabildiği üzerinden ölçülmeye başlanmıştır (Hughes, 2012, s. 112; Pollitt ve Bouckaert, 2017, s. 9).

Bu rasyonel sacayağının ilk bileşeni olan ekonomi, kamu hizmetlerinin kalitesinden ödün vermeden, kullanılan girdilerin mümkün olan en düşük maliyetle temin edilmesini ifade etmektedir. İsrafın önlenmesi ve mali disiplinin sağlanması motivasyonuna dayanan bu ilke, özellikle ekonomik krizler sonrası daralan kamu bütçelerinin denetim altına alınmasında kritik bir işlev görmüş, maliyet kontrolü ve sıkı tasarruf uygulamalarını kamu kurumlarının öncelikli gündemi haline getirmiştir. İkinci bileşen olan verimlilik ise, girdiler ile çıktılar arasındaki matematiksel ve rasyonel ilişkiye odaklanarak, minimum kaynak kullanımıyla maksimum hizmet çıktısı elde etmeyi amaçlamaktadır. YKİ, bürokratik hantallığı aşmak adına, özel sektörün stratejik planlama, toplam kalite yönetimi ve süreç mühendisliği gibi rekabetçi enstrümanlarını kamuya entegre ederek idari süreçlerde verimlilik artışını kurumsallaştırmayı hedeflemiştir (Dunleavy ve Hood, 1994, s. 10). Üçüncü bileşen olan etkililik ise, bir kamu hizmetinin niceliksel çıktılarından (output) ziyade niteliksel sonuçlarına, yani belirlenen stratejik amaçlara ve toplumsal ihtiyaçları karşılama düzeyine odaklanmaktadır. Literatürdeki ayrımıyla verimlilik işleri doğru yapmayı sağlarken, etkililik doğru işleri yapmayı ifade eder. Dolayısıyla bir hizmetin etkili kabul edilebilmesi, sadece düşük maliyetle ve hızlı sunulmasına değil, yarattığı toplumsal etkiye bağlıdır (Kettl, 2005, s. 21; Lane, 2000, s. 55).

3E İlkesinin kamu yönetimi ekosistemine nüfuz etmesi, kamu maliyesi ve denetim mekanizmalarında da devrim niteliğinde bir dönüşüm yaratmıştır. Geleneksel "hukuka uygunluk" (düzenlilik) denetiminin yerini, kurumların mali kaynaklarını ekonomik, verimli ve etkili kullanıp kullanmadığını ölçen performans denetimi ve performans esaslı bütçeleme sistemleri almıştır (Gruening, 2001, s. 10). Bu sayede hizmet süreçleri sayısallaştırılarak ölçülebilir hale getirilmiş, vatandaşın müşteri olarak konumlandırıldığı yeni anlayışta, müşteri memnuniyetini artırmak ve hesap verebilirliği sağlamak temel yönetsel standartlar haline gelmiştir.

Ne var ki, kamu hizmetlerinin bütünüyle 3E ilkesinin araçsal rasyonalitesine, maliyet-fayda analizlerine ve sayısal performans göstergelerine indirgenmesi, disiplin içinden güçlü kavramsal ve etik itirazlara yol açmıştır. Sistemin bütünüyle işletme mantığına teslim olması, literatürde yönetselcilik olarak adlandırılan ve her şeyin ölçülebilirlik ekseninde değerlendirildiği yeni bir tür performans bürokrasisi yaratmıştır. Christensen ve Laegreid'in (2007, s. 8) de vurguladığı gibi, piyasa rasyonalitesi kamu yönetiminin asli unsurları olan kamu yararı, demokratik katılım, sosyal devlet ve dezavantajlı grupların korunması gibi evrensel değerleri görünmez kılma riski taşımaktadır. Özellikle sosyal hizmetler gibi doğası gereği kırılgan gruplara hitap eden alanlarda salt ekonomik verimlilik odaklı çalışmak, eşitsizlikleri derinleştirebilmektedir. Tam da bu nedenle güncel eleştirel kamu yönetimi literatürü, 3E kuralına dördüncü bir "E" olarak Eşitlik ilkesinin eklenmesi gerektiğini savunmakta, aksi

takdirde sosyal devletin varlık nedeni olan kapsayıcılık ve dayanışma ruhunun piyasa dinamikleri karşısında aşınmasının kaçınılmaz olacağının altını çizmektedir.

3. YENİ KAMU İŞLETMECİLİĞİNİN SOSYAL HİZMETE YANSIMALARI VE ELEŞTİRİLER

1980'li yıllardan itibaren kamu sektöründe hâkim paradigma haline gelen Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) anlayışı, geleneksel sosyal hizmet modelini köklü bir yapısal ve felsefi dönüşüme tabi tutmuştur. Refah devletinin altın çağında sosyal hizmetlerin yegâne sağlayıcısı, finanse edicisi ve düzenleyicisi olan devlet, YKİ vizyonuyla birlikte doğrudan hizmet üreten konumundan sıyrılarak kural koyucu, denetleyici ve yönlendirici bir pozisyona evrilmiştir. Devlet merkezli ve hiyerarşik yapıdan çok aktörlü yönetişim modeline geçişi simgeleyen bu süreçte, yetki devri ve yerelleşme ilkeleri gereğince yerel yönetimlerin (belediyelerin), sivil toplum kuruluşlarının (STK) ve özel sektörün sosyal politika üretimindeki rolü dramatik biçimde artmıştır. Katılımcılık vurgusuyla desteklenen bu yeni ağ temelli yapı, karar alma süreçlerine farklı aktörleri dâhil ederek hizmetlerin yerel ihtiyaçlara daha esnek, hızlı ve rasyonel yanıt vermesini amaçlamıştır (Kooiman, 2003; Eryılmaz, 2018).

Bu dönüşümün sahaya yansıyan en somut göstergesi, sosyal hizmetlerin piyasa dinamiklerine entegre edilerek özelleştirilmesi, hizmet satın alma ve taşeronlaşma yoluyla dış kaynak kullanımına açılması olmuştur. Kamu kaynaklarının sınırlılığı ve bürokratik hantallık gerekçeleriyle yaşlı ve engelli bakım merkezleri, çocuk koruma hizmetleri, rehabilitasyon ve sosyal yardımlar gibi alanlar, maliyet etkinliği ve verimlilik hedefleri doğrultusunda özel sektöre ve üçüncü sektöre devredilmiştir. Türkiye'de de özellikle 2000'li yıllarla birlikte ivme kazanan bu sözleşmecilik eğilimi, kamu kurumlarının bütçe yükünü hafifletip hizmet çeşitliliğini artırırken, diğer yandan bakım hizmetlerinde kâr odaklı özel kuruluşların yaygınlaşmasına ve kamu istihdamında esnek, güvencesiz (taşeron) çalışma modellerinin egemen olmasına zemin hazırlamıştır (Şahin Taşğın ve Özel, 2011).

Söz konusu işletmeci zihniyet, kamu hizmetinin muhatabı olan bireyin konumunu da yeniden tanımlamış, geleneksel devletin hak sahibi vatandaşı, YKİ'nin kalite ve memnuniyet odaklı müşterisine dönüşmüştür. Müşteri odaklı bu yeni hizmet felsefesi, Toplam Kalite Yönetimi (TKY), uluslararası akreditasyon (ISO vb.) süreçleri ve e-devlet gibi dijital geri bildirim mekanizmalarıyla kurumsallaştırılmıştır (Özer, 2005). Artık sosyal hizmet kurumlarının başarısı, yalnızca mevzuata uygunlukla değil performans ölçüm sistemleri, hizmetin hızı, iç kontrol mekanizmaları (Türkiye'deki 5018 sayılı Kanun örneğindeki gibi) ve kullanıcı memnuniyeti anketleriyle değerlendirilmektedir (Akyel ve Köse, 2010). Denetimin salt hukuki bir kontrolden çıkıp performans ve kalite denetimine dönüşmesi, kurumlara şeffaflık ve hesap verebilirlik kazandırmıştır.

Ne var ki, sosyal hizmet disiplininin tamamen piyasa, sözleşme ve müşteri rasyonalitesi çerçevesinde yeniden yapılandırılması, alanın ontolojik temelleriyle çelişen derin eleştirileri de beraberinde getirmiştir. Kâr güdüsüyle hareket eden özel sektörün dezavantajlı gruplara yönelik hizmetleri devralması, sosyal adalet, eşitlik ve insan hakları gibi evrensel sosyal çalışma ilkelerini aşındırma riski taşımaktadır (Buğra ve Keyder, 2006). Kârlı olmayan kırsal bölgelerde hizmet yetersizliklerinin doğması ve kalitenin yalnızca sözleşme metinlerindeki maliyet kriterlerine indirgenmesi, refahın dağıtımında yeni eşitsizlikler yaratmaktadır (Mishra, 1999). Öte yandan, standardizasyon ve kalite belgelerine yönelik aşırı odaklanma, sosyal hizmet

uygulamalarında yeni ve katı bir "performans bürokrasisi" yaratmıştır. Yoğun denetim baskısı, sayısallaştırılmış hedefler ve çıktı odaklı çalışma zorunluluğu, sosyal hizmet uzmanlarının mesleki özerkliğini sınırlandırarak, insan odaklı müdahaleyi zayıflatmakta ve sahada ciddi etik ikilemlere yol açmaktadır. Sonuç olarak, Yeni Kamu İşletmeciliği modeli sosyal hizmet sunumuna idari esneklik, teknolojik altyapı, hizmet çeşitliliği ve hesap verebilirlik gibi önemli kurumsal kazanımlar sağlamış olsa da; hizmetlerin sosyal niteliğini metalaştırma tehlikesini barındırmaktadır.

Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) vizyonunun sosyal hizmet alanına entegrasyonu, mesleğin insan hakları, sosyal adalet ve eşitlik gibi evrensel temelleriyle yapısal bir çatışma yaratmıştır. Eleştirel literatür, bu dönüşümü salt teknik bir yönetsel reform olarak değil, yoksulluk ve sosyal dışlanma gibi makro sorunların yapısal bağlamından koparılarak bireysel sorumluluk alanına indirgendiği ideolojik bir müdahale olarak değerlendirmektedir. Refah devletinin evrensel ve hak temelli hizmet anlayışı, yerini bütçe disiplininin dayattığı maliyet merkezli bir yaklaşıma bırakmıştır. Sosyal adalet ile ekonomik rasyonalite arasında derinleşen bu gerilim, kamu kaynaklarının daraltılmasıyla birlikte hedefleme uygulamalarını zorunlu kılmış, sosyal hizmetlerin kamusal karakterini zayıflatarak refahın dağıtım mekanizmalarını piyasa mantığına teslim etmiştir (Esping-Andersen, 1999; Buğra ve Keyder, 2006).

Piyasa odaklı bu zihniyet değişimi, sosyal politika üretiminde yönetimselleşme akımını egemen kılmıştır. YKİ'nin getirdiği sayısallaştırılmış performans hedefleri, standartlaştırma ve sözleşmecilik süreçleri, sosyal hizmet uzmanlarının mesleki özerkliğini ve profesyonel muhakeme yeteneğini ciddi biçimde aşındırmıştır. Vaka yönetimi süreçlerinde insani ve bağlamsal niteliklerin geri plana itilerek başarının yalnızca niceliksel göstergeler, hizmet süreleri ve maliyet ölçütleri üzerinden tanımlanması, uzmanları birer profesyonel karar verici olmaktan çıkarıp bürokratik bir uygulayıcı konumuna indirgemiştir. Yoğun denetim ve performans baskısı altında çalışan meslek elemanları tükenmişlik ve mesleki yabancılaşma sorunlarıyla karşı karşıya kalırken, sosyal hizmetin doğasındaki empati ve psiko-sosyal müdahale işlevi tahrip olmuştur (Zengin ve Çalış, 2017; Kalaycı Kırlıoğlu, 2021). Bu performans baskısı, dijitalleşme süreciyle birleşerek paradoksal bir biçimde dijital bürokrasi adı verilen yeni bir hantallık yaratmıştır. Veriye dayalı yönetim anlayışı ve e-devlet uygulamaları hizmetlere erişimi kısmen hızlandırsa da, sosyal hizmet çalışanlarını sürekli bir veri girişi, elektronik kayıt ve raporlama sarmalına hapsetmiştir. Uzmanların doğrudan dezavantajlı bireylerle geçirmesi gereken nitelikli zamanın sistemin gerektirdiği formları doldurmaya ayrılması, sahada belgeye dayalı çalışma anlayışını kurumsallaştırarak insan odaklı hizmetin özünü zedelemiştir (Sezen, 2003; Eryılmaz, 2018).

Tüm bu yapısal ve yönetsel dönüşümlerin nihai çıktısı, kırılgan grupların hizmete erişiminde yeni ve derin eşitsizliklerin ortaya çıkmasıdır. Sosyal hizmetlerin taşeronlaşma yoluyla özelleştirilmesi ve kâr odaklı kurumların sahaya inmesi, özellikle kârlı görülmeyen kırsal ve çeper bölgelerde ciddi hizmet boşluklarına yol açmıştır. Ayrıca, dijitalleşme süreci teknolojik okuryazarlığı düşük kesimler için yeni bir "dijital dışlanma" alanı yaratmıştır. Sonuç olarak, sosyal hizmetlerin salt işletmeci bir rasyonalite ve maliyet-fayda analizi çerçevesinde yürütülmesi; mesleğin fırsat eşitliği idealini zedelemekte, yapısal eşitsizlikleri yeniden üretmekte ve sosyal devletin kapsayıcılık ile dayanışma işlevini derin bir meşruiyet krizine sürüklemektedir (Korpi ve Palme, 1998; Coşkun ve Yılmaz, 2018).

4. KÜRESEL ÖLÇEKTE REFAH REFORMLARI: ABD VE İNGİLTERE'DE "WORKFARE" (ÇALIŞMA KARŞILIĞI YARDIM) DÖNÜŞÜMÜ

Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) yaklaşımının sosyal politikalarda yarattığı radikal zihniyet değişimi, küresel ölçekte en somut karşılığını Anglo-Sakson liberal refah rejiminin iki öncü ülkesi olan Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'de bulmuştur. 1990'lı yılların sonlarında her iki ülkede de eşzamanlı olarak hayata geçirilen reformlar, geleneksel refah devletinin "pasif" ve hak temelli yardım anlayışını tasfiye ederek; yerine bireyi işgücü piyasasına entegre etmeyi amaçlayan, piyasa odaklı ve "aktif" bir sosyal politika vizyonu inşa etmiştir. Literatürde "Welfare-to-Work" (refahtan istihdama) veya "Workfare" (çalışma karşılığı yardım) olarak adlandırılan bu yeni paradigma; sosyal yardımı evrensel bir vatandaşlık hakkı olmaktan çıkarıp, bireyin iş arama, eğitime katılma veya düşük ücretli işleri kabul etme yükümlülüğüne (koşulluluğa) bağlamıştır (Peck, 2001; Gilbert, 2009).

Bu ideolojik kırılmanın en çarpıcı örneği, ABD'de 1996 yılında Bill Clinton yönetiminin bildiğimiz anlamda refah devletini sona erdirme mottosuyla yasalaştırdığı Kişisel Sorumluluk ve İş Fırsatları Uyum Yasası (PRWORA) olmuştur. Bu reformla birlikte, on yıllardır uygulanan ve hak temelli bir koruma sağlayan Bağımlı Çocukları Olan Ailelere Yardım (AFDC) programı lağvedilmiş; yerine süreli, koşullu ve bütçe sınırları katı biçimde çizilmiş olan İhtiyaç Sahibi Ailelere Geçici Yardım (TANF) sistemi getirilmiştir. YKİ'nin "yerelleşme" ilkesine uygun olarak federal hükümet, sosyal yardım fonlarını "blok hibe" şeklinde eyaletlere devrederek, yardım politikalarının tasarımında eyaletlere geniş bir özerklik tanımıştır (Sawhill ve Noyes, 2004). Sistemin en radikal yeniliği ise, yardımlara en fazla beş yıl sınırı getirmesi ve yardım alabilmek için çalışmaya katılım zorunluluğu dayatmasıdır (Holcomb ve Martinson, 2003; Congressional Research Service, 2023).

ABD'deki bu yapısal dönüşümün bir benzeri, İngiltere'de Tony Blair döneminde Aktif Refah Devleti inşası kapsamında uygulanmıştır. 1998 yılında yürürlüğe giren Gençler İçin Yeni Anlaşma (New Deal for Young People - NDYP) programı, uzun süreli işsizliği kırmak adına tasarlanmış bütüncül bir welfare-to-work modelidir. ABD'deki eyalet sistemine benzer bir mantıkla İngiltere'de de bu programlar yerel yönetimler, özel sektör ve STK iş birlikleriyle taşrada esnek bir biçimde uygulanmıştır (Sunley vd., 2001). Programın omurgasını oluşturan koşulluluk (conditionality) mekanizması uyarınca; işsizlik yardımı alan gençlerin istihdama, eğitim faaliyetlerine veya kamu hizmetlerine katılımı zorunlu tutulmuş, aksi takdirde yardımların kesilmesi yönünde cezalandırıcı (punitive) önlemler devreye sokulmuştur (Riley ve Young, 2001; Portes, 2012). Her iki ülkedeki reformun temel felsefesi; sosyal yardımların bireylerde "bağımlılık kültürü" yarattığı varsayımına dayanmış ve yoksulluğun çözümünü salt işgücü piyasasına katılımda aramıştır.

Ne var ki, uygulanan workfare politikalarının başarı kriterleri eleştirel sosyal politika literatüründe ciddi tartışmalara yol açmıştır. Araştırmalar, hem ABD'de TANF sonrası hem de İngiltere'de NDYP uygulamalarıyla sosyal yardım alan kişi sayısında istatistiksel olarak ciddi düşüşler yaşandığını ve istihdama katılımın arttığını göstermektedir. Ancak YKİ'nin niceliksel performans hedeflerine ulaşan bu başarı, niteliksel bir refah artışı yaratamamıştır (Van Reenen, 2005). Aksine, yardım sisteminin dışına itilen bireyler güvencesiz, esnek ve düşük ücretli işleri kabul etmek zorunda bırakılarak literatürde çalışan yoksullar olarak adlandırılan yeni bir güvencesiz sınıfın doğmasına neden olmuştur (Blank, 2002; Peck ve Theodore, 2000). Ayrıca

federal fonların ve yerel inisiyatiflerin esnekliği, bölgeler ve eyaletler arasında sosyal haklara erişimde derin farklılıklar yaratarak yoksulluğu ortadan kaldırmaktan ziyade onu yöneten, disipline eden ve piyasa ihtiyaçlarına göre yeniden üreten idari bir aygıta dönüşmüştür (U.S. Government Accountability Office, 2022).

5. TÜRKİYE'DE YENİ KAMU İŞLETMECİLİĞİ VE SOSYAL HİZMETLER

Türkiye'de 1980 sonrası ivme kazanan neoliberal politikalar ve Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) vizyonu, geleneksel merkeziyetçi ve devlet tekelindeki sosyal hizmet anlayışını derinden sarsarak; çok aktörlü, yerel ve piyasa dinamiklerinin yönlendirdiği yeni bir refah karması inşa etmiştir. Bu makro dönüşümün merkez teşkilatındaki en belirgin kurumsal yansıması, sosyal politikalardaki parçalı yapıyı koordinasyon ve etkinlik gerekçesiyle 2011 yılında tek çatı altında toplayan Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın kurulmasıdır. Bakanlık bir yandan hizmetleri bütünleştirirken, diğer yandan YKİ'nin temel araçları olan stratejik planlama, sözleşmecilik ve performans göstergelerini sisteme entegre etmiştir. E-Devlet ve Sosyal Yardım Bilgi Sistemi (SOYBİS) gibi uygulamalarla hizmetler dijitalleşip hızlansa da; bu durum katı bir "dijital bürokrasi" yaratarak sosyal hizmetin ilişki temelli, psiko-sosyal ve insani doğasını zayıflatmış; uzmanları yoğun veri girişi ve raporlama baskısı altında bırakmıştır (Çevikbaş, 2012; Fedai, 2025).

YKİ'nin yerelleşme ve yönetişim ilkeleri ise Türkiye'de yerel yönetimlerin (belediyelerin) ve Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıflarının (SYDV) sosyal alandaki ağırlığını dramatik biçimde artırmıştır. 2004 sonrası yasal reformlarla (5393 ve 5216 sayılı Kanunlar) belediyeler salt altyapı kurumu olmaktan çıkıp kadın, engelli ve yaşlı hizmetlerinde aktif birer sosyal politika aktörüne dönüşmüştür. Eş zamanlı olarak, mütevelli heyetleri aracılığıyla yerel aktörleri (kaymakamlık, STK'lar, muhtarlar) sürece dâhil eden SYDV'ler, yardımların tabana yayılmasında esnek ve hızlı bir mekanizma sunmuştur (Eryılmaz, 2018; Ortakaya, 2021). Ne var ki, sosyal hizmetlerin bu denli yerelleşmesi, belediyeler ve bölgeler arasındaki derin mali kapasite farklılıkları nedeniyle hizmete erişimde keskin coğrafi eşitsizlikleri körüklemiştir. Dahası, yerel yardımların evrensel bir "sosyal hak" olmaktan ziyade siyasal patronaj ilişkilerine ve lütuf/yardım mantığına kayması, sosyal devletin hak temelli yapısını ciddi şekilde aşındırarak yardım bağımlılığı tartışmalarını alevlendirmiştir (Buğra ve Keyder, 2006; Kesgin, 2019).

Türkiye modelinde YKİ'nin en belirgin ve tartışmalı çıktısı ise sosyal bakım hizmetlerinin (yaşlı, engelli, çocuk) özelleştirme ve hizmet satın alma yoluyla piyasaya devredilmesidir. Özellikle 2005 tarihli Engelliler Kanunu sonrasında ivme kazanan bu süreç, devletin "hizmet üreten" rolden çekilerek "finansman sağlayan ve denetleyen" konumuna (dümen tutan devlete) geçmesine neden olmuştur. Hizmet çeşitliliğini ve evde bakım modellerini geliştiren bu "bakımın ticarileşmesi" süreci; özel bakım kuruluşlarında kâr maksimizasyonunu ön plana çıkarmıştır. Taşeronlaşma yoluyla güvencesiz ve düşük ücretli personel istihdamının kalıcı hale gelmesi, ekonomik kârlılık ile mesleki etik/hizmet kalitesi arasında derin yarılmalara yol açmıştır (Buğra, 2018). Sonuç olarak, Türkiye'de Yeni Kamu İşletmeciliği perspektifiyle yeniden yapılandırılan sosyal hizmetler; merkezi dijitalleşme, yerel aktörlerin inisiyatifi ve piyasa mekanizmalarının iç içe geçtiği hibrit bir yapı ortaya çıkarmıştır. Bu yeni kurumsal mimari, sosyal hizmetlerin sunum hızını ve aktör çeşitliliğini artırmış olsa da; sosyal adaleti ve

evrensel vatandaşlık haklarını piyasa rasyonalitesine, bütçe kısıtlarına ve yerel yardım kültürüne kurban etme riski taşıyan kırılgan bir sistem inşa etmiştir.

SONUÇ

Eldeki çalışmanın teorik tartışmaları ve kurumsal pratikleri bütüncül bir perspektifle değerlendirildiğinde Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) paradigmasının sosyal hizmet disiplininde yalnızca idari ve teknik bir reform değil, köklü bir ontolojik ve ideolojik kırılma yarattığı açıkça görülmektedir. 20. yüzyılın son çeyreğinde refah devletinin mali ve meşruiyet krizine bir reçete olarak sunulan neoliberal politikalar, geleneksel devletin hak temelli ve evrensel koruma kalkanını piyasa rasyonalitesi doğrultusunda parçalamıştır. Devletin kürek çeken müdahaleci rolünden dümen tutan düzenleyici konumuna çekilmesi, sosyal politika alanını yerel yönetimlerin, sivil toplumun ve özel sektörün rekabet ettiği çok aktörlü bir refah karmasına dönüştürmüştür.

ABD ve İngiltere örneklerinde çalışma karşılığı yardım politikalarıyla somutlaşan, Türkiye'de ise hizmet satın alma, taşeronlaşma ve yardımların yerelleşmesi (SYDV ve belediyeler) üzerinden kurumsallaşan bu yeni yapı, sosyal hizmetlerin odağını sosyal adaletten hızla maliyet etkinliğine kaydırmıştır. YKİ'nin kamu idaresine kazandırdığı e-devlet entegrasyonu, bütçe disiplini, hizmet çeşitliliği ve kurumsal hesap verebilirlik gibi yönetsel fırsatlar yadsınamaz bir gerçekliktir. Ancak bu faydacı dönüşüm, sosyal hizmetlerin ruhunu oluşturan insan hakları, dayanışma ve eşitlik değerlerini ağır bir tahribata uğratma pahasına gerçekleşmektedir.

Özellikle sosyal bakım hizmetlerinin kâr maksimizasyonu güdüsüyle ticarileşmesi, yoksullukla mücadelenin hak temelli bir vatandaşlık görevi olmaktan çıkıp yerel patronaj ilişkilerine veya lütuf/yardım mantığına indirgenmesi, YKİ'nin refah dağıtımında yarattığı en derin çatlaklardır. Yönetimselleşme rüzgârıyla birlikte sosyal hizmet uzmanlarının mesleki özerkliği, sayısallaştırılmış performans hedefleri, standardizasyon baskısı ve katı bir dijital bürokrasi altında ezilmektedir. Başarının, danışanın hayatındaki niteliksel iyileşmeden ziyade, sistemdeki işlem hızı ve düşürülen maliyetlerle ölçülmesi, sosyal hizmet mesleğini mekanik bir hizmet operatörlüğüne dönüştürme riski taşımaktadır. Ekonomik rasyonaliteye kurban edilen bu süreç, günün sonunda eşitsizlikleri çözmek yerine, dezavantajlı grupları sistemin dışına itmekte ve güvencesizliği derinleştirmektedir.

Sonuç itibarıyla, sosyal hizmetlerin geleceği devlet tekelindeki hantal bürokrasiye geri dönmek ile hizmetleri tamamen acımasız piyasa dinamiklerine terk etmek gibi ikili bir açmaza mahkûm edilmemelidir. YKİ'nin getirdiği teknolojik altyapı, esneklik ve idari verimlilik araçları elbette kullanılmalıdır ancak bu araçlar asla amacın (sosyal adaletin) önüne geçmemelidir. Sosyal hizmetlerin sürdürülebilir, kapsayıcı ve onarıcı olabilmesi için, YKİ'nin ünlü "3E" kuralına (Ekonomi, Verimlilik, Etkililik), dördüncü ve en hayati unsur olan "Eşitlik/Sosyal Adalet" (Equity) ilkesinin tavizsiz bir biçimde entegre edilmesi gerekmektedir. Etkin bir kamu yönetimi ile evrensel insan haklarını sentezleyen, vatandaşını müşteri değil hak sahibi bir birey olarak gören, yeni ve demokratik bir sosyal devlet aklının inşası bugün dünden daha elzemdir.

KAYNAKÇA

Akyel, R., & Köse, H. Ö. (2010). *Kamu yönetiminde etkinlik arayışı: Etkin kamu yönetimi için etkin denetimin gerekliliği*.

Belli, A. (2017). Yeni kamu yönetimi anlayışı bağlamında yerinden yönetimin ve yerel yönetimlerin değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 18*(2), 121–134.

Blank, R. M. (2002). Evaluating welfare reform in the United States. *Journal of Economic Literature, 40*(4), 1105–1166.

Buğra, A. (2018). *Kapitalizm, yoksulluk ve Türkiye'de sosyal politika*. İletişim Yayınları.

Buğra, A., & Keyder, Ç. (2006). *Sosyal politika yazıları*. İletişim Yayınları.

Christensen, T., & Laegreid, P. (2007). *Transcending new public management: The transformation of public sector reforms*. Ashgate Publishing.

Congressional Research Service. (2023). *Temporary Assistance for Needy Families (TANF): Overview*.

Coşkun, E., & Yılmaz, Ç. (2018). Sığınmacıların toplumsal uyum sorunları ve sosyal hizmetlere erişimi: Düzce uydu kent örneği. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, 75*, 269–305. https://izlik.org/JA26MD74EY

Çevikbaş, R. (2012). AB'ye uyum sürecinde Türk kamu yönetiminin dönüşümü. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3*(1), 33–60.

Denhardt, J. V., & Denhardt, R. B. (2000). The new public service: Serving rather than steering. *Public Administration Review, 60*(6), 549–559.

Dunleavy, P., & Hood, C. (1994). From old public administration to new public management. *Public Money & Management, 14*(3), 9–16.

Eder, M. (2010). Retreating state? Political economy of welfare regime change in Turkey. *Middle East Law and Governance, 2*, 152–184.

Engelliler Hakkında Kanun (Kanun No: 5378). (2005, 7 Temmuz). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı: 25868).

Eryılmaz, B. (2018). *Kamu yönetimi*. Umuttepe Yayınları.

Esping-Andersen, G. (1996). *Welfare states in transition: National adaptations in global economies*. Sage.

Fedai, R. (2025). Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nda kurumsal kapasite, koordinasyon ve reform dinamikleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 26*(Özel Sayı), 1821–1833.

Gilbert, N. (2009). US welfare reform: Rewriting the social contract. *Journal of Social Policy*.

Gruening, G. (2001). Origin and theoretical basis of new public management. *International Public Management Journal, 4*(1), 1–25.

Harvey, D. (2007). *A brief history of neoliberalism*. Oxford University Press.

Holcomb, P. A., & Martinson, K. (2003). Welfare reform in the United States: The first five years of TANF. *Social Policy Review*.

Hood, C. (1991). A public management for all seasons? *Public Administration, 69*(1), 3–19.

Hughes, O. E. (2012). *Public management and administration*. Palgrave Macmillan.

Kalaycı Kırlıoğlu, H. İ. (2021). Sosyal hizmet uygulamasında mesleki uygunluk ve mesleki doyum ilişkisi. *Toplum ve Sosyal Hizmet, 32*(4), 1241–1256.

Karaçor, S., & Oltulu, A. (2011). Demokrasi ve yönetişim boyutu ile yeni kamu yönetimi anlayışı. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 11*(22), 403–418.

Kesgin, B. (2019). *Sosyal belediyecilik*. Ekin Yayınevi.

Kettl, D. F. (2005). *The global public management revolution*. Brookings Institution Press.

Kooiman, J. (2003). *Governing as governance*. SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781446215012

Korpi, W., & Palme, J. (1998). The paradox of redistribution. *American Sociological Review, 63*(5), 661–687.

Lane, J. E. (2000). *New public management*. Routledge.

Mishra, R. (1999). *Globalization and the welfare state*. Edward Elgar.

Ortakaya, Ü. İ. (2021). *Türkiye'deki Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıfları çalışanlarının sosyal yardım algısı*[Yayımlanmamış doktora tezi]. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi.

Osborne, D., & Gaebler, T. (1993). *Reinventing government: How the entrepreneurial spirit is transforming the public sector*. Plume.

Özer, M. A. (2005). Günümüzün yükselen değeri: Yeni kamu yönetimi. *Sayıştay Dergisi, 59*, 3–46.

Peck, J. (2001). *Workfare states*. Guilford Press.

Pierson, P. (1994). *Dismantling the welfare state?*. Cambridge University Press.

Pollitt, C., & Bouckaert, G. (2017). *Public management reform: A comparative analysis*. Oxford University Press.

Portes, J. (2012). Welfare and work: Continuity and change. *National Institute Economic Review, 221*(1), F4–F9.

Riley, R., & Young, G. (2001). *Does welfare-to-work policy increase employment?: Evidence from the UK New Deal for Young People* (Report No. 183). National Institute of Economic and Social Research.

Sawhill, I. V., & Noyes, J. L. (2004). *Waive of the future? Federalism and welfare reform*. Brookings Institution.

Sezen, S. (2003). *Türk kamu yönetiminde kurullar*. TODAİE Yayını.

Sunley, P., Martin, R., & Nativel, C. (2001). Localising welfare-to-work? *Environment and Planning C, 19*(4), 945–967.

Swank, D. (2002). *Global capital, political institutions, and policy change in developed welfare states*. Cambridge University Press.

Şahin Taşğın, N., & Özel, H. (2011). Türkiye'de sosyal hizmetlerin dönüşümü. *Toplum ve Sosyal Hizmet, 22*(2), 175–190. https://izlik.org/JA29EM57JM

U.S. Government Accountability Office. (2022). *TANF program oversight report*.

Van Reenen, J. (2005). *Welfare to work: The evidence on Labour's New Deal policies*. LSE Centre for Economic Performance.

Weber, M. (1978). *Economy and society*. University of California Press.

Wilson, W. (1887). The study of administration. *Political Science Quarterly, 2*(2), 197–222.

Zengin, O., & Çalış, N. (2017). Sosyal hizmet uzmanlarının çalışma koşulları. *Toplum ve Sosyal Hizmet, 28*(1), 47–67.

SOSYAL HİZMET MESLEĞİNDE SÜPERVİZYON EKSİKLİĞİ VE MESLEKİ ZORLUKLAR: NİTEL BİR ANALİZ

Dr. Öğretim Üyesi, Engin GÜNEŞ [1]/ Öğr. Gör. Dr. Gökhan BİLİCİ [2]

[1] Selçuk Üniversitesi, Sosyal Hizmet, engin.gunes@selcuk.edu.tr, ORCID 0000-0002-2171-0066

[2] Selçuk Üniversitesi, Kamu Yönetimi, gokhanbilici@selcuk.edu.tr, ORCID 0000-0001-8446-1928

Özet

Sosyal hizmet, bireylerin, ailelerin ve toplumun refahını artırmayı amaçlayan, yoğun insan etkileşimi içeren bir meslektir. Ancak meslek elemanları, karmaşık sosyal sorunlar, yüksek iş yükü ve duygusal açıdan zorlayıcı vakalar nedeniyle çeşitli mesleki güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bu noktada süpervizyon; mesleki gelişimi destekleyen, etik karar verme süreçlerini güçlendiren ve çalışanların psikososyal iyilik hallerini koruyan önemli bir mekanizma olarak öne çıkmaktadır. Bu araştırma, Türkiye'de sosyal hizmet uzmanlarının süpervizyon deneyimlerini ve süpervizyon eksikliğinin mesleki yaşantılarına etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, fenomenolojik yaklaşıma dayalı nitel bir desenle yürütülmüştür. Çalışmaya farklı kurumlarda görev yapan 48 sosyal hizmet uzmanı (27 kadın, 21 erkek) katılmıştır. Veriler yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler aracılığıyla toplanmış ve MAXQDA programı kullanılarak tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Bulgular, süpervizyon eksikliğinin sosyal hizmet uzmanlarının karşılaştığı sorunları derinleştirdiğini göstermektedir. Katılımcılar, üniversitede edinilen teorik bilgilerin sahada uygulanmasında güçlük yaşadıklarını, mevzuat ve uygulama süreçlerinde desteğe ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca yetersiz oryantasyon süreçleri, karmaşık kurumsal yapılar ve deneyimli personel eksikliği önemli sorun alanları olarak ortaya çıkmıştır.

Duygusal açıdan zorlayıcı vakalar, etik ikilemler ve mesleki sınırları koruma güçlükleri de dikkat çeken bulgular arasındadır. Bunun yanında yeni kurumlara ve farklı sosyo-kültürel çevrelere uyum sağlama sorunları ile yoğun iş yükü ve personel yetersizliği, meslek elemanlarının tükenmişlik riskini artırmaktadır. Sonuç olarak çalışma, düzenli ve yapılandırılmış süpervizyon uygulamalarının mesleki yeterlilik, etik rehberlik, duygusal destek ve hizmet kalitesi açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye'de sosyal hizmet alanında kurumsal süpervizyon mekanizmalarının geliştirilmesi, grup süpervizyonu uygulamalarının yaygınlaştırılması ve yeni çalışanlar için kapsamlı oryantasyon programlarının oluşturulması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal hizmet, Süpervizyon, Mesleki gelişim, Tükenmişlik, Etik ikilemler,

LACK OF SUPERVISION AND PROFESSIONAL CHALLENGES IN THE SOCIAL WORK PROFESSION: A QUALITATIVE ANALYSIS

Assist. Prof. Dr. Engin GÜNEŞ[1] Lect. Dr. Gökhan BİLİCİ[2]

[1] Selçuk University, Social Work, engin.gunes@selcuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2171-0066

[2] Selcuk University, Public Administration, gokhanbilici@selcuk.edu.tr, 0000-0001-8446-1928

Abstract

Social work is a profession characterized by intensive human interaction and aimed at enhancing the well-being of individuals, families, and communities. However, social workers encounter various professional challenges due to complex social problems, heavy workloads, and emotionally demanding cases. In this context, supervision emerges as a crucial mechanism that supports professional development, strengthens ethical decision-making processes, and safeguards the psychosocial well-being of practitioners. This study aims to examine the supervision experiences of social workers in Türkiye and the effects of the lack of supervision on their professional lives. The research was conducted using a qualitative phenomenological design. A total of 48 social workers (27 females and 21 males) employed in different institutions participated in the study. Data were collected through semi-structured in-depth interviews and analyzed using thematic analysis with the MAXQDA software program.

The findings indicate that the lack of supervision exacerbates the challenges faced by social workers. Participants reported difficulties in applying the theoretical knowledge acquired during their university education to practice and expressed a need for guidance regarding legislation and service delivery processes. Inadequate orientation procedures, complex organizational structures, and the shortage of experienced personnel also emerged as significant problem areas.

Emotionally demanding cases, ethical dilemmas, and difficulties in maintaining professional boundaries were among the prominent findings. Furthermore, challenges related to adapting to new institutions and diverse socio-cultural environments, as well as excessive workloads and staff shortages, were found to increase the risk of burnout among practitioners. Overall, the study demonstrates that regular and structured supervision practices are critical for professional competence, ethical guidance, emotional support, and service quality. It is recommended that institutional supervision mechanisms be strengthened within the field of social work in Türkiye, that group supervision practices be expanded, and that comprehensive orientation programs be developed for newly employed social workers.

Keywords: Social Work, Supervision, Professional Development, Burnout, Ethical Dilemmas.

GİRİŞ

Sosyal hizmet mesleği, bireylerin, ailelerin ve toplulukların iyilik hâllerini geliştirmeyi amaçlayan, insan hakları ve sosyal adalet temelli bir uygulama alanıdır. Sosyal hizmet uzmanları çocuk istismarı, aile içi şiddet, ihmal, yoksulluk, bağımlılık ve ruh sağlığı sorunları gibi karmaşık vakalarla çalışmakta; bu durum yüksek düzeyde mesleki stres ve duygusal yük oluşturmaktadır. Bu bağlamda süpervizyon, meslek elemanlarının bilgi, beceri ve etik karar verme süreçlerini destekleyen temel bir profesyonel mekanizma olarak kabul edilmektedir.

Sosyal hizmet uzmanları çocuk koruma, aile danışmanlığı, ruh sağlığı ve adli sosyal hizmet gibi alanlarda çalışırken yüksek düzeyde duygusal emek harcamaktadır. Bu durum zamanla tükenmişlik, ikincil travmatik stres ve mesleki yorgunluk riskini artırmaktadır. Literatürde süpervizyonun bu olumsuz etkileri azaltan temel mesleki destek mekanizmalarından biri olduğu vurgulanmaktadır (Kadushin & Harkness, 2014; Beddoe & Davys, 2016). Ayrıca süpervizyonun yalnızca uygulama becerilerinin geliştirilmesine değil, etik karar verme süreçlerinin güçlenmesine ve mesleki kimlik gelişimine de katkı sağladığı belirtilmektedir (Carpenter vd., 2013).

Uluslararası sosyal hizmet literatüründe süpervizyon; eğitsel, yönetsel ve destekleyici işlevleri bulunan bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Süpervizyonun çalışanların mesleki yeterliliklerini geliştirdiği, tükenmişliği azalttığı ve hizmet kalitesini artırdığı belirtilmektedir. Ancak Türkiye'de sosyal hizmet alanında sistematik ve kurumsallaşmış süpervizyon uygulamalarının sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum özellikle yeni mezun uzmanların mesleki uyum süreçlerini güçleştirmekte ve mesleki yalnızlık hissini artırmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, sosyal hizmet uzmanlarının süpervizyon deneyimlerini ve süpervizyon eksikliğinin mesleki uygulamalara etkilerini incelemektir. Çalışma, sosyal hizmet uygulamalarında süpervizyon ihtiyacına ilişkin güncel bulgular ortaya koyarak alana katkı sunmayı hedeflemektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Sosyal Hizmette Süpervizyon Kavramı

Kadushin ve Harkness'e (2014) göre sosyal hizmet süpervizyonu üç temel işlevden oluşmaktadır: yönetsel (administrative), eğitsel (educational) ve destekleyici (supportive) işlevler. Bu işlevlerin dengeli bir şekilde işletilmesi hem çalışan performansını hem de hizmet kalitesini artırmaktadır. Tsui (2005) ise süpervizyonu profesyonel öğrenme ve reflektif uygulamanın temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirmektedir. Süpervizyon, deneyimli bir meslek elemanının daha az deneyimli bir uzmanın mesleki gelişimini desteklediği yapılandırılmış bir öğrenme ve rehberlik sürecidir. Sosyal hizmet alanında süpervizyonun temel işlevleri yönetsel, eğitsel ve destekleyici boyutlardan oluşmaktadır. Eğitsel işlev, uzmanın bilgi ve becerilerini geliştirmeyi amaçlarken; destekleyici işlev uzmanın mesleki stresle baş etmesine katkı sağlamaktadır.

1.2. Mesleki Tükenmişlik ve Şefkat Yorgunluğu

Sosyal hizmet uzmanları yoğun duygusal emek gerektiren vakalarla çalıştıkları için tükenmişlik ve şefkat yorgunluğu açısından risk altındadır. Tükenmişlik; duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarı hissinde azalma ile karakterize edilmektedir. Süpervizyon uygulamalarının bu

riskleri azaltıcı bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. Maslach ve Leiter'e (2016) göre tükenmişlik; duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve düşük kişisel başarı hissi ile karakterize edilen çok boyutlu bir sendromdur. Sosyal hizmet uzmanlarının yoğun müracaatçı temasları nedeniyle diğer meslek gruplarına kıyasla daha yüksek risk altında oldukları belirtilmektedir. Düzenli süpervizyon uygulamalarının çalışanların tükenmişlik düzeylerini azalttığı ve mesleki dayanıklılıklarını artırdığı bulunmuştur (Mor Barak vd., 2009).

1.3. Teori-Uygulama İlişkisi

Süpervizyon, üniversite eğitimi sırasında edinilen teorik bilgi ile uygulama alanındaki deneyim arasında köprü işlevi görmektedir. Özellikle mesleğin ilk yıllarında verilen yapılandırılmış süpervizyonun profesyonel yeterliliklerin gelişmesinde kritik rol oynadığı ifade edilmektedir (Hawkins & Shohet, 2012). Sosyal hizmet eğitiminde kazanılan teorik bilgilerin uygulama alanına aktarılması sürecinde süpervizyon önemli bir köprü görevi görmektedir. Özellikle mesleğe yeni başlayan uzmanlar, mevzuat bilgisi, vaka yönetimi ve etik karar alma süreçlerinde süpervizyona ihtiyaç duymaktadır.

2. YÖNTEM

Bu araştırma nitel araştırma yaklaşımı kapsamında fenomenolojik desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya farklı kamu kurumları ve sosyal hizmet kuruluşlarında görev yapan 48 sosyal hizmet uzmanı katılmıştır. Katılımcıların 27'si kadın, 21'i erkektir. Veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır.

Görüşmeler ses kaydı alınarak gerçekleştirilmiş ve yazılı metne dönüştürülmüştür. Elde edilen veriler MAXQDA programı kullanılarak tematik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Kodlama süreci sonucunda ana tema ve alt temalar oluşturulmuştur. Araştırmada etik ilkeler gözetilmiş, katılımcı bilgileri gizli tutulmuştur.

3. BULGULAR

Araştırmada elde edilen bulgular, uluslararası literatürde rapor edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Özellikle resmi süpervizyon mekanizmalarının bulunmaması nedeniyle sosyal hizmet uzmanlarının akran desteğine yönelmesi, Beddoe ve Davys'in (2016) profesyonel dayanışma ve gayri resmî öğrenme süreçlerine ilişkin bulgularını desteklemektedir. Araştırma verilerinin analizi sonucunda beş temel tema belirlenmiştir:

1. Süpervizyon deneyimleri ve akran desteği
2. Kriz vakalarında konsültasyon ihtiyacı
3. Teori-pratik uyumsuzluğu ve oryantasyon eksikliği
4. Mesleki doyum kaynakları
5. Tükenmişlik, şefkat yorgunluğu ve mobbing

3.1. Süpervizyon Deneyimleri ve Akran Desteği

Katılımcıların büyük çoğunluğu görev yaptıkları kurumlarda resmi ve yapılandırılmış bir süpervizyon sisteminin bulunmadığını ifade etmiştir. Bu eksiklik çoğu zaman deneyimli meslektaşlardan alınan gayri resmî destek ile giderilmeye çalışılmaktadır. Özellikle yeni

başlayan uzmanlar mesleki bilgi ve deneyim kazanımında akran desteğinin önemli olduğunu belirtmiştir.

3.2. Teori-Pratik Uyumsuzluğu

Katılımcılar üniversite eğitimi sırasında kazandıkları teorik bilginin sahadaki uygulamalar için yeterli olmadığını ifade etmiştir. Kurumsal oryantasyon süreçlerinin yetersiz olması nedeniyle uzmanlar deneme-yanılma yöntemiyle deneyim kazanmaktadır.

3.3. Mesleki Doyum ve Zorluklar

Uzmanlar, müracaatçıların yaşamlarında olumlu değişimler yaratabilmenin önemli bir motivasyon kaynağı olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte yoğun iş yükü, karmaşık vakalar, personel eksikliği ve bürokratik baskılar mesleki tükenmişlik riskini artırmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Katılımcıların ifade ettiği teori-pratik uyumsuzluğu, yeni mezun sosyal hizmet uzmanlarının karşılaştığı en yaygın güçlüklerden biri olarak tanımlanmaktadır (Carpenter et al., 2013). Benzer şekilde yüksek iş yükü, personel eksikliği ve karmaşık vakalar nedeniyle yaşanan tükenmişlik belirtileri de Mor Barak ve arkadaşlarının (2009) bulgularıyla örtüşmektedir. Araştırma bulguları, sosyal hizmet uzmanlarının mesleki uygulamalarında süpervizyonun kritik bir gereksinim olduğunu göstermektedir. Süpervizyon eksikliği; mesleki gelişim, etik karar alma süreçleri ve çalışanların psikososyal iyi oluşları üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Özellikle yeni başlayan uzmanların sahaya uyum süreçlerinde sistematik destek mekanizmalarına ihtiyaç duydukları görülmüştür. Araştırma sonuçları süpervizyonun yalnızca bireysel mesleki gelişim açısından değil, aynı zamanda kurumsal hizmet kalitesinin artırılması açısından da stratejik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Nitekim etkili süpervizyon uygulamalarının çalışan bağlılığını artırdığı, işten ayrılma niyetini azalttığı ve müracaatçılara sunulan hizmetlerin niteliğini yükselttiği belirtilmektedir (Pack, 2015; Carpenter et al., 2013).

Araştırma sonucunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Sosyal hizmet kurumlarında resmi süpervizyon sistemleri oluşturulmalıdır.
- Yeni başlayan uzmanlar için kapsamlı oryantasyon programları geliştirilmelidir.
- Grup süpervizyonu ve akran destek mekanizmaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Meslek elemanlarının tükenmişliğini önlemeye yönelik psikososyal destek hizmetleri sunulmalıdır.
- Üniversiteler ile uygulama kurumları arasındaki iş birliği güçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Beddoe, L., & Davys, A. (2016). *Challenges in professional supervision*: *Current themes and models for practice*. Jessica Kingsley Publishers.

Carpenter, J., Webb, C., Bostock, L., & Coomber, C. (2013). Effective supervision in social work and social care. *Social Care Institute for Excellence*.

Hawkins, P., & Shohet, R. (2012). *Supervision in the helping professions* (4th ed.). Open University Press.

Kadushin, A., & Harkness, D. (2014). *Supervision in social work* (5th ed.). Columbia University Press.

Maslach, C., & Leiter, M. P. (2016). *Burnout*. Wiley Encyclopedia of Management. https://doi.org/10.1002/9781118785317.weom050087

Mor Barak, M. E., Travis, D. J., Pyun, H., & Xie, B. (2009). The impact of supervision on worker outcomes: A meta-analysis. *Social Service Review, 83*(1), 3–32. https://doi.org/10.1086/599028

Morrison, T. (2005). *Staff supervision in social care: Making a real difference for staff and service users*. Pavilion Publishing.

Pack, M. (2015). Contemporary issues in professional supervision. *Aotearoa New Zealand Social Work, 27*(3), 75–80. https://doi.org/10.11157/anzswj-vol27iss3id31

Tsui, M. S. (2005). *Social work supervision: Contexts and concepts*. Sage Publications.

YALNIZLIK VE SOSYAL HİZMET: EKOLOJİK YAKLAŞIM TEMELİNDE TOPLUM TEMELLİ BİR DEĞERLENDİRME

Dr. Murat ERKOYUNCU

Hitit Üniversitesi, Sungurlu Meslek Yüksekokulu, Sosyal Hizmet ve Danışmanlık Bölümü, Sosyal Hizmet, muraterkoyuncu@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8368-7685

Özet

Yalnızlık, bireyin mevcut ilişkileri ile ihtiyaç duyduğu anlamlı ilişki ve destek düzeyi arasındaki uyumsuzluktan doğan öznel bir kopukluk deneyimidir. Aidiyet duygusunun zayıflaması, güven ilişkilerinin kırılması, gündelik yaşama katılımın azalması ve destek kaynaklarına erişimde yaşanan güçlükler, söz konusu deneyimi sosyal hizmet açısından önemli bir değerlendirme alanı hâline getirmektedir. Çalışma, yalnızlığı ekolojik yaklaşım temelinde ele alarak sosyal hizmetin toplum temelli müdahale olanaklarını tartışmayı amaçlamaktadır. Ekolojik bakış, bireyin yaşadığı güçlüğü kişisel özelliklerle sınırlamadan aile, akran, komşuluk ilişkileri, yerel kurumlar, hizmet sistemi ve sosyal politika çevresi içinde değerlendirmeye imkân tanır. Böyle bir değerlendirme, yalnızlıkla ilişkili risklerin erken fark edilmesini, görünmeyen destek boşluklarının belirlenmesini ve kişinin gündelik yaşam çevresinde sürdürülebilir kaynakların harekete geçirilmesini mümkün kılar. Mesleki açıdan sosyal hizmet uzmanı, ihtiyaçları belirleyen, bireyi uygun kaynaklarla buluşturan, grup ve toplum çalışmalarını destekleyen, sosyal katılımı güçlendiren ve hizmetlere erişimde savunuculuk yapan bir aktör olarak konumlanır. Önerilen çerçeve, yalnızlık yaşayan bireyin pasif bir hizmet alıcısı olarak değil, sosyal çevresiyle yeniden bağlantı kurabilen ve yerel yaşam alanlarında güçlenen bir özne olarak görülmesini esas almaktadır. Yalnızlıkla mücadele, bireysel destekten öte kişinin ilişki ağlarını, yerel kaynaklarını ve toplumsal katılım kanallarını güçlendiren çok düzeyli bir sosyal hizmet yaklaşımıyla yürütülmelidir. Çalışmanın temel katkısı, yalnızlığı psikolojik bir belirtiye indirgemeden kişi-çevre etkileşimi içinde değerlendirmesi ve ekolojik perspektifi toplum temelli sosyal hizmet uygulamasıyla bütünleştiren kapsayıcı bir çerçeve sunmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Yalnızlık, Sosyal hizmet, Ekolojik yaklaşım, Toplum temelli destek, Sosyal katılım.

LONELINESS AND SOCIAL WORK: A COMMUNITY-BASED EVALUATION FROM AN ECOLOGICAL PERSPECTIVE

Dr. Murat ERKOYUNCU

Hitit University, Sungurlu Vocational School, Department of Social Work and Counseling, Social Work, muraterkoyuncu@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8368-7685

Abstract

Loneliness is a subjective experience of disconnection that arises from the mismatch between existing relationships and the level of meaningful relationship and support an individual needs. The weakening of belonging, the erosion of trusting relationships, the decline in everyday participation, and difficulties in accessing sources of support make this experience a significant area of evaluation for social work. This study aims to examine loneliness within the ecological approach and to discuss the community-based intervention possibilities of social work. The ecological perspective enables the individual's difficulty to be understood not merely through personal characteristics, but within the interaction of family, peers, neighbourhood relations, local institutions, service systems, and the social policy environment. Such an evaluation helps identify loneliness-related risks at an early stage, reveal invisible gaps in support, and mobilize sustainable resources within the person's everyday life context. Professionally, the social worker is positioned as an actor who identifies needs, connects individuals with appropriate resources, supports group and community work, strengthens social participation, and advocates for access to services. The proposed framework regards individuals experiencing loneliness not as passive service recipients, but as subjects who can reconnect with their social environment and gain strength within local life spaces. Addressing loneliness requires not only individual support, but a multi-level social work approach that strengthens relational networks, local resources, and channels of social participation. The study contributes by evaluating loneliness within person-environment interaction without reducing it to a psychological symptom, and by offering an inclusive framework that integrates the ecological perspective with community-based social work practice.

Keywords: Loneliness, Social work, Ecological approach, Community-based support, Social participation.

İŞ KAZASI ÖRÜNTÜLERİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZİ: FAALİYET TÜRÜ, YARALANMA TÜRÜ VE YARALANAN VÜCUT BÖLGESİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER (2017–2024)

Yük. Müh., Ferhat TABAK[1]/ Dr. Öğr. Üyesi, Seda ÇELLEK[2] / Prof. Dr. Ergün ERASLAN[3]/
Doç. Dr. İbrahim YILMAZ [4]/ Prof. Dr. Servet SOYGÜDER [5]
[1]Yıldırım Beyazıt University, Department of Occupational Health and Safety, 0000-0001-9675-5691
[2]Kırşehir Ahi Evran University, Department of Geology Engineering, 0009-0004-2812-2349
[3]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5667-0391
[4]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5959-7353
[5]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-8191-6891

Özet

İş kazaları, yalnızca kaza sayılarıyla açıklanamayacak kadar çok boyutlu bir olgu olup; gerçekleştirilen faaliyet türü, yaralanmanın niteliği ve yaralanan vücut bölgesi gibi birbiriyle ilişkili değişkenlerin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada, iş kazalarında faaliyet türü, yaralanma türü ve yaralanan vücut bölgesi arasındaki çok değişkenli ilişkiler incelenerek yapısal risk örüntülerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Analiz, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yayımlanan 2017–2024 dönemine ait ulusal iş kazası istatistiklerine dayanmaktadır. Söz konusu değişkenler arasındaki ilişkiler; trend analizi, çok değişkenli varyans analizi (MANOVA), kümeleme analizi ve korelasyon matrisi analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, yaralanma türü, yaralanan vücut bölgesi ve kazanın meydana geldiği andaki faaliyet türünün hem iş kazası sayıları hem de ölüm sayıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek düzeyde etkiye sahip olduğunu göstermektedir ($p < 0,001$). Kümeleme analizi, iş kazalarının yüksek sıklıkta görülmesinin her zaman yüksek ölüm riski anlamına gelmediğini; buna karşılık ölümle sonuçlanan kazaların daha çok ağır yaralanma türleri ve kritik anatomik bölgelerin yer aldığı kümelerde yoğunlaştığını ortaya koymuştur. Korelasyon analizi ise belirli yaralanma kategorileri, faaliyet türleri ve ölüm sayıları arasında orta ve yüksek düzeyde pozitif ilişkiler bulunduğunu göstermiştir. Trend analizi sonuçları, incelenen dönemde iş kazalarının genel olarak arttığını, ölüm sayılarının ise yıllar arasında dalgalanmakla birlikte özellikle son yıllarda artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, iş kazalarının yalnızca kaza sayıları esas alınarak değerlendirilmesinin yeterli olmadığını göstermektedir. Bunun yerine, yaralanma türü, etkilenen vücut bölgesi ve faaliyet türü gibi yapısal özelliklerin birlikte ele alınması, kazaların şiddeti ve ölüm riski hakkında daha kapsamlı değerlendirmeler yapılmasını sağlayacaktır. Elde edilen sonuçlar, risk temelli ve hedef odaklı iş sağlığı ve güvenliği politikalarının geliştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İş kazaları; Yaralanma örüntüleri; Faaliyet türü; Yaralanan vücut bölgesi; Çok değişkenli analiz; Kümeleme analizi

MULTIVARIATE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL ACCIDENT PATTERNS: RELATIONSHIPS BETWEEN ACTIVITY TYPE, INJURY TYPE AND INJURED BODY REGION (2017–2024)

Yük. Müh., Ferhat TABAK[1]/ Dr. Öğr. Üyesi, Seda ÇELLEK[2] / Prof. Dr. Ergün ERASLAN[3]/
Doç. Dr. İbrahim YILMAZ [4]/ Prof. Dr. Servet SOYGÜDER [5]
[1]Yıldırım Beyazıt University, Department of Occupational Health and Safety, 0000-0001-9675-5691
[2]Kırşehir Ahi Evran University, Department of Geology Engineering, 0009-0004-2812-2349
[3]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5667-0391
[4]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5959-7353
[5]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-8191-6891

Abstract

Occupational accidents represent a multidimensional phenomenon that cannot be explained solely by accident frequency but requires the joint evaluation of interrelated variables such as the type of activity performed, the nature of the injury, and the injured body region. This study investigates the multivariate relationships among activity type, injury type, and injured body region to reveal structural risk patterns in occupational accidents. The analysis is based on national occupational accident statistics published by the Turkish Social Security Institution (SGK) covering the period between 2017 and 2024. The relationships among these variables were examined using trend analysis, multivariate analysis of variance (MANOVA), cluster analysis, and correlation matrix analysis. The results indicate that injury type, injured body region, and activity at the time of the accident have statistically significant effects on both accident frequency and fatality counts, with large effect sizes ($p < 0.001$). Cluster analysis reveals that a high frequency of accidents does not necessarily correspond to an increased risk of fatality; rather, fatal outcomes are concentrated in clusters characterized by severe injury types and involvement of critical anatomical regions. Correlation analysis further demonstrates moderate-to-strong positive relationships among certain injury categories, activity sectors, and death counts. Trend analysis shows an overall increase in the number of accidents during the study period, while the number of deaths fluctuates more but shows an upward tendency in later years. These findings suggest that evaluating occupational accidents solely based on accident frequency is insufficient. Instead, structural characteristics such as injury type, affected body region, and activity type must be considered together in order to better understand accident severity and fatality risk. The results provide important insights for the development of risk-based and targeted occupational health and safety policies.

Keywords: Occupational accidents; Injury patterns; Activity type; Body region; Multivariate analysis; Cluster analysis

1. INTRODUCTION

Occupational accidents represent a major problem both in Türkiye and in many other countries. Their most serious consequences include fatalities, injuries, and permanent disabilities, while they also cause substantial economic losses for enterprises and national economies (Ceylan, 2012). Analyses of fatal accident trends indicate that fatal occupational accident rates have declined in several European countries such as the Netherlands, Greece, Sweden, Germany, and Romania. According to cluster and multidimensional scaling analyses, Romania forms a separate group, while Bulgaria, Türkiye, Latvia, and Lithuania constitute a second group, and the remaining European countries form a third group in terms of fatal accident patterns (Demirel, 2018). As in many parts of the world, occupational accidents tend to concentrate in specific high-risk sectors. When accident frequency, permanent disability cases, and fatalities are considered together, mining, metal production, and construction sectors appear among the most hazardous industries. These sectors have therefore been identified as priority areas for occupational accident prevention by the Ministry of Labour and Social Security of the Republic of Türkiye (Ceylan, 2012). Davoudi Kakhki et al. (2019) identified three risk groups in their latent class clustering analysis of severe occupational accidents and demonstrated that injury characteristics constitute one of the most statistically discriminating classification variables. The most costly injuries were reported to include sprains, tears, fractures, bruises, amputations, cuts, burns, concussions, and crush injuries. Occupational accidents occur as a result of multiple interacting factors, one of which involves ergonomic risk factors. Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) are among the leading causes of work-related disability worldwide and significantly affect productivity and quality of life (Santos et al., 2025). These disorders also impose considerable economic and social burdens and have therefore become a priority area for prevention policies in many countries (Hosseini et al., 2025). In the manufacturing sector, ergonomic risks such as awkward postures, repetitive movements, and heavy lifting frequently contribute to both occupational accidents and occupational diseases (Öztürk et al., 2025). Understanding the role of ergonomic risks in occupational accidents requires examining the relationships between activity type, injury type, and injured body region. The interaction among these variables represents a multivariate structure involving causal chains and identifiable accident patterns (Akpirinç, 2013; Çelik, 2016). The nature of the activity performed at the time of the accident—such as manual handling, physical movement, machine operation, or slips and falls—determines the exposure mechanism and influences both the type of injury and the body region affected. Activities involving repetitive movements and ergonomic strain are typically associated with musculoskeletal injuries affecting the upper and lower extremities, whereas machine and equipment use often results in cuts and crush injuries involving the hands and fingers. Similarly, fall-related incidents frequently produce fractures and soft tissue injuries affecting the torso and lower extremities. These findings indicate that injury type and injured body region are not independent variables but rather interrelated components shaped by the activity performed at the time of the accident. Consequently, accurate accident analysis and effective occupational health and safety (OHS) strategies require evaluating these variables simultaneously through multivariate analytical approaches (Akpirinç, 2013). Previous research on occupational accidents in Türkiye has frequently utilized datasets provided by the Social Security Institution (SGK). Dündar et al. (2024), using SGK data, reported that activities involving lifting, manual handling, and physical movement are primarily associated with

sprains, strains, and musculoskeletal injuries, which occur predominantly in the upper and lower extremities. Their findings emphasize that occupational accidents cannot be explained by a single variable and that a comprehensive multivariate approach considering activity type, injury type, and injured body region together provides more reliable insights. Similarly, Öztürk (2019) examined activity type, injury type, and injured body region variables using SGK accident notification data. However, these variables were not analyzed simultaneously within a comprehensive multivariate framework; instead, relationships were mainly explored through cross-tabulations, chi-square tests, and logistic regression models. Karanfil (2021) investigated occupational accidents evaluated in forensic medicine units between 2016 and 2020 using SGK data and identified statistical relationships between accident type, injury type, and injured body region. Nevertheless, the study primarily relied on descriptive statistics and pairwise comparisons rather than a holistic multivariate modeling framework. Tunçman (2024), focusing on occupational accidents in the textile sector between 2019 and 2021, applied multivariate data mining and machine learning techniques but primarily centered the analysis on injury types. Since injured body region was not included in the model, the interaction between activity type, injury type, and injured body region could not be examined as a unified multivariate structure. In contrast to these studies, the present research approaches occupational accidents not merely as frequency-based events but as pattern-based phenomena reflecting ergonomic and mechanical exposure structures. Using national occupational accident statistics published by the Social Security Institution (SGK) for the period 2017–2024, this study investigates accident profiles formed by the triad of activity type, injury type, and injured body region through multivariate analytical methods. The second section introduces the dataset used in the study and explains the applied statistical methods, including MANOVA, cluster analysis, correlation matrix analysis, and trend analysis. The third section presents the empirical findings and evaluates the relationships among activity type, injury type, and injured body region from a multivariate perspective. The final section discusses the findings within the occupational health and safety literature and provides policy implications. By integrating these three variables within a single analytical framework, the study identifies which combinations of activity type, injury type, and body region increase the risk of fatal occupational accidents and provides an analytical basis for targeted ergonomic interventions and sector-specific accident prevention strategies.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, data covering the period 2017–2024 were analyzed using quantitative and statistical methods in order to examine the relationship between occupational accidents and the triad of activity type, injury type, and injured body region. The overall analytical procedure consisted of four main stages: data collection, data preprocessing, variable definition, and statistical analysis. In the data collection stage, national occupational accident statistics published for the period 2017–2024 were compiled. During the data preprocessing stage, categorical variables were standardized, similar subcategories were merged, and the data were organized into a consistent annual structure. Subsequently, the key analytical variables—activity type at the time of the accident, injury type, and injured body region—were defined and incorporated into the statistical analysis process.

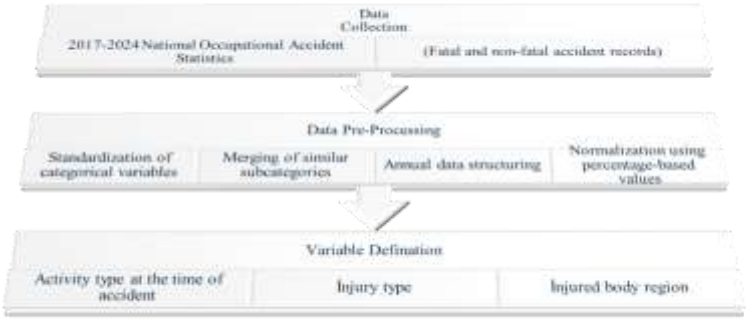


Figure 1. General flowchart of the data collection and data preprocessing process used in the study

The statistical methods used in the analysis and the research hypotheses are presented in Figure 2. In this stage, trend analysis, cluster analysis, correlation analysis, and multivariate analysis of variance (MANOVA) were applied in order to reveal the structural patterns of occupational accidents. Through these methods, the multivariate relationships between activity type, injury type, and injured body region were examined, and the temporal changes in these variables between 2017 and 2024 were analyzed. Data used in this study were compiled from national occupational accident statistics covering the period between 2017 and 2024. The dataset was organized on an annual basis, and for each year the distributions of activity types, injury types, and injured body regions were analyzed. The analytical scope of the study includes all reported occupational accident records between 2017 and 2024, including both fatal and non-fatal cases where available.

2.1.MANOVA Analysis

Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) is a multivariate statistical technique used to simultaneously test the joint effects of one or more independent variables on multiple dependent variables. Since MANOVA takes into account the correlation structure among dependent variables, it provides a more comprehensive and statistically robust framework compared with univariate ANOVA approaches in which dependent variables are analyzed separately (Çakır, 2015). The basic MANOVA model is expressed in Equation [1].

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad [1]$$

In this model, Y_ijrepresents the vector of dependent variables for the j-th observation in the i-th group, μrepresents the overall mean vector, τ_idenotes the effect of the i-th group, and ε_ijrepresents the vector of error terms. This structure allows the simultaneous evaluation of group effects across all dependent variables.

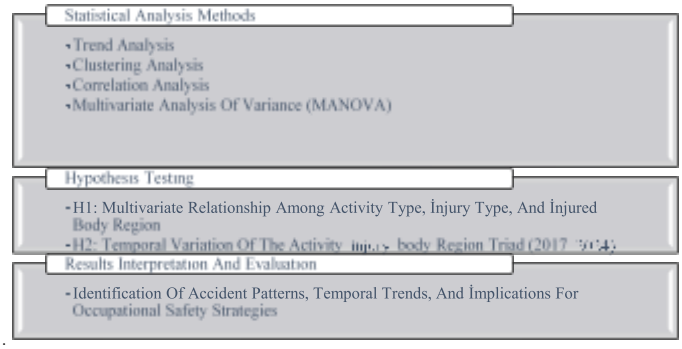


Figure 2. Statistical Analysis Methods and Hypothesis Testing Process Used in the Study

In this study, MANOVA was applied to examine the joint effects of activity type at the time of the accident and the year variable on the distributions of injury types and injured body regions. The dependent variables were defined as vectors consisting of annual normalized proportions of injury types and injured body regions, while activity type and year (2017–2024) were treated as grouping variables. Through this approach, it was possible to test at the multivariate level whether the activity–injury–body region structure differed significantly across years and activity types. The null hypothesis tested in MANOVA assumes that the mean vectors of the dependent variables are equal [2] across the groups. Accordingly,

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_k \quad [2]$$

This hypothesis states that the mean vectors of injury types and injured body regions do not differ across activity types and years. The alternative hypothesis suggests that at least one group has a mean vector that differs from the others. In MANOVA, the decision process is based on the comparison of the error matrix (E), which represents within-group variation, and the effect matrix (H), which represents between-group variation. Evaluating these two matrices together enables the calculation of multivariate test statistics that take into account the correlation structure among the dependent variables.

2.2.Correlation Matrix Analysis

In this study, the direction and strength of linear relationships among the variables were examined using a correlation matrix. The correlation matrix is a fundamental statistical tool widely used in the preliminary evaluation of multivariate data structures, as it allows pairwise correlation coefficients between multiple variables to be presented in the form of a square matrix (Balkan, 2025). This approach enables the systematic identification of co-variation patterns among variables. The correlation coefficients calculated for multiple variables are represented by a symmetric correlation matrix R. The general representation of this matrix is given in Equation [3].

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \dots & r_{2p} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & \dots & r_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & r_{p3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

[3]

The correlation matrix was used to identify potential multicollinearity among variables, to evaluate the dependency structure between variables prior to model development, and to provide an analytical basis for subsequent multivariate analyses. Through the correlation matrix, the co-variation tendencies among activity type, injury type, and injured body region were comparatively examined, providing preliminary insights for the subsequent MANOVA and cluster analyses. The statistical significance of the correlation coefficients was tested at the 95% confidence level, and $p < 0.05$ was adopted as the significance criterion. This evaluation helped determine whether the observed relationships between variables were random or statistically significant, thereby supporting the interpretation of the subsequent multivariate analyses.

2.3.Cluster Analysis

Cluster analysis is a multivariate statistical technique that aims to group a large number of observations into homogeneous subgroups based on their similarities and differences, without relying on predefined class labels. In this approach, observations within the same cluster are expected to be as similar as possible to each other, while the similarity between observations belonging to different clusters is minimized (Demirel, 2018). By identifying natural groupings among observations, cluster analysis enables the detection of multidimensional patterns within complex datasets. The basis of cluster analysis lies in the measurement of distance or similarity between observations. In this study, Euclidean distance, one of the most widely used distance measures, was employed to calculate the distances between observations. The Euclidean distance between two observations is calculated by taking the square root of the sum of squared differences between the variables, as presented in Equation [4].

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{p} (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

[4]

Here, p denotes the number of variables, while x_ikand x_jkrepresent the values of the k-th variable for the i-th and j-th observations, respectively. In order to prevent scale differences among variables from affecting the distance calculations, all variables were standardized prior to the analysis using z-score transformation. This transformation was obtained by subtracting the mean of each variable and dividing it by its standard deviation, as presented in Equation [5].

$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{s_k}$$

[5]

During the clustering process, both hierarchical and partitioning approaches were considered. Hierarchical clustering is based on the stepwise merging of observations, and the results are typically visualized using a dendrogram. In this study, the Ward linkage method was employed

for hierarchical clustering. The Ward method aims to minimize the increase in the within-cluster sum of squares, thereby preserving cluster homogeneity at each merging step. The corresponding within-cluster sum of squares is expressed in Equation [6].

$$WSS = \sum_{k=1}^{K} \sum_{i \in C_k} \| x_i - \bar{x}_{C_k} \|^2 \quad [6]$$

In this equation, C_kdenotes the k-th cluster, while x ¯_(C_k)represents the centroid vector of the corresponding cluster. The merging process was carried out between the pair of clusters that resulted in the smallest increase in the within-cluster sum of squares. In addition, the k-means clustering method was applied to validate the clustering results and to evaluate alternative cluster structures. The k-means method is a partitioning approach that iteratively assigns observations to a predetermined number of clusters. The objective of the method is to minimize the within-cluster sum of squares, which serves as the optimization criterion of the algorithm. This objective function is presented in Equation (7).

$$J = \sum_{k=1}^{K} \sum_{i \in C_k} \| x_i - \mu_k \|^2 \quad [7]$$

Here, μ_k represents the centroid of the k-th cluster. The algorithm proceeds iteratively by initially assigning cluster centroids, classifying observations to the nearest centroid, and recalculating the centroids. These steps are repeated until the objective function reaches its minimum value.

2.4.Trend Analysis

Trend analysis is a statistical method used to determine whether a variable Y_texhibits an increasing, decreasing, or stable tendency over time. It is widely used in time-series data such as occupational accidents, occupational diseases, and production indicators to reveal the direction and magnitude of change (Çanga, 2018). This method enables the quantitative evaluation of temporal changes and allows the identification of long-term trends. In this study, trend analysis was applied to examine the changes in occupational health and safety (OHS) indicators over the years. Within the scope of the analysis, the increasing or decreasing tendencies of occupational accident data over time were evaluated, and the findings were interpreted in terms of improvements or deteriorations in OHS practices. The results of the trend analysis were reported based on criteria such as the slope coefficient, the level of statistical significance, and the proportion of explained variance. One of the most commonly used models in trend analysis is the linear regression model. This model is expressed in Equation [8].

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad [8]$$

In this equation, Y_trepresents the observed value at time t, tdenotes the time index, β_0is the intercept term, β_1represents the trend coefficient, and ε_tdenotes the error term. A positive value of the trend coefficient indicates an increasing trend, a negative value indicates a decreasing trend, and a value close to zero suggests that there is no significant time-dependent change. In cases where the temporal relationship cannot be adequately explained by the linear

assumption, polynomial trend models can be used to represent more complex trends. In this study, a second-degree polynomial trend model was applied where necessary, and this model is presented in Equation (9).

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \varepsilon_t \quad [9]$$

This approach enables trends to be represented more accurately, particularly in time series that exhibit fluctuations or structural breaks. Within the scope of the study, annual time series for the period 2017–2024 were constructed in order to evaluate the changes over time in the distributions of type of activity, type of injury, and injured body part. For each category, proportional changes within the total number of occupational accidents were examined, and when necessary, annual rates of change and slope values were calculated to quantitatively reveal temporal trends. Through these analyses, periods of increasing or decreasing risk were identified, and an analytical framework was provided for the development of preventive occupational health and safety strategies.

3. FINDINGS

This study aims to reveal the relationship between the type of activity performed at the time of the accident, the type of injury, and the injured body part in occupational accidents, and to examine how this relationship changes over time. In the occupational health and safety literature, numerous studies have been conducted using different analytical methods and variables. In this study, four analytical approaches commonly used in the literature were selected and applied together within the analysis process. The Weighted Quantile Sum (WQS) regression model is included in the literature as a method used in the analysis of high-dimensional data and is particularly capable of reducing biases caused by high correlations among ergonomic risk factors (Liu, 2025). The results of the cluster analysis, MANOVA, trend analysis, and correlation matrix applied to the occupational accident data of the Social Security Institution (SGK) for the period 2017–2024 reveal that occupational accidents have a multivariate and pattern-based structure. MANOVA results indicate that the type of injury and the injured body part jointly vary significantly according to the type of activity performed at the time of the accident ($p < 0.05$). Cluster analysis shows that accidents are grouped under distinct profiles; activities involving mechanical exposure tend to cluster with crushing injuries, fractures, and multiple injuries, whereas activities involving ergonomic strain tend to cluster with sprains, strains, and musculoskeletal system injuries (cluster shares ≈ 25–40%). The results of the correlation matrix indicate moderate and statistically significant relationships between activity type, injury type, and injured body part ($|r| \approx 0.30–0.60$; $p < 0.05$). Trend analysis reveals an increasing trend in ergonomics-related accidents during the study period, whereas high-severity mechanical accidents display a fluctuating but persistent pattern. When these findings are evaluated together, it becomes evident that occupational accidents cannot be explained by single variables; rather, effective risk assessment and preventive strategies in occupational health and safety should be developed through a holistic approach that integrates multivariate, pattern-based, and temporal analyses. In this study, the relationships between activity performed at the time of the accident, injury type, and injured body part were examined using multivariate statistical methods based on SGK occupational accident data for the period 2017–2024. The applied MANOVA demonstrated that the joint distribution of injury type and

injured body part differs statistically significantly according to the type of activity performed at the time of the accident ($p < 0.05$). This finding indicates that activity types have a significant effect on the multivariate structure involving injury type and body region. The results of Multiple Correspondence Analysis (MCA) further show that this relationship is structured under specific patterns. Accordingly, the first dimension was interpreted as an axis representing higher-severity and fatal accidents, where activities such as machine operation, maintenance–repair tasks, and equipment handling are associated with crushing injuries, fractures, and multiple injuries, particularly affecting the torso and head regions. The second dimension, on the other hand, reflects a structure characterized by lifting–carrying tasks, bodily movements, and ergonomically demanding activities, which are concentrated with sprains, strains, and musculoskeletal injuries, particularly involving upper and lower extremity injuries. These findings suggest that, within the SGK occupational accident dataset, the variables activity type, injury type, and injured body part cannot be evaluated independently, and that the structure of occupational accidents should be examined through a multivariate, pattern-based, and holistic analytical approach. In this study, Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) was applied by jointly considering the number of occupational accidents (Work_Accidents) and the number of deaths (Deaths) as dependent variables in order to test the multivariate effects of the following factors:

- ✓ Type of injury
- ✓ Injured body part
- ✓ Type of activity performed at the time of the accident

The results indicate that these factors have very large effect sizes and act as statistically strong determinants of occupational accident and fatality outcomes. In particular, unclassified injuries, injuries involving vital body regions, and activities related to production and heavy-duty work emerge as the factors most strongly associated with fatal outcomes, based on the high effect sizes and mean death values obtained in the MANOVA results. To examine the multivariate effects of the injury type variable on the number of occupational accidents and deaths, MANOVA was conducted. Within the analysis, the multivariate test statistics Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace, and Roy's Largest Root were evaluated. Through these tests, the joint effect of injury types on the dependent variables was analyzed, and the level of statistical significance was determined (Table 1). According to the multivariate test results, injury type has a statistically significant effect on the number of occupational accidents and deaths ($p < 0.001$).

Table 1. MANOVA Multivariate Test Results by Injury Type

Test Statistic	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's Trace	1.702	42.987	26	196	<0.001	0.851
Wilks' Lambda	0.017	49.200	26	194	<0.001	0.868
Hotelling's Trace	15.208	56.151	26	192	<0.001	0.884
Roy's Largest Root	11.648	87.811	13	98	<0.001	0.921

The MANOVA results indicate that injury type has a statistically significant multivariate effect on the number of work accidents and deaths (Table 1, $p < 0.001$). The multivariate test results

indicate that injury type has a statistically significant and strong multivariate effect on both occupational accident and death variables ($p < 0.001$). The univariate analysis results show that injury type has statistically significant effects on both the number of occupational accidents and the number of deaths. According to the analysis findings, the injury type variable has a very large effect size on the number of occupational accidents ($F = 87.503$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.921$). Similarly, the effect of injury type on the number of deaths was also found to be statistically significant ($F = 27.904$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.787$). These results indicate that injury type is a strong distinguishing factor influencing both accident frequency and fatal outcomes (Table 2).

Table 2. Univariate Effects of Injury Type on Work Accidents and Deaths

Dependent Variable	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Work Accidents	Injury	466816661406.866	13	35908973954.374	87.503	<0.001	0.921
Deaths	Injury	3627506.179	13	279038.937	27.904	<0.001	0.787

Note: Univariate tests were conducted to examine the effect of injury type on the number of work accidents and deaths.

These results indicate that a large proportion of the variance in the dependent variables is explained by injury type. The findings reveal that injury types have a strong and statistically significant effect on both the number of occupational accidents and the number of deaths (for occupational accidents: $F = 74.955$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.904$; for deaths: $F = 129.814$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.942$). This demonstrates that injury type is a highly discriminating variable influencing both accident frequency and fatality outcomes.

When the descriptive statistics are examined, it is observed that the mean number of deaths differs considerably across injury types. In particular, the category "injuries not classified under other headings" has the highest mean death value ($\bar{x} \approx 669.75$). In addition, multiple injuries ($\bar{x} \approx 282.88$) and cases with unknown or unspecified injury types ($\bar{x} \approx 256.13$) are also among the groups with relatively high mean death values. In contrast, sprains and strains, as well as injuries related to temperature, light, and radiation exposure, have considerably lower mean death values. These findings suggest that certain injury types are more strongly associated with fatal outcomes (Table 3).

Table 3. Descriptive Statistics of Deaths by Injury Type

Injury Type	Mean	Std. Deviation	N
Bone fractures	60.75	9.647	8
Burns, scalds and frostbites	22.63	7.999	8
Concussion and internal injuries	148.38	24.189	8
Dislocations, sprains and strains	1.50	1.414	8
Drowning and asphyxiation	17.13	5.249	8
Effects of sound, vibration and pressure	1.13	0.835	8
Effects of temperature extremes, light and radiation	0.75	1.035	8
Multiple injuries	282.88	165.144	8

Injury Type	Mean	Std. Deviation	N
Other specified injuries not included under other headings	669.75	320.773	8
Poisonings and infections	7.38	2.615	8
Shock	33.00	68.383	8
Traumatic amputations (loss of body parts)	11.38	4.868	8
Type of injury unknown or unspecified	256.13	65.558	8
Wounds and superficial injuries	26.50	7.151	8

Multiple injuries and cases with unknown injury types also attract attention due to their relatively high mean death values. The Bonferroni multiple comparison results indicate that there are statistically significant differences in mean death values between dislocation and sprain injuries, injuries caused by sound–vibration–pressure effects, injuries related to temperature and radiation exposure, and the category "injuries not classified under other headings" ($p < 0.001$). This finding suggests that unclassified injuries are associated with higher fatality risks compared to several other types of injuries. To examine the multivariate effect of the injured body part on the occupational accident and death variables, a MANOVA analysis was conducted. The multivariate test results indicate that the injured body part has a statistically significant and strong effect on the dependent variables. In particular, according to the Pillai's Trace statistic, the body part variable produces a strong multivariate effect on both the number of occupational accidents and the number of deaths (Pillai's Trace = 1.808, $F(16,126) = 73.976$, $p < 0.001$). The obtained effect sizes are also quite high, indicating that a substantial portion of the variance in the dependent variables is explained by the body part variable (Partial Eta Squared ≈ 0.90–0.94). These findings demonstrate that the body region where the injury occurs is an important determinant in terms of the severity of occupational accidents and fatal outcomes (Table 5). The univariate analysis results indicate that the injured body part variable has statistically significant effects on both the number of occupational accidents and the number of deaths. According to the analysis findings, the body part variable has a high level of effect on the number of occupational accidents ($F = 64.717$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.892$). Similarly, the effect of the injured body part on the number of deaths was also found to be statistically significant ($F = 92.489$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.922$). These results demonstrate that the body region where the injury occurs is an important factor that strongly differentiates both the frequency of occupational accidents and fatal outcomes (Table 6).

Table 4. Bonferroni Multiple Comparisons of Deaths by Injury Type

Injury Type (I)	Injury Type (J)	Mean Differ. (I–J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Dislocations, sprains and strains	Other specified injuries not included under other headings	-668.25	49.999	<0.001	-846.90	-489.60
Effects of sound, vibration and pressure	Other specified injuries not included under other headings	-668.62	49.999	<0.001	-847.27	-489.98

Injury Type (I)	Injury Type (J)	Mean Differ. (I–J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Effects of temperature extremes, light and radiation	Other specified injuries not included under other headings	-669.00	49.999	<0.001	-847.65	-490.35
Other specified injuries not included under other headings	Effects of temperature extremes, light and radiation	669.00	49.999	<0.001	490.35	847.65

Note: Bonferroni multiple comparison test results for differences in death means across injury types.

Table 5. Multivariate Test Results of Injured Body Region

Test Statistic	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's Trace	1.808	73.976	16	126	<0.001	0.904
Wilks' Lambda	0.008	80.149	16	124	<0.001	0.912
Hotelling's Trace	22.753	86.744	16	122	<0.001	0.919
Roy's Largest Root	16.330	128.596	8	63	<0.001	0.942

Table 6. Univariate Test Results for the Effect of Injured Body Region on Work Accidents and Deaths

Dependent Variable	Source	F	Sig.	Partial Eta Squared
Work Accidents	Injured Body Region	64.717	<0.001	0.892
Deaths	Injured Body Region	92.489	<0.001	0.922

Note: Univariate tests examining the effect of injured body region on work accidents and deaths

When the descriptive statistics are examined, it is observed that the mean number of deaths differs noticeably according to the injured body regions. In particular, the categories "other body parts (unspecified)", "entire body and multiple regions", and "torso and internal organs" have higher mean death values compared to extremity injuries. To determine whether these differences among injured body regions are statistically significant, Bonferroni multiple comparison tests were conducted. The results indicate that there are statistically significant differences in mean death values between these categories and extremity injuries ($p < 0.001$). These findings suggest that occupational accidents affecting vital body regions are more strongly associated with fatal outcomes (Table 7). To examine the multivariate effect of the type of activity performed at the time of the accident on occupational accidents and fatalities, a multivariate analysis of variance (MANOVA) was conducted. The multivariate test results indicated that the type of activity had a statistically significant and strong effect on the dependent variables. In particular, according to Pillai's Trace, the type of activity exerted a significant multivariate effect on both the number of occupational accidents and fatalities (Pillai's Trace = 1.702, $F(26,196) = 42.987$, $p < 0.001$). The effect sizes were also remarkably

high, indicating that a substantial proportion of the variance in the dependent variables was explained by the type of activity (Partial Eta Squared ≈ 0.85–0.92).

Table 7. Statistical Analysis Methods Used in Occupational Health and Safety Research

Injured Body Region (I)	Injured Body Region (J)	Mean Difference (I–J)	Sig.
Other body parts (unspecified)	Upper extremities	Significant	<0.001
Other body parts (unspecified)	Lower extremities	Significant	<0.001
Whole body and multiple regions	Upper extremities	Significant	<0.001
Whole body and multiple regions	Lower extremities	Significant	<0.001
Trunk and internal organs	Upper extremities	Significant	<0.001
Trunk and internal organs	Lower extremities	Significant	<0.001

These findings demonstrate that the type of activity performed at the time of the accident is an important determinant of both the occurrence of occupational accidents and fatal outcomes (Table 8).

Table 8. Multivariate MANOVA Test Results for the Effect of Activity Type on Occupational Accidents and Deaths

Test Statistic	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's Trace	1.702	42.987	26	196	<0.001	0.851
Wilks' Lambda	0.017	49.200	26	194	<0.001	0.868
Hotelling's Trace	15.208	56.151	26	192	<0.001	0.884
Roy's Largest Root	11.648	87.811	13	98	<0.001	0.921

Note: Multivariate tests evaluating the joint effect of activity type on the number of work accidents and deaths.

The univariate analysis results indicate that the type of activity performed at the time of the accident has statistically significant effects on both the number of occupational accidents and the number of deaths. According to the analysis findings, the activity type variable has a very large effect size on the number of occupational accidents ($F = 87.503$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.921$). Similarly, the effect of activity type on the number of deaths was also found to be statistically significant ($F = 27.904$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.787$). These results demonstrate that the type of activity performed at the time of the accident is an important factor that strongly differentiates both the frequency of occupational accidents and fatal outcomes (Table 9).

Table 9. Univariate MANOVA Results for the Effect of Activity Type on Occupational Accidents and Deaths

Dependent Variable	Source	F	Sig.	Partial Eta Squared
Work Accidents	Activity Type	87.503	<0.001	0.921
Deaths	Activity Type	27.904	<0.001	0.787

Note: Univariate tests examining the effect of activity type on work accidents and deaths.

When the descriptive statistics are examined, it is observed that the mean number of deaths differs markedly according to the type of activity. In particular, the categories "other non-classifiable work processes," "production, manufacturing, processing and storage activities," and "excavation, construction, repair and demolition activities" have higher mean death values compared to other types of activities.

To determine whether these differences among activity types are statistically significant, Bonferroni multiple comparison tests were conducted. The results indicate that there are statistically significant differences in mean death values between these activity types and other activity categories ($p < 0.001$). These findings suggest that occupational accidents occurring in work processes involving production and heavy-duty activities are associated with a higher risk of fatal outcomes (Table 10)

Table 10. Bonferroni Multiple Comparison Results for Mean Death Differences by Activity Type

Activity Type (I)	Activity Type (J)	Mean Difference (I–J)	Sig.
Other unclassified work processes	Other activity types	Significant	<0.001
Production, manufacturing, processing and storage activities	Other activity types	Significant	<0.001
Excavation, construction, repair and demolition activities	Other activity types	Significant	<0.001

Note: Bonferroni multiple comparison results showing significant differences in death means across activity types.

In this study, the variables injury type, injured body region, and activity performed at the time of the accident were subjected to hierarchical cluster analysis based on the mean number of occupational accidents and the mean number of deaths. In the analyses, the Ward linkage method and the squared Euclidean distance measure were used. The Case Processing Summary results indicate that all observations included in the analysis are valid and that there are no missing data (Table 11).

Table 11. Case Processing Summary for Cluster Analysis

Cases	N	Percent
Valid	14	100.0
Missing	0	0.0
Total	14	100.0

Note: Hierarchical cluster analysis was conducted using the Ward linkage method and Squared Euclidean distance.

The coefficient values related to the merging stages of the cluster analysis are presented in the Agglomeration Schedule table (Table 12). The cluster analysis results for injury types indicate

that a three-cluster structure is statistically distinguishable. Examination of the dendrogram shows that severe traumatic injuries tend to group under similar risk profiles.The first cluster includes injuries that have a relatively high fatality risk despite a lower accident frequency. This cluster comprises cases with unknown or unspecified injury types, bone fractures, traumatic amputations, internal injuries, concussions, drowning and asphyxia, as well as multiple injuries, which represent severe traumatic conditions. Within this cluster, the average number of accidents is approximately 7,186, while the average number of deaths is approximately 76.5 (Table 13). This finding represents injury types that occur relatively infrequently but have a high probability of resulting in fatal outcomes. The second cluster includes injuries characterized by a very high accident frequency but a low fatality rate. This cluster consists of superficial injuries and wounds, with an average number of accidents of approximately 231,792 and an average number of deaths of approximately 26.5. The third cluster includes injuries with moderate to high accident frequency but very high mean death values. This cluster comprises dislocations, sprains, and strains, as well as other injuries not classified under specific headings. In this cluster, the average number of accidents is approximately 101,598, while the average number of deaths is approximately 335.6 (Table 13). These results reveal a notable risk profile, indicating that some injury types generally perceived as relatively minor may concentrate in cases resulting in fatal outcomes.

Table 12. Agglomeration Schedule for Injury Type Cluster Analysis

Stage	Cluster 1	Cluster 2	Coefficient
1	5	11	326.727
2	5	10	1,831.354
3	6	12	8,513.331
4	5	9	200,661.457
5	5	6	805,278.302
6	5	13	3,185,030.504
7	7	8	17,348,319.317
8	1	3	42,884,880.020
9	5	7	149,825,635.561
10	1	5	1,108,928,350.088
11	4	14	2,286,677,483.502
12	2	4	13,586,940,268.828
13	1	2	58,352,536,114.131

Table 13. Cluster Means for Injury Types Based on Work Accident and Death Averages

Cluster	Injury Types Included	Mean Number of Work Accidents	Mean Number of Deaths
1	Unknown/unspecified injury type; bone fractures; traumatic amputations; internal injuries and concussions; drowning and asphyxiation; multiple injuries; electrical shock and poisoning	≈ 7,186	≈ 76.5
2	Superficial injuries and wounds	≈ 231,792	≈ 26.5
3	Dislocations, sprains and strains; other unspecified injuries	≈ 101,598	≈ 335.6

Note: Cluster analysis was conducted using the Ward linkage method and Squared Euclidean distance. Mean values represent the average number of work accidents and deaths for injury types within each cluster.

The cluster analysis results for injured body regions show that a two-cluster structure is clearly distinguishable. The first cluster is characterized by a low accident frequency but a high fatality rate. This cluster includes neck (including the spine), trunk and internal organs, whole body and multiple regions, and cases where the injury location is unspecified. In this cluster, the average number of accidents is approximately 13,425, while the average number of deaths is approximately 173.75 (Table 14)

Table 14. Cluster Means for Injured Body Regions Based on Work Accident and Death Averages

Cluster	Injured Body Regions Included	Mean Number of Work Accidents	Mean Number of Deaths
1	Neck (including spine); trunk and internal organs; whole body and multiple regions; unspecified injury location	≈ 13,425	≈ 173.75
2	Upper extremities; lower extremities; head (unspecified); other extremity injuries	≈ 111,729	≈ 167.63

Note: Cluster analysis was conducted using the Ward linkage method and Squared Euclidean distance. Mean values represent the average number of work accidents and deaths for body region categories within each cluster.

This finding indicates that injuries involving vital body regions are strongly associated with fatal outcomes. The second cluster, on the other hand, is characterized by a high accident frequency but relatively lower fatality rates. This cluster includes upper extremities, lower extremities, head injuries, and other extremity-related injuries, with an average number of accidents of approximately 111,729 and an average number of deaths of approximately 167.63 (Table 14). These results suggest that although extremity injuries occur very frequently, their fatal consequences are relatively limited. The cluster analysis results for the type of activity performed at the time of the accident also reveal a clearly distinguishable two-cluster structure. The first cluster includes activities with low to moderate accident frequency. This cluster comprises construction and repair activities, agriculture and forestry activities, service sector activities, and sports and artistic activities. For these activities, the average number of accidents is approximately 18,188, while the average number of deaths is approximately 106.33 (Table

15). The second cluster represents the highest risk group in terms of both accident frequency and number of deaths. This cluster includes production, manufacturing, processing, and storage activities, as well as other non-classifiable work processes. In this cluster, the average number of accidents is approximately 202,454, while the average number of deaths is approximately 450.63 (Table 15). These findings clearly demonstrate that production-based activities constitute the highest-risk activity group in terms of both occupational accident frequency and fatal outcomes. Overall, when the cluster analysis results are evaluated together, it becomes evident that a high accident frequency is not always associated with high fatal outcomes. The risk of fatality is determined not only by the number of accidents but also by the combined effects of injury type, injured body region, and the nature of the activity performed. In particular, neck and internal organ injuries, production and construction activities, and unclassified or unknown categories are observed to concentrate in the clusters associated with critical fatality risk.

Table 15. Cluster Means for Activity Types Based on Work Accident and Death Averages

Cluster	Activity Types Included	Mean Number of Work Accidents	Mean Number of Deaths
1	Construction, excavation and repair activities; agriculture and forestry; service sector (mental activities); movement, sports and artistic activities; unspecified activities	≈ 18,188	≈ 106.33
2	Production, manufacturing, processing and storage activities; other unclassified work processes	≈ 202,454	≈ 450.63

In this study, trend analysis was applied to examine the temporal changes of the "activity type–injury type–injured body region" triad during the 2017–2024 period. The results generally indicate a clear increasing trend in the number of occupational accidents, while the number of deaths exhibits a more fluctuating pattern but shows an upward trend toward the end of the period. When the number of occupational accidents by injury type is examined, it is observed that the category wounds and superficial injuries has by far the highest number of occupational accidents throughout the entire period. This injury type shows a clear increasing trend particularly after 2021. Dislocations, sprains, and strains constitute the second highest category and similarly exhibit an increasing trend over time. Bone fractures, although remaining at lower levels, show a relatively stable pattern with a slight increase throughout the period. Cases with unknown or unspecified injury types also remain at relatively low levels but display a consistent increase over time. These findings indicate that occupational accidents are largely concentrated in relatively minor injury types, yet an overall increasing burden is observed across all injury categories over time.

In contrast, when the number of deaths by injury type is examined, a more fluctuating pattern emerges compared to accident frequencies. A particularly noticeable increase is observed in the category injuries not classified under other headings, especially after 2021. The multiple injuries category reached a peak in 2021 and subsequently showed a declining trend in the following years. Meanwhile, concussions and internal injuries, as well as unknown injury types,

display a gradual increase after 2021. In contrast, deaths resulting from bone fractures remain relatively low and stable throughout the entire period. These results suggest that fatal occupational accidents are not homogeneously distributed across injury types, and that certain injury categories may carry higher fatality risks during specific periods. When the number of occupational accidents by activity type is examined, production, manufacturing, processing, and storage activities consistently exhibit the highest number of occupational accidents throughout the entire period. This activity group shows a notable increasing trend particularly after 2021. Similarly, a strong increase is observed in the category other work processes not listed in the classification. Excavation, construction, repair, and demolition activities remain at moderate levels but show a steady increase over time. Service activities, although remaining at lower levels, also exhibit a gradual increase throughout the period. These findings indicate that occupational accidents are primarily concentrated in production-related activities.

When the number of deaths by activity type is examined, the category other non-classifiable activities stands out with the highest death counts. A particularly notable increase occurs in this category during 2022–2023. In production-related activities, death counts begin to increase after 2019 and remain at high levels toward the end of the period. Excavation and construction activities show a fluctuating pattern but generally follow an increasing trend. In contrast, sports and artistic activities represent the category with the lowest number of deaths throughout the entire period. When the number of occupational accidents by injured body region is examined, the categories arms and legs clearly have the highest values. Arm injuries, in particular, show a marked increase after 2021. Injuries involving other parts of the body and the head region also demonstrate similar increasing trends. The category injury location unspecified, although remaining at relatively low levels, exhibits a steady increase over time. These findings indicate that occupational accidents primarily affect the extremities. When fatal accidents are examined, injuries involving the whole body or multiple body regions, as well as other parts of the body, stand out prominently. These categories show notable increases particularly during 2022–2023. Death counts associated with head injuries and torso and internal organ injuries remain at lower levels but follow a fluctuating yet generally increasing trend throughout the period. These results indicate that fatal occupational accidents are more frequently associated with injuries affecting multiple body regions rather than a single localized area.

Overall, when the trend analyses are evaluated together, a general increase in the number of occupational accidents during the period 2017–2024 is observed, while death counts show a more fluctuating structure but exhibit an upward tendency toward the end of the period. Production-based activities and extremity injuries play a dominant role in the occurrence of occupational accidents, whereas fatal cases are characterized by more complex injury profiles and trauma involving vital body regions. These findings demonstrate that occupational accidents have a multidimensional risk structure that requires the joint evaluation of injury type, activity type, and injured body region, rather than being explained solely by numerical increases in accident counts.

In this study, the linear relationships between the number of occupational accidents and the number of deaths were analyzed using the Pearson correlation coefficient. The analyses were conducted separately for the variables injury type, injured body region, and activity performed at the time of the accident. The results indicate that the relationship between accident counts

and death counts varies considerably depending on the variables examined. The correlation analysis results by injury type are presented in Table 16. The findings indicate that strong positive relationships exist between accident counts and death counts for certain injury types. The strongest positive correlations were observed in the following categories:

- Burns, scalding from boiling liquids, and frostbite ($r \approx 0.852$)
- Dislocations, sprains, and strains ($r \approx 0.832$)
- Unknown or unspecified injury types ($r \approx 0.831$)
- Bone fractures ($r \approx 0.632$)

These results indicate that increases in the number of occupational accidents in these injury categories are strongly reflected in increases in death counts. In contrast, no meaningful linear relationship with death counts was observed in the following categories despite their high accident frequencies:

- Wounds and superficial injuries ($r \approx 0.039$)
- Multiple injuries ($r \approx 0.070$)

These findings suggest that these injury types occur frequently but are associated with relatively low mortality rates.Another noteworthy finding is the presence of negative correlations in certain injury categories, such as:

- Traumatic loss of organs (amputation) ($r \approx -0.674$)
- Poisoning and infections ($r \approx -0.535$)

These results indicate that even when the number of cases increases in these injury types, death rates do not increase in the same direction.

Table 16. Correlation Between Injury Types and Death Numbers

Injury Type	Pearson Correlation (r)
Effects of temperature extremes, light and radiation	-0.226
Concussion and internal injuries	0.322
Multiple injuries	0.070
Dislocations, sprains and strains	0.832
Other specified injuries not included elsewhere	0.438
Bone fractures	0.632
Effects of sound, vibration and pressure	-0.488
Drowning and asphyxiation	0.459
Shock	-0.185
Traumatic amputations	-0.674
Burns, scalds and frostbites	0.852
Wounds and superficial injuries	0.039
Type of injury unknown	0.831
Poisonings and infections	-0.535

The correlation analysis results according to injured body regions are presented in Table 17. The findings indicate that the risk of fatality varies significantly depending on the anatomical region where the injury occurs. The highest correlation coefficient was identified for:

- ✓ Neck (including the spinal cord and vertebrae) ($r \approx 0.909$)

This result indicates that accidents affecting the neck region show a very strong linear relationship with the number of deaths.

This is followed by the categories:

- ✓ Other unspecified parts of the body ($r \approx 0.796$)
- ✓ Injury location on the body unspecified ($r \approx 0.793$)
- ✓ Torso and internal organs ($r \approx 0.616$)
- ✓ Whole body and multiple regions ($r \approx 0.568$)

These groups demonstrate that injuries involving multiple or vital body regions are critical in terms of fatality risk. In contrast, the relationship is weak or negligible in the following categories:

- ✓ Legs ($r \approx -0.037$)
- ✓ Head ($r \approx -0.186$)
- ✓ Arms ($r \approx 0.202$)

These findings suggest that although extremity injuries occur frequently, they generally do not result in fatal outcomes.

Table 17. Correlation Between Injured Body Regions and Death Numbers

Injured Body Region	Pearson Correlation (r)
Lower extremities	-0.037
Neck (including spine)	0.909
Torso and internal organs	0.616
Head	-0.186
Upper extremities	0.202
Back (including spine)	0.348
Whole body and multiple sites	0.568
Other body parts	0.796
Part of body injured, unspecified	0.793

The correlation analysis results by activity type are presented in Table 18. The analysis indicates that the risk of fatality is sensitive to the nature of the activity performed. The highest correlation coefficient was identified for:

- ✓ Production, manufacturing, processing, and storage activities ($r \approx 0.938$)

This result indicates that an increase in accidents in production-based activities leads to an almost parallel increase in the number of deaths.

High correlations were also observed in the following activities:

- ✓ Unknown category ($r \approx 0.817$)
- ✓ Excavation, construction, repair, and demolition ($r \approx 0.775$)
- ✓ Agriculture, forestry, and livestock activities ($r \approx 0.767$)
- ✓ Services provided to enterprises or the public ($r \approx 0.760$)

These findings suggest that fatal occupational accidents are more concentrated in high-risk sectors. In contrast, the relationship is moderate or weak in the categories:

- ✓ Other processes not listed in the classification ($r \approx 0.549$)
- ✓ Other tasks ($r \approx 0.393$).

Table 18. Correlation Between Activity Types and Death Numbers

Activity Type	Pearson Correlation (r)
Other work related to tasks coded under 10–40	0.393
No information	0.817
Movement, sport and artistic activity	0.625
Service to enterprises/public	0.760
Excavation, construction, repair, demolition	0.775
Other unclassified work processes	0.549
Agricultural work	0.767
Production, manufacturing, processing and storage	0.938

When the correlation analysis results are evaluated collectively, it is observed that the relationship between the number of occupational accidents and the number of deaths varies significantly depending on the injury type, injured body region, and the activity performed. High accident frequency does not necessarily imply high mortality. Strong associations with fatal outcomes are particularly concentrated in burns, bone fractures, neck and internal organ injuries, as well as in production, construction, and agricultural activities. In addition, the high correlation values observed in the "unspecified" or "unknown" categories suggest that deficiencies in recording and classification processes may also be associated with fatal occupational accidents.

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

This study is a retrospective, observational, and descriptive-analytical investigation that examines the multivariate relationship between the type of activity performed at the time of the accident, the type of injury, and the injured body region in occupational accidents occurring between 2017 and 2024, while also evaluating how this relationship has evolved over time. The study focuses on two main research questions: (i) the structure of the multivariate relationship among activity type–injury type–body region variables and (ii) the temporal trend of this triadic relationship during the period 2017–2024. The results of the Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) indicate that when the variables activity type performed at the time of the accident, injury type, and injured body region are evaluated together, they have a statistically significant

and strong effect on both the number of occupational accidents and the number of deaths ($p < 0.001$ for Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace, and Roy's Largest Root tests). Examination of between-subjects effects reveals that activity type is an important determinant of both occupational accident counts and death counts. Injury type exhibits a particularly high effect size on the death variable, while the injured body region emerges as another critical variable that significantly differentiates both accident and fatality outcomes. When descriptive statistics and Bonferroni multiple comparison results are evaluated together, it is observed that unclassified injuries and multiple injuries, as well as injuries involving the head, torso, and entire body, have significantly higher death counts compared to other injury types and body regions. This finding suggests that accidents involving vital anatomical regions or multiple injury types simultaneously carry a higher risk of fatal outcomes. The correlation analysis results support these findings. The analyses reveal moderate to very strong positive relationships between certain activity types and severe injury types as well as critical body regions. In particular, burns, bone fractures, multiple injuries, and injuries involving the neck and torso show strong linear relationships between accident counts and death counts. In contrast, this relationship appears to be weak for superficial injuries and extremity-dominated injuries. This finding indicates that high-frequency accidents do not necessarily correspond to high mortality. The results of the cluster analysis further demonstrate that occupational accidents and deaths do not occur randomly but rather form distinct risk clusters concentrated around specific injury types, body regions, and activity areas. In particular, unclassified injuries, accidents involving multiple body regions, and heavy-duty activities such as production and construction appear in clusters associated with the highest fatality risks. This suggests that the factors determining the severity of occupational accidents are interrelated variables that tend to occur together rather than independently. Trend analyses also confirm this structural relationship from a temporal perspective.

The findings for the 2017–2024 period indicate that occupational accidents do not exhibit a homogeneous distribution across combinations of activity type, injury type, and injured body region, and that certain combinations become more pronounced over time. In particular, production, manufacturing, and construction activities, which represent high-risk sectors, show periodic increases in both accident counts and death counts. In addition, injuries involving multiple trauma and injuries affecting the head and torso have become more prominent in recent years. In contrast, lower-severity injuries and extremity-focused injuries show relatively limited changes in their proportional distribution. The MANOVA results indicate that these temporal changes correspond to statistically significant structural differences over the years ($p < 0.001$). The high effect sizes demonstrate that the relationship between activity type, injury type, and body region has become more pronounced over time. Similarly, cluster analysis shows that high-risk activities and injury profiles frequently associated with fatal outcomes tend to concentrate within the same clusters, and that these clusters become increasingly distinct over time. Overall, the findings of this study demonstrate that the risk of fatal occupational accidents cannot be explained solely by increases in accident frequency. Instead, the nature of the injury, the injured body region, and the type of activity performed at the time of the accident collectively act as determining factors. The results indicate that the severity of occupational accidents is largely shaped by the structural patterns formed by these three variables.

These findings suggest that occupational health and safety policies should not be limited solely to measures aimed at reducing accident frequency. Instead, risk-based and targeted prevention strategies focusing on high-severity injury types, vital body regions, and high-risk activities such as production and construction should be developed. Such an approach would contribute not only to reducing the number of occupational accidents but also to preventing fatal outcomes. Although this study comprehensively examines the structural patterns of occupational accidents using multivariate analytical methods, it also has certain limitations. First, the study is based on secondary data derived from the national occupational accident records of the Social Security Institution (SGK). In such datasets, some accidents may be underreported or recorded under "unspecified/unclassified" categories, which may limit the interpretation of the results. Indeed, the relatively high values observed for these categories in the correlation and cluster analyses may indicate potential limitations in recording and classification processes. Additionally, the study does not include other potentially influential variables such as sectoral characteristics, enterprise size, working hours, or worker demographics. Therefore, while the results reveal the structural patterns of occupational accidents, they do not directly explain causal relationships. Future studies could examine the relationship between occupational accidents, activity types, working conditions, and ergonomic risk factors in greater detail by using sector-specific and more detailed datasets. Furthermore, machine learning methods, risk prediction models, or event-based analytical approaches could be used to develop early warning and risk prediction systems for high-risk activities and fatal accidents. Such studies would contribute to the development of more targeted and data-driven occupational health and safety policies.

5. REFERANCE

Acar, M. A., & Yurtçu, A. (2025). Türkiye'de insan sağlığı hizmetleri sektöründe artan iş kazası riski: 2013–2022 dönemi için Avrupa Birliği ile karşılaştırmalı bir değerlendirme [Increasing occupational accident risk in the health services sector in Türkiye: A comparative assessment with the European Union for the period 2013–2022]. *Journal of Occupational Health and Safety Academy, 8*(1), 36–59. https://doi.org/10.38213/ohsacademy.1641778

Akpirinç, S. (2013). *Şanlıurfa il merkezine bağlı köylerde tarım iş kolunda akut yaralanma sıklığı ve kişi/ortam faktörleri* (Master's thesis). Harran University.

Ameen, A., Alabdulkarim, S., Alqahtani, S., & Alshahrani, A. (2025). Effects of physical workload levels on grip and pinch strength: A one-way MANOVA approach. *Applied Ergonomics, 115*, 104187. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2024.104187

Balcı, R., & Bozkurt, Y. (2025). ISO 45001 tabanlı iş sağlığı ve güvenliği ölçek geliştirme çalışması. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 14*(2), 590–602. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1608098

Balkan, O. (2025). *İş kazası sıklığının işletme büyüklüğü ölçeğinde değerlendirilmesi* (Master's thesis). Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi.

Banjarnahor, S., Simatupang, L. L., Anggriani, T., Sinaga, R. M., Harahap, S. Y., & Handoko, E. (2025). Effectiveness of a mobile application empowerment educational program on nurses' attitude and competencies in patient safety. *Gema Lingkungan Kesehatan, 23*(4), 566–573. https://doi.org/10.36568/gelinkes.v23i4.273

Bennouna, A., Boughaba, A., Djabou, S., & Mouda, M. (2025). Enhancing workplace well-being: Unveiling the dynamics of leader–member exchange and worker safety behavior through psychological safety and job satisfaction. *Safety and Health at Work, 16*, 36–45. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.11.003

Ceylan, H. (2012). Analysis of occupational accidents according to the sectors in Turkey. *Gazi University Journal of Science, 25*(4), 909–918.

Çalış, S. (2025). Akademisyenler için yapay zekâ destekli iş güvenliği algı ölçeği: Geliştirme, geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, 28*(2), 567–578.

Çanga, D. (2018). *Ortalamaların karşılaştırılmasında kontrast kullanımı* (Doctoral dissertation). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.

Çelik, E. (2016). *Sağlık çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliğine dair farkındalıklarının incelenmesine yönelik bir alan araştırması* (Master's thesis). İstanbul Gelişim Üniversitesi.

Davoudi Kakhki, F., Freeman, S. A., & Mosher, G. A. (2019). Segmentation of severe occupational incidents in agribusiness industries using latent class clustering. *Applied Sciences, 9*(18), 3641. https://doi.org/10.3390/app9183641

Değirmenci, N. (2025). *Konaklama işletmelerinde restoran yöneticilerinin iş sürekliliğine hazır olma algılarının belirlenmesine yönelik bir çalışma* (Unpublished master's thesis). İstanbul Gelişim Üniversitesi.

Demirel, E. (2018). *Türkiye'deki iş kazaları istatistiklerinin bazı Avrupa ülkeleri ile karşılaştırılması* (Master's thesis). Çukurova Üniversitesi.

Dündar, S., Bilim, A., & Bilim, N. (2024). Türkiye'deki yaralanmalı iş kazalarının sektörel dağılımı ve analizi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13*(1), 28–33.

Dzierzewski, J. M., Soto, P., Dautovich, N. D., Donovan, E. K., Sabet, S. M., Perez, E., LoBrutto, L., Nielson, S., Westcott, G., Ravyts, S. R., & Turnage, B. (2025). Is healthy sleep possible for professional firefighters? A comparison of on-duty and off-duty sleep. *Sleep Health*. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.sleh.2025.11.003

Guglielmi, A., Tornese, F., Leva, A., Pellicci, M., & Gnoni, M. G. (2025). The value of structured occupational safety data and cluster analysis: A case study from the Italian National Surveillance System. *Journal of Safety Science and Resilience, 6*, 100210.

Hosseini, Z. S. J., Mokhtarinia, H. R., Vahedi, M., & Melloh, M. (2025). Prevalence and multivariate analysis of risk factors associated with musculoskeletal disorders among automotive assembly workers: A cross-sectional study. *BMC Public Health, 25*, 2710. https://doi.org/10.1186/s12889-025-23987-4

Istri, M. P. I. G. A., Zaika, Y., Puspa Negara, K., Solimun, & Wibowo, A. M. (2025). Comparative study of project delivery system: Impact on green building performance and certification in Indonesia. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management, 81*(4), 21–33. https://doi.org/10.5755/j01.erem.81.4.38483

Karanfil, E. D. (2021). *İş kazası nedeniyle 2016–2020 yılları arasında değerlendirilen olguların retrospektif olarak incelenmesi* (Medical specialty thesis). Dokuz Eylül Üniversitesi.

Kuzucu, N. K., & Sinsoysal, B. (2024). Doğal gaz dağıtım sektöründe güçlendirilmiş güvenlik kültürünün risk alma davranışı üzerindeki etkisinde güvenliğin içselleştirilmesi olgusunun aracı rolü: Bir ölçek geliştirme çalışması. *[Journal title missing], 14*(2), 161–182.

Küloğlu, I. (2025). *Afet ve acil durumlarda gönüllü bir arama kurtarma birliğinde NOSACQ-50 iş güvenliği kültürü araştırması* (Unpublished master's thesis). Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi.

Liu, P., Zhang, C., Arditi, D., & Olorunnishola, A. (2025). Impact of the construction area layout on road safety in urban work zones. *Accident Analysis & Prevention, 218*, 108092. https://doi.org/10.1016/j.aap.2025.108092

Oko, P. E., Udoiwa, P. O., Enemkpang, M. K., & Michael, O. O. (2025). Occupational exposure and health risk stratification across quarry operations in Akamkpa, Nigeria. *Journal of Occupational Health Risk Management and Safety, 1*(1), 11–20.

Özen, T. (2016). *Plastik ambalaj ürün imalatında iş kazalarının irdelenmesi* (Occupational safety specialist thesis). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.

Özkılıççı, G. (2025). İş güvenliği uzmanlarında mesleki karar pişmanlığının psikososyal dinamikleri: Finansal stres ve iş yükü. *Ergonomi, 8*(3), 162–172. https://doi.org/10.33439/ergonomi.1753481

Öztürk, B. N., Sanlı, Y. B., Güven, E., & Eren, T. (2025). Vinç imalat sektöründe çalışanların maruz kaldığı ergonomik risklerin bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Ergonomi, 8*(2), 90–118. https://doi.org/10.33439/ergonomi.1722739

Öztürk, T. (2019). *İş kazalarına etki eden faktörlerin çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation). İstanbul Aydın Üniversitesi.

Roehrens, H. J., Stratmann, M., & Ehlers, J. P. (2025). How healthcare teams appear to the observer: An approach to the complexities of mask-wearing attitudes during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 22*, 1755. https://doi.org/10.3390/ijerph22111755

Santos, W., Rojas, C., Isidoro, R., Benlloch, M., & Lorente, R. (2025). Efficacy of ergonomic interventions on work-related musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine, 14*, 3034. https://doi.org/10.3390/jcm14030304

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. (2025). *Kazaları ve olayları araştırma el kitabı: İşverenler, sendikalar, iş yeri güvenlik temsilcileri ve iş güvenliği uzmanları için kaza ve olay araştırma el kitabı*. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.

Tunçman, B. (2024). *Tekstil sektöründe iş kazalarına neden olan risk faktörlerinin veri madenciliği yöntemleriyle değerlendirilmesi* (Master's thesis). Bursa Uludağ Üniversitesi.

Uhuegho, K. O., Gallo, M., Carstens, D., Shoaff, W., & Silver, I. (2025). Applying Bandura's reciprocal causation model to safety climate in U.S. aviation MROs. *International Journal of Aviation Research, 17*(1).

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ARAŞTIRMALARINDA KULLANILAN İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLERİ: TREND ANALİZİ, KÜMELEME ANALİZİ, KORELASYON ANALİZİ VE MANOVA ÜZERİNE BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Seda ÇELLEK[1]/ Yük. Müh., Ferhat TABAK[2]/ Prof. Dr. Ergün ERASLAN[3]/
Prof. Dr. Servet SOYGÜDER[4]/ Doç. Dr. İbrahim YILMAZ[5]
[1]Kırşehir Ahi Evran University, Department of Geology Engineering, 0000-0001-9675-5691
[2]Yıldırım Beyazıt University, Department of Occupational Health and Safety, 0009-0004-2812-2349
[3]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5667-0391
[4]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-8191-6891
[5]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5959-7353

Özet

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında yürütülen araştırmalar, iş kazaları, meslek hastalıkları, güvenlik kültürü, psikososyal riskler ve örgütsel güvenlik performansı gibi çok boyutlu konuların incelenmesini gerektirmektedir. Bu nedenle İSG literatüründe yalnızca tanımlayıcı istatistikler değil, aynı zamanda çok değişkenli ve ilişki temelli istatistiksel yöntemler de giderek daha yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, İSG araştırmalarında kullanılan dört temel istatistiksel yöntemin, yani trend analizi, kümeleme analizi, korelasyon analizi ve çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) yöntemlerinin literatürdeki kullanım alanlarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Çalışma, literatür taramasına dayalı nitel bir değerlendirme niteliğindedir. İncelenen çalışmalar göstermektedir ki trend analizi, iş kazaları ve İSG göstergelerinin yıllara bağlı değişimini ortaya koyarak yapısal ve süreklilik arz eden riskleri belirlemede etkili olmaktadır. Kümeleme analizi, benzer özellik gösteren kaza, çalışan veya risk profillerini aynı gruplar altında toplayarak tipik örüntülerin ve öncelikli müdahale alanlarının belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Korelasyon analizi, İSG değişkenleri arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü nicel olarak ortaya koyarak güvenlik kültürü, yönetim desteği, psikososyal riskler ve güvenli davranışlar arasındaki etkileşimleri görünür hale getirmektedir. MANOVA ise birden fazla bağımlı değişkenin aynı anda değerlendirilmesine olanak tanıyarak çalışma ortamı, iş yükü, eğitim, organizasyonel yapı ve çevresel koşulların İSG çıktıları üzerindeki birleşik etkilerini incelemede güçlü bir araç sunmaktadır. Sonuç olarak, bu dört yöntemin İSG alanında birbirini tamamlayan analitik yaklaşımlar sunduğu; iş kazaları ve mesleki risklerin tek boyutlu değil, zamansal, davranışsal, örgütsel ve çok değişkenli bir yapı içinde değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda çalışma, İSG araştırmalarında bütüncül ve veri temelli karar destek süreçleri için gelişmiş istatistiksel yöntemlerin önemini vurgulamaktadır

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, trend analizi, kümeleme analizi, korelasyon analizi, MANOVA, literatür taraması, iş kazaları

MULTIVARIATE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL ACCIDENT PATTERNS: RELATIONSHIPS BETWEEN ACTIVITY TYPE, INJURY TYPE AND INJURED BODY REGION (2017–2024)

Dr. Öğr. Üyesi, Seda ÇELLEK[1]/ Yük. Müh., Ferhat TABAK[2]/ Prof. Dr. Ergün ERASLAN[3]/
Prof. Dr. Servet SOYGÜDER[4]/ Doç. Dr. İbrahim YILMAZ[5]
[1]Kırşehir Ahi Evran University, Department of Geology Engineering, 0000-0001-9675-5691
[2]Yıldırım Beyazıt University, Department of Occupational Health and Safety, 0009-0004-2812-2349
[3]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5667-0391
[4]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-8191-6891
[5]Yıldırım Beyazıt University, Department of Industrial Engineering, 0000-0002-5959-7353

Abstract

Research in the field of Occupational Health and Safety (OHS) requires the examination of multidimensional issues such as occupational accidents, occupational diseases, safety culture, psychosocial risks, and organizational safety performance. Therefore, beyond descriptive statistics, multivariate and relationship-based statistical methods are increasingly being used in the OHS literature. The aim of this study is to comparatively examine the application areas of four fundamental statistical methods used in OHS research: trend analysis, clustering analysis, correlation analysis, and multivariate analysis of variance (MANOVA). The study is designed as a qualitative evaluation based on a literature review. The reviewed studies indicate that trend analysis is effective in identifying structural and persistent risks by revealing year-based changes in occupational accidents and OHS indicators. Clustering analysis contributes to identifying typical patterns and priority intervention areas by grouping similar accident types, workers, or risk profiles. Correlation analysis quantitatively reveals the direction and strength of relationships among OHS variables, making visible the interactions between safety culture, management support, psychosocial risks, and safe behaviors. MANOVA, on the other hand, provides a powerful tool for analyzing the combined effects of multiple independent variables—such as working conditions, workload, training, organizational structure, and environmental factors—on multiple dependent OHS outcomes simultaneously. In conclusion, these four methods offer complementary analytical approaches in the field of OHS, highlighting that occupational accidents and risks should be evaluated not in a single dimension but within a temporal, behavioral, organizational, and multivariate framework. In this context, the study emphasizes the importance of advanced statistical methods for holistic and data-driven decision-making processes in OHS research.

Keywords: Occupational health and safety, trend analysis, clustering analysis, correlation analysis, MANOVA, literature review, occupational accidents

1. INTRODUCTION

Occupational Health and Safety (OHS) is a multidisciplinary field aimed at protecting workers physically, psychologically, and socially. With industrialization, technological advancements, and changes in working conditions, occupational accidents and diseases have become significant issues with not only individual but also economic and societal consequences. Therefore, scientific studies conducted in the field of OHS play a crucial role in identifying the causes of occupational accidents, revealing risk factors, and developing preventive strategies. A review of the literature shows that OHS studies address a wide range of topics, including the causes of occupational accidents, safety culture, ergonomic risks, psychosocial factors, and organizational safety performance. A significant portion of these studies is based on the analysis of data related to occupational accidents and safety indicators. In recent years, it has been observed that not only descriptive statistics but also multivariate and advanced statistical methods are increasingly used in OHS research. These methods enable a more accurate understanding of the multidimensional nature of occupational accidents and risks, allowing for a more comprehensive evaluation of safety performance. There is a wide variety of statistical methods used in OHS data analysis. Methods such as trend analysis, clustering analysis, correlation analysis, and multivariate analysis of variance (MANOVA) provide important tools for examining temporal changes in occupational accidents, identifying similar risk patterns, analyzing relationships between variables, and evaluating multiple safety indicators simultaneously. Through these methods, occupational accidents can be analyzed not merely as isolated events, but as complex processes influenced by multiple factors such as activity type, injury type, working conditions, organizational structure, and worker characteristics. In this study, the use of four fundamental statistical methods frequently employed in OHS research—trend analysis, clustering analysis, correlation analysis, and multivariate analysis of variance (MANOVA)—is examined within the literature. The aim of the study is to identify the types of problems these methods address in the OHS field and to evaluate their contributions to understanding the multidimensional nature of OHS data. Accurate and comprehensive evaluation of occupational hazards requires the use of advanced analytical tools capable of addressing multiple risk dimensions simultaneously. In this context, statistical analysis methods are considered essential decision-support tools, not only for identifying the causes of occupational accidents but also for determining risk patterns, monitoring safety performance, and developing effective preventive strategies.

2. METHODS

This study is a literature review examining the use of statistical analysis methods in the field of Occupational Health and Safety (OHS). The literature shows that a wide range of statistical techniques are applied to analyze multidimensional OHS data, including occupational accidents, occupational diseases, safety culture, working conditions, and risk factors. Within this scope, four widely used statistical methods in OHS research are considered: trend analysis, clustering analysis, correlation analysis, and multivariate analysis of variance (MANOVA). The application forms, purposes, and findings associated with these methods were evaluated through a review of relevant studies in the literature. The literature review includes studies analyzing OHS-related variables such as occupational accidents, safety behaviors, psychosocial risks, working conditions, and health indicators. The examined studies were classified

according to the statistical methods employed, and the specific purposes for which each method is used in OHS research were identified. Accordingly, the literature was structured under four main categories: clustering analysis, trend analysis, correlation analysis, and MANOVA applications. Each of these methods enables the analysis of different dimensions of OHS data. Trend analysis is used to examine temporal changes in occupational accidents and safety indicators. Clustering analysis is applied to identify groups of similar accident types or risk profiles. Correlation analysis reveals the direction and strength of relationships among OHS variables. MANOVA allows for the simultaneous evaluation of multiple dependent variables, making it possible to analyze the combined effects of working conditions, workload, and organizational factors on safety outcomes. In this context, the reviewed studies were analyzed to assess the application areas of these methods and their analytical contributions to the OHS field.

2.1. Cluster Analysis in Occupational Health and Safety Research

Cluster analysis is a multivariate statistical method that aims to reveal patterns within data by grouping observations with similar characteristics into the same clusters. It is particularly useful for classifying similar events and identifying risk profiles in large datasets. The primary objective of clustering is to form groups that are internally homogeneous while being as distinct as possible from other groups. In this way, complex data structures can be divided into more meaningful and interpretable subgroups.

2.1.1. Analysis of Occupational Accident Data Using Cluster Analysis

The literature includes various studies in which occupational accidents have been analyzed using cluster analysis. For example, Demirel et al. (2018) examined fatal occupational accidents in European countries by applying cluster analysis to data from 2008–2015. In this study, the proportion of fatal accidents within total accidents was evaluated, and countries were classified based on coefficients of variation. Additionally, multidimensional scaling analysis was applied to the same dataset to reveal similarities and differences among countries. The findings showed that European countries form distinct clusters in terms of fatal accident rates, and Türkiye's position within these clusters was identified. Similarly, Guglielmi et al. (2025) emphasized that occupational accidents should not be treated as isolated events but as multivariate risk scenarios shaped by variables such as activity type, injury mechanism, and affected body region. Using data from the Italian National Occupational Accident Surveillance System, the study analyzed fatal accidents in the construction sector within a multifactorial framework. The data were first quantified using optimal scaling, followed by dimensionality reduction through Principal Component Analysis (PCA), and finally cluster analysis was applied. As a result, four distinct accident clusters were identified, each characterized by specific activity types and injury mechanisms. These clusters represented different risk patterns and were quantitatively validated using the Disproportionality Index (DIX). Clustering techniques are also applied to analyze specific types of occupational accidents. For instance, in the case of fall-from-height incidents, clustering methods can be used to identify similar risk scenarios and evaluate the effectiveness of existing preventive strategies. This approach contributes to identifying recurring risk patterns in large datasets and supports the development of more targeted safety interventions.

2.1.2. Methodological Characteristics of Clustering Methods

The algorithms used in cluster analysis vary depending on the structure of the data. Gariazzo et al. (2021) employed the Partitioning Around Medoids (PAM) method, a medoid-based clustering algorithm, to identify representative objects (medoids) within the dataset. In this approach, cluster quality is evaluated based on the average distance of observations to the center of their assigned cluster. For large datasets, the CLARA (Clustering Large Applications) method is often preferred, as it applies the PAM algorithm to sample subsets rather than the entire dataset, thereby reducing computational cost. In clustering analyses, Euclidean distance is commonly used as a similarity measure, and the resulting clusters are interpreted based on the frequency distributions of variable categories

2.1.3. Cluster Analysis in Health and Social Risk Studies

Cluster analysis is widely used not only in occupational accident data but also in studies focusing on health and social risks. For instance, Bernini et al. (2025) applied k-means clustering to examine the relationship between cognitive reserve and lifestyle risk factors, categorizing individuals into two distinct risk profiles. Similarly, Friedman et al. (2025), using data from the U.S. Veterans Health System, identified five different patient profiles based on sociodemographic characteristics and healthcare utilization variables. Ayama et al. (2025) investigated the impact of distracting activities on driving performance among older drivers and used clustering analysis to identify different risk profiles. Based on driving performance indicators and cognitive test results, two distinct driver groups were defined, which showed significant differences in terms of age, education level, and functional performance.

2.1.4. Applications of Cluster Analysis in Environmental and Other Disciplines

Cluster analysis is also applied across various disciplines to identify risk patterns. Srivastava et al. (2025) analyzed the distribution of antibiotic-resistant bacteria in drinking water sources and identified spatial clusters. Similarly, Wei et al. (2025) examined deaths associated with ketamine use and grouped cases according to substance use patterns. Zinchenko et al. (2025) analyzed environmental and socioeconomic indicators of European capitals and categorized cities into four different green infrastructure profiles. Abbasova et al. (2025) evaluated digitalization levels in the banking sector and classified countries based on various digital development indicators. In healthcare studies, An et al. (2025) identified patient risk profiles using physiological parameters during intensive care transfers, while Scheydt et al. (2025) analyzed the work patterns of psychiatric nurses and defined distinct professional role clusters. Additionally, Ahmad et al. (2025) examined women's perceptions of safety in public spaces and developed safety profiles based on demographic and environmental factors, while Park et al. (2025) analyzed individuals' use of green spaces and identified different user groups.

2.1.5. Cluster Analysis and Data Mining Approaches

Although data mining techniques have become widespread in many fields, their use in occupational accident analysis remains relatively limited. However, these methods offer significant advantages in identifying patterns in large datasets and visualizing relationships between variables. Nenonen (2013) demonstrated that data mining techniques yield successful results in the analysis of occupational accident data and produce findings consistent with previous research. Similarly, analyses conducted using fatal occupational accident records from the Social Security Institution (SGK) database represent accidents in a multidimensional space,

making them suitable for clustering analysis. In this approach, each accident is treated as a vector composed of components representing the hazard domain, allowing accidents to be classified according to similar risk profiles.

2.2. Trend Analysis in Occupational Health and Safety Research

Trend analysis is an important statistical method that aims to reveal long-term patterns by examining the change of a variable over time. In Occupational Health and Safety (OHS) research, trend analysis is commonly used to evaluate year-based changes in indicators such as the number of occupational accidents, accident frequency rates, occupational diseases, and safety performance metrics. Through this method, increasing or decreasing trends in OHS indicators can be identified, and the effectiveness of existing safety policies can be assessed.

2.2.1. Analysis of Temporal Changes in Occupational Accidents

The literature includes several studies that examine the temporal evolution of occupational accidents using trend analysis. For example, Acar and Yurtçu (2025) analyzed occupational accidents in the healthcare sector and evaluated their changes over time. Linear regression analysis revealed positive slope coefficients, indicating that both the number of accidents and accident frequency rates increased over the years. The moderate to high R^2 values obtained from the regression models suggest that this increase is not random but reflects a systematic OHS issue evolving over time. The study highlights that factors such as increasing patient density, shift work systems, long working hours, and psychosocial pressures are key contributors to the rising risk of occupational accidents in the healthcare sector. Similarly, Şen (2025) examined the temporal changes in occupational accident indicators in Türkiye's healthcare sector by analyzing TÜİK and SGK data for the period 2013–2023. Trend analysis conducted on accident numbers, incidence rates, and frequency indicators showed a general upward trend over time. The findings indicate that occupational accidents represent a persistent OHS problem not only in absolute numbers but also in proportional terms. Despite the increase in the number of employees, the relative risk of occupational accidents has not decreased, suggesting that current OHS practices have not sufficiently mitigated risks under increasing workload conditions.

2.2.2. Temporal Effects of Working Conditions

Trend analysis is not limited to examining numerical changes in occupational accidents; it is also used to evaluate the temporal effects of working conditions. For instance, Dzierzewski et al. (2025) investigated the impact of shift work on sleep health using temporal comparisons. The findings revealed that sleep disorders are not merely temporary issues but exhibit continuity across shift cycles. In particular, sleep quality was found to deteriorate significantly during working periods, contributing to chronic fatigue and cumulative risk. These results demonstrate that occupational safety is not a static phenomenon but a dynamic process that evolves over time.

2.2.3. Studies Without Temporal Trends

In addition to studies based on trend analysis, some research focuses on evaluating the current situation without examining temporal changes. For example, Küloğlu (2025) investigated occupational safety culture perceptions among search and rescue volunteers and assessed

whether these perceptions differed according to demographic variables. However, since the study was designed as a cross-sectional analysis, the findings reflect only the current state and do not provide information on changes over time. Overall, trend analysis stands out as an important analytical tool in OHS research for identifying temporal changes in occupational accidents and safety indicators. It enables researchers not only to assess the current situation but also to detect structural trends over time and evaluate the long-term effectiveness of safety policies.

2.3. Correlation Analysis in Occupational Health and Safety Research

Correlation analysis is one of the fundamental statistical methods used to determine the direction and strength of relationships between two or more variables. In Occupational Health and Safety (OHS) research, correlation analysis is widely applied to examine relationships among variables such as safety culture, management support, psychosocial risks, employee behaviors, and organizational factors. This method helps to understand how different risk factors interact with each other and to identify the key variables influencing safety performance in the workplace.

2.3.1. Relationships Between Safety Culture and Behavioral Factors

The literature includes numerous studies examining the relationships among safety culture, safe behavior, and risk-taking tendencies. Kuzucu and Sinsoysal (2024) analyzed the relationships between safety culture, internalization of safety, and risk-taking behavior using a correlation matrix. Their findings revealed a strong and positive relationship between safety culture and the internalization of safety. In contrast, a negative and significant relationship was identified between the internalization of safety and risk-taking behavior. This indicates that as employees adopt and internalize safety culture, their tendency to engage in risky behaviors decreases. Similarly, Çalış (2025) examined the relationships among sub-dimensions of an OHS perception scale developed for academics and found significant and positive correlations between management support, safety culture, and overall occupational safety perception. These findings highlight the critical role of institutional policies and managerial approaches in creating safe working environments.

2.3.2. Effects of Organizational and Psychosocial Factors on OHS

In OHS literature, correlation analysis is also widely used to examine relationships between psychosocial risks and organizational factors. Bennouna et al. (2025) investigated the relationships between leader–member exchange (LMX), job satisfaction, psychological safety, and safety compliance and participation behaviors among healthcare workers. The findings showed that higher levels of leadership quality and psychological safety are associated with an increased likelihood of safe behavior among employees. These results demonstrate that OHS behaviors are influenced not only by technical measures but also by organizational and psychosocial factors.

Similarly, Dzierzewski et al. (2025) found significant correlations among variables such as workload, call frequency, physical pain, mental state, and sleep quality. These findings suggest that physical and psychosocial risk factors form an interrelated structure and should be evaluated together in the context of worker safety.

2.3.3. Relationships Between OHS Practices and Organizational Performance

Correlation analysis is also used to examine the impact of OHS practices on organizational performance and business continuity. Değirmenci (2025) analyzed the relationship between business continuity and OHS practices, revealing significant and positive correlations between emergency preparedness, employee safety, risk awareness, and business continuity indicators. The findings suggest that OHS practices not only protect employee health but also contribute to organizational sustainability. Similarly, Balcı and Bozkurt (2025) used a correlation matrix to examine relationships among items and sub-dimensions of a scale developed based on the ISO 45001 Occupational Health and Safety Management System. The results demonstrated consistency among the scale dimensions and emphasized the need to approach OHS as a holistic management system.

2.3.4. Factors with Indirect Effects on OHS

Some studies use correlation analysis to examine factors that are indirectly related to Occupational Health and Safety (OHS). Özkılıççı (2025) investigated the relationship between psychosocial risks experienced by safety professionals and OHS practices, showing that factors such as high workload and financial stress may indirectly affect decision quality and the effectiveness of safety practices. Similarly, Yılmaz and Kaygısız Ertuğ (2025) examined relationships among organizational variables such as company size, number of employees, and production capacity. Their findings revealed strong correlations between company size and production capacity. These results suggest that as organizations grow, OHS management systems need to be implemented in a more structured and institutionalized manner. Overall, correlation analysis serves as a key analytical tool in OHS research for identifying relationships among safety culture, organizational structure, psychosocial risks, and employee behaviors. It allows for a quantitative evaluation of interactions among factors influencing safety performance and provides a scientific basis for improving safety management policies.

2.4. MANOVA Applications in Occupational Health and Safety Research

Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) is an important statistical method that enables the simultaneous evaluation of multiple dependent variables. In OHS research, MANOVA is used to analyze the combined effects of factors such as working conditions, physical exposure, psychosocial risks, safety behaviors, and performance indicators. Compared to univariate analyses, MANOVA provides a more comprehensive approach to evaluating the multidimensional structure of OHS data.

2.4.1. Use of MANOVA in the Context of Work Environment, Design, and Organizational Structure

The literature shows that MANOVA is frequently used to examine the combined effects of workplace design and organizational arrangements on safety performance. For example, Liu et al. (2025) evaluated the effects of construction site layout, driver gender, and lighting conditions on critical driving behaviors using MANOVA. Variables such as lane-changing distance, speed, lateral deviation, and driving stability were analyzed simultaneously, revealing the combined influence of site design, environmental conditions, and human factors on safety. The findings highlight that occupational safety should be addressed not only through personal protective measures but also through engineering controls and environmental design. Similarly, Istri et al.

(2025) analyzed the impact of project delivery systems used in green building projects on OHS performance using a multivariate approach. In the study, OHS performance was evaluated alongside cost, time, quality, and green building performance as multiple dependent variables, and differences between project delivery systems were tested using MANOVA. The results indicated that project delivery systems significantly affect OHS performance. In particular, the Design–Build (DB) method demonstrated higher performance in terms of recorded occupational accidents, occupational diseases, fatigue, and serious incident frequency. The Construction Management (CM) method showed a more balanced structure in terms of fatigue, while the Design–Bid–Build (DBB) method, although strong in terms of cost, exhibited relatively limited performance in terms of OHS outcomes.

2.4.2. Psychosocial Risks, Sleep, and Safety Behaviors

One of the most notable applications of MANOVA in Occupational Health and Safety (OHS) research is the simultaneous examination of psychosocial risks, work organization, and behavioral factors. Dzierzewski et al. (2025) demonstrated, using MANOVA, that firefighters—one of the high-risk occupational groups—show significant differences between on-duty and off-duty periods in terms of sleep quality, sleep duration, sleep efficiency, and daytime functioning. The findings indicate that sleep quality deteriorates significantly during duty periods, negatively affecting attention, reaction time, and decision-making ability, thereby increasing OHS-related risks. These results highlight that shift work and extended working hours influence worker safety in a multidimensional manner. Similarly, Elliason et al. (2025) examined psychosocial risks among nurses and midwives through variables such as occupational stress, psychological well-being, coping strategies, and workplace relationships, and evaluated the combined effect of work environment (urban vs. rural) using MANOVA. Uhuegho et al. (2025) analyzed the interactions between safety climate, employees' psychological state, organizational environment, and safe or error-prone behaviors in aviation maintenance settings using MANOVA within the framework of Bandura's Reciprocal Determinism Model. Both studies demonstrate that OHS should be evaluated not only through physical hazards but also through psychological and organizational determinants. Biggs et al. (2025) similarly investigated psychosocial risks in the construction sector by analyzing variables such as job demands, job resources, psychological distress, and suicidal ideation. By combining MANOVA and correlation matrix findings, the study showed that psychosocial risks are key determinants of OHS. The results further indicate that multidimensional interventions significantly improve workers' psychological well-being and that OHS risk management should not be limited to physical hazards alone.

2.4.3. Physical Workload, Exposure, and Health Outcomes

MANOVA is also a powerful tool for analyzing the effects of physical workload and occupational exposures on multiple health outcomes. Ameen et al. (2025) evaluated the combined effects of physical workload on grip strength and precision grip using one-way MANOVA. The results showed that workload categories have a strong and significant combined effect on these physiological indicators, highlighting the critical role of physical workload in musculoskeletal function. Similarly, Oko et al. (2025) examined the relationships between occupational exposures—such as dust, noise, vibration, and physical strain—and multiple health outcomes, including respiratory disorders, musculoskeletal problems, hearing

loss, and injury severity, among quarry workers. The use of MANOVA to test the combined effects of different job groups demonstrated that occupational risks vary multidimensionally depending on sector and job type. Van der Have et al. (2023) also used MANOVA to evaluate whether peak external joint moments and joint contact forces during different occupational tasks varied significantly according to task type. The study rigorously tested assumptions such as normality, homogeneity of variances, and homogeneity of covariance matrices before applying MANOVA, and alternative tests were used when necessary. This highlights that MANOVA is not only a powerful analytical tool in OHS and ergonomics research but also requires strong methodological rigor in its application

2.4.4. Training, Protective Equipment, and Safety Attitudes

MANOVA is also widely used in studies focusing on training and safety-related behaviors. Banjarnahor et al. (2025) examined the combined effects of mobile application-based empowerment training on nurses' patient safety attitudes and safety competencies using MANOVA. Since patient safety is closely related to workload, error risk, stress, and psychosocial exposure among healthcare workers, this study contributes to the preventive and behavioral dimensions of OHS. Similarly, Roehrens et al. (2025) evaluated the determinants of perceptions and attitudes toward the use of personal protective equipment (PPE) using MANOVA. The study simultaneously analyzed the effects of variables such as occupational group, education level, and attitudes toward COVID-19 measures on multiple dependent variables, including trust, competence, sympathy, and teamwork. These findings indicate that behaviors related to PPE usage are not merely individual choices but are shaped by educational and organizational factors within a multidimensional framework.

2.4.5. Methodological Contributions and Out-of-Scope Examples

Schmidt and Bohnet-Joschko (2025), although not directly analyzing occupational accidents, provide a strong methodological example by combining clustering analysis and MANOVA to differentiate multidimensional organizational profiles. Their study on German hospitals' strategic approaches to climate protection demonstrates that complex institutional variables can first be grouped into clusters and then compared using MANOVA to test for significant differences. This approach offers valuable methodological support for studies involving activity-based multivariate structures. In contrast, studies by Karanfil (2021), Öztürk (2019), and Arıtan and Ataman (2017) did not employ advanced multivariate techniques such as clustering, MANOVA, correlation matrices, or statistical trend analysis. Although these studies provide valuable insights in the OHS field, they are not directly aligned with the MANOVA-based analytical literature. Similarly, the study by Shagufta and Srikanth (2025), while incorporating clustering and ANOVA-based approaches, does not use MANOVA and can therefore only be considered as an indirect methodological reference in this context. General Evaluation; Overall, MANOVA stands out as a powerful method in OHS research by enabling the simultaneous evaluation of multiple dependent variables and revealing the combined effects of physical, psychosocial, behavioral, and organizational risks. Its ability to integrate interrelated indicators—such as work environment, workload, exposure, training, safety climate, and health outcomes—within a single analytical framework makes it a critical statistical tool for holistic risk assessment in the field of Occupational Health and Safety.

3. CONCLUSION

This literature review demonstrates that trend analysis, clustering analysis, correlation analysis, and MANOVA are complementary and powerful statistical tools for understanding the multidimensional structure of Occupational Health and Safety (OHS) data. The reviewed studies clearly indicate that OHS problems cannot be explained through a single indicator or variable; instead, temporal changes, inter-variable relationships, risk patterns, and multiple outcomes must be evaluated together. Studies using trend analysis reveal the temporal evolution of occupational accidents, incidence rates, and safety indicators, showing that OHS problems are often structural and persistent rather than temporary. Particularly in high-risk and high-workload sectors such as healthcare, identifying increasing trends over time allows for critical evaluation of the adequacy of existing safety measures. In this sense, trend analysis provides a strong foundation for developing sustainable and continuously monitored OHS policies. Clustering analysis studies demonstrate that occupational accidents, worker groups, and risk patterns can be classified based on similar characteristics, enabling the identification of typical risk profiles. This approach allows occupational accidents to be interpreted not as isolated events but as patterns formed by multiple variables such as activity type, injury mechanism, and affected body region. As a result, preventive strategies can be designed in a more targeted manner, tailored to specific risk clusters rather than applied uniformly. Findings from correlation analysis show that there are strong and meaningful relationships among OHS variables. Relationships among safety culture, management support, psychological safety, job satisfaction, risk-taking behavior, and safety compliance highlight that OHS is not limited to technical and physical measures but also includes organizational, behavioral, and psychosocial dimensions. Correlation matrices, by revealing which variables move together, play a critical role in identifying priority intervention areas. Studies employing MANOVA provide a more holistic analytical framework by allowing the simultaneous evaluation of multiple dependent variables. This method makes it possible to examine the combined effects of factors such as workload, environmental conditions, workplace design, training, project systems, and organizational structure on multiple outcomes, including health, safety behavior, sleep quality, injury severity, and performance. Thus, MANOVA stands out as a key tool for understanding complex cause–effect relationships in OHS research. Overall, each of these four methods contributes uniquely yet complementarily to OHS research. Trend analysis captures the temporal dimension, clustering analysis reveals patterns and profiles, correlation analysis uncovers relationships among variables, and MANOVA identifies combined effects on multiple outcomes. Therefore, to achieve more robust, explanatory, and policy-relevant results in OHS, these methods should be used not in isolation but, where possible, in an integrated and holistic analytical framework. In conclusion, future research in the field of Occupational Health and Safety should move beyond descriptive statistics and increasingly adopt temporal, relational, pattern-based, and multivariate analytical approaches. Such an approach will contribute to a more accurate understanding of occupational accidents and risks, enable the development of more targeted preventive strategies, and strengthen OHS practices on a scientific basis.

4. REFERENCES

Acar, M. A., & Yurtçu, A. (2025). Türkiye'de insan sağlığı hizmetleri sektöründe artan iş kazası riski: 2013–2022 dönemi için Avrupa Birliği ile karşılaştırmalı bir değerlendirme. *Journal of Occupational Health and Safety Academy, 8*(1), 36–59. https://doi.org/10.38213/ohsacademy.1641778 An, Y., Cao, K., Li, F., et al. (2025). A new classification for emergency critically ill patients and analysis of their adverse events during intrahospital transport: A cluster analysis. *Nursing in Critical Care, 30*(2), e13099. https://doi.org/10.1111/nicc.13099

Ayama, S., Greve, J. M. D., Silva, V. C. da, Canonica, A. C., Lino, M. H. dos S., Guiotto, A. de L., Davis, C. L., Soares, A. L. de S., Furtado, G. E., Brech, G. C., & Alonso, A. C. (2025). Impact of cognitive distraction on driving performance and safety in older adults: A cluster analysis of age and gender differences. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.5217413

Balcı, R., & Bozkurt, Y. (2025). ISO 45001 tabanlı iş sağlığı ve güvenliği ölçek geliştirme çalışması: A study on developing an occupational health and safety scale based on ISO 45001. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 14*(2), 590–602. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1608098

Bennouna, A., Boughaba, A., Djabou, S., & Mouda, M. (2025). Enhancing workplace well-being: Unveiling the dynamics of leader–member exchange and worker safety behavior through psychological safety and job satisfaction. *Safety and Health at Work, 16*, 36–45. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.11.003

Bernini, S., Valcarenghi, A., Ballante, E., Fassio, F., Picascia, M., Cavallini, E., Cotta Ramusino, M., Costa, A., Vecchi, T., Tassorelli, C., & Bottiroli, S. (2025). A data-driven cluster analysis to explore cognitive reserve and modifiable risk factors in early phases of cognitive decline. *Scientific Reports, 15*, 4616. https://doi.org/10.1038/s41598-025-88340-6

Biggs, A., Kellner, A., Robertson, A., Mason, J., Townsend, K., Page, S. J., Thompson, N., & Loudoun, R. (2025). Managing psychosocial health risks in the Australian construction industry: A holistic hazard management intervention. *Buildings, 15*, 3475. https://doi.org/10.3390/buildings15193475

Çalış, S. (2025). Akademisyenler için yapay zekâ destekli iş güvenliği algı ölçeği: Geliştirme, geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, 28*(2), 567–578.

Değirmenci, N. (2025). *Konaklama işletmelerinde restoran yöneticilerinin iş sürekliliğine hazır olma algılarının belirlenmesine yönelik bir çalışma* (Unpublished master's thesis). İstanbul Gelişim Üniversitesi.

Demirel Top, E., Yapici, N., & Cetinkaya, C. (2018). Comparison of fatal occupational accidents statistics in Turkey with some European countries. *International Journal of Scientific and Technological Research, 4*(6), 107–119.

Dzierzewski, J. M., Soto, P., Dautovich, N. D., Donovan, E. K., Sabet, S. M., Perez, E., LoBrutto, L., Nielson, S., Westcott, G., Ravyts, S. R., & Turnage, B. (2025). Is healthy sleep possible for professional firefighters? A comparison of on-duty and off-duty sleep. *Sleep Health*. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.sleh.2025.11.003

Elliason, E. K. (2025). Comparative analysis of occupational stress and psychological wellbeing among urban and rural nurses and midwives in Ghana. *Pan-African Journal of Health & Psychological Sciences, 1*(2). https://doi.org/10.64261/pajhps.v1n2.003

Friedman, H., Li, M., Harvey, K. L., Griesemer, I., Mohr, D., Linsky, A. M., & Gurewich, D. (2025). Identifying veterans with a higher risk of social needs using cluster analysis. *Journal of General Internal Medicine, 40*(2), 385–392. https://doi.org/10.1007/s11606-024-08862-z

Gariazzo, C., Marinaccio, A., Bruzzone, S., Taiano, L., & Veronico, L. (2021). Work-related road accidents: A statistical multivariate analysis in Italy. *Rivista di Statistica Ufficiale, 3*, 67–101.

Guglielmi, A., Tornese, F., Leva, A., Pellicci, M., & Gnoni, M. G. (2025). The value of structured occupational safety data and cluster analysis: A case study from the Italian National Surveillance System. *Journal of Safety Science and Resilience, 6*, 100210.

Istri, M. P. I. G. A., Zaika, Y., Puspa Negara, K., Solimun, & Wibowo, A. M. (2025). Comparative study of project delivery system: Impact on green building performance and certification in Indonesia. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management, 81*(4), 21–33. https://doi.org/10.5755/j01.erem.81.4.38483

Küloğlu, I. (2025). *Afet ve acil durumlarda gönüllü bir arama kurtarma birliğinde NOSACQ-50 iş güvenliği kültürü araştırması* (Unpublished master's thesis). Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi.

Kuzucu, N. K., & Sinsoysal, B. (2024). Doğal gaz dağıtım sektöründe güçlendirilmiş güvenlik kültürünün risk alma davranışı üzerindeki etkisinde güvenliğin içselleştirilmesi olgusu. *Sosyal Güvenlik Dergisi, 14*(2), 161–182.

Liu, P., Zhang, C., Arditi, D., & Olorunnishola, A. (2025). Impact of the construction area layout on road safety in urban work zones. *Accident Analysis & Prevention, 218*, 108092. https://doi.org/10.1016/j.aap.2025.108092

Özkılıçcı, G. (2025). İş güvenliği uzmanlarında mesleki karar pişmanlığının psikososyal dinamikleri: Finansal stres ve iş yükü. *Ergonomi, 8*(3), 162–172. https://doi.org/10.33439/ergonomi.1753481

Scheydt, S., Nienaber, A., & Holzke, M. (2025). Task profiles of academically qualified psychiatric nurses in Germany: Results of a cluster analysis. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing, 32*, 753–765. https://doi.org/10.1111/jpm.13153

Schmidt, L., & Bohnet-Joschko, S. (2025). Emergent climate protection strategies in German hospitals: A cluster analysis. *PLOS ONE, 20*(5), e0312661. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312661

Şen, H. (2025). Occupational accidents in Turkey's health sector: A current assessment based on TURKSTAT and SGK data. *Turkish Medical Journal, 10*(3), 92–101. https://doi.org/10.70852/tmj.1736096

Uhuegho, K. O., Gallo, M., Carstens, D., Shoaff, W., & Silver, I. (2025). Applying Bandura's reciprocal causation model to safety climate in U.S. aviation MROs. *International Journal of Aviation Research, 17*(1).

van der Have, A., Wang, W., Van Rossom, S., & Jonkers, I. (2023). Joint loading topography during occupational tasks: A musculoskeletal modeling approach to substantiate ergonomic recommendations. *International Journal of Industrial Ergonomics, 95*, 103451. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2023.103451

KORONER ARTER BYPASS GREFT OPERASYONUNDA KULLANILAN OTOJEN GREFTLERDE SİLOSTAZOLÜN VAZOSPAZM ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN İZOLE ORGAN BANYOSUNDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Edip Güvenç ÇEKİÇ[1], Op. Dr. Kadir ARSLAN[2], Uzm. Dr. Mustafa BOZ[3], *Arş. Gör. Dr. Sultan KURT YILDIRIM*[1], Doç. Dr. Serkan YAZMAN[4], Doç. Dr. Burak Can DEPBOYLU[5], Prof. Dr. Nesrin FİLİZ BAŞARAN[1], Prof. Dr. Buğra HARMANDAR[2]

1Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye, edipgcekic@mu.edu.tr – 0000-0002-5605-1953, sultankurt@mu.edu.tr – 0009-0000-7489-8990, nesrinbasaran@mu.edu.tr – 0000-0002-0076-6554

2Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye, drkadirarslan@gmail.com – 0000-0001-6986-2053, bugraharmandar@mu.edu.tr – 0000-0002-7487-1779

3İstanbul Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, mbzboz@gmail.com – 0000-0002-9139-9349

4İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye, serkan.yazman@ikc.edu.tr – 0000-0002-6035-1123

5Kocaeli Şehir Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye, burakdepboylu@yahoo.com – 0000-0001-5813-7833

Özet

Kalbi besleyen koroner arterlerde görülen aterosklerotik plaklar, damar lümenini daraltarak myokardiyal iskemi ve ilerleyen dönemlerde kalp krizi, kalp yetmezliği gibi ciddi komplikasyonlara neden olabilmektedir. Bu nedenle koroner arter bypass cerrahisi ile vücudun başka bir yerinden alınan arteriyel veya venöz greftlerle darlık bulunan koroner damarlar revaskülerize edilmektedir. Bu greftlerin çıkarılması esnasında gelişebilecek vazospazmı engellemek için papaverin gibi farmakolojik ajanlar kullanılmaktadır. Papaverinin sahip olduğu asidik özellik nedeniyle daha etkin bir ajanın kullanılmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda intermittent klaudikasyon semptomu olan periferik arter hastalığının tedavisinde kullanılan silostazol ile papaverinin greftler üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu iki ajanın vazodilatör etki göstermesine rağmen etki mekanizmalarının farklılık göstermesi, greftler üzerindeki olası etkilerinin karşılaştırılmasını önemli kılmaktadır. Papaverin non-selektif fosfodiesteraz inhibisyonuyla endotelden bağımsız ve doğrudan düz kas gevşetici etki oluştururken; silostazolün vazodilatör etkileri fosfodiesteraz-3 inhibisyonuyla ve kısmen endotel aracılı mekanizmalara bağımlıdır.

Bu etki mekanizmalarındaki farklılığın venöz greft dokusunda oluşturduğu fonksiyonel yanıtı değerlendirmek amacıyla izole edilen ve tıbbi atık olarak değerlendirilen safen ven damarı parçalarının fonksiyonel özellikleri %5 karbondioksit %95 oksijen karışımı ile gazlandırılan 37°C Krebs solüsyonu içinde izole organ banyosuna bağlanan güç ölçer yardımıyla değerlendirilmiştir. 80 mM KCl ile kasılan safen ven parçaları silostazolün artan konsantrasyonları (1, 10 ve 100 µM) varlığında gevşeme özelliği ve kalsiyum kanal bloke edici etki göstermedi. Elde edilen bulgular, silostazolün vazodilatör etkisinin literatürle uyumlu şekilde arteriyel ve venöz damarlarda farklılık gösterebileceğine işaret etmektedir. Bu durum klinikte vazospazmın önlenmesinde kullanılan farmakolojik ajanların damar tipine göre değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Bu bildiri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 22/146/02/3/4 kod numaralı proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İzole safen ven, silostazol, in vitro, vazospazm

EVALUATION OF THE EFFECT OF CILOSTAZOL ON VASOSPASM IN AUTOLOGOUS GRAFTS USED IN CORONARY ARTERY BYPASS SURGERY USING AN ISOLATED ORGAN BATH

Doç. Dr. Edip Güvenç ÇEKİÇ[1], Op. Dr. Kadir ARSLAN[2], Uzm. Dr. Mustafa BOZ[3], *Arş. Gör. Dr. Sultan KURT YILDIRIM*[1], Doç. Dr. Serkan YAZMAN[4], Doç. Dr. Burak Can DEPBOYLU[5], Prof. Dr. Nesrin FİLİZ BAŞARAN[1], Prof. Dr. Buğra HARMANDAR[2]

[1]Department of Medical Pharmacology, Faculty of Medicine, Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Türkiye

[2]Department of Cardiovascular Surgery, Muğla Training and Research Hospital, Muğla, Türkiye

[3]Department of Medical Pharmacology, İstanbul Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu City Hospital, İstanbul, Türkiye

[4]Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Medicine, İzmir Kâtip Çelebi University, İzmir, Türkiye

[5]Department of Cardiovascular Surgery, Kocaeli City Hospital, Kocaeli, Türkiye

Abstract

Atherosclerotic plaques in the coronary arteries that supply the heart may narrow the vascular lumen, leading to myocardial ischemia and, in advanced stages, serious complications such as myocardial infarction and heart failure. Therefore, coronary artery bypass grafting is performed to revascularize stenotic coronary arteries using arterial or venous grafts harvested from another part of the body. During graft harvesting, pharmacological agents such as papaverine are commonly used to prevent vasospasm. However, due to the acidic properties of papaverine, the use of a more effective alternative agent may be beneficial. This study aimed to compare the effects of cilostazol, a drug used in the treatment of peripheral arterial disease with intermittent claudication symptoms, and papaverine on vascular grafts. Although both agents exert vasodilatory effects, their mechanisms of action differ, making it important to compare their potential effects on graft tissue. Papaverine produces endothelium-independent and direct smooth muscle relaxation through non-selective phosphodiesterase inhibition, whereas the vasodilatory effects of cilostazol are mediated through phosphodiesterase-3 inhibition and are partially dependent on endothelium-mediated mechanisms.

To evaluate the functional response induced by these mechanistic differences in venous graft tissue, isolated saphenous vein segments considered as medical waste were examined in an isolated organ bath system. The functional properties of the vein segments were assessed using a force transducer in Krebs solution maintained at 37°C and aerated with a gas mixture of 5% carbon dioxide and 95% oxygen. Saphenous vein segments precontracted with 80 mM KCl did not exhibit relaxation or calcium channel-blocking activity in the presence of increasing concentrations of cilostazol (1, 10, and 100 µM). These findings suggest that the vasodilatory effect of cilostazol may differ between arterial and venous vessels, consistent with previous literature. This indicates that pharmacological agents used for the prevention of vasospasm in clinical practice should be evaluated according to the type of vessel.

This presentation has been granted by Muğla Sıtkı Koçman University Research Support and Funding Office through Project Grant Number 22/146/02/3/4.

Keywords: Isolated saphenous vein, cilostazol, in vitro, vasospasm

GİRİŞ

Kalbin beslenmesinden sorumlu olan kan damarlarında görülen aterosklerotik plaklar, damar lümenini daraltmaktadır. Kan damarlarının lümenlerinin daralması kalbin kanlanmasının azalmasına neden olmaktadır (Aksoyalp ve ark., 2021). Koroner arter bypass cerrahisi sırasında aterosklerotik plak yüzünden daralmış kan damarları, sol internal torasik arter, safen ven gibi damarlarla değiştirilmektedir (Bilgen ve ark., 1996). Kalbin tekrar kanlanmasını sağlamak için kullanılan bu damarlar vazospazma uğrayarak şiddetli hemodinamik bozukluklara neden olmaktadır. Koroner bypass cerrahisi sırasında görülen bu vazospazm cerrahi sırasında karşılaşılan çok önemli güçlüklerden biridir (Girard ve ark., 2004). Görülen bu vazospazmı engellemek için kalsiyum kanal blokerleri, nitrogliserin, sodyum nitroprussid ve papaverin gibi ilaçlar kullanılmaktadır (Girard ve ark., 2004). İnternal torasik arterin veya internal mammarian arterin lümen içine veya topikal olarak damar üzerlerine papaverinin uygulanması gelişebilecek vazospazmı engellemektedir (He ve ark., 1988; He ve Taggart, 2016). Opioid derivesi olan papaverin, kan damarları üzerinde spesifik olmayan bir vazodilatasyona neden olmaktadır. Bu vazodilatasyon fizyolojisi hakkında damar düz kasının kasılmasından sorumlu olan intrasellüler kalsiyum artışının engellenmesinin, siklik adenozin monofosfat (cAMP) yıkımından sorumlu fosfodiesteraz enzimi üzerinde non-selektif inhibitör etkisinin sorumlu tutulduğu bildirilmektedir (Girard ve ark., 2004; He ve ark., 1988). Papaverinin asidik özellikleri nedeniyle sistemik olarak hastalar tarafından kullanılamamaktadır (He ve ark., 1988). Papaverinin sahip olduğu asidik özellikler damar düz kasının intimal tabakasında ve endotel tabakasında harabiyete neden olabilmektedir. Bu nedenle papaverin, kanın içinde intrinsik pH tamponlayıcı sistemlerden faydalanılarak kanla beraber topikal olarak kullanılmaktadır (Girard ve ark., 2004).

Yapılan çalışmalarda papaverin dışında nitrovazodilatörlerin, kalsiyum kanalı blokeri olan verapamil veya nikardipin gibi ilaçların, fenoldopam gibi dopamin reseptör agonisti ilaçların kullanılabildiği bildirilmiştir (Girard ve ark., 2004). Literatürde vazospazmı engellemek için henüz “kusursuz ve tek başına” kullanılacak bir vazodilatör olmadığından pek çok ilaç bu amaçla denenmektedir (Girard ve ark., 2004). Bu bağlamda, intermittan kladikasyon tedavisinde ve sekonder inmenin önlenmesinde kullanılan silostazol, vazodilatör özellikleri nedeniyle greft vazospazmının önlenmesinde potansiyel bir alternatif ajan olarak değerlendirilebilir (Jesuthasan ve ark., 2003). Bu ilacın etki mekanzimasının, siklik AMP yıkımından sorumlu olan fosfodiesteraz tip 3 enzimi üzerindeki selektif inhibitör etkisinin olduğu bilinmektedir (Jesuthasan ve ark., 2003). Hücre içi ikincil habercilerden biri olan cAMP’nin yıkımının fosfodiesteraz enziminin inhibisyonu ile engellenmesi, kalıcı bir vazodilatasyona neden olabilmektedir. Silostazolün bu farmakolojik özellikleri nedeniyle, koroner arter bypass cerrahisinde kullanılan otojen greftlerde vazospazmı önleyici bir etki gösterebileceği ve klinikte bir tedavi alternatifi olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle silostazolün, koroner bypass cerrahisinde kullanılan greft damarları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

İzole kan damarları greftleri üzerinde farmakolojik ajanların etkileri izole organ banyosu sistemlerinde değerlendirilebilmektedir (Girard ve ark., 2004). İzole organ banyosu sistemi, kan damarı preparatlarının kasılma ve gevşeme yanıtlarının kontrollü deneysel koşullar altında ölçülmesine olanak sağlayan farmakolojik bir yöntemdir. Bu doğrultuda çalışmamızda,

silostazolün safen ven greftleri üzerindeki vazodilatör etkilerinin izole organ banyosu yöntemiyle değerlendirilmesi ve papaverin ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Bu çalışmada koroner bypass cerrahisi sırasında kullanılmak üzere hazırlanan safen venin cerrahi atığa gidecek bir bölümü incelendi. Cerrahi sırasında hazırlanan kan damarının yaklaşık olarak 1 cm'lik bir parçasının fonksiyonel özellikleri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı laboratuvarında yer alan in vitro organ banyosu sistemi ile değerlendirildi. Bu amaçla cerrahi sırasında izole edilen kan damarı halkası ringer laktat solüsyonu içine alındı ve laboratuvarda Krebs solüsyonu içine aktarıldı. Krebs solüsyonu; NaCl 122 mM, KCl 5 mM, $CaCl_2$ 2,5 mM, $NaHCO_3$ 25 mM, $MgSO_4$ 1,2 mM, KH_2PO_4 1,0 mM ve glukoz 11 mM içerecek şekilde hazırlandı. Ardından kan damarları her biri 2-4 mm uzunluğunda 1-3 parçaya ayrıldı ve her bir parçanın içinden oda sıcaklığında üçgen teller geçirildi. Üçgen teller geçirildikten sonra içinde +37°C sıcaklıkta sabitlenmiş ve sürekli olarak %5 CO_2 ve %95 O_2 gaz karışımı ile gazlandırılan izole organ banyosu sistemine yerleştirildi (Şekil 1).

Şekil 1. Üçgen teller geçirildikten sonra organ banyosunda sabitlenen örnek safen ven dokusu

Kan damarlarının içinden geçen üçgen platin tellerin bir ucu sabit bir kancaya sabitlendi ve diğer ucu izometrik kasılma gücünü ölçebilecek bir güç ölçer cihazına (FDT 10, Commat, Türkiye) bağlandı. Güç ölçerden elde edilen veriler, veri işleme cihazına (Biopac MP35, CA) bağlandı ve veri işleme yazılımı aracılığıyla bilgisayara aktarıldı. Kasılma yanıtları mg cinsinden kaydedildi. Damarların vazoaktivitesi, ilgili literatürde tanımlanan yöntemlere uyarlanarak gerçekleştirildi (Kherallah ve ark., 2021; Lusis 2000). 1-2 g ön gerim verilen kan damarlarının ortamla uyum sağlaması için yaklaşık 1 saat boyunca 20 dakika aralıklarla Krebs

solüsyonuyla yıkandı. Ortama uyum sağladıktan sonra safen ven halkaları 80 mM KCl içeren izotonik depolarizan solüsyona maruz bırakılarak kasılma yanıtları elde edildi.

Ardından silostazolün etkisini değerlendirmek amacıyla preparatlar, 80 mM KCl içeren ancak $CaCl_2$ içermeyen depolarizan solüsyona alındı. Daha sonra ortama kümülatif olarak $CaCl_2$ eklenerek oluşan kasılma yanıtları kaydedildi. Aynı protokol, silostazolün artan konsantrasyonları (1-100 µM) varlığında tekrarlandı ve kasılma yanıtlarındaki azalma değerlendirildi. Silostazol, DMSO içinde çözülerek 10 mM stok çözelti olacak şekilde hazırlandı.

Verilerin karşılaştırılması için t testi kullanıldı. $p < 0.05$ değerine sahip olan değerlendirmeler, istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

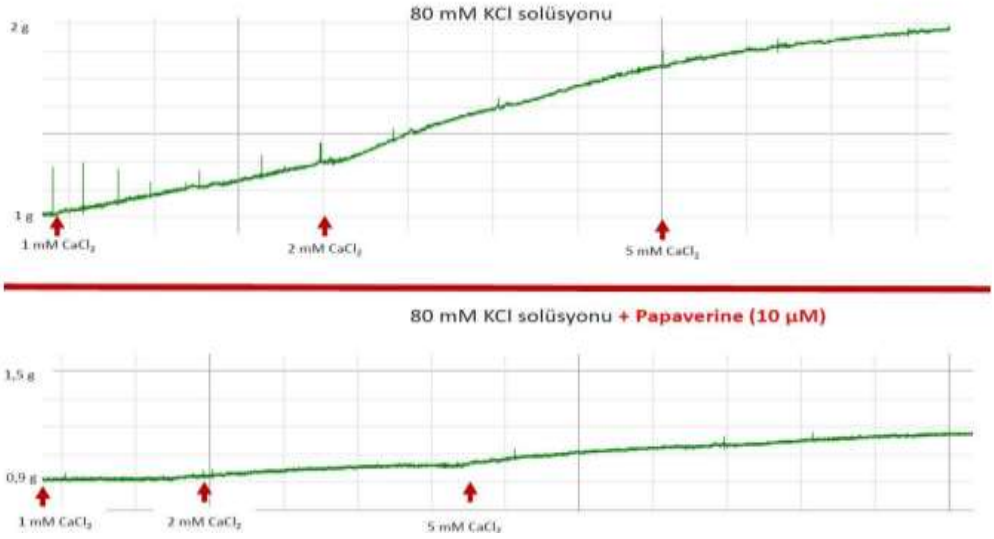
Etik kurul onayı: Bu çalışma, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 16.03.2022 tarihli ve 6/I sayılı karar ile onaylanmıştır. Çalışma Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür.

BULGULAR

Çalışmaya koroner arter hastalığı nedeniyle opere edilen toplam 13 hastanın tıbbi atığa gönderilecek safen ven parçası dahil edildi.

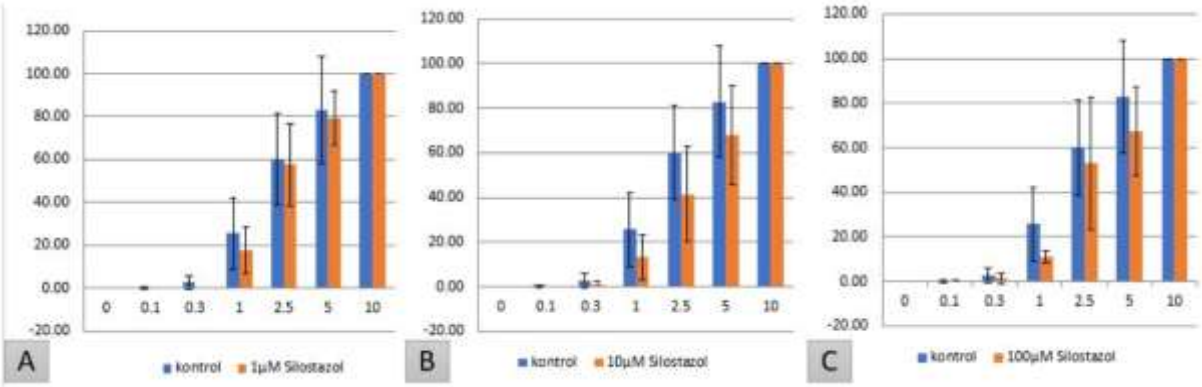
Safen ven preparatları 80 mM KCl eklenerek depolarize hale getirilen fizyolojik tuz solüsyonu içinde belirgin kasılma yanıtı gösterdi.

$CaCl_2$ içermeyen 80 mM KCl solüsyonuna kümülatif olarak $CaCl_2$ eklenmesiyle kademeli kasılma yanıtları elde edildi. Papaverin (10 µM) varlığında 80 mM KCl'ün neden olduğu kasılma yanıtının azaldığı gözlendi (Şekil 2).



Şekil 2. Üst. 80 mM KCl içeren ancak CaCl2 içermeyen solüsyona kümülatif olarak eklenen CaCl2'ün neden olduğu kasılma trasesi. Alt. Papaverin (10 µM) varlığında 80 mM KCl içeren CaCl2 içermeyen solüsyona kümülatif olarak eklenen CaCl2'ün neden olduğu kasılma trasesi

Buna karşılık silostazolün artan konsantrasyonları (1-100 µM) varlığında 80mM KCl içeren CaCl2 içermeyen solüsyona kümülatif olarak eklenen CaCl2'ün neden olduğu kasılmalar maksimum kasılabilmenin yüzdesi cinsinden değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmadı (Şekil 3).



Şekil 3. A. 1 µM Silostazol varlığında CaCl2 konsantrasyon-yanıt grafiği, B. 10 µM Silostazol varlığında CaCl2 konsantrasyon-yanıt grafiği, C. 100 µM Silostazol varlığında CaCl2 konsantrasyon-yanıt grafiği

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İzole organ banyosu sistemi kan damarlarının in vitro şekilde fonksiyonel özelliklerinin değerlendirilebilmesine olanak sağlayan bir sistemdir (Kherallah ve ark., 2021; McNichols ve ark., 2021). Bu çalışmada tıbbi atığa gönderilecek safen ven parçaları kullanılmıştır. Çalışmamızda safen venin farklı ön gerim değerleri altında kasılma yanıtları kaydedilmiş ve en uygun kasılma cevabının elde edildiği ön gerim değerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde kasılma cevabının geniş bir aralıkta gerçekleştiği görüldü. Safen venin kasılma cevabında görülen bu değişkenliğin hastaların sahip olduğu karakteristik özelliklerle ve damarların bekleme süreleri ile ilişkili olabileceği düşünüldü. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda katılımcı sayısının artırılması ve grup içi homojenitenin sağlanması önemli olabilir. Literatürdeki çalışmalarda otolog safen ven greftlerinin izole organ banyosu sistemindeki gevşetici özelliklerinin değerlendirilebilmesi için yüksek konsantrasyonda K+ içeren depolarize edici solüsyonlar, tromboksan A2 mimetiği U46619 gibi kasıcı maddelerin kullanıldığı bilinmektedir (McNichols ve ark., 2021; Tripodi ve ark., 1999). Bizim çalışmamızda NaCl konsantrasyonu düzeltilerek 80 mM KCl içerecek şekilde hazırlanan depolarize edici solüsyon kullanıldı. Literatürle uyumlu olacak şekilde 80 mM KCl kasılma yanıtları kaydedildi (Tripodi ve ark., 1999). Ancak ön kasıcı olarak Fenilefrin kullanıldığında ise literatürle uyumlu ve tekrarlanabilir kasılma yanıtları elde edilemedi. Çalışmada, 80 mM KCl içeren ancak $CaCl_2$ içermeyen depolarizan solüsyona maruz bırakılan safen venlerde, kümülatif olarak eklenen $CaCl_2$ ile kademeli bir kasılma yanıtı elde edildi. $CaCl_2$ ile oluşan kasılma yanıtının papaverin (10 µM) varlığında azaldığı tespit edildi. Papaverin, etki mekanizmasından beklenildiği gibi ve literatürle uyumlu bir şekilde gevşemeye neden oldu (Girard ve ark., 2004; He ve ark., 1988). Buna karşılık intermittan kladikasyon tedavisinde kullanılan silostazolün benzer bir gevşemeye neden olmadığı görüldü. Bu ilacın, hücre içi ikincil haberleşme sinyali olan cAMP yıkımından sorumlu olan fosfodiesteraz tip 3 enzimi

üzerindeki selektif inhibitör etkisinin olduğu bilinmektedir (Jesuthasan ve ark., 2003). Fosfodiesteraz enziminin inhibisyonu ile vazodilatasyon görülebildiği bildirilmiş olsa da, safen ven üzerinde kalsiyum girişinin kontrollü şekilde gerçekleştirildiği bu deney düzeneğinde benzer bir gevşeme yanıtı kaydedilemedi. Fosfodiesteraz enziminin inhibe edilmesiyle engellenmesinin kalıcı bir vazodilatasyon görüldüğü bildirilmesine rağmen safen ven üzerinde kalsiyum girişinin kontrollü bir şekilde gerçekleştirildiği deney düzeneğinde benzer bir gevşeme kaydedilemedi. Bu durumun fosfodiesteraz üzerindeki inhibisyonunun yüksek K varlığında oluşan kasılmayı geri çevirebilecek potense sahip olmaması ile ilişkili olabileceği düşünüldü.

Elde edilen bulgular, silostazolün vazodilatör etkisinin literatürle uyumlu şekilde damar tipi, hasta özellikleri, deneysel koşullar ve kasılma mekanizmasına bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini düşündürmektedir. Nitekim, literatürde silostazolün arteriyel damar dokularında gevşemeye neden olduğu bildirilirken (Sahinturk, 2023; Birk ve ark., 2004), insan safen veninde bu etkinin hasta özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği ifade edilmiştir (Becker ve ark., 2005). Ayrıca greft olarak kullanılan farklı damar tiplerinde vazodilatör ajanlara verilen yanıtın, kullanılan damar tipine ve ön kasıcı ajana göre değişebileceği gösterilmiştir (Duman ve ark., 2021). Bu nedenle, klinikte vazospazmın önlenmesinde veya damar greftlerinin fonksiyonel özelliklerinin korunmasında kullanılan farmakolojik ajanların, damar tipine özgü yanıtlar ve deneysel koşullar dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Çalışmadaki katılımcı sayısının azlığı, çalışmanın temel kısıtlayıcı faktörlerinden biri olarak değerlendirildi. Aynı zamanda ilerleyen çalışmalarda literatürde ön kasılma için kullanılan U46619 gibi tromboksan A2 mimetiklerinin de kullanılmasının gevşeme yanıtlarının daha hassas bir şekilde kaydedilmesine olanak sağlayabileceği düşünüldü. Ayrıca ilerleyen çalışmalarda daha küçük kan damarlarının kasılma ve gevşeme özelliklerinin kaydedilmesine olanak sağlayan miyograf sistemlerinde safen ven dışında, internal torasik arter gibi damarların etkilerinin de değerlendirilmesinin literatüre katkı sağlayabileceği görüldü. Sonuçta bu çalışmada papaverin varlığında safen ven üzerinde görülen gevşetici etkinin silostazol varlığında izlenemediği tespit edildi. Farklı farmakolojik ajanlarla çalışmanın kapsamının genişletilmesinin literatüre sağlayacağı katkılar açısından önemli olduğu görülmüştür.

Bu tam metin, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 22/146/02/3/4 kod numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Aksoyalp, Z. Ş., Nacitarhan, C., & Erbasan, O. (2021). Which proteinase-activated receptor-1 antagonist is better? Evaluation of vorapaxar and parmodulin-2 effects on human left internal mammary artery endothelial function. *Life Sciences, 286*, 120045. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2021.120045

Becker, R. W., Lusis, E., Sohn, R. L., & Kline, R. A. (2005). Effects of cilostazol on human venous smooth muscle. *Annals of Vascular Surgery, 19*(3), 393–397. https://doi.org/10.1007/s10016-005-0012-6

Bilgen, F., Yapici, M. F., Serbetçioğlu, A., Tarhan, I. A., Coruh, T., & Ozler, A. (1996). Effect of normothermic papaverine to relieve intraoperative spasm of the internal thoracic artery. *The Annals of Thoracic Surgery, 62*(3), 769–771. https://doi.org/10.1016/S0003-4975(96)00441-9

Birk, S., Kruuse, C., Petersen, K. A., Jonassen, O., Tfelt-Hansen, P., & Olesen, J. (2004). The phosphodiesterase 3 inhibitor cilostazol dilates large cerebral arteries in humans without affecting regional cerebral blood flow. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism, 24*(12), 1352–1358. https://doi.org/10.1097/01.WCB.0000143536.22131.D7

Duman, I., Tanyeli, Ö., Dereli, Y., Oltulu, P., Toy, H., & Sahin, A. S. (2022). The effects of botulinum toxin A and papaverine on human saphenous vein and internal mammary artery grafts: An in vitro study. *Archives of Medical Science, 18*(6), 1607–1616. https://doi.org/10.5114/aoms/110157

Girard, D. S., Sutton, J. P., III, Williams, T. H., Crumbley, A. J., III, Zellner, J. L., Kratz, J. M., & Crawford, F. A. (2004). Papaverine delivery to the internal mammary artery pedicle effectively treats spasm. *The Annals of Thoracic Surgery, 78*(4), 1295–1298. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.01.061

He, G. W., Angus, J. A., & Rosenfeldt, F. L. (1988). Reactivity of the canine isolated internal mammary artery, saphenous vein, and coronary artery to constrictor and dilator substances: Relevance to coronary bypass graft surgery. *Journal of Cardiovascular Pharmacology, 12*(1), 12–22. https://doi.org/10.1097/00005344-198807000-00003

He, G. W., & Taggart, D. P. (2016). Antispastic management in arterial grafts in coronary artery bypass grafting surgery. *The Annals of Thoracic Surgery, 102*(2), 659–668. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.03.017

Jesuthasan, L. S., Angus, J. A., & Rosenfeldt, F. L. (2003). In vitro comparison of glyceryl trinitrate-verapamil with other dilators of human saphenous vein. *ANZ Journal of Surgery, 73*(5), 313–320. https://doi.org/10.1046/j.1445-2197.2003.t01-1-02613.x

Kherallah, R. Y., Khawaja, M., Olson, M., Angiolillo, D., & Birnbaum, Y. (2021). Cilostazol: A review of basic mechanisms and clinical uses. *Cardiovascular Drugs and Therapy*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s10557-021-07187-x

Lusis, A. J. (2000). Atherosclerosis. *Nature, 407*(6801), 233–241. https://doi.org/10.1038/35025203

McNichols, B., Spratt, J. R., George, J., Rizzi, S., Manning, E. W., & Park, K. (2021). Coronary artery bypass: Review of surgical techniques and impact on long-term revascularization outcomes. *Cardiology and Therapy, 10*(1), 89–109. https://doi.org/10.1007/s40119-021-00211-z

Sahinturk, S. (2023). Cilostazol induces vasorelaxation through the activation of the eNOS/NO/cGMP pathway, prostanoids, AMPK, PKC, potassium channels, and calcium channels. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators, 169*, 106782. https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2023.106782

Tripodi, F., Stanke-Labesque, F., Devillier, P., Chavanon, O., Sessa, C., & Bessard, G. (1999). Antagonistic effects of losartan on thromboxane A2-receptors in human isolated gastroepiploic artery and saphenous vein. *Journal of Cardiovascular Pharmacology, 34*(5), 734–740. https://doi.org/10.1097/00005344-199911000-00016

GİRİŞ KAVİTESİNE BULAŞAN KÖK KANAL PATININ TEMİZLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER: GÜNCEL LİTERATÜRÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Beyhan BAŞKAN[1]

[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Bölümü, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye. E-posta: beyhanbaskan@ksu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2463-4011

Özet

Amaç: Kök kanal dolgusu sırasında pulpa odası duvarlarına ve giriş kavitesi tabanına kaçınılmaz olarak bulaşan kök kanal patı; üzerine yerleştirilecek kompozit restorasyonun bağlanma dayanımını azaltabilir, koronal sızdırmazlığı bozabilir ve diş renklenmesine yol açabilir. Bu derlemenin amacı, giriş kavitesine bulaşan pat artıklarının uzaklaştırılmasında kullanılan temizleme yöntemlerini karşılaştıran güncel çalışmaları değerlendirmek ve klinik açıdan en etkili yaklaşımı ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem: Epoksi rezin ve biyoseramik esaslı patların uzaklaştırılmasını konu alan in vitro çalışmalar ve randomize klinik çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda; kuru/nemli pamuk peleti, hava/su spreyi, etanol, aseton, amil asetat, sürfaktan esaslı temizleyiciler, hava abrazyonu, ultrasonik aktivasyon, frez ve fosforik asit gibi çeşitli yöntemlerin etkinliği değerlendirilmiştir. Kök kanal patının temizlenme etkinliği sıklıkla patla kaplı alanın görüntü analizi, mikrogerilim/makaslama bağlanma dayanımı, marjinal bütünlük ve SEM-EDS incelemeleriyle değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışmalar tutarlı biçimde, kuru pamuk peleti ve yalnızca hava/su spreyinin yetersiz kaldığını; kök dolgusuna ulaşan etanollü mikrofırça, hava abrazyonu/polisajı, sürfaktan esaslı temizleyici, fosforik asit ve ultrasonik aktivasyonun en yüksek pat uzaklaştırma ve bağlanma dayanımı değerlerini sağladığını göstermiştir. Uygulama süresinin kısa tutulması etkinliği belirgin biçimde düşürmüştür. Bununla birlikte hiçbir yöntem patı tümüyle uzaklaştıramamış, özellikle dentin kanalcıklarında artık kalmıştır. Bazı çalışmalarda ise yeterli solvent temizliği ve asitleme sonrası ek abraziv işlemlerin bağlanma dayanımını veya marjinal bütünlüğü daha fazla artırmadığı bildirilmiştir.

Sonuç: Giriş kavitesinin etkili temizliği kuru/nemli pamukla sınırlı kalmamalı; solvent uygulanmış mikrofırça, mekanik/abraziv bir basamakla, sürfaktan temizleyici, ultrasonik aktivasyon ya da asit koşullandırmasıyla desteklenmelidir. Amaç, koronal sızdırmazlığı korumak ve renklenmeyi önlemek için pat artığını klinik olarak kabul edilebilir en düşük düzeye indirmektir.

Anahtar Kelimeler: Kök kanal patı, giriş kavitesi, koronal sızdırmazlık, bağlanma dayanımı, temizleme yöntemleri

METHODS USED FOR CLEANING ROOT CANAL SEALER CONTAMINATING THE ACCESS CAVITY: AN EVALUATION OF THE CURRENT LITERATURE

Assist. Prof. Beyhan BAŞKAN[1]

[1]Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye. E-mail: beyhanbaskan@ksu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2463-4011

Abstract

Objective: During root canal obturation, sealer inevitably contaminates the walls of the pulp chamber and the floor of the access cavity. This residual sealer can reduce the bond strength of the overlying composite restoration, compromise coronal sealing, and cause tooth discoloration. This review evaluates current studies comparing the methods used to remove sealer residue from the access cavity and identifies the most clinically effective approach.

Materials and Methods: In vitro studies and randomized clinical trials focusing on the removal of epoxy resin and bioceramic-based sealers were reviewed. These studies evaluated the efficacy of various methods, including dry/moist cotton pellets, air/water spray, ethanol, acetone, amyl acetate, surfactant-based cleaners, air abrasion, ultrasonic activation, burs, and phosphoric acid conditioning. The cleaning efficacy of root canal sealers has been frequently evaluated through image analysis of the sealer-covered area, micro-tensile/shear bond strength, marginal integrity, and SEM-EDS examinations.

Results: Studies consistently showed that dry cotton pellets and air/water spray alone were insufficient, whereas an ethanol microbrush reaching the root filling, air abrasion/polishing, a surfactant-based cleaner, phosphoric acid, and ultrasonic activation achieved the highest sealer removal and bond strength values. Shortening the application time markedly reduced effectiveness. Nevertheless, no method removed the sealer completely, with residue persisting particularly within the dentinal tubules. Some studies reported that additional abrasive procedures following adequate solvent cleaning and etching did not further improve bond strength or marginal integrity.

Conclusion: Cleaning of the access cavity should not be limited to dry/moist cotton; it should be supported by a solvent-applied microbrush combined with a mechanical/abrasive step, a surfactant cleaner, ultrasonic activation, or acid conditioning. The goal is to reduce sealer residue to the lowest clinically acceptable level in order to preserve coronal sealing and prevent discoloration.

Keywords: Root canal sealer, access cavity, coronal sealing, bond strength, cleaning methods

GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin uzun dönemli başarısı yalnızca kök kanal sisteminin etkin biçimde şekillendirilmesine, dezenfeksiyonuna ve üç boyutlu olarak doldurulmasına değil, aynı zamanda tedavi sonrası yerleştirilen koronal restorasyonun sağladığı sızdırmazlığa da bağlıdır (Scholz ve ark., 2022). Kök kanal dolgusu (obturasyon) aşamasında kanal patı, pulpa odası duvarlarına ve giriş kavitesi tabanına kaçınılmaz biçimde bulaşmakta; kavite-yüzey açılarında,

kanal ağızlarının çevresinde ve dentin kanalcıklarının içinde artık pat tabakaları kalmaktadır (Boderé ve ark., 2022; Altıntaş ve ark., 2026).

Giriş kavitesinde kalan bu pat artıkları klinik açıdan üç temel soruna yol açar. Birincisi, pulpa odasında zamanla oksitlenerek renklenen pat, özellikle ön bölge dişlerinde koronal renklenmeye ve estetik başarısızlığa neden olur (Zaniboni ve ark., 2022). İkincisi, pat artığı kompozit rezinin dentine adezyonu için gerekli olan hibrit tabakanın oluşumunu engelleyerek bağlanma dayanımını belirgin biçimde düşürür; giriş kavitesi yalnızca kuru pamuk peleti ile temizlendiğinde kompozitin dentine mikrogerilim bağlanma dayanımının 41,1 MPa düzeyinden 28,9 MPa düzeyine indiği bildirilmiştir (Tonga ve ark., 2025). Üçüncüsü, zayıflayan adezyon ve bozulan marjinal bütünlük koronal mikrosızıntıya zemin hazırlar; bu durum bakteriyel yeniden enfeksiyon riskini artırarak endodontik tedavinin sağkalımını tehdit eder (Tian ve ark., 2021; Scholz ve ark., 2022).

Bu üç sonuç, restorasyon öncesinde giriş kavitesinin etkin biçimde temizlenmesinin klinik gerekçesini oluşturmaktadır. Ancak günlük pratikte kavite temizliği çoğu zaman kuru veya nemli pamuk peleti ile sınırlı kalmakta; bu basamak, restorasyon başarısını doğrudan etkilemesine karşın sıklıkla göz ardı edilmektedir. Literatürde pat artıklarının uzaklaştırılmasında pasif yöntemlerden kimyasal çözücülere, mekanik/abraziv işlemlerden asit koşullandırmasına ve bunların çeşitli kombinasyonlarına kadar pek çok yaklaşım değerlendirilmiş; ancak yöntemlerin etkinliği, dentin mikroyapısına etkileri ve klinik uygulanabilirlikleri açısından tam bir uzlaşı henüz sağlanamamıştır.

Bu derlemenin amacı, giriş kavitesine bulaşan kök kanal patının uzaklaştırılmasında kullanılan kimyasal, mekanik ve kombine temizleme yöntemlerini; temizleme etkinliği, bağlanma dayanımı, marjinal bütünlük ve dentin mikroyapısına etkileri açısından karşılaştırmak, epoksi rezin ve biyoseramik esaslı patlar arasındaki farkları ortaya koymak ve klinik olarak uygulanabilir, kanıta dayalı bir temizleme protokolü önerisi geliştirmektir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Pat Kontaminasyonunun Klinik Sonuçları

Obturasyon sonrası pulpa odası tabanının büyük bölümü pat ile kaplı kalır; klinik gözlemler ve şematik değerlendirmeler, dolgunun hemen ardından bu oranın yaklaşık %85 düzeyinde olabildiğini göstermektedir (Altıntaş ve ark., 2026; Boderé ve ark., 2022). Kalan pat üç mekanizma üzerinden restorasyon başarısını tehdit eder. Renklenme; özellikle epoksi rezin esaslı patların içerdiği bileşenlerin zamanla oksitlenmesiyle ortaya çıkar ve estetik bölgede belirgin klinik soruna dönüşür. Bağlanma dayanımındaki düşüş; pat tabakasının, adeziv sistemin dentine penetrasyonunu ve hibrit tabaka oluşumunu fiziksel olarak engellemesinden kaynaklanır. Marjinal bütünlüğün bozulması ise koronal mikrosızıntıya ve dolayısıyla bakteriyel yeniden enfeksiyona zemin hazırlar (Scholz ve ark., 2022).

1.2. Kök Kanal Patı Türleri ve Kimyasal Özellikleri

Güncel endodontik pratikte en sık kullanılan iki pat sınıfı, kimyasal yapıları bakımından birbirine büyük ölçüde zıt özellikler taşır ve bu farklılık temizleme protokolünü doğrudan belirler. Epoksi rezin esaslı patlar (ör. AH Plus, Sealer Plus) bisfenol A/B rezin matriksine sahip, apolar ve hidrofobik malzemelerdir; polimerizasyonları neme bağlı değildir.

Biyoseramik ya da trikalsiyum silikat esaslı patlar (ör. BioRoot RCS, T-endo Bioserra) ise hidrofilik yapıdadır, sertleşmeleri için neme gereksinim duyarlar ve set olduktan sonra çok daha dirençli bir yapı kazanırlar (Tonga ve ark., 2025; Şahin Mantı ve Kedici Alp, 2025).

Bu kimyasal zıtlık, çözücü yanıtını belirleyen temel etkendir. Apolar epoksi rezin patlar yalnızca apolar çözücülerle etkin biçimde çözünür ve çözücü etkinliği amil asetat > aseton > etanol sıralamasını izler (Zaniboni ve ark., 2022). Buna karşılık biyoseramik patlar pratikte çözücülerle uzaklaştırılamaz; etanol ve aseton bu patlar üzerinde etkisizdir. Biyoseramik patlar sertleşmeden önce hava/su spreyiyle bile kolayca uzaklaşabilirken (patla kaplı alanda yaklaşık %90 azalma), set olduktan sonra mekanik ya da ultrasonik etki gerektirir (Devroey ve ark., 2020; Şahin Mantı ve Kedici Alp, 2025). Bu nedenle biyoseramik patlarda temizleme zamanlaması kritik önem taşır ve işlem obturasyonun hemen ardından yapılmalıdır.

1.3. Temizleme Yöntemlerinin Kuramsal Temeli

Literatürde değerlendirilen temizleme yöntemleri, etki mekanizmalarına göre altı ana kategoride toplanabilir. Pasif yöntemler (kuru/nemli pamuk peleti ve hava/su spreyi) referans/kontrol yöntem olarak kullanılır ve yalnızca yüzeydeki gevşek artığı uzaklaştırır. Solvent uygulayıcıları (etanol veya aseton emdirilmiş pamuk pelet ya da mikrofırça ve amil asetat) patı kimyasal olarak çözer. Sürfaktan temizleyiciler; 10-MDP tuzu esaslı ve pH değeri yaklaşık 4,5 olan Katana Cleaner örneğinde olduğu gibi, yüzey gerilimini düşürerek patın uzaklaştırılmasını kolaylaştırır (Tian ve ark., 2021). Mekanik/abraziv yöntemler (hava abrazyonu, hava polisajı, frez ve ultrasonik aktivasyon) patı fiziksel olarak uzaklaştırır. Asit koşullandırma (%37 fosforik asit) hem yüzeydeki kalıntıyı çözer hem de adezyon için dentin yüzeyini hazırlar. Kombinasyon yöntemleri (solvent + abraziv, solvent + asit veya çoklu solvent karışımları) klinik pratikte en sık başvurulan yaklaşımı oluşturur.

2. YÖNTEM

Bu derlemede, giriş kavitesine bulaşan kök kanal patının uzaklaştırılmasını konu alan ve 2020–2026 yılları arasında yayımlanan on bir çalışma değerlendirilmiştir. İncelenen çalışmaların biri 70 hasta üzerinde yürütülen randomize klinik çalışma (Altıntaş ve ark., 2026), dokuzu in vitro/ex vivo çalışma, biri ise henüz sonuçlanmamış ve Katana Cleaner'ı 18 ay takiple değerlendirmeyi amaçlayan, devam eden bir randomize klinik çalışma protokolüdür (Azevedo ve ark., 2025). Değerlendirmeye hem epoksi rezin esaslı (AH Plus, Sealer Plus) hem de biyoseramik/trikalsiyum silikat esaslı (BioRoot RCS, T-endo Bioserra) patlar dâhil edilmiştir.

Çalışmalarda temizleme etkinliği dört temel ölçütle değerlendirilmiştir. Patla kaplı alan (PKA); temizlik öncesi ve sonrası standardize görüntülerin piksel analiziyle hesaplanmaktadır. Bağlanma dayanımı; mikrogerilim (μTBS) veya makaslama (SBS) bağlanma testleriyle ölçülmektedir. Yüzey ve kalıntı; taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile morfolojik olarak, EDS/EDX ile elementel analizle incelenmektedir. Marjinal bütünlük ise gümüş nitrat ($AgNO_3$) boya penetrasyonu ve kenar sızdırmazlık testleriyle değerlendirilmektedir. Devam eden çalışma protokolünün (Azevedo ve ark., 2025) sonuçları henüz yayımlanmadığından etkinlik sentezine dâhil edilmemiş, yalnızca mevcut kanıt boşluğunu göstermek amacıyla ele alınmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Temizleme Etkinliği: Patla Kaplı Alanda Azalma

Altıntaş ve ark. (2026) tarafından üst birinci molar dişlerde, AH Plus ve güta-perka ile obturasyon sonrası yürütülen randomize klinik çalışmada yedi farklı temizleme yaklaşımı karşılaştırılmıştır. En yüksek pat uzaklaştırma değerleri hava abrazyonu (%96,1), yeterli süre uygulanan etanollü mikrofırça (%93,9) ve etanollü pamuk ile birlikte hava polisajı (%92,8) gruplarında elde edilmiş; bu üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Buna karşılık kuru pamuk (%26,4) ve beş saniyelik kısa uygulamalar (%17,7–36,1) belirgin biçimde yetersiz kalmıştır (Tablo 1). Dikkat çekici biçimde, beş saniye uygulanan etanollü pamuğun sağladığı temizlik (%17,7), kuru pamuktan (%26,4) bile daha düşük bulunmuştur. Bu bulgular, temizleme başarısında kullanılan yöntemden çok, uygulama süresinin yeterliliğinin ve temizliğin kök dolgusuna kadar fiziksel olarak ulaştırılmasının belirleyici olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Farklı temizleme yöntemlerinin patla kaplı alanda sağladığı azalma (Altıntaş ve ark., 2026).

Temizleme yöntemi	PKA azalması (%)
Etanollü pamuk (5 sn)	17,7
Kuru pamuk peleti	26,4
Etanollü mikrofırça (5 sn)	36,1
Etanollü pamuk + hava polisajı	92,8
Etanollü mikrofırça (yeterli süre)	93,9
Hava abrazyonu	96,1

3.2. Bağlanma Dayanımı

Görsel olarak yeterli görünen bir temizlik her zaman bağlanma dayanımının kontrol düzeyine dönmesini sağlamaz. Tonga ve ark. (2025), pat ile kontamine dentinde kompozit rezinin mikrogerilim bağlanma dayanımını farklı temizleme yöntemleriyle karşılaştırmış; temiz dentinde 41,1 MPa olan değerin kuru pamuk sonrası epoksi rezin patta (AH Plus) 28,9 MPa'ya, biyoseramik patta (Bioserra) 24,4 MPa'ya düştüğünü, %75 etanolün ise her iki patta da bağlanmayı kontrol düzeyine geri getiremediğini bildirmiştir. En yüksek değerler %37,5 fosforik asit (sırasıyla 48,2 ve 50,6 MPa) ve Katana Cleaner (AH Plus'ta 40,0 MPa) gruplarında elde edilmiştir (Tablo 2). Biyoseramik patların genel olarak epoksi rezine göre daha düşük μTBS değeri verdiği; bu farkın özellikle kuru pamuk ve Katana Cleaner gruplarında anlamlı olduğu görülmüştür.

Bu bulgular destekleyici çalışmalarla uyumludur. Tian ve ark. (2021), Katana Cleaner ve etanol uygulamasının kendinden asitli adezivde bağlanmayı kontrol düzeyine geri kazandırdığını; Zang ve ark. (2022) ise ultrasonik aktivasyonun en yüksek bağlanma değerini (39,4 MPa) sağladığını göstermiştir. Biyoseramik patlarda Şahin Mantı ve Kedici Alp (2025), kuru pamuğun makaslama bağlanma dayanımını 34,2 MPa'dan 13,0 MPa'ya düşürdüğünü, 15–30 saniyelik ultrasonik aktivasyonun ise dayanımı kontrol düzeyine getirdiğini bildirmiştir. Tüm gruplarda yaşlandırma işleminin bağlanma dayanımını azalttığı gözlenmiştir.

Tablo 2. Temiz dentin ve farklı temizleme yöntemleri sonrası mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri; MPa (Tonga ve ark., 2025).

Temizleme yöntemi	AH Plus (μTBS)	Bioserra (μTBS)
Kontrol (temiz dentin)	41,1	41,1
Kuru pamuk peleti	28,9	24,4
%75 etanol	29,7	28,8
Katana Cleaner	40,0	35,5
%37,5 fosforik asit	48,2	50,6

3.3. Temizliğin Dentin Mikroyapısına Etkisi

Zaniboni ve ark. (2022), epoksi rezin esaslı pat (Sealer Plus) ile kontamine sığır dişi pulpa odası dentininde dokuz farklı solvent protokolünü SEM ve Knoop mikrosertlik ölçümüyle karşılaştırmıştır. Amil asetat apolar yapısı nedeniyle epoksi rezini etkin biçimde çözmüş ve kalıntı skorunu en düşük düzeye (medyan 1,0; 0–4 skalası) indirmiştir. Ancak tek başına kullanıldığında intertübüler dentinde erozyona yol açarak mikrosertliği %22,5 oranında düşürmüştür. Buna karşılık amil asetat, aseton ve etanolden oluşan üçlü kombinasyon (AA+AC+ET) hem kalıntıyı en düşük düzeye (1,0) indirmiş hem de mikrosertlik kaybını %11,1 ile sınırlı tutmuş; açık dentin tübülü oranını temiz dentine (%88,1) neredeyse eşit düzeye (%89,9) getirmiş ve Ca/P oranını bozmamıştır (Tablo 3).

Önemli bir bulgu, kuru pamuk grubunda mikrosertlik kaybının neredeyse sıfır olmasıdır; ancak bu, dentinin korunduğu anlamına gelmez. Dentin hâlâ pat ile örtülü olduğundan yapılan ölçüm aslında dentini değil pat tabakasını ölçmektedir. Dolayısıyla düşük mikroyapısal hasar, iyi bir temizliğin göstergesi değildir; temizlik etkinliği ile dentin korunumu birlikte değerlendirilmelidir.

Tablo 3. Farklı solvent protokollerinin açık dentin tübülü oranı ve mikrosertlik kaybına etkisi (Zaniboni ve ark., 2022).

Protokol	Açık dentin tübülü (%)	Mikrosertlik kaybı (%)
Kuru pamuk	2,1	0,17
Etanol (ET)	26,7	11,4
Aseton (AC)	35,9	18,5
Amil asetat (AA)	78,5	22,5
AA + AC	59,4	27,3
AA + ET	39,4	17,2
AC + ET	35,6	22,3
AA + AC + ET	89,9	11,1
Temiz dentin	88,1	0,15

3.4. Epoksi Rezin ve Biyoseramik Patların Karşılaştırılması

İncelenen çalışmaların en pratik çıktısı, iki pat sınıfının kimyasal olarak zıt özellikler taşıması ve bu nedenle aynı temizleme protokolünün her ikisinde eşit derecede etkili olmamasıdır.

Epoksi rezin patlarda çözücü seçimi belirleyicidir ve amil asetat en etkili çözücüdür; biyoseramik patlarda ise çözücü uygulamasının anlamı yoktur, sertleşmeden önce hava/su spreyiyle bile kolay uzaklaşan bu patlar set olduktan sonra ultrasonik aktivasyon ya da asit koşullandırma gerektirir. Her iki pat türünde de en yüksek bağlanma dayanımı fosforik asit ile elde edilmekle birlikte, biyoseramik patlarda yaşlandırma sonrası anlamlı düşüş gözlenmesi, uzun dönem verisinin henüz yeterli olmadığını göstermektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Epoksi rezin ve biyoseramik esaslı patların temizleme davranışı açısından karşılaştırılması.

Özellik	Epoksi rezin (AH Plus / Sealer Plus)	Biyoseramik (BioRoot RCS / T-endo Bioserra)
Kimya ve polarite	Bisfenol A/B rezin — apolar	Trikalsiyum silikat — hidrofilik, nemle sertleşir
Solvent yanıtı	Apolar solvent gerekli: amil asetat > aseton > etanol	Solventle çözünmez; etanol/aseton etkisiz
Hava/su spreyi ile uzaklaşma	Neredeyse etkisiz (%4,9–8,3 azalma)	Kolay uzaklaşır (yaklaşık %90 azalma)
Kuru pamuk sonrası bağlanma	µTBS 28,9 MPa (kontrol 41,1)	µTBS 24,4 MPa; SBS 13,0 MPa
En yüksek bağlanma	%37 fosforik asit → 48,2 MPa; Katana → 40,0 MPa	%37,5 fosforik asit → 50,6 MPa; ultrasonik 15–30 sn
Klinik anahtar mesaj	Üçlü solvent kombinasyonu (AA+AC+ET) en etkili ve en güvenli	Sertleşmeden erken temizleyin; mekanik/ultrasonik veya asit gerekli

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İncelenen çalışmalar bir arada değerlendirildiğinde, giriş kavitesindeki pat artığının tümüyle uzaklaştırılamadığı; en etkili yöntemlerde dahi özellikle dentin kanalcıkları içinde kalıntının sürdüğü görülmektedir. Bir başka kritik nokta, görsel temizlik ile klinik sonucun her zaman paralel gitmemesidir. Peters ve ark. (2020) ile Scholz ve ark. (2022), yeterli solvent temizliği ve asitleme yapıldıktan sonra uygulanan ek abraziv işlemin bağlanma dayanımını veya marjinal bütünlüğü daha fazla artırmadığını bildirmiştir. Bu bulgu, temizlik protokolünün gereğinden fazla agresifleştirilmesinin ek klinik yarar sağlamayabileceğine işaret etmektedir.

Mevcut kanıtlar ışığında, giriş kavitesi temizliği için üç basamaklı bir klinik protokol önerilebilir. İlk basamakta, etanole doygun mikrofırça ile kök dolgusuna kadar, klinik olarak kabul edilebilir temizliğe ulaşılıncaya dek çalışılmalıdır; epoksi rezin pat söz konusu olduğunda amil asetat, aseton ve etanolden oluşan üçlü kombinasyon hem daha etkili hem de dentin açısından daha güvenlidir. İkinci basamakta temizlik, hava polisajı/abrazyonu (yaklaşık 10 sn) ya da sürfaktan esaslı temizleyici (Katana Cleaner) ile desteklenmeli; biyoseramik patlarda ise 15–30 saniyelik ultrasonik aktivasyon tercih edilmelidir. Üçüncü basamakta ise %37 fosforik asit ile 15 saniye koşullandırma yapılıp 5 saniye yıkanmalı ve ardından adeziv ile kompozit restorasyona geçilmelidir. Fosforik asit adeziv protokolünün zaten bir parçası olduğundan, bu basamak ek maliyet getirmeksizin en yüksek bağlanma değerini sağlar. Buna karşılık kuru/nemli pamuk peleti, yalnızca hava/su spreyi ve beş saniyelik kısa solvent uygulamaları tek başına yetersiz kalmaktadır.

Yöntemler pratik açıdan da farklılık gösterir. Etanollü pamuk/mikrofırça ve fosforik asit hemen her klinikte bulunan, düşük maliyetli seçeneklerdir; ultrasonik ünite de çoğu klinikte zaten mevcuttur. Hava abrazyonu en etkili yöntemlerden biri olmakla birlikte ek cihaz yatırımı, abraziv toz temini ve aerosol yönetimi gerektirir. Ayrıca pensle tutulan pamuk peleti dar ve derin kavitelerde tabana ulaşamadığından, bu durumda mikrofırça kullanımı üstünlük sağlar (Boderé ve ark., 2022). Solvent buharları ve abraziv aerosol için rubber-dam izolasyonu ve etkin aspirasyon zorunludur.

Bu derlemenin dayandığı kanıtların bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İncelenen on bir çalışmanın dokuzu in vitro/ex vivo niteliğindedir; yalnızca bir randomize klinik çalışma mevcut olup uzun dönem takip verisi yoktur. Yöntemler arasında standardizasyon eksiktir; kontaminasyon süreleri ve örnek tipleri (sığır ve insan dişi) çalışmalar arasında değişkenlik göstermektedir. İki boyutlu patla kaplı alan analizi pat tabakasının kalınlığını ölçememekte, SEM ise pat ile dentin arasında her zaman yeterli kontrast sağlayamamaktadır. Ayrıca "klinik olarak kabul edilebilir temizlik" ölçütü operatör bağımlıdır ve beş saniye ile yeterli temizlik arasındaki fark 2,5–5 kata varabilmektedir. İncelenen çalışmaların hiçbirinde maliyet-etkinlik ya da sandalye başı süre analizi yapılmamış olması da önemli bir kanıt boşluğudur.

Gelecek araştırmalarda; restorasyon sağkalımı ve renklenme sonlanımlarını içeren uzun dönem takipli randomize klinik çalışmalara (Azevedo ve ark., 2025), amil asetat kombinasyonunun insan dişinde in vivo doğrulanmasına, biyoseramik patlar için standardize ve kanıta dayalı bir temizleme protokolünün tanımlanmasına, maliyet-etkinlik ve süre analizlerine, iki boyutlu ölçüm yerine mikro-BT veya optik koherens tomografi ile hacimsel kalıntı ölçümüne ve operatör bağımlılığını azaltacak nesnel bir temizlik son noktası tanımına gereksinim vardır.

Sonuç olarak, giriş kavitesi temizliği restorasyon başarısının sıklıkla ihmal edilen ancak belirleyici bir basamağıdır. Pasif yöntemler tek başına yetersiz kalmakta; solvent ile mekanik/abraziv işlemin ya da sürfaktan/asit koşullandırmanın birlikte kullanıldığı kombinasyon yaklaşımları en etkili sonucu vermektedir. Uygulanacak protokolü pat türü belirler: epoksi rezin patlarda çözücü polaritesi, biyoseramik patlarda ise zamanlama ve mekanik/ultrasonik etki öne çıkar. Hedef, patı tümüyle uzaklaştırmak değil; koronal sızdırmazlığı korumak ve renklenmeyi önlemek için pat artığını klinik olarak kabul edilebilir en düşük düzeye indirmektir.

KAYNAKLAR

Altıntaş, E. I., Karadayı, A., Tüter Bayraktar, E., & Korkut, B. (2026). Efficacy of post-endodontic access cavity cleaning techniques: A randomized clinical study. Journal of Endodontics, 52(2), 166–174.

Azevedo, J. V. N., Carvalho, C. N., Leite, H. L. A., Lima, S. N. L., Mendes, W. V., Pinheiro Neto, S. M., ve ark. (2025). Assessing the influence of Katana™ Cleaner on the clinical performance of bulk-fill restorations in endodontically treated teeth: Study protocol for a randomized clinical study. Trials, 26, 148.

Boderé, P. J., Calberson, F., De Bruyne, M., De Moor, R., & Meire, M. (2022). Protocols for cleaning the incisor access cavity contaminated with epoxy resin sealer. European Journal of Oral Sciences, 130(5), e12894.

Devroey, S., Calberson, F., & Meire, M. (2020). The efficacy of different cleaning protocols for the sealer-contaminated access cavity. Clinical Oral Investigations, 24(11), 4101–4107.

Peters, O. A., Teo, M. R. X., Ooi, J. M., Foo, A. S. W., Teoh, Y. Y., & Moule, A. J. (2020). The effect of different sealer removal protocols on the bond strength of AH Plus-contaminated dentine to a bulk-fill composite. Australian Endodontic Journal, 46(1), 5–10.

Scholz, K. J., Sim, W., Bopp, S., Hiller, K. A., Galler, K. M., Buchalla, W., ve ark. (2022). Impact of access cavity cleaning on the seal of postendodontic composite restorations in vitro. International Endodontic Journal, 55(9), 950–963.

Şahin Mantı, A., & Kedici Alp, C. (2025). The effect of different bioceramic root canal sealer removal protocols on the bond strength of composite to coronal dentin in diabetic and non-diabetic patients: An ex vivo study. BMC Oral Health, 25, 170.

Tian, F., Jett, K., Flaugher, R., Arora, S., Bergeron, B., Shen, Y., ve ark. (2021). Effects of dentine surface cleaning on bonding of a self-etch adhesive to root canal sealer-contaminated dentine. Journal of Dentistry, 112, 103766.

Tonga, G., Uçar, F., Döken, T., & Özlü, A. (2025). Effect of surface cleaning methods on bond strength between canal sealer-contaminated dentin and composite resin. BMC Oral Health, 25, 1046.

Zang, H. L., Ai, S. N., & Liang, Y. H. (2022). Microtensile bond strength to sealer-contaminated dentin after different cleaning protocols. Journal of Dental Sciences, 17(1), 122–127.

Zaniboni, J. F., de Souza, V., Escalante-Otárola, W. G., Leandrin, T. P., Fernández Godoy, E., Besegato, J. F., ve ark. (2022). Cleaning and microstructural effects of amyl acetate on pulp chamber dentin impregnated with epoxy resin-based endodontic sealer. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 34(8), 1282–1289.

SERBEST DİŞ ETİ GREFTİ: OLGU SUNUMU

Uzm. Dt. Özge YÜKSEKKAYA1/ Arş. Gör. İrfan YÜKSEKKAYA2

1Şehitkamil Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezi, Periodontoloji, dt.ozgeozdemir@hotmail.com

0000-0001-7542-7736

2 Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti, irfanykaya_1991@hotmail.com

0000-0001-6277-1992

ÖZET

Bu olgu sunumunda, mandibuler anterior bölgede yüksek frenulum ataçmanı ve oral hijyen eksikliğine bağlı olarak meydana gelen Miller Sınıf I marjinal diş eti çekilmesinin, serbest diş eti grefti (SDG) cerrahisi yöntemi kullanılarak başarılı bir şekilde tedavi edilmesi ve doku hacminin artırılması amaçlanmıştır. Sistemik olarak sağlıklı olduğu belirlenen 25 yaşındaki hastanın yapılan klinik ve radyolojik muayeneleri neticesinde; 31 ve 41 numaralı alt kesici dişler bölgesinde sığ vestibül derinliği, yetersiz keratinize diş eti genişliği ve hatalı frenulum bağlantısı tespit edilmiştir. Hastaya uygulanan Faz I periodontal tedavi ve detaylı ağız hijyeni eğitiminin ardından klinik indekslerin optimize edilmesiyle cerrahi aşamaya geçilmiştir. Lokal anestezi altında, alıcı yatak keskin diseksiyon tekniği kullanılarak hazırlanmış ve lokal kas ataçmanlarının yarattığı traksiyon tamamen elimine edilmiştir. Donör saha olarak tercih edilen palatal mukozadan yaklaşık 1.5 mm kalınlığında serbest diş eti grefti elde edilmiş, kanama kontrolü sonrasında donör bölge sütüre edilmiştir. Temin edilen doku grefti, alıcı yatağa ölü boşluk kalmayacak ve tam olarak hareketsiz kalacak şekilde basit ve horizontal matris dikişlerle adapte edilmiştir. Postoperatif dönemde hastaya sistemik antibiyotik, analjezik ve klorheksidin gargara reçete edilmiş; dikişler cerrahiyi takip eden ikinci haftada güvenle alınmıştır. Takip muayenelerinde hastada herhangi bir erken dönem komplikasyona rastlanmamış; patolojik frenulum etkisinin ortadan kaldırıldığı, yapışık diş eti bandının belirgin ölçüde genişletildiği ve stabil bir kök yüzeyi örtümü ile optimal periodontal doku sağlığının kalıcı olarak kazanıldığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diş eti çekilmesi, frenulum, mukogingival cerrahi, serbest diş eti grefti

GİRİŞ

Diş eti çekilmesi, marjinal dokuların apikal yönde hareket ederek kök yüzeyini açıkta bırakması durumu olarak ifade edilmektedir. Söz konusu anatomik yer değişimi, hastalarda estetik kaygılara ve kök hassasiyetine yol açabilmekte, aynı zamanda ilgili bölgede etkin plak eliminasyonunu güçleştirmektedir (A. A. o. Periodontology, 1992; Smith, 1997).

Literatürde marjinal doku kayıplarının, yetersiz ağız bakımı uygulayan popülasyonların yanı sıra optimal oral hijyen standartlarına sahip bireylerde de yüksek prevalansa sahip olduğu bildirilmektedir (Serino, Wennström, Lindhe, & Eneroth, 1994; Susin, Haas, Oppermann, Haugejorden, & Albandar, 2004). Ağız hijyeni başarılı olan kişilerde bu klinik tablo genellikle dişlerin vestibül yüzeylerinde lokalize olurken, hijyen alışkanlıkları zayıf olan bireylerde ise diş eti çekilmesi tüm diş yüzeylerini kapsayacak şekilde yaygınlık gösterebilmektedir (Löe, Anerud, Boysen, & Smith, 1978; Serino et al., 1994).

Etiyolojik faktörler incelendiğinde; hatalı ve agresif diş fırçalama gibi travmatik ağız bakımı alışkanlıkları, dental ark üzerindeki malpozisyonlar, yüksek frenulum ve kas ataçmanları, uygun olmayan restoratif veya periodontal tedavi yaklaşımları ile mikrobiyal dental plak ve dental kalkulus birikimi marjinal doku çekilmesiyle doğrudan ilişkili bulunmuştur (Lang & Lindhe, 2015). Özellikle yüksek yerleşimli frenulum ataçmanları ile keratinize diş eti bandının yetersizliği, çekilmelerin meydana gelmesine zemin hazırlayan kritik anatomik unsurlardır. Frenulumun marjinal diş eti sınırına yakın konumlanması, fonksiyonel hareketler sırasında diş etinin diş yüzeyinden uzaklaşmasına yol açmakta ve bu durum lokal plak kontrolünü zorlaştırmaktadır (Ochsenbein & Maynard, 1974; Stoner & Mazdyasna, 1980).

Literatürde mukogingival cerrahi kavramı ilk olarak Friedman (1957) tarafından; mevcut diş eti dokusunun muhafaza edilmesi, patolojik frenulum ile kas ataçmanlarının eksize edilmesi ve sığ vestibül derinliğinin artırılmasına yönelik operasyonlar şeklinde formüle edilmiştir. Günümüzde ise bu terminoloji, diş eti ve alveoler mukoza dokularını kapsayan tüm cerrahi müdahaleleri tanımlamak adına ortak bir çatı grubu olarak tercih edilmektedir (Lang & Lindhe, 2015).

Bu prosedürler arasında yer alan ve ilk kez 1963 yılında Björn tarafından tıp dünyasına kazandırılan serbest diş eti greftleri (SDG); keratinize doku genişliğinin artırılmasında, kas ve frenulum bütünlüğünün yarattığı traksiyonların elimine edilmesinde, açıkta kalan kök yüzeylerinin örtülmesinde ve vestibül sulkus derinliğinin artırılmasında güncelliğini koruyan ve klinikte yaygın olarak başvurulan mukogingival cerrahi yöntemlerin başında gelmektedir (Sullivan & Atkins, 1968).

Mukogingival cerrahi endikasyonunun belirlenmesinde; hastanın mevcut estetik beklentileri ve dentin hassasiyeti şikayetleri, ilgili bölgenin plak birikimine yatkınlığı, kök yüzeyindeki sert doku defektleri ile marjinal doku çekilmesinin progresyon (ilerleme) riski titizlikle değerlendirilmelidir. Bunların yanı sıra, sert doku kayıplarının eşlik ettiği olgularda, periodontal fenotipin (diş eti kalınlığının) yetersiz olduğu durumlarda ya da çekilmenin plak eliminasyonunu engelleyerek inflamatuar periodontal hastalıkların gelişimini tetiklediği tablolarda kök yüzeyi örtüm prosedürlerine gereksinim duyulabilmektedir (Sheilesh & Van Dyke, 2005).

Serbest diş eti greftleri (SDG); yapışık diş eti bandını genişletmedeki yüksek öngörülebilirliği, çoklu diş eksenlerinde eş zamanlı uygulanabilirliği, teknik olarak operasyon kolaylığı sunması, patolojik frenulum traksiyonlarını ortadan kaldırması ve kök yüzeyi kapatma yeteneği gibi önemli avantajlara sahiptir (Coslet, Rosenberg, & Tisot, 1980). Bu klinik faydalarının aksine; operasyon süresinin uzaması, donör sahada ikincil bir yara alanının açılması, doku morbiditesi riski ve hastanın postoperatif dönemde hissettiği ağrı gibi dezavantajlar, bu cerrahi yaklaşımın hasta tarafından tolerasyonunu güçleştirebilmektedir (Griffin, Cheung, Zavras, & Damoulis, 2006). Donör saha alternatifleri arasında palatal mukoza, sunduğu anatomik konfor ve istenilen kalınlıkta doku elde edilmesine olanak tanıması sebebiyle serbest diş eti greftlerinin temininde en ideal bölge olarak kabul edilmektedir (Keceli, Aylikci, Koseoglu, & Dolgun, 2015).

Bu olgu sunumunda, mandibula anterior bölgede yüksek frenulum etkisine bağlı diş eti çekilmesi olan bölgede serbest diş eti grefti kullanılarak diş eti genişliğinin artırılması ve çekilmenin tedavisi sunulmaktadır.

OLGU SUNUMU

Şehitkamil Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi'ne marjinal doku kaybı yakınmasıyla müracaat eden 25 yaşındaki erkek hastanın anamnezinde herhangi bir sistemik patolojiye rastlanmamış, tütün kullanımı olmadığı ve oral hijyen alışkanlıklarının düzensiz olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen klinik ve radyografik değerlendirmeler sonucunda; hastada periodontitis tablosunun varlığı, 31 ve 41 numaralı dişlerde patolojik frenulum bağlantısı ile yetersiz plak eliminasyonuna bağlı Miller Sınıf I diş eti çekilmesi tespit edilmiştir. Ayrıca vestibül sulkus derinliğinin sığ olması sebebiyle hastanın etkin bir ağız bakımı uygulayamadığı saptanmıştır. Hastanın tedavi sürecine Faz I periodontal tedavi ile başlanmıştır. Bu kapsamda detertraj ve kök yüzeyi düzleştirmesi işlemleri uygulanarak hastaya detaylı ağız hijyeni eğitimi verilmiştir. İdeal bir oral hijyen standardı yakalanıp, gingival indeks ile plak indeksi değerleri kabul edilebilir seviyelere ulaştırıldıktan sonra, mevcut doku çekilmesini tedavi etmek amacıyla serbest diş eti grefti uygulaması içeren mukogingival cerrahi prosedürün yapılmasına karar verilmiştir (Resim 1).

Resim 1. Faz I tedavi öncesi görünüm

Alıcı Yatağın Hazırlanması

Cerrahi işleme lokal anestezi uygulamasını takiben alıcı yatağın hazırlanmasıyla başlandı. Açığa çıkmış kök yüzeyleri gracey küretler yardımıyla titizlikle düzleştirildi. 31 ve 41 numaralı dişlerin olduğu bölgede sulküler insizyon uygulandı. Sement-mine sınırı referans alınarak 41 numaralı dişin distal yönünden horizontal bir kesi hattı oluşturuldu; bu sırada 42 numaralı dişin fizyolojik doku sınırlarının zarar görmemesine özen gösterildi. Benzer şekilde, 31 numaralı dişin distalinde de sement-mine sınırı izlenerek horizontal kesi simetrik olacak biçimde tamamlandı. Yapılan horizontal insizyonları desteklemek amacıyla, taban kısımları geniş bırakılacak şekilde iki adet dikey insizyon hatlara dahil edildi. 15C numaralı bistüri ucu kullanılarak gerçekleştirilen keskin diseksiyon yöntemiyle sahada yer alan kas bağlantıları tamamen serbestleştirildi. Alıcı sahada bütünüyle stabil ve gereken ölçülere sahip bir periost yatağı elde edildi. İlerleyen süreçte bölgeye yerleştirilecek serbest diş eti greftinin postoperatif dönemdeki büzülme payı da hesaplanarak, alıcı yatağın sınırları planlanandan bir miktar daha geniş tutuldu (Resim 2) .

Resim 2. Alıcı yatağın hazırlanmış hali

Donör Sahanın Hazırlanması

Serbest dişeti grefti prosedüründe alıcı yatak alüminyum şablonla belirlenerek palatal bölgeden 1.5 mm kalınlığında greft alındı ve kanama kontrolü sonrası bölge 3/0 ipek sütür ile kapatıldı. Greft, mine-sement sınırına dikkat edilerek ölü boşluk kalmayacak şekilde yerleştirildi ve 5/0 rezorbe olmayan poliamid ile 3/0 ipek sütürler kullanılarak periosttan geçecek şekilde stabilize edildi (Resim3).

Resim 3. Greftin alıcı yatağa süture edilmesinden sonraki görünümü

Operasyon sonrasında hastaya, cerrahi sahayı mekanik travmalardan koruması ve 14 gün boyunca ilgili bölgeyi fırçalamaktan kaçınması yönünde bilgi verildi. Postoperatif dönem için 7 günlük antibiyotik, analjezik ve antienflamatuar ilaç protokolü uygulandı (Amoksisilin/Klavulanik asit 625 mg film tablet ve Etodolak 400 mg tablet). Ağız hijyeninin devamlılığını sağlamak amacıyla, 2 hafta süreyle günde iki kez uygulanmak üzere %0.12'lik klorheksidin glukonat gargara reçetesi düzenlendi. İyileşme takibinde, postoperatif birinci haftada donör (palatinal) alandaki dikişler, ikinci haftada ise alıcı bölgedeki süturlar başarılı bir şekilde uzaklaştırıldı.

Cerrahi müdahale sonrasındaki erken iyileşme periyodunda herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmadı. Düzenli takip kontrollerinde, hastanın yapışık keratinize diş eti kuşağının belirgin derecede genişlediği, mevcut diş eti çekilmesinin başarıyla örtüldüğü ve patolojik frenulum traksiyonlarının tamamen elimine edildiği saptandı (Resim 4).

Resim 4. Operasyondan 2 ay sonra ağız içi görünüm

TARTIŞMA

Marjinal yumuşak doku sınırının mine-sement sınırına kıyasla apikal yönde konumlanması şeklinde tanımlanan diş eti çekilmesi, toplum genelinde yüksek prevalans gösteren yaygın bir klinik tablodur (A. Periodontology, 1996). Stoner ve çalışma arkadaşlarının, diş eti çekilmeleri ile lokal etiyolojik unsurlar arasındaki korelasyonu değerlendirdikleri araştırmada, en güçlü bağın doku çekilmesi ile keratinize diş eti genişliği arasında olduğu rapor edilmiştir; aynı çalışmada frenulum traksiyonu ise çekilmeyle en yüksek oranda ilişkili ikinci etken olarak tespit edilmiştir (Stoner & Mazdyasna, 1980).

Son yıllarda gerek klinisyenler gerekse araştırmacılar tarafından, hem doğal dişlerin hem de dental implantların çevresindeki yumuşak doku mimarisini optimize etmek amacıyla mukogingival cerrahi yaklaşımlara gösterilen ilgi ivme kazanmıştır (Sağlam & Dağ, 2023). Marjinal diş eti ve alveoler mukoza morfolojisinde meydana gelen defektler, periodontal yıkım süreçlerini hızlandırabileceği gibi uygulanan periodontal tedavilerin uzun dönemli başarı oranlarını da doğrudan olumsuz etkileyebilmektedir (A. A. o. Periodontology, 1992). Literatürdeki mevcut veriler, müdahale edilmeyen diş eti çekilmelerinin, birey tarafından optimal düzeyde ağız bakımı sağlansa dahi progresyon (ilerleme) eğilimi taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda mukogingival cerrahi prosedürler; diş eti ve alveoler mukoza yapısındaki bu anatomik olumsuzlukları elimine ederek, periodontal dokuların sağlığının ve

bütünlüğünün uzun vadede korunabileceği stabil bir ortam oluşturmayı hedeflemektedir (Cairo, 2017).

Yetersiz veya kritik sınırda keratinize dokuya sahip bölgelerde, optimal bir yapışık diş eti genişliği sağlamak adına serbest diş eti grefti (SDG) klinik olarak en efektif ve öngörülebilir yöntem olarak kabul edilmektedir (Tonetti et al., 2014). Bu cerrahi yaklaşım nispeten kısa bir sürede tamamlanabilmekte ve postoperatif dönemde hastada minimum düzeyde travmatik etki yaratmaktadır. Literatürde serbest diş eti grefti uygulamalarıyla elde edilen kök yüzeyi örtüm başarı oranlarının %11 ila %87 arasında varyasyon gösterdiği ve ortalama başarı düzeyinin %63 civarında seyrettiği bildirilmektedir (Wennström, 1996).

Kök yüzeyinde konumlanan marjinal doku sınırının, uzun bağlantı epitelinin koronal yöndeki göç hareketini tanımlayan "creeping attachment" (sürünen ataşman) mekanizması vasıtasıyla zaman içinde kademeli bir klinik iyileşme gösterebileceği bilinmektedir. Bununla birlikte serbest diş eti grefti (SDG) uygulamaları için öne çıkan bir diğer klinik endikasyon sahası da mandibuler anterior grupta (alt çene kesici dişler bölgesinde) keratinize doku hacminin yetersiz olduğu durumlarda kök yüzeylerinin başarılı bir şekilde örtülmesidir ((Sağlam & Dağ, 2023).

Bu doğrultuda sunulan çalışmada; mandibuler kesici dişler lokalizasyonunda mevcut olan keratinize diş eti genişliğini artırmak ve eşlik eden marjinal diş eti çekilmesini tedavi etmek amacıyla serbest diş eti grefti prosedürü tercih edilmiş ve başarıyla uygulanmıştır.

Kök yüzeyi örtüm prosedürlerinin temel endikasyon parametreleri; estetik kaygıların giderilmesi, dentin hassasiyetinin elimine edilmesi ve mevcut defektin progresyon (ilerleme) riskini düşürmek amacıyla keratinize doku hacminin artırılması esasına dayanmaktadır (Cairo, Rotundo, Miller Jr, & Pini Prato, 2009). Bu operasyonlardaki birincil klinik hedef, tam kök örtümünün (complete root coverage) sağlanmasıdır; bu durum, marjinal diş eti sınırının mine-sement sınırının hafifçe koronalinde konumlandığı, sulkus sondlama derinliğinin 2 mm sınırını aşmadığı ve sahada herhangi bir enflamasyon belirtisinin izlenmediği klinik tabloyu tanımlar (Sağlam & Dağ, 2023). Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada, söz konusu başarı kriterleriyle tam uyum gösteren, ideal genişlikte ve sağlıklı bir periodontal doku mimarisi elde edilmiştir.

SONUÇ

Mandibula anterior bölgede uygulanan serbest diş eti grefti operasyonları; yapışık keratinize doku hacminin artırılmasında, patolojik frenulum ataçmanlarının yarattığı mekanik çekimlerin giderilmesinde ve alt kesici dişlerde gözlenen marjinal doku kayıplerinin tedavisinde oldukça başarılı klinik çıktılar sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Cairo, F. (2017). Periodontal plastic surgery of gingival recessions at single and multiple teeth. *Periodontology 2000, 75*(1), 296-316.

Cairo, F., Rotundo, R., Miller Jr, P. D., & Pini Prato, G. P. (2009). Root coverage esthetic score: a system to evaluate the esthetic outcome of the treatment of gingival recession through evaluation of clinical cases. *Journal of periodontology, 80*(4), 705-710.

Coslet, J. G., Rosenberg, E. S., & Tisot, R. (1980). The free autogenous gingival graft. *Dental clinics of north America, 24*(4), 651-682.

Griffin, T. J., Cheung, W. S., Zavras, A. I., & Damoulis, P. D. (2006). Postoperative complications following gingival augmentation procedures. *Journal of periodontology, 77*(12), 2070-2079.

Keceli, H. G., Aylikci, B. U., Koseoglu, S., & Dolgun, A. (2015). Evaluation of palatal donor site haemostasis and wound healing after free gingival graft surgery. *Journal of clinical periodontology, 42*(6), 582-589.

Lang, N. P., & Lindhe, J. (2015). *Clinical periodontology and implant dentistry, 2 Volume Set*: John Wiley & Sons.

Löe, H., Anerud, A., Boysen, H., & Smith, M. (1978). The natural history of periodontal disease in man. *Journal of periodontal research, 13*(6).

Ochsenbein, C., & Maynard, J. (1974). The problem of attached gingiva in children. *ASDC Journal of Dentistry for Children, 41*(4), 263-272.

Periodontology, A. (1996). Consensus report. Mucogingival therapy. *Ann Periodontol, 1*(1), 702-706.

Periodontology, A. A. o. (1992). *Glossary of periodontal terms*: American Academy of Periodontology.

Sağlam, G., & Dağ, A. (2023). SERBEST DİŞETİ GREFTİ: OLGU SUNUMU. *Dicle Dental Journal, 24*(1), 23-27.

Serino, G., Wennström, J. L., Lindhe, J., & Eneroth, L. (1994). The prevalence and distribution of gingival recession in subjects with a high standard of oral hygiene. *Journal of clinical periodontology, 21*(1), 57-63.

Sheilesh, D., & Van Dyke, T. (2005). Point of care. *J Can Dent Assoc, 72*, 307-315.

Smith, R. G. (1997). Gingival recession Reappraisal of an enigmatic condition and a new index for monitoring. *Journal of clinical periodontology, 24*(3), 201-205.

Stoner, J. E., & Mazdyasna, S. (1980). Gingival recession in the lower incisor region of 15-year-old subjects. *Journal of periodontology, 51*(2), 74-76.

Sullivan, H., & Atkins, J. (1968). Free autogenous gingival graft. I. Principles of successful grafting.

Susin, C., Haas, A. N., Oppermann, R. V., Haugejorden, O., & Albandar, J. M. (2004). Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a representative urban Brazilian population. *Journal of periodontology, 75*(10), 1377-1386.

Tonetti, M. S., Jepsen, S., Bouchard, P., Cairo, F., Eickholz, P., Graziani, F., . . . Machtei, E. (2014). Clinical efficacy of periodontal plastic surgery procedures: consensus report of Group 2 of the 10th European Workshop on Periodontology. *Journal of clinical periodontology, 41*, S36-S43.

Wennström, J. L. (1996). Mucogingival therapy. *Annals of periodontology, 1*(1), 671-701.

21. YÜZYILDA EBELİK LİDERLİĞİ: KÜRESEL KANITLAR IŞIĞINDA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE GELECEĞE YÖNELİK STRATEJİLER

Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY 1, Doç. Dr. Özlem KOÇ 2

1 Tarsus Üniversitesi Ebelik Bölümü, sedaguray@tarsus.edu.tr, 0000-0002-3001-5639

2 Tarsus Üniversitesi Ebelik Bölümü, ozlemkoc@tarsus.edu.tr, 0000-0002-6751-1206

Özet

Ebelik liderliği, 21. yüzyılda sağlık sistemlerinde yaşanan demografik, teknolojik ve örgütsel dönüşümler doğrultusunda yalnızca yönetsel bir rol olmaktan çıkarak kadın, yenidoğan ve toplum sağlığını etkileyen stratejik bir yetkinlik alanı hâline gelmiştir. Bu derleme, güncel uluslararası literatür doğrultusunda ebelik liderliğinin kavramsal temellerini, küresel eğilimleri, güçlü ebe liderlerinin temel özelliklerini, karşılaşılan yapısal güçlükleri, dijital dönüşümün liderlik üzerindeki etkilerini, uluslararası liderlik geliştirme programlarından elde edilen deneyimleri ve geleceğe yönelik stratejik önerileri kapsamlı biçimde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Güncel kanıtlar; güçlü ebelik liderliğinin kanıta dayalı karar verme, profesyonel özerklik, disiplinler arası iş birliği, etkili iletişim, etik yaklaşım, değişim yönetimi ve profesyonel savunuculuk gibi yeterliliklerle şekillendiğini göstermektedir. Bununla birlikte sağlık iş gücü yetersizliği, artan iş yükü, toplumsal cinsiyet temelli eşitsizlikler, tükenmişlik, liderlik eğitiminin yetersizliği ve dijital dönüşüme uyum güçlükleri, liderliğin gelişimini sınırlayan başlıca engeller olarak öne çıkmaktadır. Dijital sağlık uygulamaları ve yapay zekâ destekli sistemlerin yaygınlaşması, ebe liderlerinden veri temelli karar verebilme, dijital okuryazarlık, etik liderlik ve teknolojik değişimi yönetme becerileri beklenmesine neden olmaktadır. Uluslararası deneyimler, liderlik yeterliliklerinin yapılandırılmış eğitim programları, mentorluk, profesyonel özerklik ve destekleyici kurumsal kültür ile güçlendirilebildiğini göstermektedir. Sonuç olarak sürdürülebilir ebelik liderliğinin geliştirilmesi için liderlik eğitimlerinin lisans düzeyinden itibaren kariyerin tüm aşamalarına entegre edilmesi, profesyonel özerkliği destekleyen sağlık politikalarının güçlendirilmesi, dijital liderlik yeterliliklerinin geliştirilmesi ve araştırma ile kanıta dayalı uygulama kültürünün yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu yaklaşımlar, ebelik mesleğinin güçlenmesine, kadın merkezli bakımın yaygınlaşmasına ve sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğinin desteklenmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ebelik liderliği; Dijital sağlık; Liderlik geliştirme; Kadın merkezli bakım; Sağlık sistemleri; Profesyonel özerklik.

MIDWIFERY LEADERSHIP IN THE 21ST CENTURY: CONTEMPORARY APPROACHES AND FUTURE STRATEGIES IN THE LIGHT OF GLOBAL EVIDENCE

Res. Assist. Dr. Seda GÜRAY 1, Assoc. Prof. Dr. Özlem KOÇ 2

1 Department of Midwifery, Tarsus University, sedaguray@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3001-5639

2 Department of Midwifery, Tarsus University, ozlemkoc@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6751-1206

Abstract

Midwifery leadership has evolved beyond a managerial role to become a strategic competency that directly influences maternal, newborn, and public health in response to the demographic, technological, and organizational transformations occurring in 21st-century health systems. This review aims to comprehensively evaluate the conceptual foundations of midwifery leadership, global trends, key characteristics of effective midwife leaders, current structural challenges, the impact of digital transformation on leadership, lessons learned from international leadership development programs, and future strategic directions based on the contemporary international literature. Current evidence indicates that effective midwifery leadership is characterized by evidence-based decision-making, professional autonomy, interdisciplinary collaboration, effective communication, ethical practice, change management, and professional advocacy. However, workforce shortages, increasing workloads, gender-related inequalities, burnout, insufficient leadership education, and challenges associated with digital transformation continue to impede leadership development. The widespread adoption of digital health technologies and artificial intelligence-supported systems has increased expectations for midwife leaders to demonstrate competencies in data-driven decision-making, digital literacy, ethical leadership, and the management of technological change. International experiences further demonstrate that leadership competencies can be strengthened through structured educational programs, mentorship, professional autonomy, and supportive organizational cultures. Sustainable development of midwifery leadership therefore requires the integration of leadership education throughout all stages of professional development, beginning at the undergraduate level, alongside policies that promote professional autonomy, strengthen digital leadership competencies, and foster research and evidence-based practice. These strategies are expected to strengthen the midwifery profession, promote woman-centered care, and contribute to the sustainability and resilience of health systems.

Keywords: Midwifery leadership; Digital health; Leadership development; Woman-centered care; Health systems; Professional autonomy.

1. GİRİŞ

Son yirmi yılda sağlık sistemleri; demografik değişimler, kronik hastalık yükündeki artış, dijital sağlık teknolojilerinin hızla yaygınlaşması, küresel salgınlar ve sağlık iş gücü yetersizliği gibi çok boyutlu dönüşümler yaşamaktadır (Lewis, 2025). Bu gelişmeler yalnızca sağlık hizmetlerinin sunum biçimini değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda sağlık profesyonellerinin rollerini ve liderlik anlayışını da yeniden şekillendirmiştir. Günümüzde güçlü liderlik, özellikle anne ve yenidoğan sağlığı alanında bakımın güvenliğini, kalitesini ve sürdürülebilirliğini destekleyen temel unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir (Bogren et al., 2025; Lewis, 2025).

Ebeler, gebelik öncesi dönemden başlayarak gebelik, doğum, doğum sonu dönem ve yenidoğan bakımına kadar uzanan süreçte kadınlara sürekli, bütüncül ve kadın merkezli bakım sunan temel sağlık profesyonelleridir. Güçlü ebelik hizmetlerinin anne ve yenidoğan ölümlerinin önemli bir bölümünü önleyebileceği, sağlık sistemlerinin etkinliğini artırabileceği ve evrensel sağlık hizmetlerine ulaşılmasına önemli katkılar sağlayabileceği Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA) tarafından vurgulanmaktadır (WHO & UNFPA, 2021). Bununla birlikte, bu potansiyelin yalnızca ebe sayısının artırılmasıyla gerçekleşmeyeceği; profesyonel özerklik, etkili liderlik, güçlü yönetişim mekanizmaları ve kanıta dayalı karar verme süreçleriyle desteklenmesi gerektiği bildirilmektedir (Pezaro et al., 2024; Bogren et al., 2025).

Bu çerçevede ebelik liderliği, klinik ekiplerin yönetimiyle sınırlı geleneksel anlayışın ötesine geçerek sağlık sistemlerinin gelişimini etkileyen stratejik bir kavram hâline gelmiştir. Güncel kanıtlar, ebe liderlerinin sağlık politikalarının geliştirilmesi, disiplinler arası iş birliğinin güçlendirilmesi, araştırma kültürünün desteklenmesi, eğitim faaliyetlerinin yönlendirilmesi ve mesleğin görünürlüğünün artırılmasında aktif rol üstlendiklerini göstermektedir (Hewitt et al., 2021; Pezaro et al., 2024). Ayrıca güçlü liderliğin ebe liderliğinde bakım modellerinin sürdürülebilirliğini desteklediği, bakım kalitesini iyileştirdiği, çalışan bağlılığını artırdığı ve anne ile yenidoğan sonuçlarını olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Hewitt et al., 2021; Khalaf, 2026).

Bununla birlikte, ebelik liderliğinin gelişimini sınırlandıran yapısal sorunlar küresel ölçekte varlığını sürdürmektedir. Sağlık iş gücü açığı, artan klinik iş yükü, mesleki tükenmişlik, sınırlı profesyonel özerklik ve yönetsel destek eksikliği, ebe liderlerinin karar alma süreçlerinde daha etkin rol üstlenmesini güçleştirmektedir (Lewis, 2025; Pezaro et al., 2024). Kadın ağırlıklı bir meslek olan ebelikte toplumsal cinsiyet temelli eşitsizlikler de liderlik pozisyonlarına erişim ve yönetsel temsili sınırlandıran önemli engeller arasında yer almaktadır (Aluora, 2025). Öte yandan dijital sağlık uygulamaları, büyük veri analitiği ve yapay zekâ destekli klinik karar sistemlerinin yaygınlaşması, ebe liderlerinden beklenen bilgi ve beceri alanlarını önemli ölçüde genişletmektedir (Janes et al., 2025).

Sağlık sistemlerinde yaşanan bu değişim, çağdaş ebelik liderliğinin de yeniden tanımlanmasını gerekli kılmıştır. Günümüzde dönüşümcü, hizmetkâr, şefkat temelli, uyarlanabilir ve dijital liderlik yaklaşımlarının birbirini tamamlayan özellikler taşıdığı kabul edilmektedir (Lewis, 2025; Pezaro et al., 2024). Bu doğrultuda etkili ebe liderlerinden yalnızca güçlü klinik bilgiye sahip olmaları değil; stratejik düşünmeleri, değişimi yönetebilmeleri, kanıta dayalı karar verebilmeleri, disiplinler arası ekipleri koordine edebilmeleri, dijital teknolojileri etkin

kullanabilmeleri ve sağlık politikalarının geliştirilmesine katkı sunmaları beklenmektedir (Aluora, 2025; Janes et al., 2025).

Bu derleme, 21. yüzyılda ebelik liderliğine ilişkin güncel uluslararası kanıtları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirerek liderliğin kavramsal temellerini, sağlık sistemlerindeki dönüşümün liderlik üzerindeki etkilerini, güçlü liderliği tanımlayan temel özellikleri, karşılaşılan yapısal güçlükleri ve geleceğe yönelik stratejik yaklaşımları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca dijital dönüşüm, liderlik geliştirme programları ve küresel sağlık politikaları ekseninde mevcut kanıtlar sentezlenerek ebelik mesleğinin güçlendirilmesine yönelik öneriler sunulmaktadır.

2. EBELİK LİDERLİĞİNİN KAVRAMSAL TEMELLERİ

Liderlik, ortak bir vizyon doğrultusunda bireyleri etkileyerek değişimi yönlendirme, ekipleri motive etme ve belirlenen hedeflere ulaşılmasını sağlama süreci olarak tanımlanmaktadır (Lewis, 2025). Sağlık hizmetlerinde ise liderlik, yalnızca yönetsel sorumlulukların yerine getirilmesini değil; bakım kalitesinin iyileştirilmesini, hasta güvenliğinin güçlendirilmesini, sağlık profesyonellerinin desteklenmesini ve sürekli gelişim kültürünün oluşturulmasını da kapsamaktadır (Hewitt et al., 2021; Lewis, 2025). Bu yönüyle liderlik ve yönetim birbirini tamamlayan ancak farklı işlevlere sahip kavramlardır. Yönetim daha çok planlama, organizasyon ve kaynakların etkin kullanımına odaklanırken, liderlik değişimi yönlendirme, ortak vizyon oluşturma ve bireyleri bu vizyon doğrultusunda harekete geçirme sürecini ifade etmektedir (Hewitt et al., 2021).

Bu kavramsal ayrım, ebelik mesleğinde liderliğin giderek genişleyen rolünü anlamak açısından önem taşımaktadır. Geleneksel olarak klinik yönetimle ilişkilendirilen liderlik anlayışı, günümüzde profesyonel gelişim, sağlık politikalarının şekillendirilmesi, araştırma üretimi, eğitim faaliyetlerinin yönlendirilmesi ve kadın haklarının savunulmasını kapsayan çok boyutlu bir yapıya dönüşmüştür (Pezaro et al., 2024). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA), güçlü ebelik liderliğini sağlık sistemlerinin güçlendirilmesinde temel stratejilerden biri olarak tanımlamakta ve liderliğin yalnızca yönetsel pozisyonlarda bulunan ebelere değil, bakım sunan tüm ebelere ait profesyonel bir sorumluluk olduğunu vurgulamaktadır (WHO & UNFPA, 2021). Benzer şekilde liderliğin bir görev ya da unvandan çok geliştirilebilir bir profesyonel yeterlilik olduğu belirtilmekte ve bu yaklaşımın sürdürülebilir sağlık sistemlerinin oluşturulmasında önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Bogren et al., 2025; Pezaro et al., 2024).

Bu dönüşüm, ebelik liderliğinin sağlık hizmetleri içerisindeki işlevini de yeniden şekillendirmiştir. Günümüzde liderlik; kadın merkezli bakımın yaygınlaştırılması, bakım sürekliliğinin sağlanması, disiplinler arası iş birliğinin geliştirilmesi ve kanıta dayalı uygulamaların klinik hizmetlere entegrasyonunda belirleyici bir rol üstlenmektedir (Hewitt et al., 2021). Ebe liderliğinde bakım modellerinin yaygın olarak uygulandığı sağlık sistemlerinde bakım kalitesinin arttığı, hizmet sürekliliğinin güçlendiği, gereksiz obstetrik girişimlerin azaldığı, kadın memnuniyetinin yükseldiği ve sağlık çalışanlarının mesleki bağlılığının desteklendiği bildirilmektedir (Hewitt et al., 2021; Khalaf, 2026). Bu bulgular, liderliğin yalnızca kurumsal performansı değil, anne ve yenidoğan sağlığına ilişkin klinik sonuçları da etkileyen temel belirleyicilerden biri olduğunu göstermektedir.

Ebelik liderliğini açıklamak amacıyla farklı kuramsal yaklaşımlar geliştirilmiştir. Dönüşümcü liderlik, hizmetkâr liderlik, özgün (authentic) liderlik, durumsal liderlik, şefkat temelli liderlik ve uyarlanabilir liderlik en sık tartışılan modeller arasında yer almaktadır (Lewis, 2025). Bununla birlikte mevcut kanıtlar, bu modellerden herhangi birinin tek başına etkili liderliği açıklamakta yeterli olmadığını göstermektedir. Güçlü ebe liderlerinin değişen klinik koşullar, sağlık politikaları ve ekip dinamiklerine göre farklı liderlik davranışlarını esnek biçimde kullanabildikleri; bu nedenle çağdaş ebelik liderliğinin bağlama duyarlı ve bütüncül bir yaklaşım olarak değerlendirilmesi gerektiği bildirilmektedir (Pezaro et al., 2024; Lewis, 2025).

Bu kuramlar arasında dönüşümcü liderlik, ebelik alanında en fazla araştırılan yaklaşımlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Dönüşümcü liderler; ortak bir vizyon oluşturabilen, ekip üyelerini motive eden, yenilikçi düşünceyi destekleyen ve bireysel gelişimi teşvik eden profesyoneller olarak tanımlanmaktadır (Aluora, 2025). Bu liderlik anlayışının sağlık hizmetlerinde değişim yönetimini kolaylaştırdığı, çalışan memnuniyetini artırdığı ve bakım kalitesinin geliştirilmesine katkı sağladığı bildirilmektedir (Aluora, 2025). Ayrıca profesyonel özerkliği desteklediği, araştırma kullanımını teşvik ettiği ve ekip üyelerinin karar verme süreçlerine katılımını güçlendirdiği de gösterilmiştir (Bogren et al., 2025).

Ancak güncel literatür, etkili ebelik liderliğinin yalnızca dönüşümcü liderlik yaklaşımıyla açıklanamayacağını ortaya koymaktadır. Artan iş yükü, sağlık çalışanı yetersizliği ve mesleki tükenmişlik gibi güncel sorunlar, şefkat temelli ve ilişkisel liderlik yaklaşımlarının önemini artırmıştır (Lewis, 2025). Psikolojik güvenliğin sağlandığı çalışma ortamlarında çalışan bağlılığının güçlendiği, ekip içi iletişimin geliştiği ve yenilikçi uygulamaların daha kolay benimsendiği bildirilmektedir (Lewis, 2025). Bu nedenle günümüz ebe liderlerinden yalnızca hizmet sunumunu yönetmeleri değil; meslektaşlarını güçlendirmeleri, öğrenmeyi desteklemeleri, etik ilkelere bağlı kalmaları ve güven kültürü oluşturabilmeleri beklenmektedir (Pezaro et al., 2024).

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, ebelik liderliğinin klinik uzmanlıkla sınırlı olmadığı açıkça görülmektedir. Günümüz ebe liderleri; profesyonel savunuculuk, sağlık politikalarının geliştirilmesi, araştırma üretimi, eğitim faaliyetlerinin desteklenmesi ve dijital dönüşüm süreçlerinin yönetilmesi gibi birbirini tamamlayan sorumluluk alanlarında aktif rol üstlenmektedir (Bogren et al., 2025; Janes et al., 2025). Liderliğin geliştirilebilir bir profesyonel yeterlilik olarak ele alınması, yalnızca mesleğin güçlenmesine değil, aynı zamanda kadın, yenidoğan ve toplum sağlığını destekleyen sürdürülebilir sağlık sistemlerinin oluşturulmasına da katkı sağlamaktadır (WHO, 2021; Pezaro et al., 2024).

3. 21. YÜZYILDA EBELİK LİDERLİĞİNİ ŞEKİLLENDİREN KÜRESEL EĞİLİMLER

Yirmi birinci yüzyılda sağlık sistemleri, yalnızca hastalıkların tedavisine odaklanan geleneksel yaklaşımlardan uzaklaşarak kaliteli, güvenli, erişilebilir ve sürdürülebilir bakım modellerine yönelmektedir. Yaşlanan nüfus, kronik hastalık yükündeki artış, sağlık çalışanı yetersizliği, ekonomik kısıtlılıklar, iklim değişikliği, kitlesel göçler ve COVID-19 pandemisi gibi küresel gelişmeler, sağlık hizmetlerinin yeniden yapılandırılmasını zorunlu hâle getirmiştir (WHO, 2021a; Lewis, 2025). Bu dönüşüm sürecinde güçlü sağlık iş gücü kadar etkili liderlik de sağlık sistemlerinin dayanıklılığını belirleyen temel unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir (Bogren et al., 2025). Özellikle kadın ve yenidoğan sağlığı alanında çalışan ebelerin yalnızca

klinik bakım sunucuları değil, aynı zamanda değişimi yöneten, politika geliştiren ve sağlık sistemlerini güçlendiren profesyoneller olarak konumlandırılması gerektiği giderek daha fazla vurgulanmaktadır (Lewis, 2025; Bogren et al., 2025).

Uluslararası sağlık politikalarında öne çıkan en önemli eğilimlerden biri, ebe liderliğinde bakım modellerinin yaygınlaştırılmasıdır. Gebelikten doğum sonu döneme kadar bakım sürekliliğini esas alan bu modellerin gereksiz obstetrik girişimleri azalttığı, kadınların doğum deneyimini iyileştirdiği ve anne ile yenidoğan sonuçlarını olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (WHO, 2024; Hewitt et al., 2021). Bu yaklaşım yalnızca klinik uygulamaların yeniden yapılandırılmasını değil, aynı zamanda insan gücü planlaması, bakım organizasyonu ve sağlık politikalarının geliştirilmesi süreçlerinde ebelerin daha etkin liderlik rollerine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (WHO, 2024). Bu doğrultuda ebelik liderliği, bireysel mesleki gelişimin ötesinde sağlık sistemlerinin dönüşümünü destekleyen stratejik bir kapasite olarak değerlendirilmektedir (Khalaf, 2026).

Profesyonel özerkliğin güçlendirilmesi de bu dönüşümün temel bileşenlerinden biridir. Güçlü sağlık sistemlerinin ortak özellikleri arasında ebelerin mesleki yetkinlikleri doğrultusunda bağımsız karar verebilmeleri, bakım süreçlerini yönetebilmeleri ve sağlık politikalarının oluşturulmasına aktif katılım sağlayabilmeleri yer almaktadır (WHO, 2021a; Pezaro et al., 2024). Buna karşın birçok ülkede ebelerin karar alma süreçlerine sınırlı katılması, yönetsel yapılarda yeterince temsil edilmemesi ve liderlik rollerinin çoğunlukla klinik hizmetlerle sınırlandırılması önemli yapısal sorunlar olarak tanımlanmaktadır (Pezaro et al., 2024). Ayrıca kadın ağırlıklı bir meslek olması nedeniyle tarihsel ve toplumsal cinsiyet temelli eşitsizliklerin liderlik pozisyonlarına erişimi sınırlandırdığı ve profesyonel görünürlüğü olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Aluora, 2025).

Küresel eğilimler, liderliğin yalnızca yönetsel pozisyonlarda bulunan profesyonellere özgü bir rol olmadığını da ortaya koymaktadır. Modern sağlık sistemlerinde liderlik, bakım sunulan her düzeyde sergilenen profesyonel bir davranış biçimi olarak kabul edilmektedir (Hewitt et al., 2021). Klinik karar verme süreçlerinde inisiyatif kullanabilen, ekip üyeleri arasında iş birliğini geliştiren, kanıta dayalı uygulamaların yaygınlaşmasına öncülük eden ve kalite iyileştirme çalışmalarını yönlendiren ebeler, görev unvanlarından bağımsız olarak liderlik davranışı sergileyebilmektedir (Pezaro et al., 2024). Bu yaklaşım, liderliğin belirli bir pozisyona bağlı olmaktan çok geliştirilebilir profesyonel bir yeterlilik olduğu anlayışını güçlendirmektedir (Bogren et al., 2025).

Liderlik gelişiminin yapılandırılmış eğitim programlarıyla desteklenmesi de uluslararası düzeyde önem kazanan eğilimlerden biridir. Birçok ülkede uygulanan programlar yalnızca klinik becerilerin geliştirilmesine odaklanmamakta; stratejik planlama, politika geliştirme, savunuculuk, iletişim, müzakere ve değişim yönetimi gibi liderlik yeterliliklerini de kapsamaktadır (Bogren et al., 2025). Hindistan'da yürütülen Midwifery Leadership Programme, bu yaklaşımın dikkat çekici örneklerinden biridir. Program değerlendirmeleri, liderlik eğitimlerinin katılımcıların iletişim becerilerini, ekip çalışmasını ve yerel düzeyde sağlık hizmetlerini geliştirmeye yönelik girişimlerini güçlendirdiğini göstermektedir (Bogren et al., 2025). Bu bulgular, liderliğin doğuştan gelen bir özellikten ziyade eğitim, deneyim ve mentorluk süreçleriyle geliştirilebilen profesyonel bir yeterlilik olduğunu desteklemektedir.

Teknolojik gelişmeler de ebelik liderliğinin kapsamını önemli ölçüde genişletmektedir. Elektronik sağlık kayıtları, yapay zekâ destekli klinik karar sistemleri, büyük veri analitiği, uzaktan sağlık hizmetleri ve dijital eğitim platformlarının yaygınlaşması, ebe liderlerinden yalnızca klinik uzmanlık değil; dijital okuryazarlık, veri yönetimi ve teknolojik değişimi yönlendirebilme becerileri de beklenmesine yol açmıştır (Janes et al., 2025). Bununla birlikte dijital sağlık politikalarının geliştirilmesinde hemşire ve ebelerin yeterince temsil edilmemesi, geliştirilen sistemlerin klinik gereksinimleri tam olarak karşılayamamasına neden olabilmektedir (Janes et al., 2025). Bu nedenle dijital liderlik, geleceğin ebelik liderliği için temel yeterlilik alanlarından biri olarak kabul edilmektedir (Janes et al., 2025; Lewis, 2025).

Bir diğer dikkat çekici değişim ise liderlik anlayışının bireysel başarıdan sistem liderliğine doğru evrilmesidir. Günümüz ebe liderlerinden yalnızca kendi ekiplerini yönetmeleri değil; sağlık hizmetlerinin planlanmasına katkı sunmaları, disiplinler arası iş birliklerini geliştirmeleri, araştırma üretimini desteklemeleri, mesleğin görünürlüğünü artırmaları ve ulusal sağlık politikalarının oluşturulmasına aktif katılım sağlamaları beklenmektedir (Lewis, 2025; Pezaro et al., 2024). Böylece liderlik, klinik bakımın sınırlarını aşarak sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğini güçlendiren stratejik bir kapasiteye dönüşmektedir (Lewis, 2025).

Tüm bu gelişmeler birlikte değerlendirildiğinde, küresel sağlık sistemlerinde yaşanan dönüşüm ebelik liderliğinin kapsamını önemli ölçüde genişletmiştir. Ebe liderliğinde bakım modellerinin yaygınlaştırılması, profesyonel özerkliğin güçlendirilmesi, liderlik eğitimlerinin sistematik olarak desteklenmesi, dijital dönüşüme uyum sağlanması ve ebelerin sağlık politikalarında daha etkin temsil edilmesi, gelecekte ebelik mesleğinin gelişimini belirleyecek temel stratejik öncelikler arasında yer almaktadır (WHO, 2021a; Bogren et al., 2025; Pezaro et al., 2024).

4. GÜÇLÜ EBELİK LİDERLERİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Ebelik liderliğine ilişkin güncel literatür, etkili liderliği yalnızca yönetsel becerilerle açıklamanın yeterli olmadığını göstermektedir. Güçlü ebe liderleri; klinik uzmanlıklarını profesyonel vizyon, etik karar verme, kanıta dayalı uygulama, etkili iletişim, stratejik düşünme ve değişim yönetimi becerileriyle bütünleştirebilen profesyoneller olarak tanımlanmaktadır (Pezaro et al., 2024; Lewis, 2025). Bunun yanında liderlik, bireysel başarıdan çok ekip gelişimini destekleyen, bakım kalitesini iyileştiren ve sağlık sistemlerinde sürdürülebilir değişimi teşvik eden çok yönlü bir yeterlilik alanı olarak değerlendirilmektedir (Hewitt et al., 2021; Aluora, 2025).

Uluslararası literatürde farklı ülkelerden elde edilen bulgular, güçlü ebe liderlerinin sahip olduğu temel özelliklerin büyük ölçüde benzer olduğunu ortaya koymaktadır. Vizyon sahibi olma, mesleğe bağlılık, etik değerlere bağlı hareket etme, kanıta dayalı karar verebilme, etkili iletişim kurabilme, ekip üyelerini destekleme, profesyonel savunuculuk yapabilme, empati, dayanıklılık ve rol model olma, liderliği tanımlayan temel özellikler arasında yer almaktadır (Pezaro et al., 2024). Bu özelliklerin yalnızca yönetsel performansı değil, ekip uyumunu, çalışan memnuniyetini ve bakım kalitesini de olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Lewis, 2025).

Literatür, güçlü ebe liderlerinin değişen sağlık gereksinimlerine uyum sağlayabilen ve belirsizlik ortamında etkili karar verebilen profesyoneller olduğunu göstermektedir. Klinik uygulamalar ile sağlık politikaları arasında köprü kurabilmeleri, farklı disiplinlerle iş birliği

geliştirebilmeleri ve yenilikçi uygulamaların hayata geçirilmesine öncülük edebilmeleri, çağdaş liderliği tanımlayan önemli özellikler arasında kabul edilmektedir (Hewitt et al., 2021; Bogren et al., 2025). Ayrıca araştırma bulgularını klinik uygulamaya aktarabilme ve kanıta dayalı bakım kültürünü destekleme becerileri de etkili liderliği güçlendiren temel unsurlar arasında yer almaktadır (Bogren et al., 2025).

Etkili liderliği öne çıkaran bir diğer özellik ise güçlü iletişim ve kişiler arası ilişki yönetimidir. Açık iletişim kurabilen, ekip üyelerinin görüşlerini önemseyen, çatışmaları yapıcı biçimde yönetebilen ve güvene dayalı çalışma ortamı oluşturabilen liderlerin ekip performansını ve çalışan bağlılığını artırdığı bildirilmektedir (Lewis, 2025). Bunun yanında psikolojik güvenliği destekleyen, çalışanlarını güçlendiren ve sürekli öğrenmeyi teşvik eden liderlik anlayışının yenilikçi uygulamaların benimsenmesini kolaylaştırdığı gösterilmiştir (Aluora, 2025).

Güncel çalışmalar, güçlü ebelik liderliğinin tek bir liderlik kuramıyla açıklanamayacağını da ortaya koymaktadır. Dönüşümcü liderliğin vizyon oluşturma ve değişimi yönetme becerileri, hizmetkâr liderliğin çalışanları güçlendiren yaklaşımı, şefkat temelli liderliğin empati ve destek odaklı yapısı ile özgün liderliğin etik ve güvene dayalı özellikleri, çağdaş ebelik liderliğinin birbirini tamamlayan bileşenleri olarak değerlendirilmektedir (Pezaro et al., 2024; Lewis, 2025). Bu nedenle etkili ebe liderlerinin, değişen klinik koşullar ve sağlık sistemi gereksinimleri doğrultusunda farklı liderlik davranışlarını duruma uygun biçimde kullanabilmeleri beklenmektedir.

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, güçlü ebelik liderliği yalnızca bireysel liderlik özelliklerinden ibaret değildir. Klinik uzmanlık, profesyonel vizyon, etik yaklaşım, iletişim becerileri, araştırma okuryazarlığı, ekip çalışmasını destekleme ve değişimi yönetebilme kapasitesi, etkili liderliği oluşturan birbirini tamamlayan temel yeterlilik alanlarıdır (Pezaro et al., 2024; Bogren et al., 2025; Lewis, 2025). Bu özelliklerin geliştirilmesi, yalnızca liderlerin bireysel başarısını değil, kadın merkezli bakımın güçlendirilmesini ve sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğini de doğrudan desteklemektedir.

4.1. Kanıta Dayalı Karar Verme ve Klinik Liderlik

Çağdaş sağlık hizmetlerinde ebe liderlerinden beklenen temel yeterliliklerden biri, bilimsel kanıtları klinik karar verme süreçlerine etkin biçimde aktarabilmeleridir. Kanıta dayalı karar verme, yalnızca araştırma sonuçlarının izlenmesini değil; bilimsel kanıtların klinik deneyim, kadınların bireysel tercihleri ve yerel sağlık sistemi gereksinimleriyle bütünleştirilmesini de kapsamaktadır (Bogren et al., 2025). Bu yaklaşım, bakım kalitesinin artırılmasına, uygulamalar arasındaki farklılıkların azaltılmasına ve hasta güvenliğinin güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca kanıta dayalı uygulamaları destekleyen liderlerin ekip içerisinde öğrenme kültürünü geliştirdiği, kalite iyileştirme çalışmalarını teşvik ettiği ve yenilikçi uygulamaların klinik ortama daha hızlı aktarılmasını kolaylaştırdığı bildirilmektedir (Bogren et al., 2025; Hewitt et al., 2021).

4.2. Etkili İletişim ve Disiplinler Arası İş Birliği

Anne ve yenidoğan bakımının çok disiplinli yapısı, ebe liderlerinin güçlü iletişim ve koordinasyon becerilerine sahip olmasını zorunlu kılmaktadır. Kadın, aile, ebe, obstetrisyen, neonatolog, hemşire ve diğer sağlık profesyonelleri arasında etkili iletişimin sağlanması güvenli ve kaliteli bakımın temel koşullarından biridir (Lewis, 2025). Güçlü liderler yalnızca bilgi

aktaran kişiler değil; çatışmaları yapıcı biçimde yönetebilen, ortak karar verme süreçlerini destekleyen ve ekip içinde güven ortamı oluşturabilen profesyonellerdir. Açık iletişim kültürünün ekip performansını artırdığı, çalışan memnuniyetini desteklediği, hata bildirimini kolaylaştırdığı ve kalite iyileştirme süreçlerine katkı sağladığı bildirilmektedir (Lewis, 2025; Pezaro et al., 2024).

4.3. Profesyonel Savunuculuk ve Sağlık Politikalarına Katılım

Çağdaş ebelik liderliği, klinik hizmetlerin organizasyonunun ötesinde sağlık politikalarının geliştirilmesini de kapsayan stratejik bir sorumluluk alanıdır. Güçlü ebe liderleri; kadın haklarının korunması, güvenli doğum hizmetlerinin geliştirilmesi, ebe liderliğinde bakım modellerinin yaygınlaştırılması ve mesleğin görünürlüğünün artırılması amacıyla politika geliştirme süreçlerine aktif katkı sunmaktadır (Khalaf, 2026). Profesyonel savunuculuk yalnızca bireysel hasta haklarının korunmasını değil, aynı zamanda ebelik mesleğinin sağlık sistemleri içerisindeki temsil gücünün artırılmasını da kapsamaktadır (Pezaro et al., 2024). Bu yönüyle liderlik, sağlık hizmeti sunmanın yanı sıra sağlık sistemlerinin geleceğini şekillendiren stratejik bir kapasite olarak değerlendirilmektedir (Khalaf, 2026).

4.4. Değişim Yönetimi ve Yenilikçi Yaklaşım

Sağlık sistemlerinde yaşanan hızlı dönüşüm, ebe liderlerinin değişimi yönetebilme becerisini her zamankinden daha önemli hâle getirmiştir. Dijital sağlık uygulamaları, yeni bakım modelleri, kalite standartları ve sağlık politikalarındaki değişimler karşısında liderlerin yenilikleri değerlendirebilmesi ve ekiplerini bu süreçlere hazırlayabilmesi beklenmektedir (Aluora, 2025). Etkili değişim yönetimi; belirsizlikleri yönetebilme, çalışanları karar süreçlerine katabilme ve ortak hedefler doğrultusunda ekip motivasyonunu sürdürebilme becerilerini içermektedir. Bu özelliklerin kurumların değişime uyum kapasitesini artırdığı ve bakım kalitesinin sürdürülebilirliğini desteklediği bildirilmektedir (Aluora, 2025; Lewis, 2025).

4.5. Şefkat Temelli Liderlik ve Psikolojik Güvenlik

Psikolojik güvenlik, günümüzde sağlık yönetimi literatüründe liderlik kalitesini belirleyen temel kavramlardan biri olarak kabul edilmektedir. Yoğun iş yükü, personel eksikliği ve artan klinik karmaşıklık nedeniyle sağlık çalışanlarının kendilerini güvende hissettikleri çalışma ortamlarının oluşturulması giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Lewis, 2025). Güçlü ebe liderleri; empati kurabilen, ekip üyelerini dinleyen, hata yapma korkusu yerine öğrenme kültürünü destekleyen ve meslektaşlarının profesyonel gelişimini teşvik eden kişiler olarak tanımlanmaktadır. Şefkat temelli liderlik anlayışının çalışan bağlılığını artırdığı, tükenmişliği azalttığı ve ekip içerisinde güvene dayalı ilişkilerin gelişmesini desteklediği gösterilmiştir (Lewis, 2025).

4.6. Dijital Yeterlilik ve Geleceğe Uyum

Sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesiyle birlikte liderlik yeterlilikleri de önemli ölçüde değişmektedir. Günümüz ebe liderlerinden yalnızca klinik bilgi değil; dijital sağlık sistemleri, elektronik sağlık kayıtları, veri güvenliği, yapay zekâ destekli karar sistemleri ve dijital eğitim platformları konusunda da yetkinlik beklenmektedir (Janes et al., 2025). Dijital teknolojileri etkin kullanan liderlerin bakım süreçlerinin verimliliğini artırdığı, ekiplerin teknolojiye uyumunu kolaylaştırdığı ve yenilikçi uygulamaların güvenli biçimde benimsenmesini

desteklediği bildirilmektedir (Janes et al., 2025). Bu nedenle dijital liderlik, geleceğin ebelik liderliğinin tamamlayıcı değil, temel yeterlilik alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Janes et al., 2025; Lewis, 2025).

Mevcut literatür birlikte değerlendirildiğinde, güçlü ebelik liderliğinin bireysel karizma veya yönetsel otoriteden çok; bilimsel bilgi, etik değerler, etkili iletişim, profesyonel savunuculuk, değişim yönetimi, dijital yeterlilik ve insan odaklı liderlik anlayışının bütünleşmesiyle şekillendiği görülmektedir (Pezaro et al., 2024; Lewis, 2025). Bu yeterliliklerin geliştirilmesi yalnızca bireysel liderlerin yetişmesini değil, kadın merkezli bakımın güçlendirilmesini, sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğini ve anne ile yenidoğan sağlığına ilişkin sonuçların iyileştirilmesini de desteklemektedir (Bogren et al., 2025; WHO, 2021).

5. GÜNÜMÜZÜN TEMEL GÜÇLÜKLERİ

Ebelik liderliğinin sağlık hizmetlerinin geliştirilmesindeki önemi giderek daha fazla kabul edilmesine rağmen, küresel ölçekte liderlik kapasitesinin istenilen düzeye ulaşmasını engelleyen çok sayıda yapısal ve örgütsel sorun bulunmaktadır. Bu sorunlar yalnızca ebe liderlerinin bireysel gelişimini sınırlandırmamakta; bakım kalitesini, sağlık çalışanlarının mesleki doyumunu ve kadın ile yenidoğan sağlığına ilişkin sonuçları da doğrudan etkilemektedir (Lewis, 2025). Güncel literatür, ebelik liderliğinin önündeki engellerin birbirinden bağımsız olmadığını; sağlık iş gücü, yönetişim, eğitim, toplumsal cinsiyet, dijital dönüşüm ve kurumsal kültür gibi birbirini etkileyen çok boyutlu faktörlerden oluştuğunu göstermektedir (Pezaro et al., 2024; Lewis, 2025).

5.1. Sağlık İş Gücü Yetersizliği ve Artan İş Yükü

Sağlık iş gücü açığı, dünya genelinde ebelik hizmetlerinin sürdürülebilirliğini tehdit eden temel sorunlardan biri olarak kabul edilmektedir (WHO, 2021a). Artan doğum sayıları, yaşlanan sağlık iş gücü, deneyimli ebelerin emekliye ayrılması ve meslekten ayrılmalar, birçok ülkede mevcut ebe sayısının hizmet gereksinimini karşılamasını güçleştirmektedir (Khalaf, 2026). Personel yetersizliği yalnızca klinik bakımın sürekliliğini değil, liderlik faaliyetlerine ayrılabilecek zaman ve kaynakları da azaltmaktadır. Yoğun iş yükü altında çalışan ebe liderleri; stratejik planlama, kalite geliştirme, mentorluk ve ekip eğitimine yeterli zaman ayıramamakta, bu durum ise liderlik rollerinin çoğu zaman günlük operasyonel sorunların yönetimiyle sınırlı kalmasına neden olmaktadır (Lewis, 2025).

5.2. Profesyonel Özerkliğin Sınırlı Olması

Profesyonel özerklik, etkili liderliğin temel koşullarından biri olarak kabul edilmektedir. Ebelerin klinik karar verme süreçlerine katılabilmeleri, bakım modellerini geliştirebilmeleri ve sağlık politikalarının oluşturulmasında söz sahibi olabilmeleri güçlü liderliğin önemli göstergeleri arasında yer almaktadır (Pezaro et al., 2024). Buna karşın birçok ülkede özellikle obstetrisyen merkezli sağlık sistemlerinde ebe liderlerinin yetki alanlarının sınırlı olduğu ve karar alma mekanizmalarında yeterince temsil edilmediği bildirilmektedir (Khalaf, 2026). Profesyonel özerkliğin yüksek olduğu sağlık sistemlerinde kadın memnuniyetinin, ebe iş doyumunun ve bakım kalitesinin daha yüksek olduğu gösterilmiş olup, liderlik gelişiminin yalnızca eğitim programlarıyla değil, mesleki yetki ve sorumlulukların güçlendirilmesiyle de desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Pezaro et al., 2024).

5.3. Toplumsal Cinsiyet Temelli Eşitsizlikler

Ebelik, dünya genelinde büyük ölçüde kadınlardan oluşan bir meslek grubu olmasına rağmen, sağlık yönetimindeki üst düzey karar verici pozisyonlarda kadınların ve ebelerin temsili hâlen sınırlıdır (Aluora, 2025). Bu durum, ebelerin sağlık politikalarının belirlenmesi, kaynak planlaması ve stratejik yönetim süreçlerine etkin katılımını güçleştirebilmektedir. Liderlik pozisyonlarında sınırlı temsil yalnızca bireysel kariyer gelişimini değil, kadın ve yenidoğan sağlığına ilişkin politika önceliklerinin görünürlüğünü de olumsuz etkilemektedir (Pezaro et al., 2024). Bu nedenle uluslararası kuruluşlar, ebelik liderliğinin güçlendirilmesini aynı zamanda toplumsal cinsiyet eşitliğini destekleyen bir strateji olarak değerlendirmektedir (WHO, 2021a).

5.4. Tükenmişlik ve Psikolojik Yük

Sağlık çalışanlarında tükenmişlik sendromunun son yıllarda belirgin biçimde arttığı bildirilmektedir (Lewis, 2025). Özellikle COVID-19 pandemisinin ardından artan iş yükü, personel eksikliği, uzun çalışma saatleri ve sürekli yüksek sorumluluk altında çalışma, ebe liderlerinin psikolojik yükünü daha da artırmıştır. Tükenmişlik yalnızca bireysel iyilik hâlini değil; karar verme süreçlerini, ekip yönetimini, iletişim kalitesini ve liderlik etkinliğini de olumsuz etkilemektedir (Lewis, 2025). Psikolojik güvenliğin bulunmadığı çalışma ortamlarında yenilikçi uygulamaların daha az benimsendiği, çalışanların sorunları dile getirmekten kaçındığı ve kurumsal öğrenmenin zayıfladığı bildirilmektedir. Bu nedenle çalışanların psikolojik iyi oluşunu destekleyen güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması, çağdaş ebe liderlerinin temel sorumluluklarından biri olarak değerlendirilmektedir (Lewis, 2025; Pezaro et al., 2024).

5.5. Liderlik Eğitiminin Yetersizliği

Birçok ülkede ebelik eğitim programları güçlü klinik yeterlilikler kazandırmasına rağmen, liderlik, sağlık politikası, stratejik planlama ve değişim yönetimi gibi alanlara ayrılan süre sınırlı kalmaktadır (Bogren et al., 2025). Benzer şekilde görevde olan ebeler için sunulan sürekli mesleki gelişim programlarında liderlik eğitimlerinin yeterince yaygın olmadığı bildirilmektedir. Buna karşın yapılandırılmış liderlik programlarının iletişim, ekip yönetimi, problem çözme ve karar verme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiği gösterilmiştir (Bogren et al., 2025). Bu bulgular, liderlik gelişiminin mezuniyet sonrasına bırakılmaması; lisans eğitiminden başlayarak kariyerin tüm aşamalarına yayılması gerektiğini göstermektedir.

5.6. Dijital Dönüşüme Uyum Güçlükleri

Sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, liderlerden beklenen yeterlilikleri önemli ölçüde değiştirmiştir (Janes et al., 2025). Ancak dijital teknolojilerin kullanımına yönelik eğitim eksiklikleri, veri güvenliğine ilişkin belirsizlikler ve dijital sağlık politikalarının geliştirilmesinde ebe liderlerinin yeterince temsil edilmemesi önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Dijital dönüşümün yalnızca teknolojik altyapı yatırımlarıyla değil, bu dönüşümü yönetecek liderlerin yetiştirilmesiyle başarılı olabileceği vurgulanmaktadır (Janes et al., 2025). Aksi hâlde teknoloji odaklı çözümlerin klinik gereksinimlerle tam uyum sağlayamaması ve beklenen kalite iyileştirmelerinin sınırlı kalması kaçınılmaz olacaktır.

5.7. Yapısal ve Yönetsel Engeller

Ebelik liderliğinin gelişimini sınırlandıran bir diğer önemli unsur, sağlık kurumlarının örgütsel yapısıdır. Aşırı bürokratik süreçler, katı hiyerarşik karar mekanizmaları, cezalandırıcı kurumsal kültür ve sınırlı kaynaklar, liderlerin yenilikçi uygulamaları hayata geçirmesini güçleştirmektedir (Hewitt et al., 2021). Bunun yanında liderlik ile yöneticiliğin birbirinden tamamen bağımsız kavramlar olarak ele alınması da önemli bir sorun oluşturmaktadır. Günümüz sağlık sistemlerinde ebe liderlerinden yalnızca vizyon geliştirmeleri değil, bu vizyonu etkili yönetim süreçleriyle uygulamaya dönüştürebilmeleri de beklenmektedir (Lewis, 2025). Bu nedenle liderlik ve yönetim becerilerinin birlikte geliştirilmesi, kurumsal dönüşümün sürdürülebilirliği açısından kritik önem taşımaktadır (Hewitt et al., 2021; Lewis, 2025).

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, ebelik liderliğinin önündeki güçlüklerin yalnızca bireysel liderlik becerileriyle açıklanamayacağı görülmektedir. İş gücü planlaması, profesyonel özerklik, liderlik eğitimi, dijital dönüşüm, psikolojik güvenlik ve yönetişim süreçleri birbirini etkileyen yapısal bileşenlerdir ve bunların bütüncül biçimde ele alınması sürdürülebilir liderlik kapasitesinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Bogren et al., 2025; Pezaro et al., 2024). Bu nedenle gelecekteki stratejilerin odağında yalnızca daha fazla lider yetiştirmek değil, liderliğin gelişebileceği destekleyici ve güçlendirici sağlık sistemlerini oluşturmak yer almalıdır.

6. Dijital Dönüşüm ve Geleceğin Ebelik Liderliği

Sağlık hizmetlerinde dijital dönüşüm, son yıllarda bakım süreçlerinin planlanmasından klinik karar vermeye kadar birçok alanda köklü değişikliklere yol açmıştır. Elektronik sağlık kayıtları, büyük veri analitiği, yapay zekâ destekli klinik karar sistemleri, uzaktan sağlık hizmetleri ve mobil sağlık uygulamaları, bakım sunumunun daha güvenli, hızlı ve kişiselleştirilmiş hâle gelmesini sağlamaktadır (Janes et al., 2025). Bu dönüşüm yalnızca yeni teknolojilerin kullanılmasını değil, aynı zamanda sağlık profesyonellerinin liderlik anlayışının da yeniden şekillenmesini gerektirmektedir. Özellikle ebelerin dijital sağlık uygulamalarının geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesinde daha aktif liderlik üstlenmeleri, kadın ve yenidoğan sağlığında teknolojinin güvenli ve etkili kullanımını destekleyen temel gerekliliklerden biri olarak değerlendirilmektedir (Janes et al., 2025; Lewis, 2025).

Dijital sağlık politikalarının birçok ülkede hızla yaygınlaşmasına rağmen, hemşirelik ve ebelik mesleklerinin bu politikaların planlanması ve uygulanmasında yeterince temsil edilmediği bildirilmektedir (Janes et al., 2025). Dijital sistemlerin tasarım süreçlerinde klinik uygulayıcıların deneyimlerinin sınırlı düzeyde dikkate alınması, geliştirilen teknolojilerin bakım süreçleriyle tam uyum sağlayamamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle uluslararası sağlık otoriteleri, dijital sağlık stratejilerinin oluşturulmasında ebe liderlerinin daha etkin rol üstlenmesini ve dijital dönüşüm süreçlerinin klinik gereksinimler doğrultusunda yönetilmesini önermektedir (WHO, 2021a; Janes et al., 2025).

Dijital dönüşümün liderlik açısından en önemli sonuçlarından biri, veri temelli karar verme kültürünün yaygınlaşmasıdır. Geleneksel yönetim anlayışında kararlar çoğunlukla klinik deneyim ve yönetsel değerlendirmelere dayanırken, günümüzde elektronik sağlık kayıtları, kalite göstergeleri ve gerçek zamanlı performans verileri liderlik süreçlerinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir (Janes et al., 2025). Bu nedenle ebe liderlerinden yalnızca veriye

erişmeleri değil; bu verileri yorumlayabilmeleri, bakım kalitesini değerlendirebilmeleri ve kalite iyileştirme süreçlerini bilimsel kanıtlarla yönlendirebilmeleri beklenmektedir (Bogren et al., 2025). Böylece liderlik, insan yönetiminin yanı sıra sağlık verilerinin stratejik kullanımını da kapsayan analitik bir yeterlilik alanına dönüşmektedir.

Yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması, ebelik liderliği açısından yeni fırsatlar ve yeni sorumluluk alanları ortaya çıkarmaktadır. Klinik karar destek sistemleri, risk sınıflandırmaları, doğum eyleminin izlenmesi, elektronik fetal monitörizasyon verilerinin değerlendirilmesi ve bakım planlarının kişiselleştirilmesi gibi birçok uygulamada yapay zekâdan yararlanılmaktadır (Janes et al., 2025). Bununla birlikte bu teknolojilerin güvenli kullanımı, algoritmik önyargıların değerlendirilmesi, etik ilkelerin korunması ve kadın merkezli bakım anlayışının sürdürülmesi güçlü liderlik gerektiren yeni sorumluluklar doğurmaktadır. Bu nedenle geleceğin ebe liderlerinden yalnızca teknolojiyi kullanmaları değil, teknolojinin güvenli, etik ve klinik açıdan uygun biçimde uygulanmasını yönetmeleri de beklenmektedir (Lewis, 2025).

Dijital liderlik, teknoloji kullanımının ötesinde değişim yönetimini de kapsamaktadır. Sağlık çalışanlarının yeni sistemlere uyum sağlaması, dijital okuryazarlığın geliştirilmesi, sürekli eğitimlerin planlanması ve yeniliklere karşı gelişebilecek direncin yönetilmesi liderlerin temel sorumlulukları arasında yer almaktadır (Lewis, 2025). Çalışanlarını değişim sürecine aktif biçimde dâhil eden, teknolojik yenilikleri ortak öğrenme fırsatına dönüştüren ve kurum içerisinde sürekli gelişim kültürünü destekleyen liderlerin dijital dönüşüm süreçlerini daha başarılı yönettikleri bildirilmektedir (Bogren et al., 2025; Lewis, 2025).

Bununla birlikte dijitalleşme, beraberinde önemli etik ve yönetsel sorumluluklar da getirmektedir. Kişisel sağlık verilerinin korunması, siber güvenliğin sağlanması, yapay zekâ algoritmalarının şeffaflığı, dijital eşitsizliklerin azaltılması ve teknolojik kaynaklara adil erişimin desteklenmesi, geleceğin sağlık sistemlerinde liderlerin çözüm üretmesi gereken öncelikli konular arasında yer almaktadır (Janes et al., 2025). Özellikle kadın ve yenidoğan bakımında dijital teknolojilerin yaygınlaşması, teknolojik gelişmeler ile insan merkezli bakım felsefesi arasında dengeli bir yaklaşım geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda ebe liderlerinin teknolojiyi bakımın yerine geçen bir unsur olarak değil, bakım kalitesini destekleyen tamamlayıcı bir araç olarak konumlandırmaları önem taşımaktadır.

Dijital dönüşüm, geleceğin ebelik liderliğinde beklenen yeterlilikleri de yeniden tanımlamaktadır. Klinik uzmanlık, etkili iletişim ve etik karar verme becerilerinin yanında veri analitiği, dijital okuryazarlık, yapay zekâ farkındalığı, uzaktan sağlık hizmetlerinin yönetimi ve teknoloji temelli kalite iyileştirme yaklaşımları liderlik yeterliliklerinin ayrılmaz bileşenleri hâline gelmiştir (Janes et al., 2025). Bu nedenle uluslararası kuruluşlar, liderlik eğitim programlarının dijital sağlık bileşenleriyle güçlendirilmesini ve dijital liderlik yeterliliklerinin mezuniyet öncesi eğitimden başlayarak kariyerin tüm aşamalarına entegre edilmesini önermektedir (WHO, 2021a; Janes et al., 2025).

Mevcut kanıtlar, dijital dönüşümün ebelik liderliğinin kapsamını yalnızca teknolojik açıdan değil, stratejik açıdan da genişlettiğini göstermektedir. Geleceğin ebe liderlerinden veri temelli karar verebilen, dijital teknolojileri güvenli ve etik biçimde sağlık hizmetlerine entegre edebilen, ekiplerini değişim süreçlerine hazırlayabilen ve teknolojik yenilikleri kadın merkezli bakım anlayışıyla bütünleştirebilen profesyoneller olmaları beklenmektedir (Lewis, 2025; Janes et al., 2025). Dijital liderlik yeterliliklerinin geliştirilmesi, sağlık sistemlerinin

sürdürülebilirliğini güçlendiren ve anne ile yenidoğan bakımının niteliğini artıran temel stratejik önceliklerden biri olarak değerlendirilmektedir.

7. LİDERLİK GELİŞTİRME PROGRAMLARINDAN ÖĞRENİLENLER: ULUSLARARASI DENEYİMLER

Ebelik liderliğinin sağlık sistemlerinin güçlendirilmesindeki rolünün daha iyi anlaşılmasıyla birlikte, birçok ülkede liderlik geliştirme programları oluşturulmuştur. Bu programlar yalnızca bireysel liderlik becerilerini geliştirmeyi değil; sağlık politikalarına katılımı artırmayı, profesyonel özerkliği güçlendirmeyi ve ebe liderliğinde bakım modellerinin sürdürülebilirliğini desteklemeyi amaçlamaktadır (Bogren et al., 2025; Khalaf, 2026). Ülkeler arasında eğitim içerikleri ve uygulama modelleri farklılık gösterse de, güncel literatür bu programların ortak hedefinin değişimi yönetebilen, kanıta dayalı karar verebilen ve sağlık sistemlerine yön verebilen ebe liderleri yetiştirmek olduğunu ortaya koymaktadır (Bogren et al., 2025).

Uluslararası düzeyde en kapsamlı örneklerden biri Hindistan Midwifery Leadership Programme'dır. Bu program, liderlik kuramlarının aktarılmasıyla sınırlı kalmayıp iletişim, savunuculuk, ekip yönetimi, politika geliştirme, kalite iyileştirme ve yerel düzeyde eylem planlarının hazırlanmasını içeren uygulamalı bir yapı üzerine kurulmuştur (Bogren et al., 2025). Program değerlendirmeleri, katılımcıların liderlik becerilerinin güçlendiğini, ekip içi iletişimin geliştiğini ve eyalet düzeyinde ebelik hizmetlerini iyileştirmeye yönelik somut girişimlerin ortaya çıktığını göstermektedir. Bu deneyim, liderlik eğitimlerinin teorik bilgi aktarımından çok uygulama, mentorluk ve saha deneyimiyle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Bogren et al., 2025).

Orta Doğu ülkelerinde yürütülen liderlik girişimleri ise daha çok profesyonel özerkliğin güçlendirilmesi ve ebe liderliğinde bakım modellerinin yaygınlaştırılmasına odaklanmaktadır. Doğrudan girişli ebelik lisans programlarının geliştirilmesi, uluslararası eğitim standartlarının benimsenmesi ve liderlik rollerinin sağlık sistemleri içerisinde daha görünür hâle getirilmesi temel öncelikler arasında yer almaktadır (Khalaf, 2026). Bunun yanında düzenleyici yapıların güçlendirilmesi, ulusal ebelik politikalarının oluşturulması ve liderlik pozisyonlarının kurumsal yapılara entegre edilmesi, sürdürülebilir dönüşümün temel belirleyicileri olarak değerlendirilmektedir (Khalaf, 2026).

Birleşik Krallık deneyimi ise liderlik gelişiminin yalnızca eğitim programlarıyla sağlanamayacağını göstermektedir. Destekleyici kurumsal kültür, psikolojik güvenlik, mentorluk mekanizmaları ve sürdürülebilir kariyer planlamasının güçlü liderlerin yetişmesinde kritik öneme sahip olduğu bildirilmektedir (Lewis, 2025). Özellikle cezalandırıcı yönetim anlayışı yerine öğrenmeyi destekleyen ve çalışanlarını güçlendiren liderlik kültürünün benimsenmesi hem çalışan memnuniyetini hem de bakım kalitesini artırmaktadır. Bu bulgular, liderlik gelişiminin bireysel eğitim ile kurumsal dönüşümün birlikte yürütülmesini gerektirdiğini göstermektedir (Lewis, 2025).

Avustralya'da gerçekleştirilen çalışmalar ise bakım sürekliliği modellerinin başarısında liderliğin stratejik rolünü ortaya koymaktadır. Ebe liderliğinde bakımın sürdürülebilirliği için yalnızca klinik liderlerin değil, kurum yöneticileri ve sağlık politikası yapıcılarının da ortak bir vizyon doğrultusunda hareket etmeleri gerektiği vurgulanmaktadır (Hewitt et al., 2021). Liderlik ile yönetimin birbirini tamamlayan süreçler olduğu ve başarılı bakım modellerinin

ancak güçlü organizasyonel destek, etkili yönetişim ve uzun vadeli stratejik planlamayla sürdürülebileceği bildirilmektedir (Hewitt et al., 2021).

Farklı ülkelerde geliştirilen liderlik programları karşılaştırıldığında ortak bazı başarı unsurları öne çıkmaktadır. Liderlik eğitimlerinin yalnızca yönetsel pozisyonlarda bulunan ebelere değil, klinikte görev yapan tüm ebelere yönelik planlanması önerilmektedir (Bogren et al., 2025). Programların iletişim, ekip yönetimi, değişim yönetimi, sağlık politikası, araştırma okuryazarlığı ve dijital yeterlilik gibi birbirini tamamlayan alanları kapsaması, liderlik gelişiminin etkinliğini artırmaktadır (Pezaro et al., 2024; Lewis, 2025). Ayrıca kısa süreli kurslar yerine mentorluk, sürekli mesleki gelişim, uygulamalı öğrenme ve kurumsal destek mekanizmalarıyla sürdürülen programların daha kalıcı sonuçlar sağladığı bildirilmektedir (Bogren et al., 2025).

Uluslararası deneyimler, liderlik gelişiminin tek tip bir eğitim modeliyle açıklanamayacağını da göstermektedir. Ülkeler sağlık sistemi yapıları, eğitim modelleri ve düzenleyici mekanizmaları bakımından farklılık gösterse de başarılı programların ortak özelliği, liderliği doğuştan gelen bireysel bir özellik olarak değil, sistematik eğitim ve deneyimle geliştirilebilen profesyonel bir yeterlilik olarak ele almalarıdır (Bogren et al., 2025; Pezaro et al., 2024). Bu yaklaşım, geleceğin sağlık sistemlerinde yalnızca güçlü bireysel liderlere değil; liderlik kültürünün tüm meslek üyeleri tarafından paylaşılabildiği, öğrenmeyi destekleyen ve profesyonel özerkliği güçlendiren kurumsal yapılara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (Lewis, 2025).

8. GELECEĞE YÖNELİK STRATEJİK ÖNERİLER

Yirmi birinci yüzyılda sağlık sistemlerinin karşı karşıya olduğu demografik, teknolojik ve epidemiyolojik değişimler, ebelik liderliğinin yalnızca mevcut uygulamaların sürdürülmesine yönelik bir yönetim işlevi olmadığını; sağlık hizmetlerinin geleceğini şekillendiren stratejik bir kapasite olduğunu göstermektedir (Lewis, 2025). Bu nedenle ebelik liderliğinin güçlendirilmesine yönelik girişimlerin yalnızca bireysel liderlerin yetiştirilmesine odaklanması yeterli değildir. Liderliğin gelişebileceği eğitim sistemlerinin, kurumsal yapıların ve sağlık politikalarının eş zamanlı olarak güçlendirilmesi gerekmektedir (Bogren et al., 2025; Pezaro et al., 2024).

Liderlik yeterliliklerinin ebelik eğitimine sistematik biçimde entegre edilmesi bu dönüşümün temel basamaklarından biridir. Geleneksel ebelik eğitim programları büyük ölçüde klinik yeterliliklere odaklanırken; değişim yönetimi, sağlık politikası, stratejik planlama, ekip yönetimi, savunuculuk ve kalite geliştirme gibi liderlik alanlarının da eğitim programlarında görünür hâle getirilmesi önerilmektedir (Bogren et al., 2025). Bunun yanında liderlik gelişiminin mezuniyet sonrasında sona ermeyen, kariyerin tüm aşamalarını kapsayan sürekli bir öğrenme süreci olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda kariyer basamaklarına uygun yapılandırılmış liderlik programlarının geliştirilmesi, profesyonel gelişimin sürdürülebilirliğini destekleyecektir (Bogren et al., 2025; Lewis, 2025).

Ebelik liderliğinin güçlenebilmesi için profesyonel özerkliği destekleyen sağlık politikalarının geliştirilmesi de kritik öneme sahiptir. Güçlü liderlerin yetişebilmesi yalnızca bireysel yeterliliklerle değil, bu yeterliliklerin kullanılabileceği yönetsel ve yasal ortamın oluşturulmasıyla mümkündür (Pezaro et al., 2024). Ebelerin klinik karar verme süreçlerine daha

etkin katılım sağlaması, ulusal sağlık politikalarının hazırlanmasında temsil edilmesi ve ebe liderliğinde bakım modellerinin yaygınlaştırılması, sağlık sistemlerinin etkinliğini artırabilecek temel stratejiler arasında yer almaktadır (Khalaf, 2026). Bu yaklaşım aynı zamanda kadın merkezli bakımın güçlendirilmesine ve sağlık hizmetlerinde sürdürülebilir kalite iyileştirmelerine katkı sağlayacaktır (WHO, 2021a).

Dijital dönüşümün hız kazanması, geleceğin ebe liderlerinden beklenen yeterlilikleri de yeniden tanımlamaktadır. Veri analitiği, elektronik sağlık kayıtları, uzaktan sağlık hizmetleri, siber güvenlik ve yapay zekâ destekli klinik karar sistemleri konusunda bilgi sahibi olmak, çağdaş liderliğin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Janes et al., 2025). Bununla birlikte dijital liderlik yalnızca teknoloji kullanımına indirgenmemeli; etik ilkelerin korunması, veri güvenliğinin sağlanması, algoritmik önyargıların değerlendirilmesi ve kadın merkezli bakım anlayışının sürdürülmesi de liderlik eğitimlerinin ayrılmaz parçaları olarak ele alınmalıdır (Janes et al., 2025; Lewis, 2025).

Kurumsal kültürün liderlik gelişimini destekleyecek biçimde yapılandırılması da sürdürülebilir dönüşüm açısından önem taşımaktadır. Psikolojik güvenliğin yüksek olduğu, ekip üyelerinin görüşlerini özgürce ifade edebildiği, hataların öğrenme fırsatı olarak değerlendirildiği ve disiplinler arası iş birliğinin desteklendiği çalışma ortamlarının liderlik davranışlarının gelişimini kolaylaştırdığı bildirilmektedir (Lewis, 2025). Buna karşılık aşırı bürokratik, hiyerarşik ve cezalandırıcı örgüt kültürlerinin liderlik kapasitesini sınırlandırdığı gösterilmiştir (Hewitt et al., 2021). Bu nedenle liderlik geliştirme girişimlerinin yalnızca bireysel eğitim programlarını değil, kurumların organizasyonel yapısını ve çalışma kültürünü de kapsaması gerekmektedir.

Araştırma ve kanıta dayalı uygulama kültürünün güçlendirilmesi, geleceğin ebelik liderliği açısından bir diğer öncelikli alandır. Ebe liderlerinin araştırma üretimine aktif katılım sağlamaları, bilimsel kanıtları klinik uygulamalara aktarabilmeleri ve kalite geliştirme çalışmalarına öncülük edebilmeleri, bakım sonuçlarının iyileştirilmesini desteklemektedir (Bogren et al., 2025). Bu doğrultuda üniversiteler, sağlık kurumları ve meslek örgütleri arasında sürdürülebilir araştırma iş birliklerinin geliştirilmesi, bilimsel üretimin ve kanıta dayalı bakım kültürünün güçlenmesine katkı sağlayacaktır (Pezaro et al., 2024).

Geleceğin sağlık sistemlerinde liderlik anlayışının bireysel başarıdan sistem liderliğine doğru evrilmesi beklenmektedir. Sağlık hizmetlerinin giderek karmaşıklaşan yapısı, ebe liderlerinin yalnızca kendi ekiplerini yönetmelerini değil; farklı disiplinleri, kurumları ve politika yapıcıları ortak hedefler doğrultusunda bir araya getirebilmelerini de gerektirmektedir (Lewis, 2025). Stratejik ortaklıklar geliştirebilen, sağlık politikalarını etkileyebilen, dijital dönüşümü yönetebilen ve kadın merkezli bakım anlayışını sürdürülebilir sağlık sistemleriyle bütünleştirebilen liderlerin, geleceğin ebelik hizmetlerinin geliştirilmesinde belirleyici rol üstleneceği öngörülmektedir (Bogren et al., 2025; Khalaf, 2026).

Mevcut uluslararası kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, geleceğin ebelik liderliğinin dört temel eksen üzerinde şekilleneceği görülmektedir: güçlü ve yaşam boyu sürdürülen liderlik eğitimi, profesyonel özerkliği destekleyen sağlık politikaları, dijital dönüşüme uyum sağlayan liderlik yeterlilikleri ve öğrenmeyi, araştırmayı ve disiplinler arası iş birliğini destekleyen kurumsal kültür (Bogren et al., 2025; Janes et al., 2025). Bu stratejik önceliklerin birlikte güçlendirilmesi, yalnızca ebelik mesleğinin gelişimine değil; kadın, yenidoğan ve toplum

sağlığının iyileştirilmesine, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğinin artırılmasına ve bakım kalitesinin güçlendirilmesine de önemli katkılar sağlayacaktır.

9. SONUÇ

Yirmi birinci yüzyılda sağlık sistemlerinde yaşanan dönüşüm, ebelik liderliğini yalnızca yönetsel bir görev olmaktan çıkararak anne, yenidoğan ve toplum sağlığını doğrudan etkileyen stratejik bir yetkinlik alanına dönüştürmüştür. Bu derlemede değerlendirilen güncel kanıtlar, güçlü ebelik liderliğinin kadın merkezli bakımın yaygınlaştırılması, bakım kalitesinin artırılması, profesyonel özerkliğin desteklenmesi, sağlık çalışanlarının güçlendirilmesi ve sürdürülebilir sağlık sistemlerinin geliştirilmesinde temel belirleyicilerden biri olduğunu göstermektedir.

Uluslararası literatür, etkili ebe liderlerinin yalnızca klinik uzmanlıklarıyla değil; kanıta dayalı karar verme, değişim yönetimi, profesyonel savunuculuk, disiplinler arası iş birliği, etik liderlik, dijital yeterlilik ve stratejik düşünme becerileriyle sağlık sistemlerinin gelişimine katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte sağlık iş gücü yetersizliği, sınırlı profesyonel özerklik, toplumsal cinsiyet temelli eşitsizlikler, tükenmişlik, liderlik eğitimindeki eksiklikler ve dijital dönüşüm sürecinde karşılaşılan güçlükler, ebelik liderliğinin gelişimini sınırlandıran temel yapısal sorunlar olmaya devam etmektedir.

Bu derlemede sentezlenen bulgular, sürdürülebilir liderlik gelişiminin yalnızca bireysel liderlik becerilerinin geliştirilmesiyle sağlanamayacağını; liderlik eğitimi, profesyonel özerklik, destekleyici kurumsal kültür, dijital yeterlilikler ve kanıta dayalı uygulama kültürünün birlikte güçlendirilmesini gerektirdiğini göstermektedir. Liderlik yeterliliklerinin lisans eğitiminden başlayarak kariyerin tüm aşamalarına sistematik biçimde entegre edilmesi, profesyonel özerkliği destekleyen sağlık politikalarının geliştirilmesi, dijital liderlik yeterliliklerinin eğitim programlarına dahil edilmesi ve araştırma temelli liderlik kültürünün yaygınlaştırılması geleceğe yönelik öncelikli stratejik alanlar olarak değerlendirilmektedir.

Mevcut literatürde liderlik girişimlerinin uzun dönemli etkilerini değerlendiren yüksek metodolojik kalitede ve çok merkezli araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Gelecekte yürütülecek çalışmaların, liderlik geliştirme programlarının anne ve yenidoğan sonuçları, sağlık çalışanlarının iyilik hâli, bakım kalitesi ve sağlık sistemi performansı üzerindeki etkilerini uzun dönemli olarak değerlendirmesi, ebelik liderliğine ilişkin kanıt tabanının güçlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Aluora, J. A. (2025). *The global power of transformational leadership in nursing and midwifery*. *Nurse Leader, 23*(1), 25–29.

Bogren, M., Jha, P., Sharma, B., & Erlandsson, K. (2025). *Evaluating a midwifery leadership programme: A process evaluation study*. *Women and Birth, 38*, 101853. https://doi.org/10.1016/j.wombi.2024.101853

Hewitt, L., Dahlen, H. G., Hartz, D. L., & Dadich, A. (2021). *Leadership and management in midwifery-led continuity of care models: A thematic and lexical analysis of a scoping review*. *Midwifery, 98*, 102986. https://doi.org/10.1016/j.midw.2021.102986

Janes, G., Chesterton, L., Reid, J., Heaslip, V., Shannon, M., Lüdemann, B., Oxholm, R.-A., Gentil, J., Hamilton, C., & Phillips, N. (2025). *Digital nursing and midwifery leadership: Protocol for a multi-method exploration of policy implementation and impact on practice in the WHO European Region*. *PLOS ONE, 20*(9), e0332882. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0332882

Khalaf, A. (2026). *Is one midwife per birthing mother an achievable goal? Education and leadership pathways for midwifery models of care in the Middle East*. *Frontiers in Global Women's Health, 7*, 1795008. https://doi.org/10.3389/fgwh.2026.1795008

Lewis, M. (2025). *Midwifery leadership in a changing world—Why is this so challenging? A reflective commentary*. *Healthcare, 13*(19), 2473. https://doi.org/10.3390/healthcare13192473

Pezaro, S., Zarbiv, G., Jones, J., Feika, M. L., Fitzgerald, L., Lukhele, S., Mcmillan-Bohler, J., Baloyi, O. B., Maravic da Silva, K., Granti, C., Bayliss-Pratt, L., & Hardtman, P. (2024). *Characteristics of strong midwifery leaders and enablers of strong midwifery leadership: An international appreciative inquiry*. *Midwifery, 132*, 103982. https://doi.org/10.1016/j.midw.2024.103982

World Health Organization. (2021a). Global strategic directions for nursing and midwifery 2021–2025. World Health Organization.

World Health Organization, & United Nations Population Fund. (2021). The State of the World's Midwifery 2021. World Health Organization.

World Health Organization. (2024). Transitioning to midwifery models of care: Global position paper. World Health Organization.

GEBELİKTE TÜTÜN BAĞIMLILIĞI YÖNETİMİNDE EBE LİDERLİĞİ: GÜNCEL KANITLAR, KLİNİK UYGULAMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY 1, Doç. Dr. Özlem KOÇ 2

1 Tarsus Üniversitesi Ebelik Bölümü, sedaguray@tarsus.edu.tr, 0000-0002-3001-5639

2 Tarsus Üniversitesi Ebelik Bölümü, ozlemkoc@tarsus.edu.tr, 0000-0002-6751-1206

Özet

Gebelikte tütün bağımlılığı, anne, fetüs ve yenidoğan sağlığını olumsuz etkileyen en önemli önlenebilir risk faktörlerinden biri olmaya devam etmektedir. Gebelik süreci, kadınların sigarayı bırakmaya en istekli oldukları dönemlerden biri olmasına rağmen, nikotin bağımlılığı, psikososyal etmenler ve doğum sonrasında yeniden sigara kullanımına başlama riski nedeniyle tütün bağımlılığının yönetimi çok boyutlu ve süreklilik gerektiren bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu derleme, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminde ebe liderliğinin önemini güncel kanıtlar doğrultusunda değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, güncel sistematik derlemeler, meta-analizler, randomize kontrollü çalışmalar ve gözlemsel araştırmalardan elde edilen bulgular doğrultusunda gebelikte tütün kullanımının anne, fetüs ve yenidoğan üzerindeki etkileri, kanıta dayalı sigara bırakma müdahaleleri, ebelerin klinik rolü, uygulamada karşılaşılan güçlükler, doğum sonrası yeniden sigara kullanımına başlama süreci ve geleceğe yönelik yaklaşımlar bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Mevcut kanıtlar; davranışsal danışmanlık, motivasyonel görüşme, bilişsel davranışçı terapi ve çok bileşenli sigara bırakma programlarının gebelikte sigarayı bırakma başarısını artırdığını göstermektedir. Bununla birlikte bu müdahalelerin etkinliği, ebelerin bilgi düzeyi, danışmanlık becerileri, öz yeterlilikleri ve sağlık sisteminin sunduğu kurumsal destek ile yakından ilişkilidir. Ayrıca doğum sonrasında sigaraya yeniden başlanmasının yaygın olduğu ve bu nedenle ebe liderliğinde yürütülen bakımın postpartum dönemi de kapsayacak şekilde sürdürülmesi gerektiği görülmektedir. Sonuç olarak, ebe liderliğinde yürütülen yapılandırılmış tütün bağımlılığı yönetimi programlarının güçlendirilmesi, standart klinik uygulamaların yaygınlaştırılması ve kanıta dayalı danışmanlık yaklaşımlarının antenatal ve postpartum bakım süreçlerine entegre edilmesi, anne ve yenidoğan sağlığının iyileştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Anne sağlığı, danışmanlık, ebelik, gebelik, sigara bırakma, tütün bağımlılığı

MIDWIFERY LEADERSHIP IN THE MANAGEMENT OF TOBACCO DEPENDENCE DURING PREGNANCY: CURRENT EVIDENCE, CLINICAL PRACTICE, AND FUTURE PERSPECTIVES

Res. Assist. Dr. Seda GÜRAY 1, Assoc. Prof. Dr. Özlem KOÇ 2

1 Department of Midwifery, Tarsus University, sedaguray@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3001-5639

2 Department of Midwifery, Tarsus University, ozlemkoc@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6751-1206

Abstract

Tobacco dependence during pregnancy remains one of the most important preventable risk factors adversely affecting maternal, fetal, and neonatal health. Although pregnancy represents one of the periods when women are most motivated to quit smoking, effective tobacco dependence management requires a comprehensive and continuous approach because of nicotine addiction, psychosocial factors, and the risk of postpartum smoking resumption. This review aimed to evaluate the importance of midwifery leadership in tobacco dependence management during pregnancy based on current evidence. To this end, findings from recent systematic reviews, meta-analyses, randomized controlled trials, and observational studies were synthesized to examine the effects of tobacco use during pregnancy on maternal, fetal, and neonatal health, evidence-based smoking cessation interventions, the clinical role of midwives, barriers to implementation, postpartum smoking resumption, and future perspectives. Current evidence indicates that behavioral counseling, motivational interviewing, cognitive behavioral therapy, and multicomponent smoking cessation programs improve smoking cessation success during pregnancy. However, the effectiveness of these interventions is closely associated with midwives' knowledge, counseling skills, self-efficacy, and the institutional support provided by healthcare systems. Furthermore, postpartum smoking resumption remains common, highlighting the need for midwifery-led care to extend beyond pregnancy and continue throughout the postpartum period. In conclusion, strengthening structured midwifery-led tobacco dependence management programs, expanding standardized clinical practices, and integrating evidence-based counseling approaches into both antenatal and postpartum care may make substantial contributions to improving maternal and neonatal health outcomes.

Keywords: maternal health, counseling, midwifery, pregnancy, smoking cessation, tobacco dependence

1. GİRİŞ

Tütün kullanımı, dünya genelinde önlenebilir hastalık ve ölümlerin başlıca nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir (Chang & Lazatin, 2025). Gebelik döneminde sigara kullanımı ise anne, fetüs ve yenidoğan üzerinde kısa ve uzun dönemli olumsuz sağlık sonuçlarına yol açan önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Elseifi et al., 2025). Küresel ölçekte gebelikte sigara kullanım sıklığında azalma eğilimi görülmesine rağmen, özellikle yüksek gelirli ülkelerde prevalansın halen dikkat çekici düzeyde seyretmesi, tütün bağımlılığının gebelikte güncelliğini koruyan bir sağlık sorunu olduğunu göstermektedir (Clet et al., 2025). Nikotin bağımlılığı; biyolojik, davranışsal ve sosyoekonomik bileşenleri nedeniyle gebelikte yönetimi güç kronik bir bağımlılık hastalığı olarak değerlendirilmektedir (Chang & Lazatin, 2025).

Gebelik boyunca tütün kullanımının ektopik gebelik, spontan abortus, plasental komplikasyonlar, erken doğum, düşük doğum ağırlığı ve ölü doğum riskini artırdığı çok sayıda sistematik derleme ve meta-analiz ile ortaya konmuştur (Elseifi et al., 2025). Maternal sigara kullanımı aynı zamanda fetal büyümenin olumsuz etkilenmesi ve düşük doğum ağırlığı gelişimiyle güçlü biçimde ilişkilidir (Sondang et al., 2025). Bunun yanında prenatal nikotin maruziyeti, çocukluk döneminde solunum sistemi hastalıkları ve nörogelişimsel bozukluklar başta olmak üzere uzun dönem sağlık sorunlarıyla da ilişkilendirilmektedir (Nakijoba et al., 2025). Buna karşın gebelik, kadınların sigarayı bırakma motivasyonunun en yüksek olduğu yaşam dönemlerinden biri olarak kabul edilmekte ve tütün bağımlılığı tedavisi açısından önemli bir fırsat penceresi sunmaktadır (Posse & Míguez, 2026).

Son yıllarda gebelikte sigara bırakmaya yönelik yaklaşımlar, geleneksel danışmanlık hizmetlerinin ötesine geçerek motivasyonel görüşme, bilişsel davranışçı terapi, davranış değişikliği teknikleri, telefon destekli danışmanlık, mobil sağlık uygulamaları ve çok bileşenli psikososyal programları kapsayacak şekilde çeşitlenmiştir (Posse & Míguez, 2026). Güncel meta-analizler, özellikle davranışsal müdahalelerin gebelikte sigarayı bırakma başarısını artırdığını göstermektedir (Elseifi et al., 2025). Bununla birlikte müdahalelerin etkinliğinin, kullanılan yöntemin yanı sıra uygulamanın sürekliliği, bireyselleştirilmesi ve müdahaleyi yürüten sağlık profesyonellerinin bilgi ve becerileriyle yakından ilişkili olduğu bildirilmektedir (Chamberlain et al., 2017).

Ebeler, gebelik öncesinden postpartum döneme kadar kadınlarla en sık ve en uzun süre temas kuran sağlık profesyonelleri arasında yer almaktadır (Delakovia et al., 2025). Düzenli antenatal izlemler sırasında sigara kullanımını erken dönemde belirleyebilmeleri, bireyselleştirilmiş danışmanlık sunabilmeleri ve davranış değişikliğini destekleyebilmeleri nedeniyle tütün bağımlılığı yönetiminde kritik bir role sahiptirler (Weiland et al., 2025). Bununla birlikte güncel çalışmalar, birçok ebenin sigara bırakma danışmanlığı konusunda yeterli eğitim almadığını, bu alanda öz yeterliliklerinin sınırlı olduğunu ve zaman yetersizliği ile kurumsal destek eksikliği gibi nedenlerle kanıta dayalı uygulamaları rutin bakımın bir parçası hâline getirmekte güçlük yaşadığını göstermektedir (Delakovia et al., 2025; Burtin et al., 2026; Alhage et al., 2026).

Gebelikte sigarayı bırakmayı başaran kadınların önemli bir bölümünün doğum sonrasında yeniden sigara kullanmaya başlaması, tütün bağımlılığı yönetiminin yalnızca antenatal döneme odaklanmasının yeterli olmadığını ortaya koymaktadır (Tangamornsuksan et al., 2026). Bu nedenle sigara bırakma desteğinin doğum sonrasında da sürdürülmesi ve davranış değişikliğini

destekleyen bakım modellerinin postpartum dönemi kapsayacak şekilde planlanması önerilmektedir (Tangamornsuksan et al., 2026).

Mevcut literatür, gebelikte sigara bırakma müdahalelerinin etkinliğine ilişkin güçlü kanıtlar sunmasına rağmen, bu müdahalelerin ebe liderliğinde nasıl yapılandırılması gerektiği, klinik uygulamalara nasıl entegre edileceği ve bakımın doğum sonrasına nasıl sürdürülebileceği konularını bütüncül olarak ele alan güncel derlemelerin sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle son yıllarda yayımlanan yeni sistematik derlemeler, uygulama araştırmaları ve nitel çalışmalar, ebe liderliğinde yürütülen tütün bağımlılığı yönetimine ilişkin bilgi birikimini önemli ölçüde genişletmiş olup, bu kanıtların birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu derlemenin amacı, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminde ebe liderliğinin önemini güncel kanıtlar doğrultusunda değerlendirmek; kanıta dayalı sigara bırakma müdahalelerini, ebelerin klinik rollerini, uygulamada karşılaşılan güçlükleri ve geleceğe yönelik geliştirilmesi gereken yaklaşımları kapsamlı bir bakış açısıyla sentezlemektir.

2. GEBELİKTE TÜTÜN BAĞIMLILIĞI: ANNE, FETÜS VE YENİDOĞAN ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Gebelikte tütün kullanımı, önlenebilir anne ve bebek morbidite ve mortalitesinin en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Elseifi et al., 2025). Sigara dumanında bulunan nikotin, karbon monoksit ve çok sayıdaki toksik kimyasal madde plasental dolaşımı etkileyerek fetal oksijenlenmeyi azaltmakta, uteroplasental kan akımını bozmakta ve fetüsün büyüme-gelişme sürecini olumsuz yönde etkilemektedir (Delakovia et al., 2025). Bu biyolojik mekanizmalar, gebelik boyunca hem maternal komplikasyonların hem de olumsuz perinatal sonuçların görülme riskini artırarak tütün kullanımının gebelik üzerindeki etkilerinin yalnızca doğrudan toksik maruziyetle sınırlı olmadığını göstermektedir (Chang & Lazatin, 2025).

Maternal açıdan değerlendirildiğinde tütün kullanımı; fertilitede azalma, ektopik gebelik, spontan abortus, plasenta previa, plasental dekolman ve çeşitli gebelik komplikasyonları ile ilişkilendirilmektedir (Delakovia et al., 2025). Ayrıca nikotin bağımlılığı, gebelikte ortaya çıkan fizyolojik ve davranışsal değişikliklere rağmen bırakılması güç kronik bir durum olarak tanımlanmakta; özellikle yüksek bağımlılık düzeyine sahip kadınlarda gelişen yoksunluk belirtileri sigara bırakma girişimlerinin başarısını olumsuz etkileyebilmektedir (Tatton et al., 2026). Bu durum, gebelikte sigara bırakma müdahalelerinin yalnızca sağlık risklerine ilişkin bilgilendirme ile sınırlı kalmaması, aynı zamanda bağımlılık tedavisini de kapsayan bütüncül yaklaşımlarla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Fetal ve neonatal açıdan prenatal tütün maruziyetinin en sık bildirilen sonuçları düşük doğum ağırlığı, intrauterin büyüme geriliği, erken doğum ve ölü doğumdur (Elseifi et al., 2025). Maternal aktif sigara kullanımı ile düşük doğum ağırlığı arasındaki ilişkiyi inceleyen kapsam belirleme derlemesi, sigara kullanımının fetal büyümeyi olumsuz etkilediğini ve düşük doğum ağırlığı riskini anlamlı düzeyde artırdığını göstermiştir (Sondang et al., 2025). Bunun yanında randomize kontrollü çalışmaların meta-analizi, gebelikte uygulanan etkili sigara bırakma müdahalelerinin yalnızca sigara bırakma oranlarını artırmadığını, aynı zamanda düşük doğum ağırlığı ve preterm doğum gibi olumsuz gebelik sonuçlarının azaltılmasına da katkı sağladığını ortaya koymuştur (Elseifi et al., 2025). Bu bulgular, tütün bağımlılığı yönetiminin yalnızca

davranış değişikliği sağlamadığını, aynı zamanda doğrudan perinatal sağlık çıktılarının iyileştirilmesine de katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Prenatal dönemde tütün maruziyetinin etkileri doğumla sınırlı kalmamakta, çocukluk dönemine uzanan sağlık sonuçlarına da neden olmaktadır. Maternal sigara kullanımının ani bebek ölümü sendromu, çocukluk çağı solunum sistemi hastalıkları ve çeşitli nörogelişimsel sorunlarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Nakijoba et al., 2025). Ayrıca gebelik sırasında sigara kullanan annelerin emzirmeye başlama olasılıklarının daha düşük olduğu ve emzirme sürelerinin daha kısa olduğu gösterilmiş, bunun da bebek sağlığını dolaylı olarak olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir (Nakijoba et al., 2025). Bu yönüyle prenatal tütün maruziyetinin etkileri, yalnızca gebelik ve doğum sürecini değil, erken çocukluk dönemini de kapsayan uzun süreli sağlık sonuçları doğurabilmektedir.

Son yıllarda elektronik sigara ve diğer nikotin ürünlerinin kullanımındaki artış, gebelikte tütün bağımlılığı yönetimine yeni tartışma alanları kazandırmıştır. Her ne kadar bazı kadınlar elektronik sigarayı geleneksel sigaraya göre daha güvenli bir alternatif olarak değerlendirse de, gebelik döneminde elektronik sigara kullanımının güvenli olduğunu destekleyen yeterli bilimsel kanıt bulunmamaktadır (Greaves et al., 2025). Aksine mevcut çalışma, kadınların bu konuda çelişkili bilgi kaynaklarına maruz kaldığını ve sağlık profesyonellerinden açık, tutarlı ve kanıta dayalı danışmanlık beklentisi içinde olduklarını göstermektedir (Greaves et al., 2025). Bu durum, gebelikte nikotin içeren tüm ürünlerin danışmanlık sürecinde birlikte ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, gebelikte tütün bağımlılığı yalnızca bireysel bir davranış değil; maternal, fetal ve neonatal sağlığı kısa ve uzun dönemde etkileyen çok boyutlu bir klinik ve halk sağlığı sorunudur. Kanıtlar, prenatal tütün maruziyetinin olumsuz etkilerinin gebelik komplikasyonlarından çocukluk dönemindeki sağlık sorunlarına kadar uzanan geniş bir yelpazeye yayıldığını göstermektedir. Bu nedenle gebelikte tütün kullanımının erken dönemde belirlenmesi, bağımlılık düzeyinin sistematik olarak değerlendirilmesi ve kanıta dayalı sigara bırakma müdahalelerinin zamanında uygulanması, yalnızca gebelik sonuçlarının değil, anne ve çocuğun yaşam boyu sağlık kazanımlarının iyileştirilmesi açısından da temel öneme sahiptir (Chang & Lazatin, 2025; Elseifi et al., 2025).

3. GEBELİKTE TÜTÜN BAĞIMLILIĞI YÖNETİMİNDE KANITA DAYALI SİGARA BIRAKMA MÜDAHALELERİ

Gebelik, kadınların sigarayı bırakmaya en istekli oldukları yaşam dönemlerinden biri olarak kabul edilmekle birlikte, nikotin bağımlılığı, yoksunluk belirtileri, psikososyal stres faktörleri ve çevresel etkiler nedeniyle sigarayı bırakmak çoğu kadın için önemli güçlükler içermektedir (Chang & Lazatin, 2025). Bu nedenle günümüzde gebelikte tütün bağımlılığı yönetimi yalnızca sigaranın bırakılmasını hedefleyen kısa süreli danışmanlık hizmetlerinden ibaret olmayıp, davranış değişikliğini destekleyen çok bileşenli ve bireyselleştirilmiş müdahaleleri kapsamaktadır (Clet et al., 2025).

Son yıllarda yayımlanan sistematik derlemeler, gebelikte uygulanan psikososyal müdahalelerin sigara bırakma başarısını artırabildiğini göstermektedir. Özellikle bilişsel davranışçı terapi (BDT), motivasyonel görüşme (MG), kısa davranışsal danışmanlık ve bu yaklaşımların birlikte kullanıldığı müdahaleler en fazla araştırılan yöntemler arasında yer almaktadır (Posse &

Míguez, 2026). Randomize kontrollü çalışmaların meta-analizinde, bilişsel davranışçı danışmanlık ile finansal teşviklerin birlikte uygulandığı programların gebelik boyunca biyokimyasal olarak doğrulanmış sigara bırakma oranlarını anlamlı düzeyde artırdığı bildirilmiştir (Elseifi et al., 2025). Bununla birlikte müdahalelerin başarısının yalnızca kullanılan yönteme değil, uygulamanın sürekliliğine, bireyselleştirilmesine ve danışmanlığı sunan sağlık profesyonelinin yetkinliğine de bağlı olduğu vurgulanmaktadır (Chang & Lazatin, 2025). Bu bulgular, gebelikte sigara bırakma başarısının tek bir müdahaleden ziyade, birbirini tamamlayan davranışsal yaklaşımların planlı biçimde uygulanmasıyla artırılabileceğini göstermektedir.

Davranışsal danışmanlık, gebelikte sigara bırakma müdahalelerinin temelini oluşturmaktadır. Cochrane sistematik derlemesinde psikososyal müdahalelerin standart bakıma kıyasla gebelik sonuna kadar sigarayı bırakma olasılığını artırdığı, bunun yanında düşük doğum ağırlığı ve preterm doğum gibi olumsuz gebelik sonuçlarında da iyileşme sağlayabildiği gösterilmiştir (Chamberlain et al., 2017). Bu bulgular, davranışsal müdahalelerin yalnızca sigara kullanımını azaltmaya değil, aynı zamanda obstetrik sonuçların iyileştirilmesine de katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla sigara bırakma programlarının başarısı yalnızca davranış değişikliği oluşturmasıyla değil, anne ve yenidoğan sağlığını iyileştiren klinik sonuçlara yansımasıyla da değerlendirilmelidir.

Motivasyonel görüşme, özellikle sigarayı bırakma konusunda kararsız olan gebelerde içsel motivasyonun güçlendirilmesini hedefleyen danışmanlık yaklaşımıdır. Güncel sistematik derleme, motivasyonel görüşmenin tek başına uygulanmasının bazı çalışmalarda olumlu sonuçlar bildirmesine rağmen, en yüksek etkinliğin bilişsel davranışçı terapi ile birlikte kullanıldığında elde edildiğini göstermektedir (Posse & Míguez, 2026). Benzer şekilde postpartum dönemde yeniden sigara kullanımına başlamanın önlenmesini değerlendiren ağ meta-analizinde, bilişsel davranışçı terapi ile motivasyonel görüşmenin birlikte uygulanmasının kısa dönemde sigara bırakmanın sürdürülmesinde en başarılı yaklaşım olduğu bildirilmiştir (Tangamornsuksan et al., 2026). Bu sonuçlar, motivasyonel görüşmenin bağımsız bir müdahaleden çok, çok bileşenli programların etkinliğini artıran tamamlayıcı bir yaklaşım olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Davranış değişikliği tekniklerinin sistematik biçimde planlanması da müdahale başarısını artıran önemli bileşenlerden biridir. Yerleşik davranış değişikliği modelleri temel alınarak geliştirilen 5A-QUIT-N girişimi, mevcut sağlık sistemi içerisinde yeni uygulamalar geliştirmek yerine mevcut kaynakların daha etkin kullanılmasını hedefleyen teori temelli bir müdahale modeli olarak tanımlanmıştır (Clet et al., 2025). Bu model; sigara kullanımının sistematik olarak sorgulanması, bırakmaya yönelik motivasyonun değerlendirilmesi, bireyselleştirilmiş danışmanlık verilmesi, uygun desteğin sağlanması ve düzenli izlemi içeren yapılandırılmış bir yaklaşım sunmaktadır (Clet et al., 2025). Pilot uygulama sonuçları, modelin hem gebeler hem de ebeler tarafından uygulanabilir ve kabul edilebilir bulunduğunu göstermiştir (Burtin et al., 2026). Bu durum, kanıta dayalı danışmanlık modellerinin yalnızca teorik çerçeveler olmadığını, uygun eğitim ve kurumsal destek sağlandığında rutin antenatal bakıma entegre edilebileceğini göstermektedir.

Teknolojik gelişmeler, gebelikte sigara bırakma müdahalelerinin çeşitlenmesine katkı sağlamıştır. Son yıllarda mobil uygulamalar, kısa mesaj sistemleri, telefon danışmanlığı ve

internet tabanlı programlar gibi dijital müdahaleler giderek daha fazla araştırılmaktadır (Posse & Míguez, 2026). Bununla birlikte mevcut kanıtlar, dijital uygulamaların tek başına kullanılmasından ziyade yüz yüze danışmanlığı destekleyen tamamlayıcı araçlar olarak daha başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir (Posse & Míguez, 2026). Özellikle telefon temelli takiplerin postpartum dönemde yeniden sigara kullanımına başlamayı geciktirebildiği bildirilmiştir (Tangamornsuksan et al., 2026). Bu bulgular, dijital teknolojilerin sağlık profesyonelinin yerini alan uygulamalar olarak değil, bakımın sürekliliğini güçlendiren destekleyici araçlar olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Gebelikte sigara bırakma girişimlerinin başarısını belirleyen en önemli unsurlardan biri de müdahalelerin sürekliliğidir. Gebelik sırasında sigarayı bırakan kadınların önemli bir kısmının doğumdan sonraki ilk yıl içerisinde yeniden sigara kullanmaya başlaması, yalnızca antenatal döneme odaklanan yaklaşımların yetersiz kalabildiğini göstermektedir (Tangamornsuksan et al., 2026). Bu nedenle güncel kanıtlar, gebelikte başlatılan sigara bırakma programlarının postpartum dönemi de kapsayacak biçimde planlanmasını ve uzun dönem izlemlerle desteklenmesini önermektedir (Chang & Lazatin, 2025; Tangamornsuksan et al., 2026).

Mevcut literatür birlikte değerlendirildiğinde, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminde tek bir müdahale yönteminin tüm kadınlar için yeterli olmadığı görülmektedir. Kanıtlar; davranışsal danışmanlık, motivasyonel görüşme, bilişsel davranışçı terapi ve yapılandırılmış izlem programlarının bireysel gereksinimlere göre birlikte kullanıldığı çok bileşenli yaklaşımların en başarılı sonuçları sağladığını göstermektedir (Elseifi et al., 2025; Posse & Míguez, 2026; Tangamornsuksan et al., 2026). Bunun yanında müdahalelerin etkinliğinin, müdahalenin türünden çok uygulama kalitesi, bakımın sürekliliği ve sağlık profesyonellerinin danışmanlık becerileriyle yakından ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle güncel yaklaşım, gebelerin bağımlılık düzeyi, motivasyonu ve psikososyal özellikleri doğrultusunda bireyselleştirilmiş, çok bileşenli ve süreklilik gösteren müdahale programlarının uygulanmasını önermektedir.

4. GEBELİKTE TÜTÜN BAĞIMLILIĞI YÖNETİMİNDE EBE LİDERLİĞİ

Gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminin başarısı yalnızca kullanılan sigara bırakma yöntemlerine değil, bu müdahalelerin doğru zamanda, uygun biçimde ve bakım sürekliliği içerisinde uygulanmasına da bağlıdır. Bu süreçte ebeler; gebelik öncesinden postpartum döneme kadar kadınlarla sürekli iletişim kurabilen, güven ilişkisi geliştirebilen ve davranış değişikliğini destekleyebilen temel sağlık profesyonelleri olarak öne çıkmaktadır (Delakovia et al., 2025). Düzenli antenatal izlemler sırasında kadınlarla kurulan yakın iletişim, sigara kullanımının erken dönemde belirlenmesine, bağımlılık düzeyinin sistematik olarak değerlendirilmesine ve bireyselleştirilmiş bakım planlarının oluşturulmasına olanak sağlamaktadır (Weiland et al., 2025). Bu özellikler, ebeleri tütün bağımlılığı yönetiminde yalnızca bakım sunan değil, davranış değişikliğine liderlik eden sağlık profesyonelleri hâline getirmektedir.

Güncel rehberler, gebelik izlemlerinin her aşamasında tütün kullanımının rutin olarak sorgulanmasını ve sigara kullanan tüm gebelere kanıta dayalı bırakma desteği sunulmasını önermektedir (Weiland et al., 2025). Bu yaklaşım yalnızca sigara içen kadınların belirlenmesini değil, bırakmaya hazır olma durumunun değerlendirilmesini, bağımlılık düzeyinin belirlenmesini, bireyselleştirilmiş danışmanlığın planlanmasını ve düzenli izlemin sürdürülmesini de kapsamaktadır (Clet et al., 2025). Dolayısıyla ebe liderliğinde yürütülen

bakım, tek seferlik danışmanlıktan ziyade, değerlendirme, müdahale ve izlem basamaklarının birbirini tamamladığı süreklilik gösteren bir bakım modeli olarak ele alınmalıdır.

Ebenin en önemli rollerinden biri davranış değişikliğini destekleyen danışmanlık hizmetidir. Gebelik döneminde verilen danışmanlığın yalnızca sigaranın zararlarını anlatmaya odaklanmasının yeterli olmadığı; kadının motivasyonunu artıran, bırakma sürecinde karşılaşacağı güçlükleri birlikte değerlendiren ve çözüm stratejileri geliştiren yapılandırılmış görüşmelerin daha başarılı sonuçlar sağladığı bildirilmektedir (Posse & Míguez, 2026). Özellikle motivasyonel görüşme ve bilişsel davranışçı yaklaşımın günlük ebe izlemlerine entegre edilmesi, bırakma başarısını artırabilecek önemli uygulamalar arasında gösterilmektedir (Elseifi et al., 2025). Bu bulgular, ebenin bilgi aktaran bir eğitimci olmanın ötesinde, davranış değişikliğini kolaylaştıran profesyonel bir danışman rolü üstlendiğini göstermektedir.

Kanıta dayalı uygulamaların klinik bakım içerisine sistematik biçimde yerleştirilmesine yönelik geliştirilen 5A-QUIT-N modeli, ebe liderliğinde yürütülebilecek en güncel yaklaşımlardan biridir (Clet et al., 2025). Model; sigara kullanımının sistematik olarak sorgulanması, bırakmaya yönelik öneride bulunulması, bırakma isteğinin değerlendirilmesi, uygun desteğin sağlanması ve düzenli izlemin gerçekleştirilmesi basamaklarından oluşmaktadır (Clet et al., 2025). Pilot uygulama sonuçları, bu modelin ebelerin sigara bırakma danışmanlığı uygulamalarını güçlendirdiğini ve gebeler tarafından uygulanabilir bulunduğunu göstermektedir (Burtin et al., 2026). Bu sonuçlar, yapılandırılmış danışmanlık modellerinin ebe liderliğinde rutin antenatal bakım içerisine başarıyla entegre edilebileceğini desteklemektedir.

Bununla birlikte mevcut literatür, ebelerin bu alandaki rollerini etkin biçimde yerine getirebilmeleri önünde çeşitli bireysel ve kurumsal engeller bulunduğunu ortaya koymaktadır. Yunanistan'da gerçekleştirilen kesitsel çalışmada ebelerin %78'inin sigara bırakma konusunda resmi bir eğitim almadığı, buna karşın %77,3'ünün bu konuda eğitim alma isteği taşıdığı bildirilmiştir (Delakovia et al., 2025). Aynı çalışmada yalnızca üçte birinin gebeleri sigarayı bırakma konusunda destekleme becerisine yüksek düzeyde güvendiği, öz yeterlilik düzeyi arttıkça sigara bırakma danışmanlığının daha sık uygulandığı gösterilmiştir (Delakovia et al., 2025). Bu bulgular, bilgi ve öz yeterlilik düzeyinin klinik uygulamaların niteliğini doğrudan etkileyen temel belirleyiciler arasında yer aldığını göstermektedir.

Benzer şekilde Hollanda'da yürütülen rehber uygulama çalışması, ebe ve kadın doğum ekiplerinin sigara bırakma rehberlerini desteklemesine rağmen uygulamaya aktarımın beklenen düzeyde gerçekleşmediğini ortaya koymuştur (Weiland et al., 2025). Araştırmacılar bu durumun başlıca nedenleri arasında eğitim eksikliği, organizasyonel sorunlar, bağımlılık danışmanlığı hizmetlerine erişimde yaşanan güçlükler ve sevk mekanizmalarının yeterince yapılandırılmamış olmasını göstermektedir (Weiland et al., 2025). Fransa'da ebelerle yürütülen nitel araştırmada ise zaman yetersizliği, bilgi eksikliği, danışmanlık konusunda özgüven düşüklüğü ve kurumsal destek eksikliği uygulamadaki temel engeller olarak tanımlanmıştır (Alhage et al., 2026). Buna karşın ebeler, uygun eğitim ve kurumsal destek sağlandığında sigara bırakma danışmanlığını rutin bakımın ayrılmaz bir parçası hâline getirebileceklerini ifade etmişlerdir (Alhage et al., 2026). Farklı ülkelerde yürütülen bu çalışmaların benzer sonuçlara ulaşması, söz konusu güçlüklerin ülkeye özgü olmaktan ziyade sağlık sistemlerinde yaygın olarak görülen yapısal sorunlar olduğunu düşündürmektedir.

Türkiye'de gebeler ve sağlık profesyonelleriyle yürütülen nitel çalışmada da benzer bulgular elde edilmiş; sağlık profesyonellerinin sigaranın zararları konusunda yüksek farkındalığa sahip olmalarına rağmen danışmanlık uygulamalarının standartlaşmadığı ve özellikle pasif sigara maruziyeti ile davranış değişikliği danışmanlığı konusunda geliştirilmesi gereken alanların bulunduğu gösterilmiştir (Sevinç Akın et al., 2025). Bu bulgular, uluslararası literatürde bildirilen sorunların Türkiye açısından da geçerli olduğunu ve kanıta dayalı danışmanlık uygulamalarının standartlaştırılmasına yönelik gereksinimin devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminde ebe liderliği yalnızca bireysel danışmanlık sunmakla sınırlı değildir. Ebeler; erken tarama, bağımlılık düzeyinin değerlendirilmesi, davranış değişikliğinin desteklenmesi, multidisipliner ekip koordinasyonu, uygun sevk mekanizmalarının işletilmesi ve postpartum izlemin sürdürülmesi süreçlerinde merkezi bir rol üstlenmektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmalar, bu rolün etkinliğinin bireysel bilgi ve becerilerin yanı sıra eğitim olanakları, kurumsal destek ve sağlık sistemi altyapısından da önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle lisans eğitiminden başlayarak hizmet içi eğitimlerin güçlendirilmesi, standart klinik uygulama modellerinin yaygınlaştırılması ve sağlık sisteminin ebe liderliğindeki tütün bağımlılığı yönetimini destekleyecek biçimde yapılandırılması, kanıta dayalı bakımın sürdürülebilirliği açısından temel öncelikler arasında yer almaktadır (Burtin et al., 2026; Weiland et al., 2025).

5. KLİNİK UYGULAMADA KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER VE KOLAYLAŞTIRICI FAKTÖRLER

Gebelikte tütün bağımlılığı yönetimine ilişkin kanıtlar giderek güçlenmesine rağmen, bu kanıtların rutin klinik uygulamaya aktarılmasında önemli güçlükler devam etmektedir. Araştırmalar, sigara bırakma danışmanlığının birçok sağlık kuruluşunda standart antenatal bakımın bir bileşeni olarak önerilmesine rağmen uygulamalar arasında önemli farklılıklar bulunduğunu göstermektedir (Weiland et al., 2025). Bu durum yalnızca bireysel sağlık profesyonellerinin bilgi ve becerileriyle açıklanamamakta; sağlık sistemi, kurumsal yapı ve organizasyonel süreçlerin de uygulamaların başarısını belirleyen temel faktörler olduğu kabul edilmektedir (Clet et al., 2025). Dolayısıyla kanıta dayalı müdahalelerin geliştirilmesi kadar, bu müdahalelerin klinik uygulamaya etkin biçimde aktarılması da tütün bağımlılığı yönetiminin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Ebelerin sigara bırakma danışmanlığı sunmasını sınırlayan en önemli bireysel faktörlerden biri eğitim yetersizliğidir. Yunanistan'da yürütülen kesitsel çalışmada katılımcı ebelerin büyük çoğunluğunun sigara bırakma konusunda herhangi bir formal eğitim almadığı, buna karşın önemli bir bölümünün bu konuda eğitim alma gereksinimi hissettiği bildirilmiştir (Delakovia et al., 2025). Aynı çalışmada eğitim düzeyi arttıkça ebelerin sigara bırakma uygulamalarını daha sık gerçekleştirdikleri ve kendilerini daha yeterli hissettikleri gösterilmiştir (Delakovia et al., 2025). Bu bulgu, bilgi düzeyi ile klinik uygulama arasındaki ilişkinin yalnızca teorik olmadığını, eğitim yatırımlarının doğrudan bakım kalitesine yansıdığını ortaya koymaktadır.

Eğitimin yanı sıra öz yeterlilik algısı da klinik uygulamaları belirleyen önemli unsurlardan biridir. Sigara bırakma danışmanlığı konusunda kendisine güvenen ebelerin gebelik izlemlerinde sigara kullanımını daha düzenli sorguladıkları, bırakma konusunda daha fazla danışmanlık verdikleri ve kadınları destek hizmetlerine yönlendirme konusunda daha istekli

oldukları bildirilmektedir (Delakovia et al., 2025). Buna karşılık danışmanlık becerilerinin yetersiz olduğu düşüncesi, sigara kullanımının hiç gündeme getirilmemesine veya yalnızca kısa uyarılarla geçiştirilmesine neden olabilmektedir (Alhage et al., 2026). Bu durum, öz yeterliliğin yalnızca bireysel bir özellik değil, danışmanlık hizmetlerinin kapsamını ve niteliğini doğrudan etkileyen mesleki bir yeterlilik alanı olduğunu göstermektedir.

Kurumsal düzeyde karşılaşılan güçlükler de uygulamaların sürdürülebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Hollanda'da gerçekleştirilen uygulama araştırmasında, sağlık profesyonellerinin ulusal sigara bırakma rehberlerini olumlu değerlendirmelerine rağmen; zaman yetersizliği, iş yükü, sevk mekanizmalarındaki aksaklıklar ve kurumlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle önerilen uygulamaların rutin bakım içerisinde tam olarak gerçekleştirilemediği bildirilmiştir (Weiland et al., 2025). Benzer şekilde 5A-QUIT-N uygulama modelinin geliştirildiği çalışmada, başarılı sonuçların yalnızca sağlık profesyonelinin bireysel çabasıyla değil, kurumsal destek, eğitim programları ve standart bakım algoritmalarının birlikte uygulanmasıyla mümkün olduğu vurgulanmıştır (Clet et al., 2025). Bu bulgular, bireysel motivasyonun tek başına yeterli olmadığını; sürdürülebilir başarı için kurumsal altyapının da güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Sigara bırakma danışmanlığında iletişim süreci de önemli bir belirleyici olarak öne çıkmaktadır. Fransa'da farklı sağlık meslek gruplarıyla gerçekleştirilen nitel araştırmada, sağlık profesyonellerinin sigara ve diğer bağımlılık davranışlarını konuşurken kadınları yargılamaktan kaçınma isteği nedeniyle bazı durumlarda konuyu hiç açmadıkları veya yeterince derinleştiremedikleri belirlenmiştir (Edeline et al., 2025). Özellikle bağımlılığın damgalanma korkusu ve hasta-profesyonel ilişkisinin zarar görebileceği düşüncesi, etkili danışmanlığın önündeki önemli psikososyal engeller arasında gösterilmektedir (Edeline et al., 2025). Bu sonuçlar, etkili danışmanlığın yalnızca bilimsel bilgiye değil, güven temelli ve yargılayıcı olmayan profesyonel iletişim becerilerine de bağlı olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte literatürde klinik uygulamaları kolaylaştıran çeşitli faktörler de tanımlanmaktadır. Kanıta dayalı standart bakım protokollerinin kullanılması, düzenli hizmet içi eğitimlerin verilmesi, elektronik sağlık kayıt sistemlerine sigara kullanımının rutin olarak eklenmesi, multidisipliner ekip çalışmasının güçlendirilmesi ve sigara bırakma merkezleriyle etkin sevk mekanizmalarının oluşturulması, klinik uygulamaların başarısını artıran temel unsurlar arasında yer almaktadır (Clet et al., 2025; Weiland et al., 2025). Ayrıca ebe liderliğinde yürütülen danışmanlık hizmetlerinin antenatal bakımın doğal bir bileşeni hâline getirilmesi, kadınların sigarayı bırakma girişimlerine katılımını artırabilecek önemli stratejilerden biri olarak değerlendirilmektedir (Alhage et al., 2026). Bu kolaylaştırıcı faktörler birlikte değerlendirildiğinde, başarılı tütün bağımlılığı yönetiminin bireysel çabaların ötesinde, eğitim, organizasyon ve sağlık politikalarının eş zamanlı olarak güçlendirilmesini gerektirdiği anlaşılmaktadır.

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminde başarıya ulaşabilmek için yalnızca bireysel sağlık profesyonellerinin bilgi ve motivasyonunun yeterli olmadığı görülmektedir. Eğitim, öz yeterlilik, kurumsal destek, standart klinik rehberler, multidisipliner iş birliği ve sürdürülebilir sağlık politikalarının birbirini tamamlayan unsurlar olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle ebe liderliğinde yürütülen sigara bırakma hizmetlerinin etkinliğini artırabilmek için hem bireysel mesleki yeterliliklerin hem de sağlık sisteminin

organizasyonel kapasitesinin birlikte güçlendirilmesi gerekmektedir (Delakovia et al., 2025; Clet et al., 2025; Weiland et al., 2025).

6. DOĞUM SONRASI YENİDEN SİGARA KULLANIMINA BAŞLAMA VE TÜTÜN BAĞIMLILIĞI YÖNETİMİNDE EBENİN SÜREKLİLİK GÖSTEREN ROLÜ

Gebelik döneminde sigarayı bırakmayı başaran kadınların önemli bir bölümünün doğumdan sonraki aylarda yeniden sigara kullanmaya başlaması, tütün bağımlılığının kronik ve yineleyici doğasını açıkça ortaya koymaktadır (Tangamornsuksan et al., 2026). Bu nedenle güncel yaklaşımlar, sigara bırakmayı yalnızca gebelik sürecinde elde edilen geçici bir kazanım olarak değil, doğum sonrasını da kapsayan uzun süreli bir davranış değişikliği süreci olarak değerlendirmektedir (Chang & Lazatin, 2025). Bu yaklaşım, tütün bağımlılığı yönetiminin doğumla tamamlanan bir müdahale değil, bakımın sürekliliğini gerektiren uzun dönemli bir süreç olduğunu vurgulamaktadır.

Güncel kanıtlar, gebelik sırasında sigarayı bırakan kadınların yaklaşık yarısının doğumdan sonraki ilk altı ay içerisinde yeniden sigara kullanmaya başladığını, ilk yılın sonunda ise bu oranın daha da arttığını göstermektedir (Tangamornsuksan et al., 2026). Bu durum, antenatal dönemde elde edilen kazanımların postpartum dönemde sürdürülebilir destek mekanizmalarıyla güçlendirilmediği takdirde kalıcı olmayabileceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla sigara bırakma başarısı yalnızca gebelik sonundaki bırakma oranlarıyla değil, doğum sonrası dönemde bu davranışın sürdürülebilmesiyle de değerlendirilmelidir.

Doğum sonrası yeniden sigara kullanımını etkileyen faktörler yalnızca nikotin bağımlılığı ile sınırlı değildir. Anneliğe uyum süreci, uyku düzensizlikleri, psikolojik stres, yorgunluk, sosyal destek yetersizliği ve sigara içilen aile ortamı yeniden sigara kullanımını kolaylaştıran başlıca etmenler arasında yer almaktadır (Tangamornsuksan et al., 2026). Özellikle partnerin sigara kullanıyor olması, kadının sigarayı bırakmayı sürdürmesini güçleştiren önemli çevresel risk faktörlerinden biri olarak bildirilmektedir (Nakijoba et al., 2025). Bu bulgular, postpartum dönemde yeniden sigara kullanımının yalnızca biyolojik bağımlılığın değil, aile ve sosyal çevrenin de önemli ölçüde etkilediği çok faktörlü bir süreç olduğunu göstermektedir.

Doğum sonrasında sigara kullanımının yeniden başlaması yalnızca annenin sağlığını değil, yenidoğanın sağlığını da doğrudan etkilemektedir. Maternal sigara kullanımı, bebeğin pasif tütün dumanına maruz kalmasına neden olarak alt solunum yolu enfeksiyonları, hışıltılı solunum, astım ve ani bebek ölümü sendromu riskini artırmaktadır (Nakijoba et al., 2025). Ayrıca sigara kullanan annelerin emzirmeye başlama olasılıklarının daha düşük olduğu ve emzirme sürelerinin daha kısa olduğu bildirilmektedir (Nakijoba et al., 2025). Bu nedenle postpartum dönemde sigara bırakmanın sürdürülmesi, yalnızca annenin bağımlılık tedavisinin devamı açısından değil, bebeğin sağlıklı büyüme ve gelişiminin desteklenmesi açısından da önemli bir koruyucu sağlık yaklaşımıdır.

Mevcut kanıtlar, doğum sonrası yeniden sigara kullanımının önlenmesinde gebelikte başlatılan sigara bırakma desteğinin doğum sonrasında da sürdürülmesi gerektiğini göstermektedir. Ağ meta-analizine göre bilişsel davranışçı terapi ile motivasyonel görüşmenin birlikte uygulandığı müdahaleler, doğumdan sonraki ilk aylarda sigara bırakmanın sürdürülmesinde en başarılı yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Tangamornsuksan et al., 2026). **Bununla birlikte bu etkinin zamanla azalabildiği ve davranış değişikliğinin korunabilmesi için belirli aralıklarla**

sürdürülen danışmanlık ve izlem programlarının gerekli olduğu bildirilmektedir. Bu sonuçlar, postpartum bakımın tek seferlik görüşmeler yerine planlı ve süreklilik gösteren izlem programlarıyla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu süreçte ebeler, bakımın sürekliliğini sağlayan en önemli sağlık profesyonellerinden biridir. Postpartum ev ziyaretleri, emzirme danışmanlığı, bebek izlemleri ve aile planlaması hizmetleri, annenin sigara kullanım durumunun yeniden değerlendirilmesi ve yeniden sigara kullanımının erken dönemde belirlenmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (Delakovia et al., 2025). Aynı zamanda bu görüşmeler, annenin motivasyonunun desteklenmesi, karşılaştığı güçlüklerin belirlenmesi ve gerektiğinde ileri danışmanlık hizmetlerine yönlendirilmesi için uygun bakım noktaları oluşturmaktadır (Weiland et al., 2025). Ebelerin postpartum dönemde kadınlarla sürdürdüğü düzenli temas, yalnızca relapsın erken belirlenmesine değil, davranış değişikliğinin güçlendirilmesine ve uzun dönem sigara bırakma başarısının desteklenmesine de katkı sağlamaktadır.

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, doğum sonrası yeniden sigara kullanımına başlama, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminin en kritik ve en kırılgan aşamalarından birini oluşturmaktadır. Başarılı bir sigara bırakma programının etkinliği, doğum anına kadar elde edilen sonuçlarla sınırlı olmayıp postpartum dönemde davranış değişikliğinin sürdürülebilmesine bağlıdır. Bu nedenle ebe liderliğinde yürütülen sigara bırakma programlarının doğumla sonlandırılmaması; postpartum izlemler, emzirme danışmanlığı, aile merkezli destek programları ve düzenli danışmanlık hizmetleriyle sürdürülmesi, uzun dönem sigara bırakma başarısının artırılmasında temel stratejiler arasında yer almaktadır (Tangamornsuksan et al., 2026; Delakovia et al., 2025).

7. GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Gebelikte tütün bağımlılığı yönetimine ilişkin güncel kanıtlar, gelecekte geliştirilecek uygulamaların yalnızca sigara bırakma oranlarını artırmaya değil, bakımın sürekliliğini ve hizmet kalitesini güçlendirmeye de odaklanması gerektiğini göstermektedir. Bu doğrultuda ebe liderliğinde yürütülen standart bakım modellerinin geliştirilmesi ve antenatal ile postpartum bakım süreçlerine sistematik olarak entegre edilmesi önemli bir öncelik olarak değerlendirilmektedir (Clet et al., 2025). Bunun yanında farklı sağlık sistemlerinde uygulanabilir, standardize edilmiş ve sürdürülebilir bakım modellerinin geliştirilmesi, kanıta dayalı uygulamaların yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacaktır.

Ebelerin tütün bağımlılığı yönetimindeki rollerini daha etkin biçimde yerine getirebilmeleri için lisans eğitim programlarının güncel kanıtlara dayalı sigara bırakma danışmanlığını kapsayacak şekilde güçlendirilmesi, mezuniyet sonrası hizmet içi eğitimlerin yaygınlaştırılması ve klinik uygulamalarda standart danışmanlık algoritmalarının kullanılması gerekmektedir (Delakovia et al., 2025; Weiland et al., 2025). Ayrıca danışmanlık becerilerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalı eğitimlerin ve yeterlilik temelli değerlendirme yaklaşımlarının eğitim programlarına entegre edilmesi, ebe liderliğinde yürütülen bakımın niteliğini artırabilir.

Sağlık sistemleri açısından değerlendirildiğinde, tütün bağımlılığı yönetiminin yalnızca bireysel sağlık profesyonellerinin sorumluluğuna bırakılmaması; elektronik sağlık kayıtları, otomatik yönlendirme sistemleri, multidisipliner ekip iş birliği ve sigara bırakma merkezleriyle koordineli bakım modelleriyle desteklenmesi gerekmektedir (Clet et al., 2025). Özellikle ebe

liderliğinde yürütülen yapılandırılmış bakım modellerinin farklı sağlık sistemlerinde uygulanabilirliğini değerlendiren çok merkezli çalışmaların literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte maliyet-etkililik analizlerini ve sağlık hizmeti çıktılarını değerlendiren araştırmaların artırılması, bu modellerin sağlık politikalarına entegrasyonunu destekleyecek önemli kanıtlar sağlayacaktır.

Teknolojik gelişmeler de gelecekteki uygulamalar için önemli fırsatlar sunmaktadır. Mobil sağlık uygulamaları, tele-sağlık hizmetleri ve dijital davranış değişikliği programlarının yüz yüze danışmanlık ile bütünleştirildiği hibrit bakım modellerinin etkinliğinin değerlendirilmesi, tütün bağımlılığı yönetimine ilişkin yeni kanıtların oluşmasına katkı sağlayacaktır (Posse & Míguez, 2026). Bunun yanında postpartum dönemde yeniden sigara kullanımını önlemeye yönelik uzun süreli izlem programlarının etkinliğini değerlendiren yüksek metodolojik kalitedeki randomize kontrollü çalışmalara gereksinim devam etmektedir (Tangamornsuksan et al., 2026). Gelecekte yürütülecek araştırmaların yalnızca sigara bırakma oranlarına değil, anne ve yenidoğan sağlığına ilişkin uzun dönem klinik sonuçlara, bakımın sürdürülebilirliğine ve ebe liderliğinde sunulan müdahalelerin etkinliğine odaklanması, mevcut bilgi boşluklarının giderilmesine önemli katkı sağlayacaktır.

8. SONUÇ

Gebelikte tütün bağımlılığı, anne, fetüs ve yenidoğan sağlığını olumsuz etkileyen en önemli önlenebilir risk faktörlerinden biri olmaya devam etmektedir. Güncel kanıtlar, sigara bırakma başarısının yalnızca uygulanan müdahalenin türüne değil; müdahalelerin bireyselleştirilmesine, bakımın sürekliliğine ve sağlık profesyonellerinin bilgi, beceri ve danışmanlık yeterliliklerine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu derlemede değerlendirilen kanıtlar, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminde ebe liderliğinin yalnızca sigara bırakma danışmanlığı ile sınırlı olmadığını; erken tanılama, bağımlılık düzeyinin değerlendirilmesi, davranış değişikliğinin desteklenmesi, multidisipliner bakım koordinasyonu, uygun yönlendirme mekanizmalarının işletilmesi ve postpartum izlemin sürdürülmesini kapsayan bütüncül bir bakım yaklaşımını içerdiğini göstermektedir. Özellikle bakımın gebelikten doğum sonrasına kadar kesintisiz sürdürülmesi, sigara bırakma başarısının kalıcılığı açısından temel belirleyicilerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, gebelikte tütün bağımlılığı yönetiminde ebe liderliğinin güçlendirilmesi; kanıta dayalı danışmanlık yaklaşımlarının rutin antenatal ve postpartum bakıma sistematik olarak entegre edilmesi, standart klinik uygulama modellerinin yaygınlaştırılması ve sağlık sisteminin bu uygulamaları destekleyecek biçimde yapılandırılması, anne ve yenidoğan sağlığının iyileştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Bu derleme, güncel literatürü bütüncül bir bakış açısıyla sentezleyerek ebe liderliğinde yürütülen tütün bağımlılığı yönetiminin klinik uygulama, eğitim, araştırma ve sağlık politikaları açısından stratejik önemini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Alhage, M., Arutkin, M., Ceccaldi, P.-F., Josseran, L., Ayoubi, J.-M., & Vallée, A. (2026). Management of tobacco smoking among pregnant women: A qualitative study with French midwives to inform local practice recommendations. *Women's Health, 22*, 1–11. https://doi.org/10.1177/17455057261427550

Burtin, A., Poublan, J., Bernez Dit Vignolle, M., Marret-Rousseau, A., Castera, P., Clet, E., Kervran, C., Le Faou, A.-L., Sentilhes, L., Ratel, R., Alla, F., & 5A-QUIT-N pilot study group. (2026). Enablers and barriers to smoking cessation counselling: Experiences of midwives and pregnant smokers in the 5A-QUIT-N pilot project. *Canadian Journal of Public Health, 117*(Suppl. 1), S75–S88. https://doi.org/10.17269/s41997-025-01147-w

Chamberlain, C., O'Mara-Eves, A., Porter, J., Coleman, T., Perlen, S. M., Thomas, J., & McKenzie, J. E. (2017). Psychosocial interventions for supporting women to stop smoking in pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2017*(2), CD001055. https://doi.org/10.1002/14651858.CD001055.pub5

Chang, G., & Lazatin, J. (2025). Modifying the use of alcohol and cigarettes in the antepartum. *Current Psychiatry Reports, 27*, 206–219. https://doi.org/10.1007/s11920-025-01590-z

Clet, E., Burtin, A., Stevens, N., Kervran, C., Ratel, R., Vergneau, M., Moysan, P., Frevol, M., Sentilhes, L., Castera, P., Alla, F., & 5A-QUIT-N group. (2025). Development of an intervention for smoking cessation in pregnant women using a theory-based approach. *BMC Pregnancy and Childbirth, 25*, Article 492. https://doi.org/10.1186/s12884-025-07573-5

Delakovia, T., Katsaounou, P., Sarantaki, A., Bakou, A., Lykeridou, A., & Diamanti, A. (2025). Exploring Greek midwives' knowledge, attitudes, and practices in perinatal smoking: A cross-sectional study. *Tobacco Prevention & Cessation, 11*, Article 33. https://doi.org/10.18332/tpc/205916

Edeline, A., Tripault, A., Lebeau, J. P., & Pautrat, M. (2025). Cross-analyzing the opinions and experiences of nurses, physiotherapists, dentists, midwives, and pharmacists with respect to addictive disorder screening in primary care: A qualitative study. *PLOS ONE, 20*(1), e0315926. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315926

Elseifi, O. S., Younis, F. E., Mirza, I. M., Alhewiti, A., Abd-Elhady, N. M. S., & Mortada, E. M. (2025). Breaking the habit: A systematic review and meta-analysis of pregnancy-related smoking cessation randomized controlled trials. *Healthcare, 13*(7), 732. https://doi.org/10.3390/healthcare13070732

Greaves, L., Brabete, A. C., Poole, N., Huber, E., & Stinson, J. (2025). Vaping guidance and women's decision-making during pregnancy & postpartum. *Public Health in Practice, 9*, Article 100570. https://doi.org/10.1016/j.puhip.2024.100570

Nakijoba, R., Isabella, K., Kiguba, R., Waitt, C., & Atuyambe, L. M. (2025). Maternal smoking and alcohol use in association with breastfeeding initiation, duration, and infant health – a scoping review. *Women's Health, 21*, 1–14. https://doi.org/10.1177/17455057251352297

Posse, C. M., & Míguez, M. C. (2026). Psychological interventions for smoking cessation in pregnant women: A systematic review. *Nicotine & Tobacco Research*. Advance online publication. https://doi.org/10.1093/ntr/ntag143

Sevinç Akın, H. Y., Güneş, B., & Yalçın, S. S. (2025). Exploring awareness and attitudes towards smoking among pregnant women and healthcare professionals: A qualitative study. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 16*(3), 414–421. https://doi.org/10.31067/acusaglik.1528936

Sondang, N., Oktavia, N., Adnani, Q. E. S., Gumilang, L., Susiarno, H., & Adepoju, V. A. (2025). A scoping review of maternal active smoking during pregnancy and low-birth weight. *Journal of Asian Midwives, 12*(2), 40–51.

Tangamornsuksan, W., Boonpattharatthiti, K., Aiumtanaporn, N., Pongpetch, T., Thananithisak, C., Sadeghirad, B., Dhippayom, T., & Guyatt, G. H. (2026). The prevention of smoking relapse in postpartum women: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Addiction Medicine, 20*(1), 92–101. https://doi.org/10.1097/ADM.0000000000001522

Tatton, C., & Melendez-Torres, G. J. (2026). Are psychosocial smoking cessation interventions delivered in pregnancy equally effective? A systematic review, meta-analysis and equity analysis of moderation analyses in randomized controlled trials. *Journal of Behavioral Medicine, 49*, 1–14. https://doi.org/10.1007/s10865-025-00614-6

Weiland, S., Jansen, D. E. M. C., Welker, G. A., Berger, M. Y., Erwich, J. J. H. M., & Peters, L. L. (2025). How to improve smoking cessation support for pregnant women? Guideline implementation in The Netherlands. *Health Promotion International, 40*, daaf084. https://doi.org/10.1093/heapro/daaf084

“QURANİ-KƏRİM”İN NAZİLİ VƏ MÜQAYİSƏL LİNQİVİSTİKA ÜZRƏ YAZILMIŞ İZAHLI, TƏHLİL- TƏTBİQİ LÜĞƏTLƏR

DOÇ.DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery`s Ange`ls İnternacional Qroup üvü; Poetas İntergaláctıcos-üzvü; World Peace Lıterature Academy-nin yönətici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZƏT

“Qur`ani-Kərim”in nazili ilə bütün sahələr üzre yeni era, yeni elmi-tətbiqlər zamanı başladı.

Bütün elmi kəşflər və nailiyyətlər Təhlil-Təvil elmlərinin tərkibinə daxildir. Bəşərin bütün insani, ruhani, əqli, fikri, nəqli ifadə varlığı onun dili-nitqi və anlama, idrak etmə və fikirlərini söyləmə üsulları ilə nizam tapdı.

Əsas ifadə forması-insanın özünü ifadəetmə tərzinə aiddir. İdraki ifadə sözlə, cümlə və vəsflər, tərənüm və təsbitlər üzrə ifadəetmə sahələr- Dil və nitq təzahürləridir.

Elmi baxımdan Dilin varlığı və Linqivistik funksiyaları ona aid olan sahələri inikas etdirir.

Bu hallar, yeni zaman varlığında Tarixi linqivistiukanın elmi-tətbiqi, nəzəri, psixoloji baxımdan müxtəlif elm sahələrini formalaşdırdı. “Quran” dili və xalq dili üzrə sözlərin linqivistik təhlil və izahları tədqiqlər-səslərin və sözlərin izahlarına dair praktiki-tətbiqi lüğətlərdir. Çoxsaylı lüğətlərdir. Bu, “Qurani-Kərim”dən və xalq dilindən gələn sözlərin məna-məzmunlarını anlatmaq üçün yazılmış-tərtib və təsnif edilmiş əsərlərdir. Linqivistik baxımdan, Dünya dilçiliyi üzrə yeganə əsərlər və təqdimlərdir.

Bəşərin ifadə varlığı genişləndi. Xalqlar və mədəniyyətlər Dil elmi üzrə özlərini ifadə etmək baxımından insanlar daha aktiv həyat və zaman yaşamında oldu.

“Quran-Kərim”in öyrədilməsi və mənimsədilməsi sayəsində dillər zənginləşdi. Qurani-Kərim” bağlılıqlarına görə müxtəlif lüğətlər yazıldı, tərtib edildi.

Bu əsərlərin- kitabların, tərtibedilmə, yazılma və ifaetmə üsullarına görə aşağıdakı növləri təqdim edə bilərik:

1- Müxtəlif mövzular üzrə sözlərin izahına dair lüğətlər;

2- Əlifba sırası ilə verilən sözlüklər—lüğətlər

3- Kəlimələrin İlk hərflərinə görə tərtib edilən Lüğət-Kitablar:

4. Kəlimələrin son hərflərinə görə tərtib edilən lüğətlər.

5. Kəlimə-kəlimə danışıqlar üzrə tərtib-təsbit edilən lüğətlər.

6. Danışıq-nitq , ünsiyyət, bir-birini anlmaq və anlatmaq üçün hazırlanan lüğətlər.

Bütün bu tətbiqi-təsnifi-təlili sahələr öyrənmə-izahetmə sistemlərini də formalaşdırdı.:

Sözlərin həflər sistemi üzrə təqdim edilmiş Lüğətlər tərtibinə və məzmun sahələrinə görə müxtəlif lüğətlərdir. Qur`an sözləri üzrə izahlı və təhlili xarakterli lüğətlər. Müxtəlif sahələr üzrə sözlərin lüğəvi mənasına görə izahlı lüğətlər vardır. "Qur`ani-Kərim"dilinin- 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 linqivistikası tarixində xüsusi bir sistem kimi xarakterikdir.

AÇAR SÖZLƏR: "Quran" başlanan dilbilimi; Ünsiyyət Lüğətləri; Müqayisəli lüğətlər

EXPLANATORY, ANALYTICAL AND APPLIED DICTIONARIES ON THE REVELATION OF THE "QURAN" AND COMPARATIVE LINGUISTICS

Assoc. Professor Dok. EBULFEZ TAHİR EZİMLİ

ABSTRACT

With the revelation of the "Quran", a new era, a time of new scientific and applied sciences began in all fields.

All scientific discoveries and achievements are included in the sciences of Tahlil-Tawil. All human, spiritual, intellectual, intellectual, and narrative expression of man found order in his language-speech and methods of understanding, cognition, and expressing his thoughts.

The main form of expression refers to the way a person expresses himself. Cognitive expression is the expression of words, sentences, and descriptions, chants, and determinations. The fields of expression are the manifestations of language and speech.

From a scientific point of view, the existence of language and linguistic functions reflect the fields to which it belongs.

These circumstances have shaped various scientific fields of historical linguistics in the modern era from a scientific-applied, theoretical, and psychological perspective. Linguistic analysis and explanations of words in the language of the Quran and the vernacular are studies-practical-applied dictionaries on the explanations of sounds and words. Numerous dictionaries. These are works written, compiled, and classified to explain the meanings and contents of words from the Quran and the vernacular. From a linguistic perspective, they are the only works and presentations in world linguistics.

The expressiveness of mankind has expanded. People and cultures have become more active in terms of expressing themselves in terms of linguistic science.

Languages have become richer thanks to the teaching and mastering of the Quran. Various dictionaries were written and compiled according to their connections with the Holy Quran.

We can present the following types of these works-books according to the methods of compilation, writing and performance:

1- Dictionaries on the explanation of words on various topics;

2- Dictionaries given in alphabetical order

3- Dictionaries-Books compiled according to the first letters of words:

4. Dictionaries compiled according to the last letters of words.

5. Dictionaries compiled and established on word-by-word conversations.

6. Dictionaries prepared for speech, communication, understanding and explaining each other.

All these application-classification-explanation fields also formed learning-explanation systems.:

Dictionaries presented according to the system of letters of words are various dictionaries according to their composition and content areas. Dictionaries of an explanatory and analytical

nature on the words of the Quran. There are explanatory dictionaries according to their lexical meaning. In the methodology of studying the “Quranic” language - the Arabic language, the customs and traditions of the people, their everyday life, and ethnographic lifestyles were the main sources for studying words, analyzing and investigating their application. First of all, because the study of words according to the structuralism of folk speech is characteristic as a special system in the history of universal, Eastern linguistics.

KEYWORDS: Linguistics that began with the “Quran”; Communication Dictionaries; Comparative Dictionaries

GİRİŞ

Qur`ani-Kərimin nazilindən sonra “Quran” dili və xalq dili üzrə sözlərin linqivistik təhlil və izahları tədqiqlər-səslərin və sözlərin izahlarına dair praktiki-tətbiqi lüğətlərdir. Çoxsaylı lüğətlərdir. Bu, “Qurani-Kərim”dən və xalq dilindən gələn sözlərin məna-məzmunlarını anlatmaq üçün yazılmış-tərtib və təsnif edilmiş əsərlərdir. Linqivistik baxımdan, Dünya dilçiliyi üzrə yeganə əsərlər və təqdimlərdir.

Bu əsərlərin- kitabların,Əsasən, dörd cür öyrənmə-izahetmə sistemi var idi:

1- Mövzular üzrə sözlərin izahına dair lüğətlər;

2- Əlifba sırası ilə verilən sözlüklər—lüğətlər

3- Kəlimələrin İlk hərflərinə görə tərtib edilən Lüğət-Kitablar:

4. Kəlimələrin son hərflərinə görə tərtib edilən lüğətlər.

Sözlərin həflər sistemi üzrə təqdim edilmiş Lüğətlər tərtibinə və məzmun sahələrinə görə müxtəlif lüğətlərdir. Qur`an sözləri üzrə izahlı və təhlili xarakterli lüğətlər. Müxtəlif sahələr üzrə sözlərin lüğəvi mənasına görə izahlı lüğətlər vardır. Nümunə üçün birini təqdim edirik:

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 mənaları 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 oıan sözlər izah edilir;

III bölmə: quşlar aləminə məxsus sözlər açıqlanır;

IV bölmə: silah növlərini bildirən sözlərin leksik mənaları 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 məna çalarlarını açıqlamaq baxımından əsər ərəb dilçiliyi tarixində xüsusi yer tutur. Əsər h.1396, m. 1976-cı ildə Qahirədə çap edilmişdir.

HƏRFLƏRİN SAYINA GÖRƏ- İKİ VƏ DAVAMLI OLARAQ HƏRFLƏRİ ARTAN SÖZLƏRİN İZAHLI LÜĞƏTİ

Bu Mahmud Kaşğalının "Divani-Lüğtit-Türk Kitabıdır. İzahlı lüğətdir. Ərəblərin və başqa millətlərn Türk dilindəki sözlərin mənalarını öyrənməliəri üçün tərtib edilib-yazılıb

Sözlərdə tərkibə görə hərflərin azdan çoxa doğru artan ardıcıllığı ilə tərtib edilmişdir. Bir hərfli, 2 hərflə, 3 hərfli, 4 hərmli, 5 hərfli və s. Tərkibinə görə sözlərə iahlar verilmiş, mənaları açıqlanmış və bütün nümunələri xalq elmi, ədəbiyyatı, hitmətindən gələn nümunələr təqdim edilmişdir.

Dîvânu Lugâti't-Türk isimli, dünyaca bilinen eserin yazarıdır. Eserini 1072 yılında Bağdat'ta yazmaya başladı, 12 Şubat 1074 tarihinde tamamladı. Tamamlanmasından sonraki iki yıl içerisinde eserini dört defa baştan sona gözden geçirerek esere 1076'da son şeklini verdi. Eser, 1077 Ocak'ında bitirilmiş ve Abbasi Halifesi Muktedî-Biemrillah'ın oğlu Ebü'l-Kasım Abdullah'a sunulmuştur. Kitabın tek yazması olan nüsha, bugün İstanbul'daki Millet Yazma Eser Kütüphanesinde muhafaza edilmektedir.

QAYNAQLAR

1. Kâşgarlı Mahmud'un, *Kitâbu Cevâhirü'n-Nahv fî Lugâti't-Türk* adlı bir eser daha kaleme aldığı bilinmektedir. Türk dilinin ilk gramer kitabının nerede ve nasıl kaybolduğu belirlenememiştir. Bu eser, günümüze ulaşmamıştır. Jean Paul Roux, Türklerin Tarihi
2. Ahmet Bican Ercilasun, Başlangıçtan Yirminci Yüzyıla Türk Dili Tarihi, Akçağ, Ankara 2010, s. 314-316.

"Uygarlıktan zulme Kaşgar'ın hikâyesi". Hilmi Demir. Türkiye Gazetesi. 29 Haziran 2019. 29 Haziran 2019 tarihinde kaynağından arşivlendi. Erişim tarihi: 15 Mayıs 2022

II. MÖVZULAR ÜZRƏ SÖZLƏRİN İZAHLI LÜĞƏT KİTABLARI:

1. Ebu Zəkəriyyə Yəhya bin Ziyad əl-Fərra (ölümü:207, m.822). Məani-il-Quran : sözlərin izahına həsr edilib. 3 cilddə, Beyrut. 1401, m.1983**.**

2. Əl Mübarak, Əbu Əbdürrahman Abdullah bin Yəhya (ölümü: h. 237. m.851): QARİBUL-quran va təfsiruh , Beyrut, 1407, m. 1987. Sözlərin mənalrını izah edilir.

3. Ər-Rağib əl-İsfəhani Əbulqasim Hüseyin bin Muhammməd (ölümü:502, m.1108):

Əl-Mufradat (gözəl ifadələr sözlüyü olmaqla, kəlimələri. sözləri izah edir: burada sözləri ilk hərflərinə görə əlifba sörası ilə düzmüşdür. Qahirə, 1961.

4. Əbülqasim Carullah **Əz-Zaməhşəri** (ölümü: h.538, m.1143)--türk əsillidir—"Əl-faiq fi qaribil-hadis. Hədislərdəki sözlərin izahlı lüğətidir. Lüğətdə 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 cilddə 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 ciliddədir, 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 cilddə_ Haləb, 1979.

Əlifba sırası ilə tərtib edilən izahlı lüğətdir. M. Sadi Çöğenli tərəfindən doktora tezi olarak 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 vermişdirş Əsər iki hissədən və hər hissə də iki fəsildən ibarətdir. Bu lüğətdə Sözlər əlifba sırası ilə verilmişdir. Iki cilddə 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 mənaları 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 oıan sözlər izah edilir;

III bölmə: quşlar aləminə məxsus sözlər açıqlanır;

IV bölmə: silah nvlərini bildirən sözlərin leksik mənaları 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 məna 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 Abdulməlik 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 "Fiqhul-luğa" əsərini yazarkən əl-Xəlil. əl-Əsmai, əl-Qisai. əl-Fərra, Əbu Zeyd əl-Ənsari, Əbu Ubeydə Məammər bin əl-Muşənna kimi alimlərin əsərlərinə istinad etmişdir. Əsər Beyrutda və Qahirədə nəşr edilmişdir (Ar.əd. klaynak. 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 məna çalarlarını açıqlayır. Mövzu üzrə tərtib edilən ən böyük izahlı lüğət kimi diqqəti cəlb edir. 17 cilddən 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 linqivistik dəyəri vardır.

Lüğətlərin tərtibi, sözlərin məna siqlətlərinin izahı və şərhi 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-məna tərkiblərinin açımı konsepsiyasına—problemli tərkib-tələblərə bağlı olmaqla, "Qurani-Kərim" və Hədis elminə istinad etmişdir. **İbn Sidə Ali bin İsmail** 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 Huseyn Naşşar tədqiq etmiş və altı cilddə 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-Tarifat" əsərində müxtəlif elm sahələrinə aid istilahların izahlı lüğətidir. 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 istilahatil- funun" adlı izanlı lüğət hazırlamışdır. Lüğətdə ayrı-ayrı elm sahələrinə aid sözlərin, istilahların izahı verilir. Burada İstilahların-sözlərin son hərfləri üzrə düzülmüşdür. Əsər 1862-ci ildə Kəlküttədə iki cilddə 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 İltanbulda çap edilmişdir.

18. Əbul-Bəqa Əyyub bin Musa əl-Huseyni əl-Kəfəvi (ölümü: h. 1094, m. 1583). "Əl-Kulliyyat" əsərinin müəllifidir. Müəllif Əbul_Bəqa bu əsərində müxtəlif elmlərə dair sözləri, ifadə və istilahları leksik baxımdan açıqlamışdır. Əsər iyirmi səkkiz bölmədən ibarətdir. Mənalar üzrə düzülən sözlərin leksik-semantik və məzmun izahları əsərin dilçulik dəyərini səciyyələndirən cəhtlərdəndir. Kitabda mənaları açıqlanan sözlər hüquqa,ilahiyyata, morfologiyaya və fəlsəfəyə aid sözlərin mənaları elmi istilahlar nəzərindən açıqlanmışdır."Əl-KulliyyaT ən çox çap edilən dilçilik mənbələrindəndir. Belə ki, əsər 1253, 1255, 1281_ci illərdə

Bulakda, 1278-ci ildə İstanbulda, 1284 və 1286-cı illərdə Tehranda, 1993-cü ildə ikinci dəfə Beyrutda nəşr edilmişdir.

I. ƏLİFBA SIRASI İLƏ VERİLƏN SÖZLÜKLƏR—LÜĞƏTLƏR:

Hərflərin tələffüzünə görə lüğətərin 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-Xalil bin Ahməd əl-Fərahidi (ölümü: h.175, m. 791). İlk dəfə olaraq, ərəb dili sözlərini əlifba sırası ilə düzmüşdür. 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-Xalil 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-hərf azlığına görə dörd və beş hərfli sözləri bir bölmədə vermişdir. Əsər 1967-ci ildə Bağdatda nəşr edilmişdir. Habelə h. 1408, m. 1988-ci ildə səkkiz cilddə 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 mənalarını 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 "Təhzibul-luğa" adlı əsəri dilçilik tarixində xüsusi yer tutur. Sözlərin tərtibi və

mənalar 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 cilddə 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, sözlərii 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.

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 məhşur əsərlərindən biri "Əl-Cəmhərə fil-luğa" sözlüyüdür. Sözlük ilk hərflərin yerinə nəzərən 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, nəvadir və b. fəsillərdən ibarətdir. Əsli hərflərin əsasında təqdim edilən kəlimələrdə hərflərin dəyişimi ilə məna dəyişimlərinin yaranması xüsusiyyətlərini təhlil-təsnif edən müəllif hərflərin kəlimələr daxilindəki rolu, kəlimələrin məna çalarları, tərkib strukturu ilə bağlı məsələləri linqivistik-poetk yöndən açıqlamışdır. əsər Zeynalabdin Musəvi tərəfindən h. 1344-1351-ci illərdə dörd cilddə əvvəlcə Heydərabadda, sonra Bağdad və Beyrutda nəşr edilmişdir (qayn. Səh.130).

29. İbn Faris—Əbul-Huseyn 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" lüğəteynlə səsləşən əlamətlər müəllifin başqa dilçilərin elmi şərhlərinə, fikir və mülahizələrinə ehtiramını bildirir. "ərəb ədəbiyyatına dair "Qaynaqlar" məcmuəsində göstərilir ki, "İbn Faris əsərini hərflərə görə bölümlərə ayırmış, həmzə 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 linqivistik tərkibə, semantik-leksik struktura malikdir. Dilçi alim bu

əsərini "əl-Mucməl fil-luğa" lüğətinin davamı kimi yazmışdır. "Mucəmu maqayisil-luğa" əsəri altı cilddən ibarətdir. Lüğət h. 1366-m.1946 və h.1389-m.1969-cu illərdə Qahirədə nəşr edilmişdir.

30. əz-Zaməhşəri—Muhəmməd bin Umər əz-Zamahşəri (h. 583—m. 1143). "Əsasul-bəlağə" əsərinin müəllifidir."Əsasul-bəlağə" kitabı İlk hərf sisteminə görə təsnif edilən sözlüklər sırasında xüsusi yer tutur. Əsərdə sözlərin həm leksik-semantik mənası, həm də məcazi mənaları izah edilir. Bəlağət elmi üzrə ən mükəmməl əsərlərdən biridir. Gözəl danışıq, təsirli və mənalı ifadə etmə, sözlərin məna-məzmun stilində gözəl ifadə cazibədarlığı, sözlərin gücü ilə heyrətli şəkildə təsir oyatmaq əlamətləri qabarıq olan nitq sistemi kimi, bəlağət elmi xüsusi nəzəriyyə, praktiki-təcrübü əlamətlər tərzinə malikdir. Bəlağət elminin əsaslarından bəhs edəb kitab sözlərin məna-məzmun tipologiyasınada, struktur-semantik simasına görə xüsusi elmi dəyərə malikdir. Əsər Qahirədə (1881, 1922), Loknovda (1893), Haydarabadda (1906), Beyrutda (1965) nəşr edilmişdir.

31. Ər-Razi—Muhəmməd 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, mənaları, 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 obyaekti etmişdir. Müəllif Sözlərin mənalarını onların 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 Ğəzalinin "əl-Vəciz" adlı əsərinə ər-Rafiinin yazdığı "Kitabus-şərhil-kəbir" adlı şərhdəki sözlərdən bəhs edilir. Müəllif həmin şərhlər kitabındakı sözləri götürmüş, onların mənalarını, 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 cilddə 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, mənalara və mənaların nitq sistemindəki yerinə dair elmi- praktiki təhlil-təsniflər vermişdir. Bu baxımdan, onun "Əl-Bustan" adlı sözlüyi 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 leksoqrafik əsər yazmışdır.

Müəllif "Əsrarul-bəlağa" sözlüyündə olduğu kimi, "kəlimələri həmzədən ya-ya qədər köklərinin birinci, ikinci, üçüncü hərflərinə görə söralamış, müştakları da bu köklərin altında toplamışdır" (qayn. Səh. 133). Müəllif feil, isim və sifətlərə dair fəsillər ayırmış, onların tərkib və tətbiq imkanlarını dəyərləndirmişdir. Əsərin ı 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 leksiqoqraflarının 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" adlə əsərlərini nəşr etdirmişlər. Bu müəlliflərin hamısı oz sözlüklərini Abdullah əl-Alaylının təqdim-tərtib etdiyi sistem üzrə tərtib etmişlər. Bu sistem kəlimələrin oxunduğu—tələffüz edildiyi şəkildə əlifba sırası ilə tərtib edilməsi qaydasıdır.

V. KƏLİMƏLƏRİN SON HƏRFLƏRİNƏ GÖRƏ TƏRTİB EDİLƏN LÜĞƏTLƏR:

Bir sıra lüğət-sözlüklər *sözlərin sön hərf 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) Kitabus-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 hirfliri isasin sıralanmışdır və bu sıralanma ilk hərflərin əlifba düzümü üzrə verilmişdir. "Divanul -ədəb" əsəri dörd cilddə 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 va 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-ədəb fi bəyani luğatul-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 cilddə 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 cilddə nəşr edilmişdir. 1987-ci ildə beyrutda 7 cilddə nəşr edilmişdir.

26. əl-Firuzabadi—Muhəmməd bin Yaqub əl-Firuzabadi (ölümü: h. 816—m. 1413) də sözlərin məna lüğətlərini yaradaraqq "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 va sihahul-arabiyya" əsərinin strukturuna uyğun bir strukturalizmi əsas götürmüşdür. Əsərdə şəxs və yer adlarına xüsusi diqqət verilmişdir. əl-Firuzabadinin "əl-Kamusul-muhit" əsəri dörd cilddə 1952-ci ildə Misirdə nəşr edilmişdir. Türkiyədə isə əsər dörd cilddə Asim Əfəndinin tərcüməsində "əl-Okyanusul-basit fi tərcumətul-kamusul-muhit" adı ilə nəşr edilmişdir (bax: qayn. Səh.128-129).

27. əz-Zəbidi—Muhəmməd bin Muhamməd əl-Huseyn əz-Zəbidi (ölümü: h. 1205—m. 1790) də ərəb dilində sözlərin məna təsnifləri üzrə "Tacul-arus" lüğətini yazmışdır. Müəllıf 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 cilddə nəşr edilmişdir. Kitabın Küveyt nəşri isə 25 cilddən ibarətdir; 25-ci cild Qaf hərfinədək olan hərfləri əhtə edir (yenə orada: səh.129).

NƏTİCƏ

Beləliklə, təqdim etdiyimiz bu tarixi-linqivistik inkişaf prosesinə bağlı olaraq hansı xülasəni verə bilərik? Başlıca elmi-konseptual məsələ odur ki, XX əsrədək 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, Ərəb dilinin zənginliyini ifadəetmək tərzinə görə hər lüğət özü ilə yeni bir yanaşma tərzi, 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 linqivistikası tarixində xüsusi bir sistem kimi xarakterikdir.

MƏNBƏLƏR

1. Mahmud Kaşğarlı. Divani-Lüğetit-türk. 4 cilddə. Ankara, 2006.

2. Ən - Nəvəvi Əbu Zəkəriyyə Muhəmməd bin Şərəf (ölümü: h. 676, m. 1277). Təhzibul-əsma val-luğat. Hüquq lüğətidir.

3. Ət-Təhanəvi Muhəmməd Ala bin Ali (ölümü: h. XII əsr. "Kəşşafu istilahatil- funun" adlı izanlı lüğət

4. Əbu Ali əl-Qali—Əbu Ali İsmail bin əl-Qasim əl- Qali (ölümü: h. 356, m. 966) Əndəlusludur. "Əl-Bari fi qaribil-luğatil-arabiyyə"

5. Əl-Əzhəri, Əbu Mənsur Muhəmməd bin Əhməd əl-Əzhəri (ölümü: h. 370, m. 980). Əl-Əzhərinin "Təhzibul-luğa"

6. İbn Abbad—Əbulqasim əs-Sahib İsmail bin Abbad bin əl-Abbas (ölümü: h.385—m.995). "Əl-Muhit fil-Luğa

7. İbn Dureyd---Əbu Bəkr Muhəmməd bin əl Hasan bin Dureyd (ölümü: h. 321—m. 933). "Əl-Cəmhərə fil-luğa"

8. İbn Faris—Əbul-Huseyn Ahməd bin Faris bin Zəkəriyyə (ölümü: h. 395—m. 1004). İbn-Faris "əl-Mucməl fil-luğa"

9. əz-Zaməhşəri—Muhəmməd bin Umər əz-Zamahşəri (h. 583—m. 1143). "Əsasul-bəlağə"

10. əl-Farabi—Əbu İbrahim İshaq bin İbrahim əl-Farabi (ölümü: h. 350—m. 961. "Divanul-ədəb fi bəyani luğatul-arab"

11. Ər-Razi—Muhəmməd Əbu Bəkr bin Abdulqadir ər-Razi (ölümü: h. 666—m. 1267). Linqivist alim "Muxtarus-sihah

12. Əl-Cövhəri—İsmail bin Hammad əl-Cövhəri (ölümü: h. 393—m.1003) "Tacul-luğa va sihahul-arabiyyə"

13. İbn Mənzur (ölümü: h. 711—m. 1311) ərəb dilindəki sözləri son hərflər 2zrə tərtib etmişdir. "Lisanul-arab

15. əz-Zəbidi—Muhəmməd bin Muhammməd əl-Huseyn əz-Zəbidi (ölümü: h. 1205—m. 1790) də ərəb dilində sözlərin məna təsnifləri üzrə "Tacul-arus"

15. əl-Firuzabadi—Muhəmməd bin Yaqub əl-Firuzabadi (ölümü: h. 816—m. 1413) də sözlərin məna lüğətlərini yaradaraqq "əl-Qamusul- muhit".

16. Əs-Səalibi Əbu Mənsur Abdulməlik bin Muhəmməd (ölümü: h. 429, m. 1038)."Fikhul-luğa"

SOKRAT DAYMONİZMİ VƏ CƏLİL MƏMMDƏQULUZADƏ REALİZMİNDƏ "MOLLANƏSRƏDDİNSAYAQ" HİDDƏTİN PƏRDƏALTI EYHAMLARI

DOÇ.DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ
ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery`s Ange`ls İnternacional Qroup üvü; Poetas İntergaláctıcos-üzvü; World Peace Lıterature Academy-nin yönətici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZƏT

Cəlil Məmmədquluzadənin (1869-1931) simasında Söz və Üslub şəxsləşdirildi. Habelə, Söz və Üslub məntiq-məna ilə bağlı bütün əlamətlər "Molla Nəsrəddin" dərgisində təzə idi. "Molla Nəsrəddin" dərgisi Şərq və Qərb üçün qapıları açdı. Qədim Dünyanın Sokratı da Hikmətin qapısını açmışdır. Mirzə Cəlil yeni zamana Sokrat və Molla Nəsrəddin adlı müdriklərin daymonizmindən yanaşdı. Bu daymonizm-insanın daxili səsinin və iradəsinin ifadəsi idi.

Elə ilk nömrədən Mirzə Cəlil bütün ciddi və problematik məsələləri yeni janr, üslub, forma tipologiyasından verməyə başladı. Hər şeydən əvvəl, Cəlil Məmmədquluzadə "Molla Nəsrəddin" vasitəsilə ən klassik bir fərmanı, xalq bədii poetikasını, üslubi estetikanı əsas metod kimi yeni sənətə gətirdi, ən poetik bədiyyatı önə çıxartdı. Burada ifadə, təsvir, dil, yeni üslubi tərzi, yeni bədii ölçüləri aşkarladı:

1:-Sözə yeni söz gətirdi;

2:- Mənaya yeni məna gətirdi;

3:-üsluba yeni üslub gətirdi;

4:-qapalı, pərdəaltı eyhamlarla- mənaları anladan Şərq-Qərb mərhəmliyi- Sokrat və Molla Nəsrəddin realizmi gətirdi.

Bu, Realizmin Şərq və Qərb gizlinlərində aşkaretmə-daymonizmi idi. Bu daymonizm, milli-bəşəri və ruhani təzəlik olmaqla xalis Şərq koloritidir.Sokrat da Şərqdən əxz etmişdir. Şərqdə Müdrikliyi seviblər. Anca Qərbdə, məsələn Antik Yunanıstanda Xalq müdrikliyi sevirdi, ancaq tiranlar sevmirdi. Bu həm də o deməkdir ki, Qərbdə tiranlar xalqı da sevmirdi, onun müdrikliyini də və onun müdriklərini də- Sokratı da sevmirdi- qətlə yetirdi. Mirzə Cəlil üçün təzəlik onun Şərq-İslam cəsarət və hünərindən, ruhani coşqunluğundan, ləyaqətindən, daymonisindən gələn əlamət idi.

Cəlil Məmmədquluzadə hər bir hadisə və əhvalatı müxtəlif ifadə tipində verməyi bacarırdı. Ciddi məlumatları "ciddi" komizmdən verirdi. Bu komizm, ümumilikdə, "məzhəkə şiveşi ilə danışan" (Mirzı Cəlil) "Molla Nəsrəddin" cəridəsinin əsas tipi idi. Amma bu komizm zahirdə deyildi, dərinlərdə də deyildi, içdə idi, pərdəli içdə. Bu mənada, Mirzə Cəlil butün yazılarında pərdəli dildə danışır.

AÇAR SÖZLƏR: Sokrat daymonizmi; Cəlil Məmmdəquluzadə realizmi; "Molla Nəsrəddin" daymonilər realizmi;Pərdəaltı eyhamlar

SOCRATIAN DAIMONISM AND THE UNDERLYING ALLEGATIONS OF THE "MOLLANESRADDINSAYAQ" ANGRY IN THE REALISM OF JALIL MAMMADGULUZADE

Assoc. Professor Dok. EBULFEZ TAHİR EZİMLİ

ABSTRACT

In the person of Jalil Mammadguluzade (1869-1931), Word and Style were personified. Also, all the signs related to the logic-meaning of Word and Style were new in the magazine "Molla Nasreddin". The magazine "Molla Nasreddin" opened the doors for the East and the West.

The Socrates of the Ancient World also opened the door to Wisdom. Mirza Jalil approached the new time from the daimonism of the wise men named Socrates and Molla Nasreddin. This daimonism was an expression of the inner voice and will of man.

From the very first issue, Mirza Jalil began to present all serious and problematic issues from a new typology of genre, style, and form. First of all, Jalil Mammadguluzadeh brought the most classical decree, folk artistic poetics, stylistic aesthetics as the main method to new art through "Molla Nasreddin", brought the most poetic art to the forefront. Here, he discovered expression, description, language, new stylistic style, new artistic dimensions:

1:-He brought new words to words;

2:-He brought new meaning to meaning;

3:-He brought a new style to style;

4:-With closed, veiled hints-the East-West compassion that explains meanings-Socratic and Molla Nasreddin brought realism.

This was the revelation-daimonism of Realism in the East and West. This daimonism is a pure Eastern coloration, being national-human and spiritual freshness. Socrates also borrowed from the East. In the East, they loved Wisdom. But in the West, for example, in Ancient Greece, the People loved Wisdom, but the tyrants did not.

This also means that the tyrants in the West did not love the people, they did not love their wisdom and their wise men - they did not love Socrates either - they killed them. For Mirza Jalil, freshness was a sign of his Eastern-Islamic courage and skill, spiritual enthusiasm, dignity, and daimonism.

Jalil Mammadguluzadeh was able to present each event and story in a different type of expression. He presented serious information in "serious" comic style. This comic style was, in general, the main type of the "Molla Nasreddin" newspaper, which "speaks in a humorous tone" (Mirzi Jalil). But this comic style was not on the outside, nor deep down, it was inside, veiled inside. In this sense, Mirza Jalil speaks in veiled language in all his writings.

KEYWORDS: Socratic daimonism; Jalil Mammadguluzadeh's realism; "Molla Nasreddin" Daimoni Realism; Subliminal Allusions

GİRİŞ

Cəlil Məmmədquluzadənin (1869-1931) simasında Söz və Üslub şəxsləşdirildi. Habelə, Söz və Üslub məntiq-məna ilə bağlı bütün əlamətlər "Molla Nəsrəddin" dərgisində təzə idi. "Molla Nəsrəddin" dərgisi Şərq və Qərb üçün qapıları açdı. Qədim Dünyanın Sokratı da Hikmətin qapısını açmışdır. Mirzə Cəlil yeni zamana Sokrat və Molla Nəsrəddin adlı müdriklərin daymonizmindən yanaşdı. Bu daymonizm-insanın daxili səsinin və iradəsinin ifadəsi idi.

Elə ilk nömrədən Mirzə Cəlil bütün ciddi və problematik məsələləri yeni janr, üslub, forma tipologiyasından verməyə başladı. Hər şeydən əvvəl, Cəlil Məmmədquluzadə "Molla Nəsrəddin" vasitəsilə ən klassik bir fərmanı, xalq bədii poetikasını, üslubi estetikanı əsas metod kimi yeni sənətə gətirdi, ən poetik bədiyyatı önə çıxartdı. Burada ifadə, təsvir, dil, yeni üslubi tərzi, yeni bədii ölçüləri aşkarladı:

1:-Sözə yeni söz gətirdi; 2:- Mənaya yeni məna gətirdi; 3:-üsluba yeni üslub gətirdi; 4:-qapalı, pərdəaltı eyhamlarla- mənaları anladan Şərq-Qərb mərhəmliyi- Sokrat və Molla Nəsrəddin realizmi gətirdi.

Bu, Realizmin Şərq və Qərb gizlinlərində aşkaretmə-daymonizmi idi. Bu daymonizm, milli-bəşəri və ruhani təzəlik olmaqla xalis Şərq koloritidir.Sokrat da Şərqdən əxz etmişdir. Şərqdə Müdrikliyi seviblər. Anca Qərbdə, məsələn Antik Yunanıstanda Xalq müdrikliyi sevirdi, ancaq tiranlar sevmirdi. Bu həm də o deməkdir ki, Qərbdə tiranlar xalqı da sevmirdi, onun müdrikliyini də və onun müdriklərini də- Sokratı da sevmirdi- qətlə yetirdi. Mirzə Cəlil üçün təzəlik onun Şərq-İslam cəsarət və hünərindən, ruhani coşqunluğundan, ləyaqətindən, daymonisindən gələn əlamət idi.

Cəlil Məmmədquluzadə hər bir hadisə və əhvalatı müxtəlif ifadə tipində verməyi bacarırdı. Ciddi məlumatları "ciddi" komizmdən verirdi. Bu komizm, ümumilikdə, "məzhəkə şivəsi ilə danışan" (Mirzı Cəlil) "Molla Nəsrəddin" cəridəsinin əsas tipi idi. Amma bu komizm zahirdə deyildi, dərinlərdə də deyildi, içdə idi, pərdəli içdə. Bu mənada, Mirzə Cəlil butün yazılarında pərdəli dildə danışır.

I. SOKRAT DAYMONİZMİ VƏ CƏLİL MƏMMDƏQULUZADƏ REALİZMİNDƏ "MOLLANƏSRƏDDİNSAYAQ" HİDDƏTİN PƏRDƏALTI EYHAMLARI

Söz və üslub, məntiq-məna ilə bağlı bütün əlamətlər "Molla Nəsrəddin" də təzə idi. Bu, milli-bəşəri və ruhani təzəlik olmaqla xalis Şərq koloritidir. Mirzə Cəlil üçün təzəlik onun Şərq-İslam cəsarət və hünərindən, ruhani coşqunluğundan, ləyaqətindən, daymonisindən gələn əlamət idi.

Mirzə Cəlilin üslub poetikasında kinayə açıq və qapalıdır. Məsələn, "Günün" imzası ilə yazdığı "Qurtarıb" felyetonu belə başlayır: "Dünyada heç bir şey bir qərarda qalmır. Ay, gün, yer, ulduzlar və biz gördüyümüz aydan, gündən yerdən və ulduzlardan savayı, genə milyon-milyon bu tövr aylar və ulduzlar, yerlər və günlər var ki, milyon-milyon illərin müddətinə hərəkətdədirlər.

Deyirlər ki, yer durub-yalandı. Deyirlər ki, gün durub, amma yenə hərəkətdədir-bu da yalandı. Xülasə, dünyada tək bircə Ordubad şəhərindən savayı, heç bir şey yoxdur ki, hərəkətdə olmasın" ("Molla Nəsrəddin", 5 may 1908, №38).

Bu, açıq eyhamdır. Yazıçının rəğbət və səmimiyyətini də ifadə edir. Yazıçı "Molla Nəsrəddin" dərgisində qapalı eyhamdan çox istifadə edir. Bunu **"pərdəaltı eyham"** da adlandıra bilərik. Mirzə Cəlil insana və onun yaşadığı məkana, cəmiyyətə **azad düşüncə, azad ləyaqət və azad həyat** məntiqindən yanaşdı. İlk nömrədə Naxçıvandan verilmiş xəbər-teleqramı ilə rəsm arasında nə qədər bağlılıq vardır.

"Molla Nəsrəddin" üçün dünyanın ən maraqlı mahallarından biri Naxçıvan idi. Bir tərəfdən ona görə ki, buranın qəribə adamları var idi ki, onların hər gün göz açıb gördüyü, hər zaman üstün tutduğu şəxslər, bəlkə də, özlərini ən bəxtiyar insanlar hesab edirlər və bir tərəfdən yəqin ona görə ki, Naxçıvan Araz çayının sol sahilindədir və onun sağ sahilindən hər gün, hər ay yüzlərlə, minlərlə cənublu qardaşları bir qarın çörək pulu üçün, nicat üçün məhz Naxçıvandan keçib digər mahallara gedirdilər və yeni macəralara ücrah olduqları kimi, yeni macəralar da yaradırdılar.

Bir tərəfdən də, digər bölgələr kimi, **Naxçıvanda da çar hökumətinin himayəsinə sığınan və müxtəlif dövlətlərdən köçüb gəlmiş erməni dəstələri kəndlərə hücumlar edir, dinc əhalini, uşaq, yaşlı, qadın demədən öldürür, əhalini qovub çıxarmağa çalışırdılar.** Məhşur "qaça-qaç" ifadəsi də ilk dəfə o dövrdən dillərə düşdü. Ruslar bütün şərqə tuşladığı siyasətlə ələ keçirdiyi ərazilərdə öz hökmünü möhkəmlətməklə genişləndirməyə çalışırdı. Azərbaycanın digər bölgələri kimi, Naxçıvanda da rus zülmü və köləliyi tüğyan edirdi...

Elə ilk nömrədən Mirzə Cəlil bütün ciddi və problematik məsələləri yeni janr, üslub, forma tipologiyasından verməyə başladı. Hər şeydən əvvəl, C. Məmmədquluzadə "Molla Nəsrəddin" vasitəsilə ən klassik bir fərmanı, xalq bədii poetikasını, üslubi estetikanı əsas metod kimi yeni sənətə gətirdi, ən poetik bədiyyatı önə çıxartdı. Burada ifadə, təsvir, dil, yeni üslubi tərzi, yeni bədii ölçüləri aşkarladı.

Ümumiyyətlə, Bədiyyatda satirik-yumoristik ifadə tipi bu estetikanın əsas cəhəti idi. İstər məzmun və forma, istərsə də ideya, bədiilik məhz bu tərzlə yeni meydan açırdı. Bədii ifadənin məzmun poetikasının inikası üçün yazıçı yeni janr, forma şəkilləri də yaratdı: teleqram, xəbər, elan, məktub, sual-cavab, lüğət, elmi xülasə, poçt qutusu, tapmaca, bilməcə kimi müxtəlif ədəbi, publisistik formalardan istifadə etdi.

"Molla Nəsrəddin" Təbrizi, Həmədanı, bütün Qarabağı, Göyçəni, İrəvanı, Naxçıvanı da eyni məhəbbətlə sevirdi. Digər yerlər kimi, "Molla Nəsrəddin"i ən çox sevən vilayət Naxçıvan idi; habelə "Molla Nəsrəddin"ə hücumlar edən, onu məhv etməyə çalışan adamların da məskəni idi Naxçıvan. Bu da təbii idi: heç bir tənqid hədəfi, heç bir binəsib və məzlum "Molla Nəsrəddin"in gözündən kənar deyildi.

Jurnaldakı yazılar formaca yığcam, məzmunca dolğun idi. Hər yazının özündə mühüm bir kinayə, rişxənd, eyham olduğu kimi, çox ciddi bir məna, **mətnaltı sirr** var idi. "Molla Nəsrəddin"in teleqramları" başlıqlı məlumatlar ayrı-ayrı şəhərlərdən verilirdi və yığcamlığı ilə daha ciddi problemlərə toxunurdu. Naxçıvandan verilən xəbərdə deyilirdi:

"Naxçıvan-30 mart. Kazaklar general-qubernatordan təvəqqə edirdilər ki, onlara patron əvəzinə çoxlu işpiçka göndərilsin".

Burada bir neçə mətləb gizlənirdi: birincisi ondan ibarət idi ki, bölgədə döyüşlər gedir. Bu döyüşlərdə müsəlmanların patrona ehtiyacı var. Başqa bir məntiqə görə, deməli, general-qubernatorun özü müharibəni törədən dövlətin səlahiyyətli nümayəndəsi kimi silah satandır.

Yeri gəlmişkən: yazı gedən səhifənin arxasında verilmiş iki şəkil məsələyə aydınlıq gətirir: birinci şəkildə bir müsəlman kəndlisi dörd-beş inək gətirib kazaka təklif edir ki, malları alıb əvəzində silah versin. Müsəlman kəndli deyir:

"Mən ölüm, götür bu heyvanları, ver o tüfəngi mənə". Onun altındakı ikinci şəkildə isə bir şişman ermənidir ki, əlində bir bağlam pulu qorodovoymu, jandarmamı, kimdirsə, ona uzadaraq deyir: "Pajalusta, davay rujyo, vazmi denqi" (xahiş edirəm, silahı ver, pulu götür").

Deməli, müharibəyə təhrik edən, onu törədən rusdur. Kəndli yerli sakindir ki, var-yoxu nədirsə, onunla silah almaq məcburiyyətində qalıb. İndiyədək belə bir həvəs və istəkdə olmayıb, buna hazırlaşmayıb, hər iki halda rus silahlandırır, müharibədə əsas rol oynayır. İkinci şəkildə görünür ki, erməni bu işə əvvəldən hazırlaşıb, pul toplayıb, silah alır və o da məlum olur ki, erməni başqa yerdən gəlmədir və o hazırlıqlı adamdır.

Naxçıvandan verilən teleqram –xəbər əsas məsələni konkret şəkildə çatdırır. Kazaklar təhrikçi, müharibəni qızışdıran və onu törədəndir, eyni zamanda patronları çoxdur və kifayət qədərdir və "işpiçka" (işpiçka-kibrit) lazımdır. "İşpiçka" isə alışdırmaq, yandırmaq üçündür.

Deməli, bütün digər yerlər kimi, Naxçıvanda da erməni-müsəlman davası salan və ermənilərə kömək edən rus jandarm üsul-idarəsi yeni qırğın alovları, yeni yanğınlar törətməyə hazırlaşır və günbəgün alışıb yanan kəndlər, şəhərlər yeni yanğınlara düşəcək. Bununla yazıçı Naxçıvan əhalisini sayıq olmağa çağırır, eyni zamanda dünyaya buradakı müharibənin gedişini və genişləndiyini, daha da qızışdırılacağını xəbər verir.

Mirzə Cəlil həm də rus jandarm idarəçiliyinin iç üzünü açır, onu ittiham edir. İttiham rəsmi ilə bu xəbərlər arasında bir yaxınlıq var. Mirzə Cəlil şəkillə bağlı olaraq "Xatirat" ında yazır:

"Məlumdur ki, hər bir şəkillər o əsərin aynası olan kimi, bu iki şəkil də erməni-müsəlman davasının əvzaını göstərirdi. O zaman, haman günlərdə ki, məcmuəmiz nəşrə başlamışdı, iki, qonşu tayfanın mabeynində bir-birinə qarşı ədavət elə şiddət tapmışdı ki, bir-birini məhv eləmək üçün bu bədbəxtlər hər bir mal və dövləti qurban etməyə hazır idilər. Və pullu ermənilər bu yolda nəqt pul xərcləyirdilər. Maldar müsəlmanlar da haman yolda heyvanları satıb təsərrüfatlarını pozmaqda idilər".

Cəlil Məmmədquluzadə hər bir hadisə və əhvalatı müxtəlif ifadə tipində verməyi bacarırdı. Ciddi məlumatları "ciddi" komizmdən verirdi. Bu komizm, ümumilikdə "məzhəkə şivəsi ilə danışan" (M. Cəlil) "Molla Nəsrəddin" cəridəsinin əsas tipi idi. Amma bu komizm zahirdə deyildi, dərinlərdə də deyildi, içdə idi, pərdəli içdə. Bu mənada, Mirzə Cəlil butün yazılarında pərdəli dildə danışır.

Dərgidə hər formatın, hər janrın öz dili var; məsələn, şəkillərin dili ilə xəbər, felyeton və digər yazı növlərinin dilləri arasında fərq var: şəkillərin dili sözsüz dildir. Sözlü dillərin ifadə etdikləri məzmun-mənalarla şəkillərin dili ilə "söylənən" mənalar arasında bir üslubi bağlılıq vardır: hər ikisini xarakterizə edən məcazi epitetlər-rəmz, eyham, kinayə, rişxənd fikri oxucuya çatdırır.

Mirzə Cəlil dərginin bütün səhifələrindəki materiallara xüsusi tipoloji bir məntiq aşılanmışdı: burada hadisələr də, məlumatlar da **pərdəlidir,** başqa sözlə desək, üstü pərdələnmiş həqiqətləri öz mənziləsindən çatdırmaq üçün daha bir üsul-**pərdəli** (mətnaltı, mətnüstü, simtomatik,şərhli) şəkil lazım idi. Burada sözün pərdəsi ilə pərdələnmiş gerçəklik arasında incə fərqlər də vardır: pərdəli demək –Molla Nəsrəddinin danışıq tipidir, pərdələnmiş (üstü örtülmüş və hər kəsə

görünməyən) gerçəklikləri yalnız rəmzi komizmlə, onun lağ, məzhəkə, məzə, eyham, rəmzi işarə tipi, xatırlama, sual vermə, cavab tələb etmə kimi rəngli pərdələrdən vermək, sözə söz qatmaq, sözü naz halına salmaq, ən səmimi və kövrək duyğular daxilindən gerçək mənaları anlatmaq üsulları Yeni Dövr ədəbiyyatı üçün ən xarakterik və gərəkli tərzlər idi.

Bütün bu cəhətlərə rəğmən, demək olar ki, oxucularla Molla Nəsrəddin arasında bir səmimiyyət, doğruçuluq pərdəsi var. Ona görədir ki, pərdələr altında gizlənmiş sirləri də yazıçı məhrəm şəkildə çatdıra bilir və ən əsası odur ki, oxucular Molla Nəsrəddinə (Mirzə Cəlilə) inanır. Pərdələr altındaki sirlər də, pərdəüstü gizlinlər də qabarıq fona çıxarılır. Bununla da, Molla Nəsrəddin hər gizlində və aşkarda bəzi oxucuların görə bilmədiyi mətləbləri açır. Və Naxçıvandan verilən teleqram da məhz buna xidmət edirdi...

II. CƏLİL MƏMMƏDQULUZADƏNİN DAYMONİZMİNDƏ MƏZHƏKƏLİ ÜSLUBİ MƏQAMLAR

Cəlil Məmmədquluzadənin publisistikasında tənqid və məzəmmətin məxsusi üslubi məqamları vardır: hər bir obraz konkret hadisə və münasibət daxilində aşkar görünür və obrazlara, onların mühitinə münasibət bədii-publisistik, sənətkar mövqeyinin konkret üslubi məqamlarını üzə çıxarır. Bu mənada Mirzə Cəlil bədii estetikasında obrazlara onların həyatına və yaşayışlarına münasibət-yeni bədii forma və üslub təzahürlərini özündə təcəssüm etdirir.

Bədii-publisistik yanaşmanın yeni forma və məzmun qatlarını yaradan yazıçı öz qəhrəmanlarına nə qədər diqqətli və yaxındırsa, onların bədii portretlərini yaratmağa, tənqid və ifşa etməyə də o qədər diqqətlidir. Mirzə Cəlil üslubi məqamlarında hər bir obrazın xarakteri, satirik portreti olduğu kimi, hər bir təqdimat və müdaxilənin özündə də yeni bədii-publisistik ölçülər-keyfiyyətlər vardır.

Bu mənada, **Mollanəsrəddinçilik yeni üslub, bədii ifadə məktəbidir.** Burada iki başlıca qaynaq vardır: birincisi, xalq bədii təfəkküründə bağlılıq, ikincisi, satirik tiplərin psixologiyasına, mənəviyyatına bələdlik. Satirik-komik, sərrast və tutarlı üslubun əsası da məhs milli xarakterin, xalq təfəkküründün məxsusi cəhətlərini özündə təcəssüm etdirən bir müdrik şəxsiyyətin adına söykənməklə yaranmışdır:

"Xalq bədii təfəkküründün Molla Nəsrəddin simasında cəmləşdirdiyi sifətlər Azərbaycan satira jurnalının məfkurəvi yaradıcılıq əsaslarının müəyyənləşməsində böyük iş görmüşdü. Jurnalın inqilabi demok"ratizmi ilə Molla Nəsrəddin xarakterindəki dərin xəlqilik arasında möhkəm əlaqə vardır" (14,227).

Mirzə Cəlil ifşasında əsas yeri-**eyham tutur.** Eyham bir faktor kimi Mirzə Cəlildə üslublaşır. Habelə Mirzə Cəlildə eyham çoxtiplidir. Burada əsas yeri **obrazlıq** tutur. Eyni zamanda demək olar ki, Mirzə Cəlildə **obrazlıq üslubun özünə çevrilir:** obrazlı deyim bədii üslubun emosional məna qatlarını laybalay açır.

Digər bir üslub qatı: əgər birinci məqam eyhamdırsa, sonuncu məqam-**hiddətdir.** Yalnız bundan sonra tənqid və ifşadır. **Eyhamdan hiddətə və hiddətdən ifşaya uzun bir yol vardır.** Bu prosesdə ən mühüm metodologi yön bədii-poetik və publisistik üslub xəttinə bağlıdır.

Bədii yığcamlıq-Cəlil Məmmədquluzadənin nəsrində,o cümlədən bədii publisistikasında obrazlığı dəyərləndirən əsas keyfiyyətlərdən biridir. Burada ilkin məqam-dil aydınlığıdır. Satirik tiplər, onların əhatəsindəki adamlar, hansı qiyafədə, düşüncə və əməldədirsə, o qiyafə

və əməlin bədii-publisistik mənzərəsini yaratmaq üçün də **onlara uyğun yanaşıq və danışıq tipi olmalı idi. Bunun üçün ən düzgün yol-satirik tiplərin öz danışığı və düşüncəsi üslubunu əldə rəhbər tutmaq idi**. Sözlərin və ifadələrin əhatə dairəsi, məzmun və ideyası Mirzə Cəlil üslubunda daha da genişlənir. Onun obrazları gündəlik həyatda hansı dillə oxuyur, nağıl danışır, hansı ağılla düşünür, yatır, dururs, yazıçı o tərzə uyğnn da yanaşma tipi seçmişdir.

Ana dilində-türk dilində həmsöhbət olmaq obrazlara (oxuculara) qayğı və hörmətlə də bağlıdır. Mirzə Cəlil türk dilinin geniş emosional bədii ifadə imkanlarını, məna xüsusiyyətlərini, estetik zənginliyini bütün Yaxın və Orta Şərq, Avropa və Asiya hüdudlarında bir daha sübut edirdi. Mirzə Cəlil üslubunda bədii təsvirin məna çalarları, dilin estetik ölçüləri, lakoniklıyi, idiomatikliyi, leksik məna qatları da məhz bu özüldən köklənmişdir: "C. Məmmədquluzadə dilinin lakonikliyi dünya ədabiyyatı üçün nadir hallardandır" (16,135).

Bədii-publisistik eyhamda C. Məmmədquluzadə ifadələrin konkretliyinə və sərrastlığına xüsusi diqqət yetirirdi. Məsələn, "Bir addım lazımdır" fedyetonunda adamın nə üçün, kim üçün lazım olması-müstəqim mənadamı, məcazi mənadamı lazım olması anlamına gəlmək üçün onun məzmunu ilə tanış olmaq tələb olunur.

Məzmun isə çoxqatlıdır: birincisi odur ki, Rusiyada və Avropada qəzetlər yazırlar ki, müsəlmanlar birləşib istəyirlər ki, "əcnəbi millətlərə zor edib, bütün yer üzünə sahib olsunlar". Burada söz və ifadələr deyil, məzmun-məna əsasdır. Birlik haqqında çox yazılmış və deyilmişdir, lakin Mirzə Cəlilin sənətkar mövqeyi bu eyhamın arxasındadır: ayılmaq, oynamaq, birləşmək lazımdır.

İkinci məzmun: "Bir adam lazımdı ki, gedə yapışa bu qəzetləri yazanların əlindən və gətirə Qarabağa və Qarabağın bir para vaizlərini nişan verə; haman vaizləri ki, camaatı yetmiş iki tirəyə bölməkdən savayı, özgə bir işləri yoxdur"(12,3 noyabr 1906,№ 31).

Əslində bu eyham və rişxəndlə ideya açılır: müəllifin bədii manerası da bu ideyanı açmaga xidmət edir: "Bir belə adam bizə lazımdı"-məhz bu ifadənin gücü ilə yazıçı öz eyham və hiddətini pərdəli şəkildə oxucuya çatdırır.

Digər bir məzmun: "Bundan savayı bizə bir adam da lazımdı: bir adam da lazımdı gedib dursun Arazın kənarında və İrandan bu tərəfə keçən bəzi vaiz və mərsiyaxanlara və təzə seyidlərə desin: mən ölüb, ülgücləri qoyun burada, sonra Arazı keçin".

"Bir belə adam bizə lazımdır" cümləsi hər dəfə yeni mna və ideya qatlarını ortaya atır: rişxənd və kinayə, eyham, qəzəb və hiddət, sözün müstəqim mənasında anladılan ideya və sair məqamlarda işlədilən bu cümlədə əsas ifadə gücü konkretlik və bədii yığcamlılıqdır. Bu yığcamlıqda yazıçı həm də çoxideyalı məzmunu verə bilmişdir. Felyetonda beş dolğun məzmun vardır. Bir səhifədən az olan bir felyetonda bu qədər mühüm məsələləri əks etdirmək də bu yığcamlıqdan yaranmışdır. Hər şeydən əvvəl, buradakı bədii ifadə **publisistik hiddətdir.**

Bədii-publisistik açım üçün sözün deyiliş tərzi, eyhamı məna və ideyanın gizli tərəfini üzə çıxardır. Müəllif bununla diqqəti ən mühüm sosial-mənəvi problemlərə yönəltmiş olur. Başqa bir felyetonda "bu qədər mühüm məsələləri əks etdirmək də bu yığcamlıqdan yaranmışdır. Hər şeydən əvvəl, buradakı bədii ifadə-publisistik hiddəti".

Bədii-publisistik açım üçün sözün deyiliş tərzi, eyhamı məna və ideya eyhamını üzə çıxardır. Müəllif bununla diqqəti ən mühüm sosial mənəvi problemlərə yönəltmiş olur. Başqa bir felyetonda "Yaxşı, burada mənim günahım nədir?"-sualının doğurduğu təsir bədii qayəni daha kəsərli şəkildə ifadə edir. Yazıçı oxucu qarşısında sual qoymaqla daxili hiddət və qəzəbdən iyyihama keçir: "Zəyəm pristavı Oğarişşev, Seyid Hənifəni heç bir təqsiri olmadığı yerdə tövləyə qatıb o qədər onun burnuna çalır ki, bir vedrə qan axır"(12,26 may 1906,№8).

III. MİRZƏ CƏLİL BƏDİİ TƏSVİRİN LİRİZMİNDƏ EYHAM VƏ KİNAYƏYƏ ÜSLUBUNDA BƏDİİ MƏZİYYƏTLƏR

Bədii təsvirin bütün sahələrində Mirzə Cəlil Məmmədquluzadə **eyhama, kinayəyə və bunlar daxilində lirik komizmə xüsusi bədii məziyyət vermişdir.** Obrazların təbiətinə, düşüncəsinə uygun bədii ölçülərdən istifadə edən müəllif eyham və hiddətin də ideya-estetik çalarlarını genişləndirir və bu zaman yazıçı bədii-publisistik təqdimin iki boyasından istifadə edir:

1) sadə və seçimli boyalardan; 2) qatı və tünd boyalardan

Və hər boyanın ğzünün də eyham və hiddəti var. Hər iki üslubda sözlərin leksik məna qatlarına, məcazına daha artıq diqqət yetirilir:məsələn, yazıçı tiplərin xarakterinə uygun ifşa-tənqid ölçülərini yaratmaq, hər hansı bir mənanı (çatdırılması vacib olan məzmunu) qabarıq şəkildə vermək üçün sözlərin və bədii ifadələrin üslubi məqamlarında antonimliyi, omonimliyi üslublaşdırır. "Tikanlı kollar" "mərmər kimi qırxılmış başlar" ifadələrinin məhz üslubi antonimliyi mənanın açımına qüvvət verir:

"Naçalnik Raut Qazaxda müsəlmanların börklərini başından götürüb, tikan kollarını çırpır yazıq müsəlmanların mərmər kimi qırxılmış başlarına..."(12, 26 may 1906, №8).

Satirik tənqid və ifşa üçün yazıçı kinayə və hiddətin bütün mümkün bədii-üslubi məqamlarını ön cərgəyə çəkir; hər şeydən əvvəl, yazıçı təşbeh və bədii müqayisənin tünd boyalarından istifadə edir və obrazların cəmiyyətlə bağlı kontrast və uyarlığını, tipik xarakterlərin bədii-publisistik səciyyələrini də bu ölçülərdən mənalandırır.

Təhkiyədə bədii müqayisələr əsas mənanı qabarıqlaşdırmaqla bərabər, kontrastları, müəllif mövqeyini də səciyyələndirir. Məsələn, İrevan quberniyasındakı Samanlıq kəndini təqdim edərkən Mirzə Cəlil orada yaşayan adamların adicə gündəlik məşğuliyyətini bir neçə kəlmə ilə əks etdirir və bu zaman müəllifin daxili hiddət və yanğısını açıqca duymaq mümükündür:

"həyətin birindi bir erməni uşağı ağacın kölgəsində oturub kitab oxuyurdu. Bir həyətdə on iki-on üç yaşında bir müsəlman uşağı pişiyin quyruğuna ip bağlayıb həyətin o tərəfinə-bu tərəfinə qaçırdı və pişik mavıldaya-mavıldaya uşağın dalınca dalı-dalı hərəkət edirdi" (12. "Axund ilə keşişin vəzi; 7 iyul 1906, №14").

Həyətin birində keşişin "vətən, vətən," səsi gəlir; digərindən Molla Qurbanqulunun belə bir danışığı eşidilir: "Əgər bir şəxs yata, yuxusunda həcəmət görə, həmin şəxs düntada heç bir bəlaya və naxoşluğa girifdar olmayacaq".

Hər iki halda müqayisəli qarşılaşdırma satirik tiplərin məzmununun açılmasına şərait yaradır. Mirzə Cəlilin bir sənətkar kimi məntdənkənar tendensiyalı mövqeyi isə daxili **hiddət və qəzəbdir**.

Satirik ittihama yumoristik fon vermək xüsusiyyəti Mirzə Cəlil yaradıcılığında eyhamın bədii-üslubi məna çalarlarından biridir: burada bədii ifadənin simvolik və rəmzi məna qatları, obrazlılıq başlıca üslub keyfiyyətidir. Bu zaman təhkiyyə və mükalimələrdəki müqayisə və bənzətmələr, tutuşdurmalar məna konstrastlarını açıqlamaqla, bədii sözün, ifadə imkanlarının məna konstrastlarını açıqlamaqla, bıədii sözün, ifadə imkanlarının Mirzə Cəlil xas olan mənzərəsini canlandırır. Əhməd bəy Ağayeva müraciətlə yazılmış "Cavab" felyetonunda o dövrdə milli-demokratik mətbuatda tez-tez səslənən "hürriyyət" və "müsavat" kəlmələrinə yumoristik eyhamdan münasibət bildirərkən yazıçı öz mətnaltı tendensiyasında iki cəhəti qabarıqlaşdırır:

Birincidə Ə.Ağayevə və onun qaldırdığı problemlərə müsbət mənada rəğbət bəsləyir və zahirən elə üslubi məqamdan çıxış edir ki, guya tənqid Ə.Ağayevin özünə yönəldilmişdir;

İkincidə yazıçının bədii mövqeyi onun məqsədini açmağa tam publisistik imkan yaratmışdır; bu zaman konkret ideoloji məqsəd də var idi: hürriyyət və müsavatın nədən ibarət olduğunu (lüğəvi məna-məzmunu) anlatmaq; cəmiyyətdə və həyatda müsavat və hürriyyət uğurunda mübarizəyə başlamaq meylini oxucuda oyatmaq; habelə bu cəmiyyətdə və həyatda hüriyyət və müsavatdan əsər-əlamət olmadığını bəyan etmək: "hələ hürriyyət və ədalət qalsın, bu barədə danışmayaq, çünki indiki zəmanədə eybdir belə sözləri danışmaq. Müsavatdan bir qədər söhbət eləyək.

Hələ "müsavat" nədir? Yəni sənin sözündən bu çıxır ki, bir kəndli ilə bir xan qabaq-qabağa gələndə kəndli xana baş yendirsin, xan da kəndliyə yendirsin?..

...Heç görübsən və eşidibsən ki, xan kəndlinin salamının cavabında ona deyə: əleykəssalam?

...Amma həmişə kəndli salam verəndə xanlar və ağalar deyiblər:"cəhənnəm ol!" (12,22 sentyabr 1906, №25).

Burada obrazlı deyim (eyhamın ifadə vasitəsi) təkcə ayrı-ayrı sözlər, bənzətmə və müqayisələrdə deyil, məzmun-mənanın özü də obrazdır. Daha bir obrazlılıq-bədii ifadənin üslubi manerasındadır. Bu üslubi manerada əsas məqsəd və prinsip ideyanın üzərinə yönəldir. İdeyanın açımında müəllif ittihamı mətndaxili və mətndənkənardır. Digər felyetonlarında olduğu kimi "Cavab" əsərində də bədii ittihamla bədii kinayə bir bucaqda birləşir.

Ümumiyyətlə, kinayənin funksiyası Mirzə Cəlilin üslubunda yeni bədii füqurlar, mətləblər açmaq mənasında genişdir; "kinayənin gücü, başlıca olaraq, onun üslubu, ahəngi və ekspressiv təsiri ilə bağlıdır. Kinayəli kolorit isə satirik felyetonun ayrılmaz hissəsidir. Yazıçının intonosiya, , nitqin ritmi və ayrı-ayrı sözlər üzərindəki işi kinayəli koloritin müvəffəqiyyətinə kömək rdir" (17,67).

Hadisə və əhvalatın uzun-uzadı təfsilatlarla deyil, məhz konkret bədii stimul və situasiyalaedan çatdırılması üçün Mirzə Cəlilin məxsusi bədii-üslubimanerası rolunu kinayə oynayır. **Kinayə eyham və rişxəndin ən yüksək mərtəbəsidir**; bədii ittiham öz üslubi prinsiplərini kinayə və hiddətlə bağlı şəkildə qabarıqlaşdırır. Büyün bədii-üslubi məqamlar bunun üzərində cəmləşir.

Mirzə Cəlil satirik-bədii üslubunda, əsasən, iki ittiham vardır:

1) kinayəli sual və kinayəli cavab; 2) kinayəli tərəfkeşlik və kinayəli məhrəmlik.

"Rəhbər" felyetonunda **kinayə** elə ilk sözdən hücuma keçir: "Bəli, bir qəzet də bu tərəfdən çıxdı. Vallah, Bakı mollaları fərmayış etdikləri doğrudur: müsəlmanın evini bu qəzetlər yıxır; qəzetlər artdıqca müsəlmanın lotuları da artır". (12,13 oktybr 1906, №28).

Bu, yazıçının bədii ittiham üçünilk təkandır. "Rəhbər" jurnalına istinadən öz ittihamını irəli sürən yazıçı gətirdiyi sitatları bir daha vurğulamaqla oxucunun diqqətini nəzərdə tutulan problemə yönəldir: "Hələ biz başa düçmürük ki, "Rəhbər" nə deyir"-cümləsinin məntiqi manerası sayirik ittihamın məna qatlarına təkan verir,

"Rəhbər" jurnalına rişxənd bilavasitə "Rəhbər"ə rəğbət üstündə qurulmuşdur. Bu cür rişxənd satirik deyil. Yazıçının satirik eyham və satirik ittiham hədəfi satirik tiplərdir: bunlar elmsizlik və nadanlıq girdabına düşüblər. "Rəhbər"dən gətirilən sitatda deyilir ki, yaşadığımız elə bir əsrdir ki, məktəbi, milli mədəniyyət və ədəbiyyatı, müəyyən məsləkdə ictimai məişəti və hər cür iqtisadi mücadiləyə hazırlığı olmayan bir millət gec-tez məhv olasıdır. Cavab: "Kim bunu deyir? Bu sözlərin əslsiz və mənasız olmağına əvvəlinci dəlil budur ki, islam aləmində bircə dənə məktəbə oxşayan kitab yoxdur; amma bununla belə, yer üzərində müsəlman milləti firəng, ingilis, alman, rus, yəhudi, Yaponiya-müxtəsər cəmi millətlərdən çoxdur. Kim bunu dana bilər?" (12,13 oktyabr 1906, №28).

Cavabın əvvəlində də, axırında da **sualla müraciət** ittiham və rəğbətin publisistik-bədii təsir gücünü artırmışdır. Bu mənada Mirzə Cəlildə hər sualın və hər cavabın özünün konkret üslubi məqamları vardır: **rəğbətli sual bəzən kinayəli və hiddətli cavabla bağlanır; bəzən isə kinayəli və hiddətli sual rəğbətli və qayğılı cavabla əvəzlənir.** Sual və cavabın üslubi məqamlarına görə konkret ifadə çalarları vardır. Hər bir sual həm də cavab rolunda çıxış edir;

eyni zamanda hər bir kinayəli və rişxəndli cavab həm də sualdır və bu adi sual deyil, oxucunu düşünməyə və cavab verməyə məcbur edən **mətnaltı sualdır.** Bu üslubda **sualla ittiham cavabla ittihamdan qüvvətlidir.** Hər dəfə *"Ay Dəmdəməki, mən yaza billəm ki..."* sual-müraciəti bir nidadır:

həm ittiham edir, həm də oxucunu məlumatlandırır;

həm işarə edir, həm də eyham pərdələrini tənqid hədəflərinin üzərinə çəkir;

daha bir üslub qatı:- sualla ittiham bədii üslubu qüvvətləndirir;

- ilk baxışda aşkar edilməsi çətin olan məsələlər çox ustalıqla oxucuya çatdırılır.
- Daha bir mənalandırma üsulu: sual verir- cavabı saxlayır: çün o sualın özü həm də cavabdır.
- Sual verir- cavabı da misal-bənzətmə tərzlərilə aydınlaşdırır.

Bütün bunlar Mirzə Cəlil Realizminin məzhəkə qanunlarının üslub təqtləridir. Hər üslub bir Obrazdır: bu qanun-qayda tələbində olan hakim obrazı da ola bilir; yaxud: məzlum insaanların halına yanmaq, kövrəlmək məhrəmliyi də ola bilir... Bütün üslublarda hal hala bağlıdır, yaxud uyğundur, əhval-- əhvala. Obrazlar haldır, cəmiyyət əhvaldır. Əhval tipizmində sərt realizm təqdimləri vardır.

NƏTİCƏ

Cəlil Məmmədquluzadənin satirik ittihamında kinayənin müxtəlif məna və ifadə çalarları vardır və bunlar bilavasitə müəllifin hadisə və münasibətlərə müxtəlif üslubu məqamlardan

yanaşması prinsipləri ilə daha çox bağlıdır: sualla ittihamın bir üslubi məqamı, cavabla ittihamın isə başqa bir üslubi məqamı vardır.

Mirzə Cəlil üslubunda yalnız onun özünə xas olan estetik-semantik xüsusiyyətlər də hiddət və eyhamın, kinayə və ittihamın bədii ölçülərində təcəssüm edir. Hansılardır bunlar?

1). Yazıçı öz mövqetini oxucunun mövqeyi kimi təqdim edir;

2). Bəzən qoyulan suala mətndə cavab yoxdur, amma cavab məlumdur: burada iki qat var: ilkin cavab: rəğbətin və eyhamın alt qatı; daha bir sual çıxır: rəğbət müstəqimdir, yoxsa məcazi, həqiqidir, yoxsa zahiri?

Bu zaman şərh və faktların açımı da əsas xəttə xidmət edir. Sonuncu cavab-ideyadır; ideya məcazi və zahiri yox, müstəqimdir, sanətkarın mətnaltı və mətnüstü tendensiyasıdır-bu, Mirzə Cəlildə açıq və sərbəst qatdır.

3). Mirzə Cəlil Daymonizmində mətnaltı üslubi xətt ittihamın əsasına çevrilir. "Cəlil Məmmədquluzadə kinayəli ifadə tərzini ilk şəkildə götürür, əvəzsiz, eyham vurmadan, haşiyə çıxmadan, eynilə felyetonun mətninə daxil olur" (17,72).

Bu məqamlarda qoyulan suallara oxucudan cavab tələb edilir. Və bu cür tərzin, üslubi simvolizmin, işarəetmə eyhamlarının üstünlüyü orasındadır ki:

birincisi: daha əsərdə uzun-uzadı təhsilata ehtiyac qalmır;

ikincisi, bütün hallarda hər obraz və əhvalat,vəziyyət özü-özünü aşkar edir:

üçüncüsü: bu tipli bədii üslubi məqam fikri daha obrazlı ifadə etməyə imkan verir.

Ümumiyyətlə, obrazlara və hadisələrə faktlar işığında yanaşmaq taktikası Mirzə Cəlildə üslubu məqamları şaxələndirir. Yazıçı oxucu ilə üz-üzə, qarşı-qarşıya dayanır, oxucunu öz söhbətinə doğru çəkir, oxucuya özünü anlamağa çağırır

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədquluzadə Cəlil. Əsərləri 6 cilddə. Bakı, Azərnəşr 1983-1985.
2. "Molla Nəsrəddin" jurnalı.
3. Fomiçev Nikolay. Həqiqət və xeyirxahlıq naminə. Bakı, "Gənclik", 1989.
4. Mirəhmədov Əziz. Azərbaycan Molla Nəsrəddini. Bakı, "Yazıçı", 1980,430 səh.
5. Hacıyev Tofiq. "Molla Nəsrəddin"in dili və üslubu, Bakı, "Yazıçı" 1983, 270 səh.
6. Hüseynov Əhəd. 1979. Sənət yanğısı. Bakı, "Yazıçı" .
7. Античнайа литература. Москва, "Просвешение", 1986, 464 с
8. Овсйанников М.Ф. Историйа естетической мысли. Москва, "Высшайа школа", 1978, 352 с.
9. Падтсиг С.И.Историйа древне-греческой литературы. Москва, "Высшайа школа", 1977, 552 с.

XIX ƏSR AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATINDA TƏNQİDİ MOTİVLƏR: BABA BƏY ŞAKİR: "OĞRUNUN HƏR BIRI BIR XANƏ DÖNÜB"

DOÇ.DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ
ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery`s Ange`ls İnternacional Qroup üvü; Poetas İntergaláctıcos-üzvü; World Peace Lıterature Academy-nin yönətici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZƏT

XIX əsrin əvvəllərində və brinci yarısında Azərbaycanda ictimai-siyasi vəziyyət ağır və dözülməz idi. Belə ki, XIX əsrin ilk illərindən başlayaraq, Azərbaycanın başına çox böyük bəlalar gəldi. Rusiya Zaqafqaiyanı əsarət altına almaq üçün yeni hücular həyata keçirdi. Azərbaycanın şimalını ələ keçirdi. İctimai-siyasi təcavüzlər artırıldıqca Azərbaycana qarşı əsarət zülmləri də artdı. Bütün bunlar həm Şimali, həm də Cənubi Azərbaycanda ədəbi prosesə də ciddi təsirlər etdi.

Bu dövrün şairlərin yaradıcılıqlarında ictimai mövzular da əsas yer tutur. Bu şeirlərdə sevən aşiqin iztirabları, qəm və kədərləri deyil sosial-ictimai iztirabları bədii şəkildə, obrazlı dillə ifadə edilirdi. Hər bir şeirdə şair aydın, sadə söz və ifadələrdən istifadə etməyə çalışmışdır. Xalq dilinin bədii gözəlliyi də şairlərin şeirlərində öz ifadəsini tapmışdır. Bu zaman məsnəvi və dördlüklərdən də bacarıqla istifadə etmişlər. Bu sahədə hər şairin öz dəsti – xətti vardır. Baba bəy Şakir də öz yaradıcılıq mövqeyi və dəst-xətti olan şair idi. "Quberniya idarəsini" adlı məktubunda rus çarizminin işğalı ilə Qarabağda olan özbaşnalıqdan, quldurluqdan bəhs edir: "**Olubdu oğrular sahibi-xana/ O ki ev sahibi- mehmanə dönüb". Yəni işğal oğruları-rus məmurları ev sahibi olub, bizlərsə-ev sahibi deyil- qonağa dönmüşük.**

Baba bəy Şakir (1780-1845)- Baba bəy Məhəmmədəli bəy oğlu Sarıcalı-Cavanşir, təxminən 1780-cl ildə Şuşa şəhərində doğulub, 1845-ci ildə vəfat edib.

Mükəmməl mədrəsə təhsili almışdı. Ana dili-Türk dililə yanaşı, bir neçə Şərq dillərini də bilirdi. Şakir təxəllüsü ilə ruhsar şeirlər yazırdı.

Baba bəy Pənahəli xanın böyük qardaşı Fəzləli bəyin nəvəsidir. Qasım bəy Zakirin qohumu və yaxın dostu olmuşdur. Qasım bəy Zakir Baba bəy Şakirin vəfatı munasibəitilə məşhur "Maddeyi-tarixi-Baba bəy" şeirini yazmışdır

Satira və tənqid yeni ədəbi dövrün inkişaf nailiyyətləri kimi xüsusi məziyyətlərilə fərqlənirdi. Dövrün onlarla şair, mütəfəkkirlərinin yaradıcılıqları haqqında ədəbiyyatşünaslıq tarixində ya məlumat verilməmiş, ya da onlardan ötəri bəhs edilmişdir.

Bəzən isə Bütün yaradıcılıqları Böyük ədəbiyyat ənənələrini forma və məzmun, ideya baxımından davam etdirən şairlərə mürtəce damğası vurulmuşdur.

Satirik şeirlərin məzmunu ideyalıdır, üslubludur. Onlarda mənalandırma axarlıdır. Bu baxımdan şeirlər klassik poetika üzrə tələb olunan prinsiplərə necə uyğun gəlir? Bu zaman müəlliflər əsərin mövzusu və ideyasını əks etdirən poetik xüsusiyyətlər ön xəttə çıxırırlar. Bu baxımdan hər bir əsərin özünəməxsus bədii xüsusiyyətləri olur; dil və üslub xüsusiyyətləri də bu aspektdən dolğun və poetikdir.

AÇAR SÖZLƏR: XIX əsr AZərbaycan ədəbiyyatı: Satira və Tənqid, Baba bəy Şakir tənqidi

CRITICAL MOTIVES IN 19TH CENTURY AZERBAIJAN LITERATURE: BABA BEY SHAKIR: "EVERY THIEF HAS BECOME A HOUSEHOLD"

Assoc. Professor Dok. EBULFEZ TAHİR EZİMLİ

ABSTRACT

At the beginning and first half of the 19th century, the socio-political situation in Azerbaijan was difficult and unbearable. Thus, starting from the first years of the 19th century, great troubles befell Azerbaijan. Russia carried out new attacks to subjugate Transcaucasia. It captured the north of Azerbaijan. As socio-political aggressions increased, the oppression of slavery against Azerbaijan also increased. All this had a serious impact on the literary process in both North and South Azerbaijan.

Social themes also occupy a central place in the works of poets of this period. In these poems, not only the sufferings, sorrows and sorrows of the lover, but also socio-social sufferings were expressed artistically and figuratively. In each poem, the poet tried to use clear, simple words and expressions. The artistic beauty of the folk language also found its expression in the poems of poets. At this time, they skillfully used masnavi and quatrains. In this field, each poet has his own set - line. Baba bey Shakir was also a poet with his own creative position and style. In his letter entitled "Provincial Administration", he talks about the arbitrariness and robbery that occurred in Karabakh during the occupation of Russian tsarism: "Thieves became the owners of the house/ The owner of the house turned into a guest." That is, the thieves of the occupation - Russian officials became the owners of the house, and we - not the owners of the house - turned into guests.

Baba bey Shakir (1780-1845) - Baba bey Mahammadali bey oglu Sarijali-Cavanshir, was born in Shusha in about 1780 and died in 1845.

He received an excellent madrasah education. In addition to his native language - Turkish, he also knew several Eastern languages. He wrote satirical poems under the pseudonym Shakir.

Baba bey is the grandson of Panahali Khan's elder brother Fazleli bey. He was a relative and close friend of Qasim bey Zakir. Qasim bey Zakir wrote the famous poem "Maddeyi-tarixi-Baba bey" on the occasion of Baba bey Shakir's death

Satire and criticism were distinguished by their special merits as the development achievements of the new literary era.

The history of literary criticism either did not provide information about the works of dozens of poets and thinkers of the period, or they were mentioned because of them.

Sometimes, poets whose entire work continued the traditions of Great Literature in terms of form, content, and ideas were labeled reactionary.

The content of satirical poems is idealistic and stylistic. They have a flowing meaning. From this point of view, how do poems correspond to the principles required by classical poetics? In this case, the authors bring to the forefront the poetic features that reflect the theme and idea of the work. In this respect, each work has its own artistic characteristics; the language and style characteristics are also full and poetic from this aspect.

KEYWORDS: 19th century Azerbaijani literature: Satire and Criticism, Baba bey Shakir criticism

GİRİŞ

XIX əsrin əvvəllərində və brinci yarısında Azərbaycanda ictimai-siyasi vəziyyət ağır və dözülməz idi. Belə ki, XIX əsrin ilk illərindən başlayaraq, Azərbaycanın başına çox böyük bəlalar gəldi. Rusiya Zaqafqaiyanı əsarət altına almaq üçün yeni hücular həyata keçirdi. Azərbaycanın şimalını ələ keçirdi. İctimai-siyasi təcavüzlər artırıldıqca Azərbaycana qarşı əsarət zülmləri də artdı. Bütün bunlar həm Şimali, həm də Cənubi Azərbaycanda ədəbi prosesə də ciddi təsirlər etdi.

Çarizmin Şimaldan gələn təcavüzləri, Cənubda fars şovinizzmi milli ədəbiyyatın azad inkişafına böyük maneələr yaratdı. Bütün bunlara baxmayaraq, bədii ədəbiyat öz inkişafında yeni inkişafında yeni nailiyyətlər qazanırdı. Şimali Azərbaycanda olduğu kimi, Cənubi Azərbaycanda da ədəbi prosesin özünəməxsus inkişaf xüsusiyyətləri var idi.

Cənub şairləri öz yaradıcılıqları ilə həm klassik poetika ənənələrini davam etdirmiş, həm də bu tarixi inkişafa bağlı olaraq, özlərinin yeni hərəkat zamanına qədəm qoymuşdur. Bu dövrdə ədəbiyyatda ənənəvi formalrda yeni məzmunlu və ideyalı ədəbiyyatın yaradılmasında xüsusi xidmətləri olan şairlər yetişmişdir.

Şimali Azərbaycanda Yəhya bəy dilqəm, Əbdürrəhman ağa Şair, Mustafa ağa Arif, Məlikballı Qurban, Məhəmməd bəy Aşiq, Baba bəy Şakir, Qasım bəy Zakir, Kərbəlayi Abdulla Canıoğlu, Kərbəlayi Səfi Valeh, Abbasqulu ağa Bakıxanov Qüdsi, Mirzə Şəfi Vazeh. İsmayılbəy Qutqaşınlı, Mirzə Fətəli axundzadə kimi şair və ədiblərin sayəsində ədəbi prosesdə yeni meyllər yaranır, bədii-demokratik düşüncələr dərinləşir, ədəbiyyatda maariçi demokratizm təşəkkül tapır, böyük mütəfəkkir yazıçı Mirzə Fətəli Axundzadənin sayəsində maarifçi realizm metodu formalaşır, yeni ədəbi janrlar yaranırdı. Bu dövrdə Ədəbiyyatda satirik şeirlə lirik şeir bir bulağın iki gözü kimi daha geniş meydanlara çıxırdı.

Klassik poetika ənənələri ilə xalq şeri ruhu bir kökə bağlə olan vahid ədəbi hərəkatın daxili və xarici simasını zənginləşdirirdi. Bu dövrdə ədəbiyyat sahəsində vahid bağlılıq, Bütövlük var idi. Şimaldakı ədəbi inkişafın yenilikləri Cənubda da aktiv şəkildə qəbul edilir və bu aktivliyə özünün yeni hərəkət nizamını da qoşurdu.

I. ƏDƏBİ PROSES VƏ CƏMİYYƏT HALININ TƏNQİDİ RƏHNGLƏRİ İFADƏ ÜSULLARI

XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatı zəngin və çoxşaxəli meyllərilə diqqəti cəlb edir. Əsrin birinci və ikinci yarısında yazıb-yaradan şairlərin yaradıcılıqları yeni dövr ədəbiyyatının təşəkkülündə və inkişafında xüsusi yer tutur. Bu dövrdə fəaliyyət göstərən Yəhya bəy Dilqəm, Əbdürrəhman ağa Şair, Mustafa ağa Arif, Kazım ğa Salik, Baba bəy Şakir, Qasım bəy Zakir, Molla Qasım zakir Nəxfi, Aşıq Pəri, Məhəməd bəy Aşiq, Məhəmməd Tağı Qumri, Zikri Ərdəbili, Əndəlib Qaracadağı, Məhəmmədəmin Dilsuz, , A.Bakıxanov, Mirzə Şəfi Vazeh, Mrzə Fətəli Axundzadə, Şüai, Məhəmməd Hədəci, Zikri Ərdəbili, Salik Ordubadi, Qüdsi Vənəndi, Hacağa Fəqir Ordubadi, Mirzağa Təbrizi, Mirzə Mehdi Şükuhi,, Süpehri, Mirzə Həsən Qüdsi və onlarla digər şair və yazıçıların əsərləri ədəbiyyat tariximizin ən dəyərli inciləridir. Satira və tənqid yeni ədəbi dövrün inkişaf nailiyyətləri kimi xüsusi məziyyətlərilə fərqlənirdi.

Dövrün onlarla şair, mütəfəkkirlərinin yaradıcılıqları haqqında ədəbiyyatşünaslıq tarixində ya məlumat verilməmiş, ya da onlardan ötəri bəhs edilmişdir.

Bəzən isə Bütün yaradıcılıqları Böyük ədəbiyyat ənənələrini forma və məzmun, ideya baxımından davam etdirən şairlərə mürtəce damğası vurulmuşdur.

Tədqiqatçılar problemə sovet ideologiyası daxilində yanaşmaqla, bu sənətkarlarda ziddiyyətli cəhətlər axtarmağa çalışmış, onların yaradıcılıqlarını ədəbiyyat tarixi daxilindən araşdırmamış və bu tarixi inkişafdakı ədəbi mövqelərini inkar etmişdir. Həm şəmali həm də Cənubi Azərbaycan ədəiyyatı vahid ədəbi prosesdə fəaliyyət göstərmişdir.

Çox vaxt Cənubi Azərbaycan şairlər kimi haqqında da ədəbiyyatşünaslar müfəssəl məlumat verə bilməmişlər. Ədəbiyyatşünas Firudin bəy Köçərli "Azərbayjan ədəbiyyatı" adlı monumental əsərində qeyd edirdi ki, "Vəli Azərbaycanın İran dövlətinə mütəəlliq hissəsində ya keçmişdəki və ya hali – həyatda olan şüəra və ürəfası haqqında çəndan əhəmiyyətli və vüsətli məlumat verə bilmədik (…) habelə Məhəmmədəmin Dilsuz, Məhəmməd Xəlifə Aciz, Divani, Əbülhəsən Raci, Molla Hüseyn Dəxil və qeyriləri xüsusnda qədri – kəfafınca məlumat kəsb etmək, məəttəəsüf, müyəssər olmadı».

Eyni zamanda, qeyd edirdi ki, bu şairlərin tərcümeyi – hallarına aid məlumatlar yoxdur.

Firudin bəy Köçərli «Azərbaycan ədəbiyyatı» kitabında Cənubi Azərbaycan Ədəbiyatı nümayəndələri haqqında da oçerk yazılar vermişdir. Tədqiqatçı bəhs etdiyi şeirlərindən nümunələr verməklə onların həyat və yaradıcılığına dair müəyyən elmi – tarixi fikirlər söyləmişdir.

Beləcə, Həm Cənubi, həm də Şimali Azərbaycan şairlərinin şeirlərində vahid xətt var idi. Bu vahidlik milli ədəbi bağlılıq demək idi.Şairlər ədəbi aləmdə həm lirik ifadə tərzinə, həm də satirik mövqelərinə görə fərqlənirdilər. Onların yaradıcılıqlarında qəzəl, qəsidə, müxəmməs forması aparıcı yer tuturdu.

II. XIX ƏSRİN BİRİNCİ YARISINDA SATİRİK-TƏNQİDİ ŞEİRİN TƏŞƏKKÜLÜ VƏ İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ

II.1. Satirik şeirin təşəkkülü üzrə yaradıcılıq xüsusiyyətləri.

XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatı tarixində öz sözü, ədəbi mövqeyi olan şairlər çox idi. Demək olar ki, bütün bölgələrdə bütün şairlər, yazarlar tam olaraq inqilabi proses halında yaşayırdılar. Şairlər-yazarla klassik divan ədəbiyyatı ənənələrini davam etdirən qüdrətli söz ustaları idilər. Bu şairlər ədəbi prosesdə satira və lirik ifadə tərzlərinə görə diqqəti cəlb edirdi. Onların yaradıcılıqlarında forma və məzmun, məna və ideya baxımından klassik ədəbi hərəkata bağlı olan bir bədii-poetik zənginlik var idi.

Azərbaycanın qədim elm və mədəniyyət ocaqlarından olan Ərdəbil, Şamaxı və Qarabağ kimi mahalların ədəbi mühiti bir-birilə sıx bağlı idi. Məsələn, təzkirə və cüngdərin verdiyi məlumata görə, Zikri Ərdəbili, Əndəlib Qaracadağı, Məhəmməd Bağır Xalxali, Məhəmməd Xəlifə Aciz, Fazilxan Şeida, Ərdəbil Xətayi, Rağib, Gənci, Ağa Mir Nizam, Əttar, Qəribi, Mirzə Əzəl, Xəyali, Məhəmməd, Sərraf, Fikri kimi yüzdən çox şair yetirmişdir. Qarabaö mühiti də bu zənginliyə malik idi. Ədəbi mühitində özünəməxsus yaradıcılıq yolu olan bir şairlər klassik divan şeirinin və xalq yaradıcılığının poetik sirlərinə yaxından bələd idi.

XIX əsrdə qəzəl bir janr kimi həm tarixi ənənələrinə bağlı olmaqla bərabər, həm də yeni rənglərdən görünməyə başladı. Həmin rənglərdən biri budur ki. qəzəlin mövzusunda yeni

keyfiyyətlər üzə çıxdı. Klassik üslubi xüsusiyyətinə görə qəzəl məhəbbət, qadın və eşq haqqında söylənilmiş şeir formasıdır. Lakin onun üslubunda yeni biçimlər get – gedə formalaşdı.

Birinci biçim odur ki, qəzəl bir forma kimi, həm də ayrı – ayrı adamlar, dostlar, tanışlar haqqında söylənmişdir. Bu mənada, Qasım bəy Zakirin, Kazım ağa Salikin, Əbdürrəhman ağa Şairin, Mustafa ağa Arifin, Mirzə Həsən Mirzənin, Kərim ağa Fatehin, Kərbəlayi Canıoğlunun, Abbasqulu ağa Bakıxanovun, Məhəmmədəmin Dilsuzun, İsmayıl bəy Qasirin və onlarla şairin yaradıcılığında qəzəl və qəsidə, müxəmməs janrları yeni məzmun və mənası ilə müasirlərinin şeirlərilə səsləşirdi. Adlı qəzəllər söyləmək onun üslubunda seçilən cəhətdir. Bu hal, hər şeydən əvvəl, şair duyğu və ilhamının realistik meylindən irəli gəlirdi. Mücərrəd məzmun söyləmək yox, konkret məna və məzmunlarda şeir demək ənənəsi də bu dövr poeziyasının əsas xüsusiyyətlərindəndir.

XIX əsrdə Klassik şeirin digər formalarında da uğurlu əsərlər yazılmışdır. ən mötəbər janr kimi qəzələ xüsusi can vermişdir. Bu növdə şairlər yeni fikir və mənalar verə bilmişlər. Qəzəl janrında yazılmış satirik şeirlərdə də lirika aparıcı tərz idi, lakin bu lirika satirik lirika idi. Onların istər qəzəllərinin, istərsə də müxəmməslərinin seçilən cəhətlərindən biri bu idi ki, onlar gördükləri, əyani şəkildə bələd olduqları mənzərə və münasibətləri təsvir etmişlər.

Böyük iradi gücə malik olan Zikri Ərdəbili, F.Şeyda, A.Bakıxanov, M.Ş.Vazeh və b. Şairlərinr yaradıcılıqların lirik tərzi aparıcı idi, lakin satira da bu lirik üslubda bədii məziyyətlərilə fərqlənirdi. Bu şairlərin yaradıcılıqları XIX əsrin birinci yarısında, ədəbi prosesdə fərqlənirdi. Lirika daxilindən yaranan satirik şeirlər, tənqidi məzmunlar daha bir ədəbi və üslubi xətt kimi qabarıq idi. Bu məziyyətləri ayrıca qeyd etmək gərəkdir. Şairlər satirik, tənqidi əsərlər yazmaqla bədii sözün üslubunu, mövzu və ideyasına yenilik gətirmişlər.

II.2. POEZİYADA SATİRA VƏ TƏNQİD ÜSULLARI VƏ YENİ İDEYA- MƏZMUN MOTİVLƏRİ

Satira və tənqid XIX əsr ədəbiyyatında əsas sahələrdən biri olmaqla, şairlərin də yaradıcılığında ayrıca yer tutur. Bu baxımdan o Baba bəy Şakir, Kazım ağa Salik, Abdulla Canıoğlu, Qasım bəy Zakir. Məhəmmədəmin Dilsuz, Seyyid Əbülqasim Nəbati kimi şairlərlə yanaşı durur.

Zikri Ərdəbili Qasım bəy Zakir, Məhəmmədəmin Dilsuz kimi dövrünün ijtimai – siyasi hadisələrinə ciddi münasibət bəslənmişdir. O qoşma üsulu və formasında yazdığı şeirində ayrı – ayrı vəzifəli, nüfuzlu adamları satirik dillə tənqid atəşinə tutmuşdur. Bu adamların içərisində hərbi rütbəli zabitlər, mollalar, ayrı – ayrı peşə sahibləri də vardır. Çar divanxanasının rəhbərlərinə zahirən tənqidi nəzərlə baxmamışdır, lakin onların divanxanasına məxsus işçiləri aşkar tənqid, eyni zamanda çarizm üsul – idarəsini tənqid etmək deməkdir.

Bu cəhətlərinə görə Zikri Ərdəbili öz müasirləri ilə birlikdə XIX əsrin birinci yarısında və ortalarında və ondan sonrakı onilliklərdə yaşayıb – yaratmış şairlərdən biri kimi ədəbiyyat tariximizdə xüsusi yer tutur.

II.2. Ədəbi inkişafda xüsusi ədəbi mövqeyi olan şairlər və yaradıcılıq üsulları: Baba bəy şakir

Baba bəy Şakir (1780-1845). Baba bəy Şakir (Baba bəy Məhəmmədəli bəy oğlu Sarıcalı-Cavanşir) təxminən 1780-cl ildə Şuşa şəhərində doğulub, 1845-ci ildə vəfat edib.

Mükəmməl mədrəsə təhsili almışdı. Ana dili yanaşı bir neçə Şərq dillərini də bilirdi. Şakir təxəllüsü ilə ruhsar şeirlər yazırdı.

Baba bəy Pənahəli xanın böyük qardaşı Fəzləli bəyin nəvəsidir. Qasım bəy Zakirin qohumu və yaxın dostu olmuşdur. Qasım bəy Zakir Baba bəy Şakirin vəfatı munasibəitilə məşhur "Maddeyi-tarixi-Baba bəy" şeirini yazmışdır.

Baba bəyin bədii irsindən cox az miqdarda satirik və lirik əsərləri məlumdur. Onların bir qismi əruz, digər qismi heca vəznindədir.

Qarabağdakı özbaşınalıqları dördlük şeir formasında yazdığı mənzumə ilə qələmə alan şair, çar hökumətinin istilasından doğan haqsızlıq və ədalətsizlukləri sərt poetik dillə tənqid edir:

Quberniya bina olandan bəri,

Oğrunun hər biri bir xanə dönüb;

Yox yetişən ərzə, divan eyləyən,

Dağılıb vilayət, viranə dönüb.

Murovlar buyurur oğurlayın at,

Nacalnikdən eyləməyin ehtiyat,

Olmaz urusluqda eyləmək isbat,

Onuncun tulkulər aslanə dönüb.

Dəxi bizdə qalmayıbdır day, dana,

Gedirik sərdarə yetişdik cana,

Olubdu oğrular sahibi-xana

O ki ev sahibi, mehmanə dönüb.

Mənzum məktub sanki bir ittiham aktıdır. Bu məzmun maraq və diqqət sayəsində mənimsənilir. Məzmunu hərtərəfli qavramaq üçün bir neçə üsuldan istifadə etmək olar: **birincisi odur ki,** əsəri hissə – hissə oxumaq olar.

İkinci üsul oxunmuş hissələri planlaşdırmaqdır. Əsərin epik məzmunnda əsas yeri ittiham tutur. Bu. Lirik ittihamdır, ancaq çox ciddi yanaşma aktıdır. Burada təqdim olunun mənzərə budur ki, cəmiyyətin məzmunu sanki məsuliyyət hissini itirirır, bədii məzmunda dolğun və təfsilatlı təsvir-tərənnüm önə çıxır. Klassik formalrda lirik təsvir-tərənnüm öndədir. Və bu təsvir- tərənnüm tərzinə uyğun olan ittiham aktı da cəlbedicidir:

Var idi on atım, iyirmi malım,

Qərəz, bir tovr ilə kecirdi halım,

Yığıb bir hal ilə apardı zalım,

Qapımız sovrulmuş xırmanə dönüb.

Bu əsrdə olan sahib-ixtiyar,

Tamam oğurluqda olubdur pərgar,

Yatmayıb subhədək dartar nə ki var,

Qarabağın malı bostanə dönüb.

Qalmışıq məəttəl sultanlı, xanlı,

Əgər belə kecsə, qalmaz bir canlı,

Kurun o tayında olurdu qanlı,

Şimdi bu dağılmış Şirvanə dönüb.

Baba bəy Şakirin satiralarında fitnəkar bəylər, movhumat və cəhalət yayan ruhanilər, ruşvətxor, zulmkar məmurlar, komendant, qubernator, sərdar və s. ali rutbəli dovlət qulluqcuları kəskin tənqid olunurlar.

Şairin əsərlərindən ornəklər onun "Secilmiş əsərləri" (1985) kitabından götürülmüş, mətnlər şeirlərin əvvəlki nəşrləri (Məhəmməd ağa Muctəhidzadə Riyazul-aşiqin. İstanbul, 1910; Baba bəy Şakir. Şeirlər. Bakı, 1927) ilə tutuşdurulmıış, tərtibçinin "muasirləşdirmələri" aradan qaldırılmışdır.

"Quberniya bina olandan bəri" mənzum məktubu satirik poeziyanın ən gözəl nümunələrindən biridir. Şair bu şeiri ilə Qarabağ mahalının o zamankı vəziyyəti bütün dramatik cəhətlərilə təsvir edilir:

Deyirlər bu saat Qanlı İsmayil

Bir milyon dovlətə olmayır qayil,

Kəsib Əriklini misli-Əzrayu,

Bac alır hər gələn karvanə dönüb.

Rəsuldan şərm yox, Allahdan da bim,

Allah rizasına danışmaz hec kim,

Qarabağ duzəlməz, mənim əzizim,

Cunki oz əhlimiz şeytanə dönüb.

Əmiraslan idi əvvəl talancı,

Gecə-gunduz qırqə gəzən dilənci,

Uzun nəfəs, mutəqəllib, yalancı,

Şimdi aləm Əmiraslanə dönüb.

Baba bəy Şakirin bu mənzum məktubunda Satirik yanaşma məzmunları ideyalıdır, üslubludur. Onlarda mənalandırma axarlıdır. Bu baxımdan şeirlər klassik poetika üzrə tələb olunan prinsiplərə necə uyğun gəlir? Bu zaman müəlliflər əsərin mövzusu və ideyasını əks etdirən poetik xüsusiyyətlər ön xəttə çıxırırlar. Bu baxımdan hər bir əsərin özünəməxsus bədii xüsusiyyətləri olur; dil və üslub xüsusiyyətləri də bu aspektdən dolğun və poetikdir.

O ki Şahnazoğlu hamıdan başdı,

At Rəhimin oğlu ilə yoldaşdı.

Kələntərli Goyuş, şirvanlı Daşdı,

Ağamməd qardaşı Qurbanə dönüb.

Bu dord-beş dananın əlində zarıq,

Apardı hər nə var quttauttəriq,

Zulm ifrat, mənzil irağ, at arıq,

Qaradağlı bizə Tehranə dönüb.

Murovlar oğrunu buyurur gundə,

Girin pusqusuna, gozləyin gendə,

Gorun sala bilirsizmi kəməndə,

Hec deməz, it oğlu ceyranə dönüb.

Bu nə qubernator, bu necə sərdar?!

Dağılıb vilayət, oldu tarımar;

Cəldlənibdir ruşivətə murovlar,

Xəlqin işi ahu əfqanə dönüb.

Göründüyü kimi, Baba bəy Şakirin Mənzum məktubunda gizli deyilən bir şey yoxdur. Halbuki, məktubların məzmun-forma xarakteri budur ki, yazanla haqqında bəhs edilən, müracəet edilən şəxsə və ya şəxslərə aiddir. Baba bəy Şakirin Üsulunda və yaradıcılıq təqtlərində bu tərz xüsusi üslub tərzidir. İctimai-siyasi motivlır və mövzular bu tərzlə daha ciddi şəkil alır və təsirli olur.

Bu tərz Mənzum məktublarda cəmiyyətin, xalqın, məzlun insanların iztirabları, qəm və kədərləri və sosial-ictimai iztirablar im-içədir. Məzmun və ideyalar bədii şəkildə, obrazlı dillə ifadə edilir. Baba bəy şakir şair aydın, sadə söz və ifadələrdən istifadə etməyə çalışmışdır. Xalq dilinin bədii gözəlliyi də şairin şeirlərində öz parlaq ifadəsini tapmışdır. Bu sahədə Baba bəy Şakirin şairin özünə xas dəsti – xətti vardır:

Bundan əqdəm ellər gedərdi dağa,
Məhəbbət eylərdi duşən qonağa,
Şimdi gedə bilməz evdən irağa,
Kişiyə dovləti zindanə dönüb.

O ki Əfətlinin ozgədir karı,
Tamam olarındır olkənin varı,
Razıyıq verələr bizə bir xarı,
Bir ədna gədəsi sultanə dönüb.

Qarabağın həramisi, yalanı,
Ustə duşsən danışmazlar yalanı,
Şimdi derlər təqəllubdə
Kolanı Cəmilliyə, Kurdustanə dönüb.

Şeirin təhlil metodu üzrə bir sıra prinsiplər vardır. Həmin prinsiplər şairin diqqət mərkəzində saxladığı məsələlərdir. Birincisi, mövzunun ideyası nəyə bağlıdır—bunu ayırd etmək gərəkdir. Şair təsvir əlamətlərinin əsasında ideyanı nizama salır. Birinji şərt, sözsüz ki, bədii ifadədir.

Ümumiyyətlə, burada bədii ifadə əsərin canı, nəfəsidir. Bütün bəndlərin bədii təsvir və ifadəsində canlılıq vardır. İlk bənddən tutmuş, sonrakı bəndlirin hamısında məzmun-ideya haqqında tam məlumat verilir. Nəzm əsərlərinin, məsələn, qəsidə, müxəmməs və qəzəllərin bədii ifadəsi mövzu ilə bağlı olaraq,başqa səciyyə daşıyır. Oxucu beytdəki, bənddəki hər bir

işarəni, ifadə tipindəki gizlin və aşkar təqdimləri çox gözəl anlayır və bu məzmun və xarakterlər üzərində düşünür.

Biz bu nəticələrə satirik-tənqidi yanaşmanın poeziyasına dair nəzəri – estetik təhlillər verdik. M Hər bənddəki məzmun və ideyaları açıqlamaq üçün geniş dastan açmalıyıq. Beləliklə, biz bu nəticələrə satirik yanaşma və ifadə üsullarında müəllif mövqeyinə dair münasibətləri nəzərə alaraq gəlmişik. Bütün bunlar şairlərin və ədəbi prosesin aydın sənətkar mövqeyinin uğuru ifadələri deməkdir.

Rzaqulu oğlu Şirvanlı Səfi,

Nəsibin, əlbəttə, veribdir dəfi,

Dağıdır əqmişə, alır əşrəfi,

Hər biri bir tulək tərlanə dönüb.

İmirlilər-Subhanverdi uşağı

Bir gecə evində yoxdu yatmağı,

Kəm olmaz evində oğru qonağı,

Hamsı İsmayıla, Zamanə dönüb.

Ədəbi növ və janr xüsusiyyətlərinə görə, XIX əsr ədəbiyyatı yeni meyllərilə diqqəti cəlb edirdi. Lirik şeirlə satirik şeir vahid ədəbi prosesin iki mühüm qolu idi. Satira və tənqid ədəbiyyat bu dövrdə formalaşdı və geniş inkişaf yoluna çıxdı. Bu mənada, əsrin birinci yarısında ədəbi prosesde satira və tənqidin inkişaf meyllərindən ayrıca bəhs etmək olar. Satirik şeir klassik formalarda yazılırdı. Bu formalar yeni mövzu və ideya, yeni üslub baxımından zəngin idi. ədəbi tarixi inkişafımızın xüsusi qolu olan satira və tənqid dövrün ictimai-siyasi həyatı ilə bağlıidi.

Qızılhacılılar gəzər eşşəkli,

Altı kohlən atlı, yanı yedəkli,

Sarbanlı, Şatırlı, həm Rəcəbbəgli,

Gəncəli Sadığa, Qurbanə dönüb.

Səsindən guşumuz batıb atlının,

Kimdir yetə fəryadına kəndlinin,

Kulluhum Qarabağ, Bayəhmədlinin

Əlində bendeyi-fərmartə dönüb.

Şairlərin apardığı mübarizələrdə müxtəlif janrlardan istifadə etmişlər. Bu janrlarda satiraya da üstünlük verən sənətkarlar öz bədii səciyyələri ilə də diqqəti cəlb etmişlər.Şairlər iki üslubda – klassik və xalq şeiri tərzi üslubunda yazıb yaratmışdır.

Ümumən, Satirik şeirlərdə də bu üslublar əsas yer tuturdu. Bu mənada, Baba bəy Şakir həm də Füzuli ədəbi məktəbinin davamçıları olmuşlar. Onların satirik şeirləri klassik poetikaya bağlıdır. Janr xüsusiyyətlərinə görə satira da təsirli bir üslubda idi. Satirik üslublar lirik janrların poetik gücünü göstərir:

Piriməli, Həsənli, Nayibalılar,

Qovzanlı mulkundə olan nə ki var,

Gəlir hər tərəfdən misali-bazar,

Mal alan, mal satan meydanə dönüb.

Şərm, həya qalmayıbdır bizlərdə,

Oğurluq, xudkeşlik olub bipərdə,

Onuncun duşmuşuz hərə bir dərdə,

Tapılmayır corək, dərmanə dönüb.

Deyil burda olan işlərdən agah,

Belə məlum, ədalətli padişah,

Xalqın fəryadına yetişsin Allah.

Bu dovran bir ozgə dovranə dönüb.

(Mənbə: XIX əsr Azərbaycan şeiri antologiyası, Bakı, "Şərq-Qərb", 2005, 424 səh)

Ümumiyyətlə, satirik şeirlərin XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatında tutduğu yer, ümumən, bizim klassik ədəbi irsimizə bağlı olma yoludur. Lakin Yeni dövrün əsas əlamətləri sırasında onun da özünəməxsus yaradıcılıq uğurları vardı. Şairlər yeni poetik məzmun və məndəricə xüsusiyyətlərinə görə fərdi yaradıcılıq qabiliyyətinə malikdirlər. Onların bənzətmələri, bədii təsvirləri də özünəməxsusluğun əsas əlamətləri kimi yeni idi.

Satirik yaradıcılıq yolu da klassik yoldur, Satira həm klassik ədəbiyyat aləminin poetikasını davam etdirməks, həm müasir ədəbi istiqamətlərə yeni hərəkət, idaya, məzmun və məna əlamətləri bəxş etmək baxımından xüsusi bədii dəyərə malik idi.

ƏDƏBİYYAT

1. Firudin bəy Köçərli. Azərbaycan ədəbiyyatı. I cild. Bakı, 1979.

2. Firudin bəy Köçərli. Azərbaycan ədəbiyyatı. II cild. Bakı, 1981.

3. Feyzulla Qasımzadə. XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatı tarəxə. Bakı, 1974.

4. Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı antologiyası. Bakı, 1981.

5. Məhəmməd ağa Muctəhidzadə Riyazul-aşiqin. İstanbul, 1910; Baba bəy Şakir. Şeirlər. Bakı, 1927

6. Məhəmmədəli Tərbiyət. Danişməndani – Azərbaycan. Azərbaycanın görkəmli elm, sənət adamları. Azərnəşr, Bakı 1987

7. Mirzə İsmayıl Qasir. Əsərləri. Bakı, 1983

8. XIX əsr Azərbaycan şeiri antologiyası, Bakı, "Şərq-Qərb", 2005, 424 səh

KÜNHÜ'L AHBAR TEZKİRESİNDE MÜKERRER BİYOGRAFİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME: ZİHNİ VE BEYANİ ÖRNEKLERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Tuba ÖZDEMİR

Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Türk Dili ve Edebiyatı, 233202051069@student.batman.edu.tr, 0009-0005-2814-7906

Özet

Gelibolulu Ali'nin 16. yüzyıl Osmanlı tarih yazıcılığının ve edebi biyografi geleneğinin önemli eserlerinden biri olan "Künhü'l-Ahbâr" muhtevası gereği eşsiz bir kaynaktır. Eserin hacmi, yazarın benimsediği kronolojik tasnif yöntemi ve Ali'nin farklı dönemlerde topladığı verileri harmanlama biçimi, metin içerisinde bazı şairlerin birden fazla yerde mükerrer olarak zikredilmesine yol açmıştır. Bu çalışma, söz konusu mükerrer durumun incelenmesi amacıyla eserin tezkire bölümünde yer alan Zihni ve Beyani mahlaslı iki şairin farklı padişah dönemlerinde tekrarlanışı ele alınmaktadır. İlk olarak ele alınan Zihni, eserin "1. Mehmed Dönemi" başlığı altında; ikinci kez ise "2. Bayezid Dönemi" başlığı altında kaydedilmiştir. Her iki metin parçasında da şairin Kefe Valisi Şehzade Mehmed'in defterdarlığı görevini üstlendiği bilgisi yer almaktadır. Bir diğer şair olan Beyani ise "Kanuni Sultan Süleyman Dönemi" ve "2. Selim Dönemi" başlıkları altında karşımıza çıkmaktadır. Bu iki kayıtta da şairin Rusçuklu olduğu, Şeyhülislam Ebu's-su'ûd Efendi'nin öğrencisi olarak mülazım yetiştirildiği ve kadılık görevinde bulunduğu ortak bilgilerdir. Ancak 2. Selim dönemiyle ilgili kayıtta şairin asıl adının Cârullahzâde Mustafa olduğu ve hayatının son evresinde Gelibolu'daki bir zaviyede hayatını kaybettiği gibi ek bilgiler verilerek biyografisi tamamlanmıştır. Künhü'l-Ahbâr'ın şair sayısının tespitinde bu tekrarların dikkate alınması, aynı kişiye ait kayıtların birleştirilmesi ve ikili sayımların önlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gelibolulu Mustafa Ali, Künhü'l-Ahbâr, Tezkire, Mükerrer Biyografi, Zihni ve Beyani.

A STUDY OF DUPLİCATE BİOGRAPHİES İN THE KÜNHÜ'L-AHBAR TEZKİRE: THE CASES OF ZİHNİ AND BEYANİ

Postgraduate Student, Tuba ÖZDEMİR

Batman University, Institute of Postgraduate Education, Turkish Language and Literature, 233202051069@student.batman.edu.tr, 0009-0005-2814-7906

Abstract

"Künhü'l-Ahbâr" by Ali of Gelibolu, one of the most significant works of 16th-century Ottoman historiography and the tradition of literary biography, is a unique source by virtue of its content. The volume of the work, the chronological classification method adopted by the author, and the way in which Ali blended data collected during different periods have led to certain poets being mentioned repeatedly in several places within the text. This study examines the recurrence of two poets, known by the pen names Zihni and Beyani, in the work's biographical section during different sultanic reigns, with the aim of analysing this phenomenon of repetition. Zihni, the first poet examined, is recorded under the heading "Reign of Mehmed I" and, a second time, under the heading "Reign of Bayezid II". Both text passages state that the poet served as defterdar (treasurer) to Prince Mehmed, the Governor of Kefe. The other poet, Beyani, appears under the headings "The Reign of Sultan Süleyman the Magnificent" and "The Reign of Selim II". Common details in both entries include the fact that the poet was from Rusçuk, was trained as a cadet under the Grand Müftü Ebu's-su'ûd Efendi, and held the office of qadi. However, the entry relating to the reign of Selim II provides additional details to complete his biography, such as the fact that the poet's real name was Cârullahzâde Mustafa and that he passed away in a zawiya in Gelibolu during the final stage of his life. When determining the number of poets in "Künhü'l-Ahbâr", these repetitions must be taken into account, entries pertaining to the same person must be consolidated, and double counting must be prevented.

Keywords: Mustafa Ali of Gelibolu, Künhü'l-Ahbâr, Tezkire, Repeated Biography, Zihni and Beyani

KAZAKİSTAN BELGESEL SİNEMASINDA EKOKRİTİK BİR YAKLAŞIM: SEA TOMORROW FİLMİNDE İNSAN-DOĞA ETKİLEŞİMİ

Nurgul NURYSHEVA / Doç. Dr. Hülya ÖZTEKİN

Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Radyo Sinema Televizyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, nuryshevan@gmail.com, ORCID: 0009-0000-9831-2114

Erciyes Üniversitesi İletişim Fakültesi, Radyo, Televizyon ve Sinema Bölümü, hoztekin@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4599-9906

Özet

Bu çalışma, Kazakistan belgesel sinemasında ekokritik yaklaşımın nasıl kurulabileceğini Katerina Suvorova'nın yönettiği Sea Tomorrow filmi üzerinden incelemektedir. Araştırmanın amacı, Aral Denizi'nin kuruması sonrasında bölgede yaşamaya devam eden insanların doğayla kurdukları ilişkinin filmde hangi anlatısal ve sinematografik araçlarla temsil edildiğini ortaya koymaktır. Araştırma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde tasarlanmış ve film içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sürecinde insan-doğa etkileşimi, çevresel dönüşüm, mekânın temsili, karakterlerin doğayla ilişkileri, çevresel hafıza ve sinematografik dil temel kategoriler olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ekokritik kuram doğrultusunda değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulguları, Sea Tomorrow filminin Aral Denizi felaketini doğrudan açıklayıcı bir anlatı yerine gündelik yaşam pratikleri, karakter deneyimleri ve mekânsal göstergeler aracılığıyla görünür kıldığını göstermektedir. Kurumuş deniz tabanı, terk edilmiş gemiler, tuzlanmış topraklar ve boş limanlar, yalnızca çevresel yıkımı değil; kaybolan geçim biçimlerini, toplumsal hafızayı ve değişen insan-doğa ilişkisini de temsil etmektedir. Filmde yer alan karakterler, çevresel dönüşümün farklı insani boyutlarını ortaya koymaktadır. Makhan denizin kaybıyla birlikte mesleki kimliği sarsılan insanı; Zhuken tuzlu toprakta yaşamı yeniden üretmeye çalışan bireyi; Olya ekolojik değişimi bilimsel gözlem yoluyla anlamaya çalışan tanığı; hurda işçileri ise felaket sonrası gelişen kırılgan geçim stratejilerini temsil etmektedir. Filmin geniş kadrajları, uzun planları, doğal ışık kullanımı, sessizlik ve rüzgâr sesleri de çevresel yıkımı duyusal düzeyde deneyimlenebilir hâle getirmektedir. Sonuç olarak Sea Tomorrow, Aral Denizi'nin yok oluşunu yalnızca ekolojik bir felaket olarak değil, insan-doğa ilişkisinin bozulmasıyla ortaya çıkan toplumsal, kültürel, ekonomik ve etik sonuçlar bağlamında temsil etmektedir. Bu yönüyle film, Kazakistan belgesel sinemasında ekokritik incelemeye uygun önemli bir örnek olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ekokritik, Kazakistan Belgesel Sineması, Sea Tomorrow, Aral Denizi, İnsan-Doğa Etkileşimi.

ECOCRITICAL APPROACH IN KAZAKH DOCUMENTARY CINEMA: HUMAN-NATURE INTERACTION IN THE FILM SEA TOMORROW

Nurgul NURYSHEVA / Assoc. Prof. Dr. Hülya ÖZTEKİN

Erciyes University, Institute of Social Sciences, Master's Student in the Department of Radio, Television and Cinema, nuryshevan@gmail.com, ORCID: 0009-0000-9831-2114

Erciyes University, Faculty of Communication, Department of Radio, Television and Cinema, hoztekin@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4599-9906

Abstract

This study examines how an ecocritical approach can be applied to Kazakh documentary cinema through Katerina Suvorova's documentary film Sea Tomorrow. The main aim of the research is to reveal how the relationship between human beings and nature is represented through narrative and cinematographic elements in the aftermath of the drying of the Aral Sea. The study is designed within the framework of qualitative research, and the film is analyzed through content analysis. During the analysis, human-nature interaction, environmental transformation, representation of space, characters' relationships with nature, environmental memory, and cinematographic language are determined as the main categories. The findings are evaluated in line with the basic concepts of ecocritical theory. The findings show that Sea Tomorrow represents the Aral Sea disaster not through a directly explanatory narrative, but through everyday life practices, character experiences, and spatial indicators. The dried seabed, abandoned ships, saline soil, and empty harbor areas function not only as signs of environmental destruction but also as representations of lost livelihoods, disrupted social memory, and transformed human-nature relations. The characters reveal different human dimensions of this environmental transformation. Makhan represents the loss of professional identity caused by the disappearance of the sea; Zhuken reflects the effort to reproduce life on saline soil; Olya represents scientific observation and ecological witnessing; and the scrap workers show fragile survival strategies that emerge after the disaster. The film's wide shots, long takes, natural lighting, silence, and wind sounds make environmental destruction perceptible at a sensory level. As a result, Sea Tomorrow represents the disappearance of the Aral Sea not only as an ecological disaster, but also in relation to the social, cultural, economic, and ethical consequences caused by the disruption of human-nature relations. In this respect, the film can be considered an important example for ecocritical analysis in Kazakh documentary cinema.

Keywords: Ecocriticism, Kazakh Documentary Cinema, Sea Tomorrow, Aral Sea, Human-Nature Interaction.

GAZÂLÎ'DE İLAHİ GİZLİLİK BİLGİNİN DEĞİL, İNSANIN SINIRI MIDIR?

Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülşah ÇELİK (Birinci Yazar)1 / Profesör Doktor, Ramazan ERTÜRK (İkinci Yazar)2

1 Erciyes Üniversitesi, Din Felsefesi, celikgulsah.19@outlook.com, 0009-0000-4090-3165
2 Erciyes Üniversitesi, Din Felsefesi, erturkr@erciyes.edu.tr, 0000-0002-6340-3507

Özet

İlahî gizlilik problemi, Tanrı'nın var olmasına rağmen neden herkes tarafından açık biçimde bilinmediği sorusuna odaklanmaktadır. Bu problem çoğu zaman Tanrı'nın kendisini gizlemesi üzerinden açıklanmıştır. Fakat Gazalî, marifetullah anlayışı ile farklı bir bakış açısı sunmaktadır. Gazalî'ye göre Tanrı mutlak anlamda bilinmez değildir. Tanrı bilinir fakat geçmiş dönem felsefecilerin ve kelâmcıların üzerinde fikir geliştirdiği ru'yet tartışması üzerinden değerlendirilip görülemez sonucu ile değerlendirilemez. Çünkü Tanrı yalnızca görülmek üzerinden idrak edilmeyle sınırlandırılamaz. O'nun bilgisine ulaşmak insanın manevi,ruhsal ve ahlakî birikimi ile de doğru orantılıdır. Bu sebeple ilahî gizlilik, Tanrı'nın kendisini tamamen gizlemesi değil, insanın sınırlı yapısından kaynaklanan bir durum olarak değerlendirilebilir. Gazalî, marifetullahın yalnızca aklî delillerle elde edilemeyeceğini, kalbin arınması ve nefsin eğitilmesiyle derinleşen bir süreç olduğunu savunur. Bu anlayışa göre bilgi ve ahlak birbirinden ayrılmaz. İnsan, manevi olgunluk kazanıp kalbi arındırıp geliştirdikçe Tanrı'ya dair bilgisini de arttırır. Dolayısıyla marifetullah, herkeste aynı düzeyde gerçekleşen bir bilgi değil dereceli bir tecrübe olmaktadır. Bu durum da ilahî gizliliğin Tanrı'dan değil insandan kaynaklandığının bir göstergesidir. Sonuç olarak Gazali'nin marifetullah anlayışı ontolojik bir problem olmaktan çıkar ve insanın varoluşsal ve epistemik birikimine dayanır. Böylece ilahî gizlilik marifetullahın önünde bir problem ol aktan çıkar ve insanın kalbî, aklî ve ruhsal anlamda kendini geliştirmesiyle aşılabilen dereceli bir durum halini alır. Bu yaklaşım, ilahî gizlilik problemine klasik İslam düşüncesi içinde özgün ve tutarlı bir açıklama sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Din Felsefesi, Marifetullah, Gazali, İlahî Gizlilik

Bu bildiri ''Gazâlî'de Tanrı'nın Gizliliği ve Bilinebilirliği: İlahi Gizlilik Problemi Bağlamında Bir İnceleme'' başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Abstract

The problem of divine concealment focuses on the question of why, despite God's existence, He is not clearly known to everyone. This problem has often been explained by the idea that God conceals Himself. However, al-Ghazali offers a different perspective through the concept of marifetullah. According to al-Ghazali, God is not unknowable in an absolute sense. God is knowable, but He cannot be assessed through the debate on "ru'yet" (vision of God)—a topic on which philosophers and theologians of earlier periods developed their ideas—and concluded that He is unseeable. This is because God cannot be limited to being perceived solely through vision. Attaining knowledge of Him is also directly proportional to a person's spiritual, psychological, and moral development. For this reason, divine concealment can be understood not as God completely hiding Himself, but as a condition arising from the limited nature of human beings. Al-Ghazali argues that marifetullah cannot be attained through rational proofs alone, but is a process that deepens through the purification of the heart and the discipline of

the self. According to this understanding, knowledge and morality are inseparable. As a person attains spiritual maturity and purifies and develops their heart, their knowledge of God also increases. Consequently, marifetullah is not a level of knowledge that is realized to the same degree in everyone, but rather a gradual experience. This situation also serves as an indication that divine concealment stems not from God but from human beings. Consequently, al-Ghazali's conception of marifetullah ceases to be an ontological problem and is grounded in humanity's existential and epistemological heritage. Thus, divine concealment ceases to be an obstacle to marifetullah and becomes a gradual condition that can be overcome through human self-development in the heart, mind, and spirit. This approach offers an original and consistent explanation of the problem of divine concealment within classical Islamic thought.

Keywords: Philosophy of Religion, Marifetullah, al-Ghazali, Divine Concealment

This paper is based on a Master's thesis entitled ''The Concealment and Knowability of God in al-Ghazālī: An Examination in the Context of the Problem of Divine Concealment''.

OSMANLI DEVLETİ'NDE NUMUNE MEKTEPLERİ

Doç.Dr.Çetin AYKURT

Yozgat Bozok Üniversitesi/Fen- Edebiyat Fakültesi/Tarih Bölümü

dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659

Özet

Numune mektebi, II. Meşrutiyet döneminde (1908-1918) faaliyete geçen ve yabancı dil ağırlıklı mesleki eğitim veren mekteptir. Bu mektep altı sınıflıdır. "Numune" adı ile İstanbul'da açılan ilk eğitim kurumları, 1867 tarihinde Islah-ı Sanayi Mektepleri kapsamındaki Beykoz Debbağhanesi ile Veliefendi Bez Fabrikası numune sanathaneleridir. Bu mektepler, iptidai ve rüştiye sınıfları ile yedi yıllık mesleki birer mektep olarak işyeri bünyesinde faaliyet göstermişlerdir. 1885 tarihinde Nadir Bey adlı bir teşebbüs "Numune Terakki" adı altında özel bir mektep açmıştır. Mektep 1896 tarihinde Maarif Nezareti'ne devredilerek resmî kurum niteliği kazanmıştır. II.Meşrutiyet'in ilanından sonra yabancı dil öğrenmek ve meslek edinmek yönündeki istekler artmıştı. Bunun üzerine Fransızca ve yetenek derslerine ağırlık veren bir programa geçilmesi hedeflendi. Bu yeni tip mekteplere "numune mektebi" denmiştir. Bu mektebe devam eden öğrencilerin Türkçe'nin yanında Fransızcayı da konuşup yazabilecek bir düzeye gelmeleri hedeflenmişti. Bu durum üzerine, Nişantaşı, Kasımpaşa ve Kadıköy merkez rüştiyeleri "numune rüştiyeleri" olarak örgütlenmiştir. Bir müddet sonra numune mekteplerinde görev alan öğretmenlere diğer mekteplerdeki çalışan meslektaşlarından daha fazla aylık ödendiği için, bir bakıma öğretmenlere de maddi olanak sağlamak düşüncesiyle pek çok mektebe daha Maarif Nezareti tarafından "numune" adı verilmiştir. Bu şekilde numune mektepleri kuruluş amacı dışına çıkmıştır. Öğretmenler, türlü yolları deneyerek bu mekteplere atanmak istemişlerdir. Numune mektepleri başmuallimlerine müdür unvanının verilmesi, müdürün 12 saat ders okutması ve ayrıca diğer öğretmenlerin derslerini denetlemesi, eğitim ve öğretimi geliştirici uygulamalarda bulunması, Mekatib-i İptidaiye-i Umumiye Talimatnamesinde belirtilmişti. 1922 tarihinde Maarif Vekaleti'nin aldığı bir kararla ilkokul düzeyinde yabancı dil kaldırılmıştır. Fransızca öğretim verecek olan Ameli Hayat Mektepleri'nin açılması kararlaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Numune Mektebi, Islah-ı Sanayi Mektepleri, II.Meşrutiyet.

MODEL SCHOOLS IN THE OTTOMAN STATE

Assoc.Prof.Dr.Çetin AYKURT

Yozgat Bozok University/ Faculty of Science and Humanities/ Department of History

dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659

Abstract

The Numune School was a school that began operating during the Second Constitutional Era (1908–1918) and provided vocational education with a focus on foreign languages. This school had six classes. The first educational institutions to open in Istanbul under the name 'Numune' were the Beykoz Tannery and the Veliefendi Textile Factory model workshops, established in 1867 as part of the Industrial Reform Schools. These schools operated within the premises of the respective workplaces as seven-year vocational schools, comprising primary and lower secondary classes. In 1885, an initiative led by Nadir Bey opened a private school under the name 'Numune Terakki'. The school was transferred to the Ministry of Education in 1896, thereby acquiring the status of an official institution. Following the proclamation of the Second Constitutional Monarchy, there was a growing desire to learn foreign languages and acquire a profession. Consequently, the aim was to switch to a curriculum that placed greater emphasis on French and practical skills. These new types of schools were termed 'model schools'. The aim was for pupils attending these schools to reach a level where they could speak and write French as well as Turkish. Consequently, the central rüştiye schools in Nişantaşı, Kasımpaşa and Kadıköy were reorganised as 'model rüştiye schools'. Some time later, as teachers working in the model schools were paid a higher monthly salary than their colleagues in other schools, the Ministry of Education granted the title of "model" to many more schools, partly with the intention of providing teachers with better financial prospects. In this way, the model schools had strayed from their original purpose. Teachers sought to be appointed to these schools by various means. The Regulation on General Primary Schools stipulated that headteachers of model schools should be granted the title of 'principal', that the principal should teach 12 hours of lessons, supervise the lessons of other teachers, and implement practices aimed at improving education and teaching. In 1922, the Ministry of Education passed a resolution abolishing the teaching of foreign languages at primary school level. It was decided to open the Ameli Hayat Schools, which were to provide instruction in French.

Keywords: Model Schools, Industrial Reform Schools, The Second Constitutional Era.

OSMANLI DEVLETİ'NDE PAZAR KAYIKLARININ İŞLEVİ

Doç.Dr.Çetin AYKURT

Yozgat Bozok Üniversitesi/Fen-Edebiyat Fakültesi/Tarih Bölümü
dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659

Özet

Pazar kayıkları 50-60 yolcu kapasitesindeydi. Pazar kayıklarında yolcuların dışında sepet, sandık, küfe gibi eşya da taşınmaktaydı. Ön tarafta erkekler, arka tarafta kadınlar oturmaktaydı. Yolcuların oturdukları yerin yakınında su içmek için küp ve maşrapa bulundurmak bir gelenekti. Pazar kayıkları işletenler Sirkeci civarındaki Bahçekapı İskelesi'nde oturmaktaydılar. Pazar kayıkları, Rumeli yakasında Sarıyer, Büyükdere, Yeniköy, Emirgan, Arnavutköy'e; Anadolu yakasında da Beykoz, Kanlıca, Anadoluhisarı, Kandilli semtlerine sefer yapmaktaydılar. En kazançlı iskeleler ise Sarıyer, Beykoz, Yeniköy ve Kanlıca idi. Pazar kayıklarının hususi iskeleleri, kendi köylerinde ise kayıkhaneleri bulunmaktaydı. Pazar kayıkları, gelirleri hayır işlerine harcanmak üzere vakfedilerek de çalışmaktaydı. Hayır yapmak isteyen kişiler, bazı Boğaz köylerine bu kayıkları tahsis etmekteydiler. Kayıklardan elde edilen gelir, köyün masrafları yanında camilerin tamiri, fakirlere yardım, mektup masrafları için kullanılmaktaydı. Kavak İskelesi'ne Abdülmecid'in, Yeniköy'de Çavuşzade Mustafa Efendi'nin, Beykoz'da Cezayirli Ahmed Paşa'nın, Bebek'te Şeyhülislam Çelebizade İsmail Asım Efendi'nin, Kanlıca'da İskender Paşa'nın vakfettikleri pazar kayıkları bu amaçla görev yaparlardı. Pazar kayıkları, birkaç yıllığına Evkaf Nezareti'nce ihaleye çıkarılmaktaydı. Pazar kayıkları çoğalınca 1837 tarihinde bunların idaresi Kayıkçılar Kitabeti'ne bağlanmıştır. On yerde de kayıkçılar kethüdalığı kurulmuştur. Pazar kayıkları saray için de yapılmıştır. Pazar kayıkları Şirket-i Hayriye'nin kurulmasından sonra daha az parayla yük ve yolcu taşımışlardır. 1910 tarihinde kadar Pazar kayıkları faaliyetlerine devam etmiştir.

Anahtar kelimeler: Pazar Kayıkları, Kayıkçılar Kitabeti, Şirket-i Hayriye.

THE FUNCTION OF MARKET BOATS IN THE OTTOMAN STATE

Assoc.Prof.Dr. Çetin AYKURT

Yozgat Bozok University/ Faculty of Science and Humanities/ Department of History

dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659

Abstract

The market boats had a capacity of 50–60 passengers. In addition to passengers, the market boats also carried goods such as baskets, chests and sacks. Men sat at the front and women at the back. It was customary to keep a jug and a cup near where the passengers sat for drinking water. The operators of the market boats were based at Bahçekapı Pier near Sirkeci. The market boats operated routes to the neighbourhoods of Sarıyer, Büyükdere, Yeniköy, Emirgan and Arnavutköy on the European side, and to Beykoz, Kanlıca, Anadoluhisarı and Kandilli on the Asian side. The most profitable piers were those at Sarıyer, Beykoz, Yeniköy and Kanlıca. The market boats had their own dedicated piers, whilst their home villages had their own boathouses. Market boats also operated under a waqf, with their proceeds allocated to charitable causes. Those wishing to perform acts of charity would assign these boats to certain villages along the Bosphorus. The income generated by the boats was used not only to cover the village's expenses but also for the repair of mosques, aid to the poor, and postal costs. The market boats endowed by Abdülmecid at Kavak Pier, by Çavuşzade Mustafa Efendi at Yeniköy, by Cezayirli Ahmed Pasha at Beykoz, by Şeyhülislam Çelebizade İsmail Asım Efendi at Bebek, and by İskender Pasha at Kanlıca served this purpose. The market boats were put out to tender by the Ministry of Endowments for periods of a few years. As the number of market boats increased, their administration was transferred to the Kayıkçılar Kitabeti in 1837. Kayıkçılar kethüdalığı offices were also established in ten locations. Market boats were also built for the palace. Following the establishment of the Şirket-i Hayriye, the market boats carried freight and passengers for a lower fare. The market boats continued their operations until 1910.

Keywords: The Market Boats, The Boatmen's Inscription, Şirket-i Hayriye.

2021 YILINDA POSOF ATMOSFERİNDEKİ POACEAE POLENLERİNİN AYLIK DAĞILIMI VE GÜN İÇİ DEĞİŞİMİ

Doç. Dr., Salih AKPINAR[1]/ Melih KARABAĞ[2]

[1]Kafkas Üniversitesi, Aerobiyoloji, slh_akpinar@hotmail.com, 0000-0003-2435-7373

[2]Kafkas Üniversitesi, Aerobiyoloji, melihkarabag@gmail.com, 0000-0003-2659-0371

Özet

Poaceae (Gramineae) polenleri, yüksek miktarda üretilmeleri ve rüzgârla uzun mesafelere taşınabilmeleri nedeniyle atmosferik polen spektrumunun en önemli otsu bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Ayrıca dünya genelinde alerjik rinit ve alerjik astımın başlıca nedenleri arasında yer almaları nedeniyle aylık ve gün içi dağılımlarının belirlenmesi, bölgesel polen takvimlerinin hazırlanması ve alerjik bireylerin maruziyet riskinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, 2021 yılında Posof atmosferindeki Poaceae polenlerinin aylık ve gün içi dağılım özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırma, Posof ilçe merkezinde Hirst tip volumetrik polen ve spor örnekleyicisi (Lanzoni VPPS 2010) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Atmosferik polen örnekleri haftalık olarak toplanmış, Wodehouse yöntemine göre hazırlanan preparatlar ışık mikroskobunda incelenmiş ve saatlik polen konsantrasyonları polen/m^3 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak Poaceae polenlerinin aylık dağılımı, polen sezonu, ana polen sezonu ve gün içi değişimleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda Poaceae polenlerinin toplam atmosferik polenin %6.96'sını oluşturduğu belirlenmiştir. Polen sezonunun 3 Nisan-16 Ekim, ana polen sezonunun ise 29 Nisan-14 Eylül tarihleri arasında gerçekleştiği saptanmıştır. En yüksek günlük polen konsantrasyonu 19 Haziran'da 78 polen/m^3 olarak kaydedilmiştir. Aylık dağılımda en yüksek polen yoğunluğu Haziran ayında belirlenmiş, bunu Temmuz ve Mayıs ayları izlemiştir. Gün içi dağılım incelendiğinde ise polen yoğunluğunun genel olarak sabah saatlerinden itibaren arttığı, ilkbahar sonu ve yaz başında öğle ile öğleden sonraki saatlerde en yüksek seviyelere ulaştığı, polen sezonunun sonuna doğru ise maksimum yoğunluğun akşam saatlerine kaydığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, Poaceae polenlerinin Posof atmosferinde uzun bir polen sezonuna sahip olduğu ve özellikle ilkbahar sonu ile yaz döneminde atmosferik polen yüküne önemli katkı sağladığı belirlenmiştir. Elde edilen bulguların bölgesel polen takvimlerinin hazırlanmasına, aeropalinolojik izleme çalışmalarına ve Poaceae polenlerine bağlı alerjik hastalıkların önlenmesine yönelik uygulamalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Poaceae, Aylık dağılım, Gün içi dağılım, Posof, Aeropalinoloji

MONTHLY DISTRIBUTION AND DIURNAL VARIATION OF POACEAE POLLEN IN THE ATMOSPHERE OF POSOF IN 2021

Assoc. Prof., Salih AKPINAR[1]/ Melih KARABAĞ[2]

[1]Kafkas University, Aerobiology, slh_akpinar@hotmail.com, 0000-0003-2435-7373

[2]Kafkas University, Aerobiology, melihkarabag@gmail.com, 0000-0003-2659-0371

Abstract

Poaceae (Gramineae) pollen constitutes one of the most important herbaceous components of the atmospheric pollen spectrum due to its abundant production and efficient wind dispersal over long distances. As one of the major causes of allergic rhinitis and allergic asthma worldwide, determining its monthly and diurnal distribution patterns is essential for the preparation of regional pollen calendars and the assessment of allergen exposure risk. This study aimed to determine the monthly and diurnal distribution patterns of airborne Poaceae pollen in the atmosphere of Posof during 2021. The study was carried out in the district center of Posof using a Hirst-type volumetric pollen and spore sampler (Lanzoni VPPS 2010). Airborne pollen samples were collected weekly, prepared according to the Wodehouse method, and examined under a light microscope. Hourly pollen concentrations were calculated as pollen grains/m^3. The obtained data were used to evaluate the monthly distribution, pollen season, main pollen season, and diurnal variation of Poaceae pollen. Poaceae pollen accounted for 6.96% of the total airborne pollen during the study period. The pollen season extended from 3 April to 16 October, whereas the main pollen season lasted from 29 April to 14 September. The highest daily pollen concentration (78 pollen grains/m^3) was recorded on 19 June. Monthly analysis showed that the highest pollen concentration occurred in June, followed by July and May. Diurnal distribution indicated that pollen concentrations generally increased from the morning onwards, reached their highest levels around midday and during the afternoon in late spring and early summer, and shifted towards the evening hours as the pollen season progressed. In conclusion, Poaceae pollen exhibited a prolonged pollen season in the atmosphere of Posof and contributed substantially to the atmospheric pollen load, particularly during late spring and summer. The findings of this study are expected to contribute to the development of regional pollen calendars, aerobiological monitoring, and preventive strategies for pollen-related allergic diseases.

Keywords: Poaceae, Monthly distribution, Diurnal distribution, Posof, Aeropalynology

1. GİRİŞ

Poaceae (Gramineae) familyası, yaklaşık 780 cins ve 11800'den fazla türüyle dünyadaki en geniş yayılışa sahip çiçekli bitki familyalarından biridir [1]. Doğal çayırlar, meralar ve tarım alanlarının temel bitki grubunu oluşturan Poaceae üyeleri, ekolojik işlevleri, biyolojik çeşitliliğe katkıları ve ekonomik önemleri nedeniyle dünya florasının en önemli familyaları arasında yer almaktadır [2-3].

Poaceae türleri yüksek miktarda polen üretmeleri ve polenlerinin anemofil (rüzgârla tozlaşan) özellik göstermesi nedeniyle atmosferik polen spektrumunun en önemli otsu bileşenlerinden birini oluşturmaktadır [4]. Çok sayıda türün benzer dönemlerde çiçeklenmesi ve polenlerin uzun mesafelere taşınabilmesi, atmosferde yüksek Poaceae polen konsantrasyonlarının oluşmasına neden olmaktadır [5].

Poaceae polenleri, alerjik rinit ve alerjik astımın en önemli nedenlerinden biri olup dünya genelinde en yaygın aeroalerjenler arasında kabul edilmektedir [4]. Polen sezonunun başlangıç ve bitiş zamanları ile gün içerisindeki değişiminin belirlenmesi, polen takvimlerinin hazırlanması, alerjik bireylerin bilgilendirilmesi ve maruziyet riskinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır [6-7].

Atmosferik Poaceae polen yoğunluğu; sıcaklık, bağıl nem, yağış, rüzgâr ve bölgesel vejetasyon yapısı gibi çevresel faktörlerden önemli ölçüde etkilenmektedir [8]. Ayrıca iklim değişikliğine bağlı olarak polen sezonunun başlangıcı, süresi ve yoğunluğunda meydana gelen değişimler, uzun dönemli aeropalinolojik izleme çalışmalarının önemini daha da artırmaktadır [5, 9].

Bu çalışmada, 2021 yılında Posof atmosferindeki Poaceae polenlerinin aylık ve gün içi dağılım özelliklerinin belirlenmesi, polen sezonu ile ana polen sezonunun ortaya konulması ve elde edilen verilerin bölgesel aeropalinolojik çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada, Posof atmosferindeki Poaceae polenlerinin aylık ve gün içi dağılım özellikleri 2021 yılına ait aeropalinolojik veriler kullanılarak değerlendirilmiştir. Atmosferik polen örnekleri, Posof ilçe merkezinde yaklaşık 15 m yükseklikte bulunan bir binanın çatısına yerleştirilen Hirst tip volumetrik polen ve spor örnekleyicisi (Lanzoni VPPS 2010, Bologna, İtalya) ile sürekli olarak toplanmıştır.

Örnekleme bantları haftalık aralıklarla değiştirilmiş ve Wodehouse yöntemine göre mikroskobik incelemeye hazır hâle getirilmiştir. Preparatlar ışık mikroskobunda 400× büyütmede incelenmiş, Poaceae polenleri standart palinolojik tanı kriterlerine göre teşhis edilmiş ve saatlik polen konsantrasyonları polen/m^3 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak Poaceae polenlerinin aylık dağılımı, polen sezonu, ana polen sezonu ve gün içi değişimleri değerlendirilmiştir. Polen sezonu ile ana polen sezonunun belirlenmesinde Andersen yöntemi esas alınmıştır [10-12].

3. BULGULAR

3.1. Poaceae Polenlerinin Aylık Dağılımı

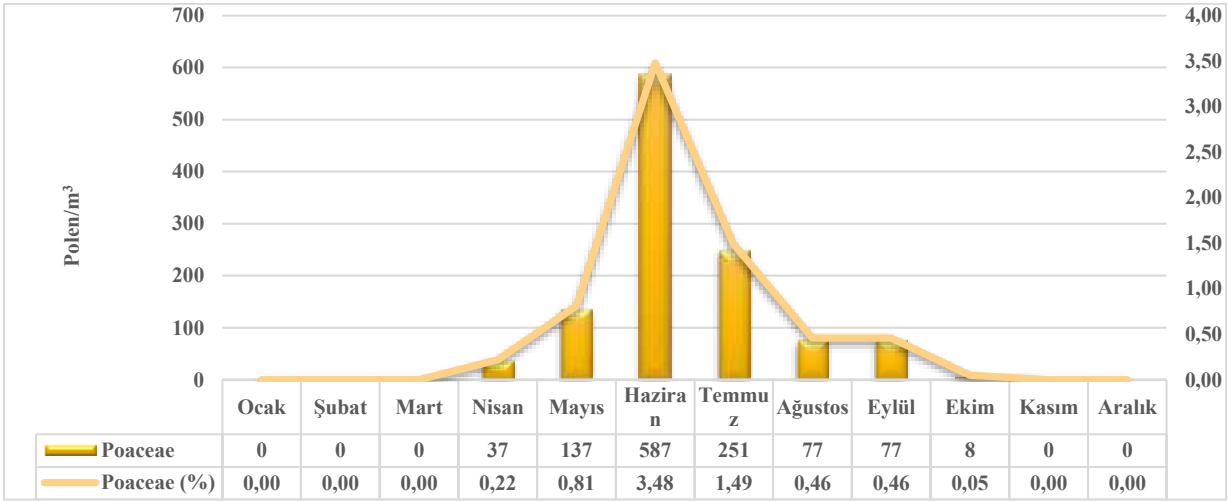
2021 yılında Posof atmosferinde toplam 1174 polen/m^3 Poaceae poleni tespit edilmiş olup, bu değer yıllık toplam atmosferik polenin %6.96'sını oluşturmuştur. Poaceae, otsu taksonlar

arasında Urticaceae'den sonra ikinci sırada yer alırken, tüm taksonlar içerisinde Pinaceae, *Betula*, Urticaceae ve Cupressaceae/Taxaceae'den sonra beşinci sırada belirlenmiştir. Polen sezonunun 3 Nisan-16 Ekim tarihleri arasında sürdüğü, ana polen sezonunun ise 29 Nisan-14 Eylül dönemini kapsadığı saptanmıştır. Ana polen sezonu 138 gün devam etmiş ve en yüksek günlük polen konsantrasyonu 19 Haziran'da 78 polen/m^3 olarak kaydedilmiştir. Çalışma süresince 140 gün 1-15 polen/m^3, 10 gün 16-30 polen/m^3 ve 12 gün >30 polen/m^3 düzeyinde Poaceae poleni belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Poaceae polen sezonu

Poaceae (%6.96)	**2021**
Polen sezonu	03 Nisan – 16 Ekim
Ana polen sezonu	29 Nisan – 14 Eylül
Ana polen sezonu süresi/gün	138
Maksimum polen sayısı - gün	78 – 19 Haziran
Total polen/m^3	1174
m^3 havada 1 - 15 polen/gün	140
m^3 havada 16 - 30 polen/gün	10
m^3 havada >30 polen/gün	12

Aylık dağılım incelendiğinde, Poaceae polenlerinin en yüksek yoğunluğa Haziran ayında ulaştığı (587 polen/m^3; %3.48) belirlenmiştir. Haziran ayını Temmuz (251 polen/m^3; %1.49), Mayıs (137 polen/m^3; %0.81), Ağustos ve Eylül (77 polen/m^3; %0.46) izlemiştir. Nisan ve Ekim aylarında düşük düzeylerde Poaceae poleni saptanırken, Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında Poaceae polenine rastlanmamıştır. Bu bulgular, Posof atmosferinde Poaceae polenlerinin ilkbaharın sonlarından sonbahar ortalarına kadar devam eden uzun bir polen sezonuna sahip olduğunu ve atmosferik polen yükünün özellikle yaz başında yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Poaceae aylık değişimi

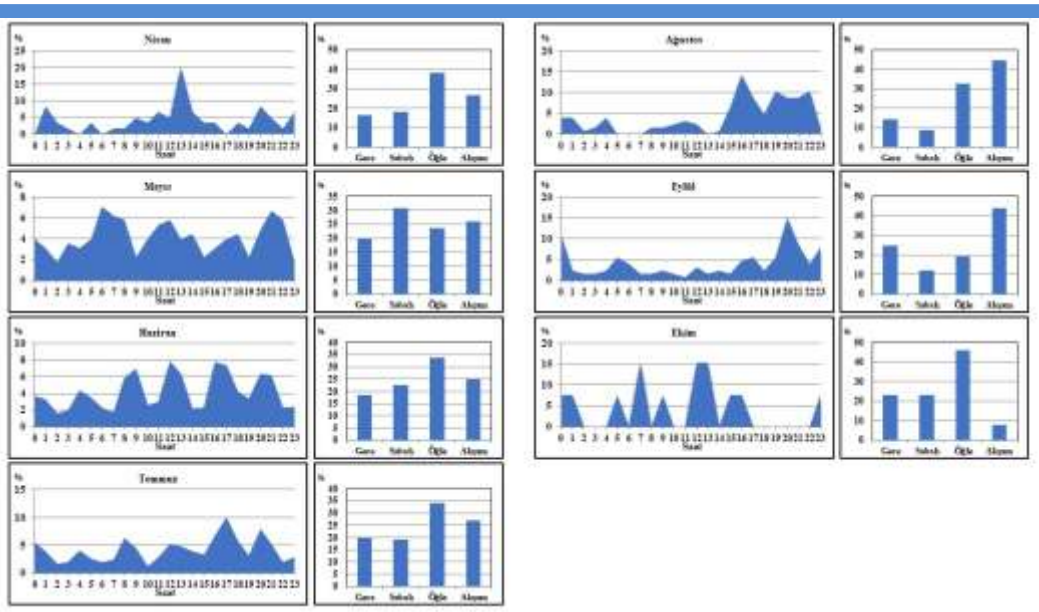
3.2. Poaceae Polenlerinin Gün İçi Dağılımı

Poaceae polenlerinin gün içi dağılımı genel olarak değerlendirildiğinde, polen yoğunluğunun polen sezonunun başlangıcında çoğunlukla sabah saatlerinden itibaren artış göstererek öğle saatlerinde en yüksek düzeye ulaştığı, yaz aylarında öğleden sonra da yüksek seviyelerini koruduğu, polen sezonunun sonuna doğru ise maksimum yoğunluğun akşam saatlerine kaydığı belirlenmiştir. Bu durum, Poaceae polenlerinin gün içerisindeki dağılımının polen sezonunun ilerleyişine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Şekil 2).

Nisan ayında, Poaceae polen yoğunluğunun sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği, öğle saatlerinde (13:00-14:00) en yüksek düzeye ulaştığı, akşam saatlerinde azalma eğilimine girdiği ve gece saatlerinde düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir. Mayıs ayında ise polen yoğunluğunun sabah saatlerinde (06:00-09:00) belirgin şekilde arttığı, öğle saatlerine kadar yüksek seviyelerde devam ettiği, akşam saatlerinde azaldığı ve gece saatlerinde daha düşük düzeylerde bulunduğu saptanmıştır (Şekil 2).

Haziran ayında, sabah saatlerinden itibaren yükselen polen yoğunluğunun öğle saatlerinde (12:00-13:00) maksimum düzeye ulaştığı, öğleden sonra da yüksek seviyelerini koruduğu, akşam saatlerinde azalmaya başladığı ve gece saatlerinde düşük değerlere indiği görülmüştür. Temmuz ayında polen yoğunluğu sabah saatlerinden itibaren artış göstermiş, öğle saatlerinde yüksek seviyelere ulaşmış, akşamüstü saatlerinde (17:00-18:00) maksimum değerini almış ve gece saatlerinde yeniden azalmıştır (Şekil 2).

Ağustos ayında polen yoğunluğu günün ilk yarısında düşük seviyelerde seyretmiş, öğleden sonra artış göstermiş, akşam saatlerinde (16:00-17:00) en yüksek düzeye ulaşmış ve gece saatlerinde tekrar azalmıştır. Eylül ayında ise sabah saatlerinde düşük düzeylerde bulunan polen yoğunluğunun gün içerisinde kademeli olarak arttığı, akşam saatlerinde (20:00-21:00) maksimum seviyeye ulaştığı ve gece saatlerinde yeniden azaldığı belirlenmiştir. Ekim ayında atmosferdeki Poaceae polen miktarının oldukça düşük olduğu, buna rağmen polen yoğunluğunun sabah saatlerinden itibaren artarak öğle saatlerinde (12:00-14:00) en yüksek düzeye ulaştığı, akşam saatlerinde azaldığı ve gece saatlerinde düşük seviyelerde devam ettiği saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Poaceae gün içi saatlik değişimleri

4. TARTIŞMA

Türkiye'de gerçekleştirilen volumetrik aeropalinolojik çalışmalarda Poaceae polenlerinin toplam atmosferik polen içerisindeki oranının %1.38 ile %44.60 arasında değiştiği bildirilmektedir. Bu çalışmada Posof atmosferinde Poaceae polenlerinin toplam atmosferik polen içerisindeki oranı %6.96 olarak belirlenmiştir. Bu oran, Ardahan-Posof'ta iki yıllık çalışma sonucunda bildirilen %9.35 değerinden düşük olmakla birlikte, Mersin (%6.77), Denizli (%6.63), Hatay (%5.99), Kastamonu (%5.82), Muğla-Bodrum (%5.50), Bursa (%5.42), Niğde (%5.00), Antalya (%4.88), Uşak (%4.74), İzmir-Çeşme (%4.32), İzmir-Foça (%3.07), Nevşehir (%2.31) ve İstanbul-Avrupa (%1.38) gibi birçok merkezden daha yüksek bulunmuştur [13-26]. Buna karşılık Kars-Sarıkamış (%44.60), Kars (%36.78), Diyarbakır (%37.23), Mardin (%21.21), Van (%20.94), Aksaray (%19.01) ve Siirt'te (%18.42) bildirilen oranların belirgin şekilde altında kalmaktadır [27-33]. Bu farklılıkların çalışma alanlarının iklim özellikleri, yükselti, bitki örtüsü ve Poaceae türlerinin bölgesel yayılışındaki değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Türkiye'de gerçekleştirilen aeropalinolojik çalışmalarda Poaceae polenlerinin aylık dağılımının bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte, genellikle ilkbahar sonu ve yaz başında en yüksek düzeye ulaştığı bildirilmektedir. Özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Kars, Kars-Sarıkamış ve Kars-Kağızman'da maksimum polen yoğunluğu Haziran ve Temmuz aylarında belirlenirken, Ardahan-Posof'ta en yüksek yoğunluk Mayıs ayında kaydedilmiştir [27-28, 34]. Buna karşılık Akdeniz ve Ege bölgelerinde maksimum yoğunluk çoğunlukla Nisan-Mayıs döneminde gerçekleşmektedir. Bu çalışmada Poaceae polen sezonunun 3 Nisan-16 Ekim tarihleri arasında sürdüğü, ana polen sezonunun ise 29 Nisan-14 Eylül dönemini kapsadığı belirlenmiştir. Aylık dağılım incelendiğinde en yüksek polen yoğunluğu Haziran ayında saptanmış, bunu Temmuz ve Mayıs ayları izlemiştir. Elde edilen bulgular, yüksek rakımlı Doğu Anadolu bölgelerinde Poaceae polenlerinin daha geç dönemde atmosfere yoğun olarak yayıldığını bildiren çalışmalarla uyumludur. Polen sezonunun Ekim ayına kadar devam etmesi

ise Posof'taki çayır ve mera vejetasyonunun zenginliği ile farklı Poaceae türlerinin ardışık çiçeklenme dönemlerinden kaynaklanmış olabilir.

Poaceae polenlerinin gün içi dağılımı değerlendirildiğinde, polen yoğunluğunun polen sezonunun başlangıcında çoğunlukla sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği, ilkbahar sonu ve yaz başında öğle ile öğleden sonraki saatlerde en yüksek değerlere ulaştığı, sezonun sonuna doğru ise maksimum yoğunluğun akşam saatlerine kaydığı belirlenmiştir. Haziran ayında öğle saatlerinde gözlenen maksimum polen yoğunluğu, sıcaklığın artması ve bağıl nemin azalmasına bağlı olarak polen salınımının hızlanmasıyla ilişkili olabilir. Buna karşılık Ağustos ve Eylül aylarında maksimum yoğunluğun akşam saatlerine kayması, günlük sıcaklık değişimleri ile atmosferik taşınım koşullarının etkisini düşündürmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, Poaceae polenlerine maruziyet riskinin ana polen sezonunda öğle ve öğleden sonraki saatlerde, sezonun son döneminde ise akşam saatlerinde arttığı söylenebilir. Bu nedenle özellikle polen alerjisi bulunan bireylerin yüksek riskli dönemlerde açık hava aktivitelerini planlarken günlük polen yoğunluklarını dikkate almaları önerilmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, 2021 yılında Posof atmosferindeki Poaceae polenlerinin aylık ve gün içi dağılım özellikleri ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur. Poaceae polenlerinin toplam atmosferik polenin %6.96'sını oluşturarak bölgedeki önemli otsu polen taksonlarından biri olduğu belirlenmiştir. Polen sezonunun 3 Nisan-16 Ekim tarihleri arasında, ana polen sezonunun ise 29 Nisan-14 Eylül döneminde gerçekleştiği saptanmıştır. Aylık dağılımda en yüksek polen yoğunluğu Haziran ayında belirlenmiş, bunu Temmuz ve Mayıs ayları izlemiştir. Gün içi dağılım incelendiğinde ise polen yoğunluğunun genel olarak sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği, ilkbahar sonu ve yaz başında öğle ile öğleden sonraki saatlerde, polen sezonunun sonuna doğru ise akşam saatlerinde en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, Posof atmosferinde Poaceae polenlerinin özellikle ilkbahar sonu ve yaz döneminde atmosferik polen yüküne önemli katkı sağladığını göstermektedir. Bu çalışmanın, bölgesel polen takvimlerinin oluşturulmasına, aeropalinolojik izleme çalışmalarına ve Poaceae polenlerine bağlı alerjik hastalıkların önlenmesine yönelik koruyucu uygulamalara bilimsel katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kafkas Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 2019-FM-55). Yazarlar, sağlanan maddi destekten dolayı teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

[1] Vorontsova, M. A., Clayton, D., & Simon, B. K. (2015). Grassroots e-floras in the Poaceae: growing GrassBase and GrassWorld. *Phytokeys*, *48*, 73–84.

[2] Majeed, M., Tariq, A., Haq, S. M., Waheed, M., Anwar, M. M., Li, Q., Aslam, M., Abbasi, S., Mousa, B. G., & Jamil, A. (2022). A detailed ecological exploration of the distribution patterns of wild Poaceae from the Jhelum District (Punjab), Pakistan. *Sustainability*, *14*(7), 3786.

[3] Elkordy, A., Nour, I. H., Ellmouni, F. Y., Shaye, N. A. A., Al-Bakre, D. A., & EL-Banhawy, A. (2022). Floristic diversity of Jabal Al-Ward, Southwest Tabuk Region, Kingdom of Saudi Arabia. *Agronomy*, *12*(11), 2626.

[4] García-Mozo, H. (2017). Poaceae pollen as the leading aeroallergen worldwide: A review. *Allergy*, *72*(12), 1849-1858.

[5] Gehrig, R., & Clot, B. (2021). 50 Years of Pollen Monitoring in Basel (Switzerland) Demonstrate the Influence of Climate Change on Airborne Pollen. *Frontiers in Allergy*, *2*.

[6] Ščevková, J., Vašková, Z., Sepšiová, R., Dušička, J., & Kováč, J. (2020). Relationship between Poaceae pollen and Phl p 5 allergen concentrations and the impact of weather variables and air pollutants on their levels in the atmosphere. *Heliyon*, *6*(7), e04421.

[7] Bucchianico, A. D. M. di, Gaddi, R., Brighetti, M. A., Franco, D. D., Miraglia, A., & Travaglini, A. (2023). Status and trend of the main allergenic pollen grains and Alternaria spores in the city of Rome (2003–2019). *Sustainability*, *15*(7), 6150.

[8] Rojo, J., Picornell, A., Oteros, J., Werchan, M., Werchan, B., Bergmann, K., Smith, M., Weichenmeier, I., Schmidt-Weber, C. B., & Buters, J. (2021). Consequences of climate change on airborne pollen in Bavaria, Central Europe. *Regional Environmental Change*, *21*(1).

[9] Damialis, A., Traidl-Hoffmann, C., & Treudler, R. (2019). Climate change and pollen allergies. *Biodiversity and health in the face of climate change*, 47-66.

[10] Wodehouse, R.P. (1935). Pollen grains. *In their structure, identification and significance in science and medicine*, 1st ed.; McGraw-Hill Book Company: New York, NY, USA.

[11] Galán, C., Cariñanos, P., Alcázar, P., & Dominguez-Vilches, E. (2007). Spanish aerobiology network (REA) management and quality manual. *Serv. Publicaciones Univ. Córdoba*, *184*, 1–300.

[12] Andersen, T. B. (1991). A model to predict the beginning of the pollen season. *Grana*, *30*, 269–275.

[13] Karabağ, M., & Akpınar, S. (2025). Aeropalynological analysis of airborne pollen in Posof Türkiye and its relationship with meteorological factors. *Scientific Reports*, *15*(1), 25271.

[14] Çakir, N., & Doğan, C. (2020). Relationship between pollen counts and weather variables in the atmosphere of Mersin Province on the eastern Mediterranean coast of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, *44*(5), 526–538.

[15] Güvensen, A., Çelik, A., Topuz, B., & Öztürk, M. (2013). Analysis of airborne pollen grains in Denizli. *Turkish Journal of Botany*, *37*, 74–84.

[16] Tosunoğlu, A., İlçim, A., Malyer, H., & Bıçakçı, A. (2018). Aeropalynological spectrum of Hatay, Turkey, the eastern coast of the Mediterranean Sea. *Aerobiologia*, *34*, 557–572.

[17] Çeter, T., Pinar, N.M., Güney, K., Yildiz, A., Aşcı, B., & Smith, M. (2012). A two-year aeropalynological survey of allergenic pollen in the atmosphere of Kastamonu, Turkey. *Aerobiologia*, *28*(4), 355–366.

[18] Tosunoğlu, A., & Bıçakçı, A. (2015). Seasonal and intradiurnal variation of airborne pollen concentrations in Bodrum, SW Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *187*, 1–21.

[19] Celenk, S., Canitez, Y., Bıçakçı, A., Sapan, N., & Malyer, H. (2009). An aerobiological study on pollen grains in the atmosphere of north-west Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *158*(1–4), 365–380.

[20] Seçil, D. (2018). *Niğde ili atmosferik polenlerinin saatlik değişimlerinin araştırılması* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.

[21] Tosunoğlu, A., Altunoğlu, M.K., Bıçakçı, A., Kılıç, O., Gonca, T., Yılmazer, İ., Saatçioğlu, G., Akkaya, A., Çelenk, S., Canıtez, Y., Malyer, H., & Sapan, N. (2015). Atmospheric pollen concentrations in Antalya, South Turkey. *Aerobiologia*, *31*, 99–109.

[22] Uğuz, U., Güvensen, A., Şengonca Tort, N., Dereboylu, A. E., & Baran, P. (2018). Volumetric analysis of airborne pollen grains in the city of Uşak, Turkey. *Turkish Journal of Botany*, *42*(1), 57–72.

[23] Uguz, U., Guvensen, A., & Tort, N. S. (2017). Annual and intradiurnal variation of dominant airborne pollen and the effects of meteorological factors in Çeşme (Izmir, Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(10), 530.

[24] Yağmur-İlkerenler, Y. (2023). *Foça (İzmir) İlçesinin Atmosferik Polen Analizi* (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, İzmir.

[25] Hayoub, J.A.H. (2020). *Nevşehir atmosferinde polen konsantrasyonunun incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

[26] Celenk, S., Bicakci, A., Tamay, Z., Guler, N., Altunoğlu, M. K., Canitez, Y., Malyer, H., Sapan, N., & Ones, U. (2010). Airborne pollen in European and Asian parts of Istanbul. *Environmental Monitoring and Assessment*, *164*(1–4), 391–402.

[27] Akpınar, S., & Altunoğlu, M.K. (2024). Determination of atmospheric pollen grains by volumetric method in Sarıkamış District (Kars-Türkiye). *Biology*, *13*(7), 475.

[28] Akdoğan Karadağ, G. E., & Altunoğlu, M. K. (2025). Airborne pollen seasonality of Kars province, a high-altitude region in NE Anatolia-Turkey. *Palynology*, *49*(1), 2382959.

[29] Bursalı, B. (2007). *Diyarbakır ili atmosferik polen ve sporlarının araştırılması* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

[30] Tosunoğlu, A., Saatçioğlu, G., Bekil, S., Malyer, H., & Bıçakçı, A. (2018). Atmospheric pollen spectrum in Stone City, Mardin; the northern border of Mesopotamia/SE-Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *190*, 635.

[31] Bıçakçı, A., Tosunoğlu, A., Altunoğlu, M.K., Saatçioğlu, G., Keser, A.M., & Özgökçe, F. (2017). An aeropalynological survey in the city of Van, a high-altitudinal region, East Anatolia-Turkey. *Aerobiologia*, *33*, 93–108.

[32] Şafak, F. (2022). *Aksaray il merkezi atmosferinde bulunan polen ve sporların volümetrik yöntemlerle incelenmesi* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.

[33] Akpınar, S. (2025). Aerobiological dynamics and climatic sensitivity of airborne pollen in Southeastern Türkiye: A two-year assessment from Siirt. *Biology*, *14*(7), 841.

[34] Yalçin, Ş., Altunoğlu, M.K., Akpınar, S., & Akdoğan, G.E. (2017). Kars ili Kağızman ilçesi atmosferik polen ve mantar sporlarının belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *10*(2), 172–180.

2025 YILINDA KARS ATMOSFERİNDEKİ CUPRESSACEAE/TAXACEAE POLENLERİNİN AYLIK VE SAATLİK DAĞILIM ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr., Salih AKPINAR[1]/ Ebru ÇELİK KAPLAN[2]

[1]Kafkas Üniversitesi, Aerobiyoloji, slh_akpinar@hotmail.com, 0000-0003-2435-7373

[2]Kafkas Üniversitesi, Aerobiyoloji, ebrucelikkaplan@gmail.com, 0009-0009-2395-2569

Özet

Cupressaceae/Taxaceae polenleri, yüksek alerjenik potansiyelleri nedeniyle atmosferik biyoaerosollerin önemli bileşenleri arasında yer almakta olup, özellikle kış sonu ve ilkbahar döneminde alerjik solunum yolu hastalıklarının ortaya çıkmasında önemli aeroalerjenler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Kars atmosferindeki Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin aylık ve saatlik dağılım özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Kars il merkezinde 1 Ocak-31 Aralık 2025 tarihleri arasında Hirst tip volumetrik polen ve spor tuzağı (Lanzoni VPPS 2010) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Atmosferik polen örnekleri haftalık olarak toplanmış, Wodehouse yöntemine göre hazırlanan preparatlar ışık mikroskobunda incelenmiş ve saatlik polen konsantrasyonları polen/m^3 cinsinden hesaplanmıştır. Cupressaceae ve Taxaceae familyalarına ait polenler morfolojik benzerlikleri nedeniyle birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma döneminde Kars atmosferinde toplam 13686 polen/m^3 tespit edilmiş olup, bunun 1135 polen/m^3'ünü (%8.30) Cupressaceae/Taxaceae polenleri oluşturmuştur. Cupressaceae/Taxaceae polen sezonunun 16 Şubat-19 Temmuz tarihleri arasında gerçekleştiği, ana polen sezonunun ise 1 Mart-14 Haziran dönemini kapsadığı belirlenmiştir. En yüksek günlük polen yoğunluğu 6 Nisan'da 150 polen/m^3 olarak kaydedilmiştir. Aylık dağılımda en yüksek polen yoğunluğu Nisan ayında (734 polen/m^3) belirlenmiş, bunu sırasıyla Mayıs, Mart, Haziran, Şubat ve Temmuz ayları izlemiştir. Saatlik dağılım incelendiğinde ise polen yoğunluğunun genel olarak sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği, öğle ve öğleden sonraki saatlerde en yüksek değerlere ulaştığı, akşam ve gece saatlerinde ise azaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin Kars atmosferinde özellikle kış sonu ve ilkbahar döneminde önemli bir aeroalerjen olduğu, gün içindeki en yüksek maruziyetin ise çoğunlukla öğle ve öğleden sonraki saatlerde gerçekleştiği belirlenmiştir. Elde edilen bulguların, polen tahmin sistemlerinin geliştirilmesine, aeropalinolojik izleme çalışmalarına ve alerjik hastalıkların yönetimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aeropalinoloji, Cupressaceae/Taxaceae, Saatlik dağılım, Kars

MONTHLY AND HOURLY DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF AIRBORNE CUPRESSACEAE/TAXACEAE POLLEN IN THE ATMOSPHERE OF KARS IN 2025

Assoc. Prof., Salih AKPINAR[1]/ Ebru ÇELİK KAPLAN[2]

[1]Kafkas University, Aerobiology, slh_akpinar@hotmail.com, 0000-0003-2435-7373

[2]Kafkas University, Aerobiology, ebrucelikkaplan@gmail.com, 0009-0009-2395-2569

Abstract

Cupressaceae/Taxaceae pollen constitutes an important component of atmospheric bioaerosols due to its high allergenic potential and is recognized as one of the major aeroallergens responsible for allergic respiratory diseases, particularly during late winter and spring. This study aimed to determine the monthly and hourly distribution characteristics of airborne Cupressaceae/Taxaceae pollen in the atmosphere of Kars. The study was conducted in Kars city center between 1 January and 31 December 2025 using a Hirst-type volumetric pollen and spore trap (Lanzoni VPPS 2010). Airborne pollen samples were collected continuously on a weekly basis, prepared according to the Wodehouse method, and examined under a light microscope. Hourly pollen concentrations were calculated and expressed as pollen grains/m^3. Due to their morphological similarity, Cupressaceae and Taxaceae pollen grains were evaluated together. A total of 13686 pollen grains/m^3 were recorded during the study period, of which 1135 pollen grains/m^3 (8.30%) belonged to the Cupressaceae/Taxaceae pollen type. The pollen season extended from 16 February to 19 July, while the main pollen season lasted from 1 March to 14 June. The highest daily pollen concentration (150 pollen grains/m^3) was recorded on 6 April. Monthly analysis revealed that the highest pollen concentration occurred in April (734 pollen grains/m^3), followed by May, March, June, February and July. Diurnal analysis demonstrated that pollen concentrations generally increased during the morning hours, reached their maximum around midday and early afternoon, and gradually decreased during the evening and nighttime hours. In conclusion, Cupressaceae/Taxaceae pollen represents an important aeroallergen in the atmosphere of Kars, particularly during late winter and spring. The highest daily exposure generally occurred around midday and early afternoon. The findings of this study provide valuable information for aeropalynological monitoring, pollen forecasting systems, and the management of pollen-related allergic diseases.

Keywords: Aeropalynology, Cupressaceae/Taxaceae, Hourly distribution, Kars

1. GİRİŞ

Polenler, atmosferik biyoaerosollerin önemli bileşenlerinden biri olup, rüzgâr aracılığıyla geniş alanlara taşınabilmeleri nedeniyle hem ekolojik süreçlerde hem de insan sağlığı üzerinde önemli etkilere sahiptir [1-2]. Atmosferdeki polen yoğunluğu; bitkilerin fenolojik özelliklerinin yanı sıra sıcaklık, bağıl nem, yağış ve rüzgâr gibi meteorolojik faktörlerden etkilenmekte, buna bağlı olarak mevsimsel ve günlük değişimler göstermektedir [3-4]. Ayrıca iklim değişikliği, hava kirliliği ve kentleşme gibi çevresel faktörlerin polen üretimini, polen sezonunun süresini ve atmosferik taşınımını etkileyerek alerjik hastalıkların görülme sıklığını ve şiddetini artırdığı bildirilmektedir [1, 3, 5]. Bu nedenle atmosferik polenlerin düzenli olarak izlenmesi, polen takvimlerinin oluşturulması ve maruziyet dönemlerinin belirlenmesi hem aeropalinolojik araştırmalar hem de halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır [6-7].

Cupressaceae ve Taxaceae familyalarına ait polenler, morfolojik benzerlikleri nedeniyle aeropalinolojik çalışmalarda genellikle birlikte değerlendirilmekte ve Cupressaceae/Taxaceae polen grubu olarak rapor edilmektedir [8-9]. Bu polen grubu özellikle kış sonu ve ilkbahar döneminde yoğun olarak atmosfere salınmakta, yüksek alerjenik potansiyeli nedeniyle alerjik rinit ve astım başta olmak üzere çeşitli solunum yolu hastalıklarının önemli aeroalerjenleri arasında yer almaktadır [10-11]. Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar, Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin atmosferik yoğunluğunun bölgenin iklimi, yükseltisi ve bitki örtüsüne bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır [12-13]. Bununla birlikte, bu polen grubunun aylık ve özellikle gün içindeki saatlik dağılımını değerlendiren çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmada, Kars atmosferindeki Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin aylık ve saatlik dağılım özelliklerinin belirlenmesi ve elde edilen bulguların Türkiye'de gerçekleştirilen benzer aeropalinolojik çalışmalarla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Kars il merkezinde 1 Ocak-31 Aralık 2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Atmosferik polen örnekleri, yerden yaklaşık 15 m yükseklikte bulunan bir binanın çatısına yerleştirilen Hirst tip volumetrik polen ve spor tuzağı (Lanzoni VPPS 2010, Bologna, İtalya) kullanılarak kesintisiz olarak toplanmıştır. Cihaz, sabit debide (10 L/dk) hava çekerek atmosferde bulunan polenleri silikon kaplı bant üzerine toplamıştır.

Haftalık olarak değiştirilen örnek bantları Wodehouse yöntemine göre hazırlanmış, preparatlar gliserin-jelatin ile lam üzerine monte edilmiştir [14]. Polen sayımları ışık mikroskobunda 400× büyütmede gerçekleştirilmiş ve tanımlamalar ilgili palinolojik kaynaklardan yararlanılarak yapılmıştır. Saatlik polen konsantrasyonları Hirst yöntemine göre hesaplanarak polen/m^3 cinsinden ifade edilmiştir [15-16].

Bu çalışmada Cupressaceae ve Taxaceae familyalarına ait polenler, morfolojik benzerlikleri nedeniyle birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler aylık polen yoğunlukları ile gün içindeki saatlik dağılım özellikleri açısından analiz edilmiş ve sonuçlar tablo ile grafikler halinde sunulmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Cupressaceae/Taxaceae Polenlerinin Aylık Dağılımı

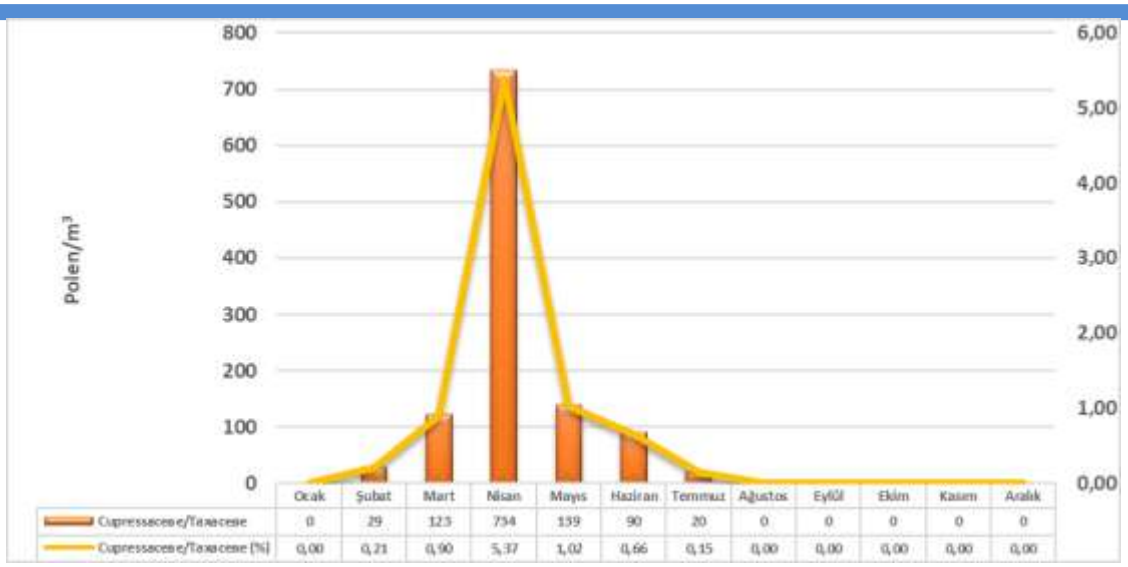
Çalışma döneminde Kars atmosferinde toplam 13686 polen/m^3 tespit edilmiş olup, bunun 1135 polen/m^3'ünü (%8.30) Cupressaceae/Taxaceae polenleri oluşturmuştur. Bu takson, odunsu bitki polenleri içerisinde Pinaceae'den sonra ikinci, tüm taksonlar içerisinde ise Poaceae, Pinaceae ve Urticaceae'nin ardından dördüncü sırada yer almıştır.

Cupressaceae/Taxaceae polen sezonu 16 Şubat'ta başlamış ve 19 Temmuz'da sona ermiştir. Ana polen sezonu ise 1 Mart-14 Haziran tarihleri arasında gerçekleşmiş olup 105 gün sürmüştür. Günlük en yüksek polen yoğunluğu 6 Nisan'da 150 polen/m^3 olarak kaydedilmiştir. Polen sezonu boyunca 119 günde 1-50 polen/m^3, 4 günde ise 51-200 polen/m^3 arasında günlük polen konsantrasyonu belirlenmiş, 200 polen/m^3'ün üzerinde günlük konsantrasyona ulaşılan gün tespit edilmemiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Cupressaceae/Taxaceae polen sezonu

Cupressaceae/Taxaceae (%8.30)	**2025**
Polen sezonu	16 Şubat - 19 Temmuz
Ana polen sezonu	01 Mart - 14 Haziran
Ana polen sezonu süresi/gün	105
Maksimum polen sayısı - gün	150 - 06 Nisan
Total polen/m^3	1135
m^3 havada 1 - 50 polen/gün	119
m^3 havada 51 - 200 polen/gün	4
m^3 havada >200 polen/gün	-

Aylık dağılım incelendiğinde, Cupressaceae/Taxaceae polenleri atmosferde Şubat-Temmuz döneminde gözlenmiş, en yüksek polen yoğunluğu Nisan ayında 734 polen/m^3 (%5.37) olarak belirlenmiştir. Nisan ayını sırasıyla Mayıs (139 polen/m^3; %1.02), Mart (123 polen/m^3; %0.90), Haziran (90 polen/m^3; %0.66), Şubat (29 polen/m^3; %0.21) ve Temmuz (20 polen/m^3; %0.15) izlemiştir. Ağustos-Aralık döneminde Cupressaceae/ Taxaceae polenine rastlanmamıştır (Şekil 1).



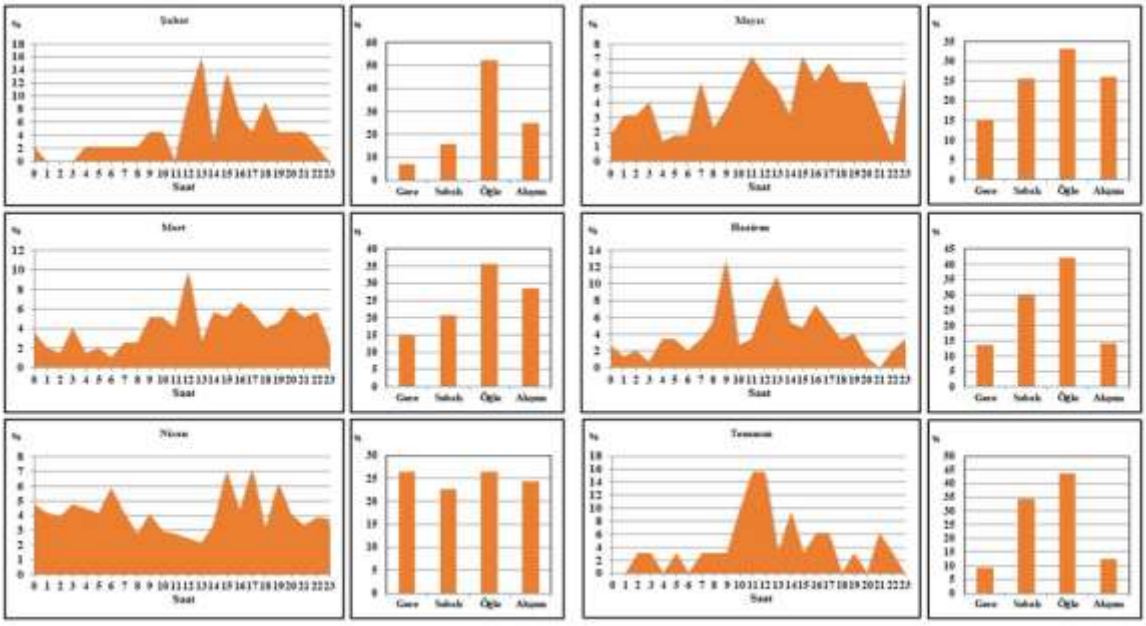
Şekil 1. Cupressaceae/Taxaceae aylık değişimi

3.2. Cupressaceae/Taxaceae Polenlerinin Saatlik Dağılımı

Mart ayında Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin saatlik dağılımı incelendiğinde, polen yoğunluğunun sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği, öğle saatlerinde (12:00–13:00) maksimum düzeye ulaştığı, akşam saatlerinde azalma eğilimine girdiği ve gece saatlerinde düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir. Nisan ayında Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin saatlik dağılımı incelendiğinde, polen yoğunluğunun sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği, öğleden sonra saatlerinde (17:00–18:00) maksimum düzeye ulaştığı, akşam saatlerinde azalma eğilimine girdiği ve gece saatlerinde düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir (Şekil 2).

Mayıs ayında Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin saatlik dağılımı incelendiğinde, polen yoğunluğunun sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği, öğle ve öğleden sonra saatlerinde (11:00–12:00 ve 15:00–16:00) maksimum düzeye ulaştığı, akşam saatlerinde azalma eğilimine girdiği ve gece saatlerinde düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir. Haziran ayında Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin saatlik dağılımı incelendiğinde, polen yoğunluğunun sabah saatlerinde artış gösterdiği, sabahın geç saatleri ile öğle öncesinde (09:00–10:00) maksimum düzeye ulaştığı, öğleden sonra ve akşam saatlerinde azalma eğilimine girdiği, gece saatlerinde ise düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir (Şekil 2).

Temmuz ayında Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin saatlik dağılımı incelendiğinde, polen yoğunluğunun sabah saatlerinde artış gösterdiği, öğle öncesi ve öğle saatlerinde (10:00–12:00) maksimum düzeye ulaştığı, öğleden sonra ve akşam saatlerinde azalma eğilimine girdiği, gece saatlerinde ise düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Cupressaceae/Taxaceae saatlik dağılımı

4. TARTIŞMA

Türkiye'de gerçekleştirilen volumetrik aeropalinolojik çalışmalarda Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin toplam atmosferik polen içerisindeki oranının %0.91 ile %54.01 arasında değiştiği, en yüksek oranların Adana, Hatay, Muğla-Bodrum ve Antalya gibi Akdeniz ikliminin etkili olduğu bölgelerde belirlendiği bildirilmektedir [17-20]. Kars'ta ise Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin toplam atmosferik polen içerisindeki oranı %8.30 olarak belirlenmiştir. Bu oran, yakın bölgelerde gerçekleştirilen çalışmalarda bildirilen Ardahan-Posof (%7.35) değerine yakın, Kars-Sarıkamış (%2.54) değerinden yüksek, Van (%10.53) değerinden ise düşük bulunmuştur [13, 21-22]. Buna karşılık, Güneydoğu Anadolu'da yer alan Mardin'de bildirilen %27.79'luk oranın oldukça gerisinde kalmaktadır [23]. Bu farklılıkların bölgesel iklim özellikleri, yükselti, vejetasyon yapısı ve Cupressaceae türlerinin yayılışıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Türkiye'de gerçekleştirilen aeropalinolojik çalışmalarda Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin aylık dağılımının bölgenin iklim özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte, en yoğun olarak kış sonu ve ilkbahar aylarında atmosferde bulunduğu bildirilmektedir. Türkiye genelinde Ocak ayında 29, Şubat'ta 37, Mart ve Nisan aylarında ise 43 bölgede Cupressaceae/Taxaceae polenleri tespit edilmiş, Haziran ayında bu sayı 41'e düşmüş ve yaz sonundan itibaren polen yoğunluğunda belirgin bir azalma gözlenmiştir. Genel olarak Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin en yoğun döneminin Mart-Nisan ayları olduğu, sonbahar ve kış aylarında ise polen yoğunluğunun önemli ölçüde azaldığı belirtilmektedir [24].

Bu çalışmada Cupressaceae/Taxaceae polen sezonunun 16 Şubat'ta başlayıp 19 Temmuz'da sona erdiği, ana polen sezonunun ise 1 Mart-14 Haziran tarihleri arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. Aylık dağılım incelendiğinde en yüksek polen yoğunluğu Nisan ayında saptanmış, bunu sırasıyla Mayıs, Mart, Haziran, Şubat ve Temmuz ayları izlemiştir. Elde edilen

bulgular, Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin Türkiye'de en yoğun olarak kış sonu ve ilkbahar döneminde görüldüğünü bildiren çalışmalarla uyumludur. Benzer şekilde, Ardahan-Posof'ta da Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin temel olarak ilkbahar aylarında yoğunlaştığı ve polen sezonunun Mart-Haziran döneminde gerçekleştiği bildirilmiştir [13]. Buna karşılık, Kars-Sarıkamış'ta polen sezonunun daha kısa sürdüğü ve Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin toplam atmosferik polen içerisindeki oranının (%2.54) Kars merkezde belirlenen değerden (%8.30) daha düşük olduğu görülmektedir [21]. Bu durumun çalışma alanlarının yükselti farklılıkları, bölgesel iklim koşulları ve Cupressaceae türlerinin yayılışındaki değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada Kars atmosferindeki Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin aylık ve saatlik dağılım özellikleri ortaya konulmuştur. Cupressaceae/Taxaceae polenleri, toplam atmosferik polenin %8.30'unu oluşturarak odunsu taksonlar içerisinde Pinaceae'den sonra ikinci, tüm taksonlar arasında ise dördüncü sırada yer almıştır. Polen sezonunun 16 Şubat-19 Temmuz tarihleri arasında gerçekleştiği, ana polen sezonunun ise 1 Mart-14 Haziran dönemini kapsadığı belirlenmiştir. Aylık dağılımda en yüksek polen yoğunluğu Nisan ayında kaydedilmiş, saatlik dağılımda ise polenlerin genel olarak sabah saatlerinden itibaren artış gösterdiği ve öğle ile öğleden sonraki saatlerde en yüksek düzeylere ulaştığı saptanmıştır. Elde edilen bulgular, Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin Kars'ta özellikle kış sonu ve ilkbahar döneminde alerjik bireyler açısından önemli bir aeroalerjen olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma, Kars'ta Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin gün içindeki dağılımını ortaya koyarak, polen tahmin sistemleri, aeropalinolojik izleme çalışmaları ve alerjik hastalıkların yönetimine katkı sağlayacak güncel veriler sunmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] D'Amato, G., Annesi-Maesano, I., Biagioni, B., Lancia, A., Cecchi, L., D'Ovidio, M. C., & D'Amato, M. (2023). New developments in climate change, air pollution, pollen allergy, and interaction with SARS-CoV-2. *Atmosphere*, *14*(5), 848.

[2] Sierra-Heredia, C., North, M. L., Brook, J., Daly, C., Ellis, A. K., Henderson, D., Henderson, S. B., Lavigne, É., & Takaro, T. K. (2018). Aeroallergens in Canada: Distribution, public health impacts, and opportunities for prevention. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(8), 1577.

[3] Agache, I., Akdiş, C. A., Akdiş, M., Al-Hemoud, A., Annesi-Maesano, I., Balmes, J. R., Cecchi, L., Damialis, A., Haahtela, T., Haber, A. L., Hart, J. E., Jutel, M., Mitamura, Y., Mmbaga, B. T., Oh, J., Ostadtaghizadeh, A., Pawankar, R., Johnson, M., Renz, H., … Nadeau, K. C. (2024). Climate change and allergic diseases: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*, *20*, 100350.

[4] Prasad, R., Prakash, A., Kumar, R., Mohan, A., Goel, N., Menon, B., Spalgais, S., Kant, S., Behera, D., Goyal, M., Arora, N., Mrigpuri, P., Janmeja, A. K., Gaur, S. N., Jain, V., Kumar, K., Priya, A., Singh, A., Aggarwal, M., … Safwan, M. A. (2022). Indian guidelines for diagnosis of respiratory Allergy. *The Indian Journal of Chest Diseases and Allied Sciences*, *63*(4), 223–348.

[5] Capone, P., Lancia, A., & D'Ovidio, M. C. (2023). Interaction between air pollutants and pollen grains: Effects on public and occupational health. *Atmosphere*, *14*(10), 1544.

[6] Antó, J. M., Haahtela, T., Jousilahti, P., Erhola, M., Basagaña, X., Odemyr, M., Palkonen, S., Sofiev, M., Velasco, C., Bedbrook, A., Delgado, R. M. L., Kouznetsov, R., Mäkelä, M. J., Palamarchuk, Y., Saarinen, K., Tommila, E., Valovirta, E., Vasankari, T., Zuberbier, T., … Laune, D. (2020). Digital transformation of health and care to sustain Planetary Health: The MASK proof-of-concept for airway diseases—POLLAR symposium under the auspices of Finland's Presidency of the EU, 2019 and MACVIA-France, Global Alliance against Chronic Respiratory Diseases (GARD, WH0) demonstration project, Reference Site Collaborative Network of the European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing. *Clinical and Translational Allergy*, *10*(1).

[7] Cecchi, L., D'Amato, G., & Annesi-Maesano, I. (2018). External exposome and allergic respiratory and skin diseases. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *141*(3), 846–857.

[8] Miraglia, A., Brighetti, M. A., Franco, D. D., Bucchianico, A. D. M. di, Froio, F., & Travaglini, A. (2023). Multiple monitoring stations in big cities: first example of three spore traps in Rome. *Sustainability*, *15*(5), 4155.

[9] Polling, M., Sin, M., Weger, L. A. de, Speksnijder, A., Koenders, M. J. F., Boer, H. de, & Gravendeel, B. (2022). DNA metabarcoding using nrITS2 provides highly qualitative and quantitative results for airborne pollen monitoring. *The Science of the Total Environment*, *806*, 150468.

[10] Charpin, D., Sénéchal, H., & Poncet, P. (2022). Respiratory allergy to conifers. *In Conifers—Recent Advances* (Vol. 4). IntechOpen.

[11] Lancia, A., Rita, F. D., Ariano, R., Vonesch, N., D'Ovidio, M. C., & Magri, D. (2024). Allergenic pollen monitoring at Sapienza University Campus (Rome, Italy): Patterns of pollen dispersal and implications for human health. *Atmosphere*, *15*(3), 347.

[12] Bıçakçı, A., & Tosunoğlu, A. (2019). Allergenic pollen in Turkey. *Asthma Allergy Immunology*, *17*(1), 007-024.

[13] Karabağ, M., & Akpınar, S. (2025). Aeropalynological analysis of airborne pollen in Posof Türkiye and its relationship with meteorological factors. *Scientific Reports*, *15*(1).

[14] Wodehouse, R.P. (1935). *Pollen grains. in their structure, identification and significance in science and medicine*, 1st ed.; McGraw-Hill Book Company: New York, NY, USA.

[15] Galán, C., Cariñanos, P., Alcázar, P., & Dominguez-Vilches, E. (2007). Spanish aerobiology network (REA) management and quality manual. *Serv. Publicaciones Univ. Córdoba*, *184*, 1–300.

[16] Andersen, T. B. (1991). A model to predict the beginning of the pollen season. *Grana*, *30*, 269–275.

[17] Altıntaş, D.U., Karakoç, G.B., Yılmaz, M., Pınar, N.M., Kendirli, S.G., & Çakan, H. (2004). Relationship between pollen counts and weather variables in East-Mediterranean coast of Turkey. *Journal of Immunology Research*, *11*(1), 87–96.

[18] Tosunoğlu, A., İlçim, A., Malyer, H., & Bıçakçı, A. (2018). Aeropalynological spectrum of Hatay, Turkey, the eastern coast of the Mediterranean Sea. *Aerobiologia*, *34*, 557–572.

[19] Tosunoğlu, A., & Bıçakçı, A. (2015). Seasonal and intradiurnal variation of airborne pollen concentrations in Bodrum, SW Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *187*, 1–21.

[20] Tosunoğlu, A., Altunoğlu, M.K., Bıçakçı, A., Kılıç, O., Gonca, T., Yılmazer, İ., Saatçioğlu, G., Akkaya, A., Çelenk, S., Canıtez, Y., Malyer, H., & Sapan, N. (2015). Atmospheric pollen concentrations in Antalya, south Turkey. *Aerobiologia*, *31*(1), 99–109.

[21] Akpınar, S., & Altunoğlu, M.K. (2024). Determination of atmospheric pollen grains by volumetric method in Sarıkamış District (Kars-Türkiye). *Biology*, *13*(7), 475.

[22] Bıçakçı, A., Tosunoğlu, A., Altunoğlu, M.K., Saatçioğlu, G., Keser, A.M., & Özgökçe, F. (2017). An aeropalynological survey in the city of Van, a high-altitudinal region, East Anatolia-Turkey. *Aerobiologia*, *33*, 93–108.

[23] Tosunoğlu, A., Saatçioğlu, G., Bekil, S., Malyer, H., & Bıçakçı, A. (2018). Atmospheric pollen spectrum in Stone City, Mardin; the northern border of Mesopotamia/SE-Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *190*, 635.

[24] Akpınar, S., & Akdoğan Karadağ, G. E. (2024). Türkiye atmosferinde Gymnosperm polenlerinin dağılımları. In N. Mutlu & G. E. Akdoğan Karadağ (Eds.), *Biyoloji alanındaki güncel konular* (ss. 106–142). BİDGE Yayınları.

MCF7 MEME KANSERİ HÜCRE HATTINDA KALKON TÜREVLERİ ARASINDAN SEÇİLEN ADAY BİLEŞİĞİN 4 GY X-IŞINI İLE KOMBİNASYONUNUN MTT TEMELLİ İN VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr.Öğr.Üyesi Eda KAYA PEPELE

Malatya Turgut Özal Üniversitesi Yeşilyurt Meslek Yüksek Okulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Programı. MALATYA, TÜRKİYE

eda.pepele@ozal.edu.tr

Orchıd Id: 0000-0002-9193-0961

Özet

Amaç: Meme kanseri tedavisinde radyoterapi etkinliğini artırabilecek yeni aday bileşiklerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Kalkon türevleri, antikanser etkileri ve hücresel stres yanıtları üzerine etki potansiyelleri nedeniyle, radyoterapi etkinliğini artırabilecek radyoduyarlaştırıcı aday bileşiklerin araştırılmasında dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, farklı kalkon türevleri arasından MCF7 hücrelerine karşı daha seçici sitotoksik profil gösteren aday bileşiğin belirlenmesi ve seçilen bileşiğin 4 Gy X-ışını ile kombinasyonunun metabolik aktiviteye dayalı hücre canlılığı üzerindeki etkisinin MTT testi ile değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada MCF7 meme kanseri hücreleri ve normal hücre karşılaştırması amacıyla L929 hücreleri kullanıldı. Aday bileşik seçimi, MCF7 ve L929 hücre hatlarındaki IC50 değerleri ile seçicilik indeksi dikkate alınarak yapıldı. Seçilen 2 nolu kalkon türevi, IC10 ve IC30 konsantrasyonlarında tek fraksiyon 4 Gy X-ışını ile kombine edildi. Hücre canlılığı 24, 48 ve 72. saatlerde MTT testi ile değerlendirildi.

Bulgular: 2 nolu kalkon türevinin IC50 değeri MCF7 hücrelerinde 43.10 ± 4.65 µM, L929 hücrelerinde ise 130.10 ± 6.09 µM olarak belirlendi ve seçicilik indeksi 3.02 olarak hesaplandı. Yalnız 4 Gy X-ışını uygulamasında hücre canlılığı 24, 48 ve 72. saatlerde sırasıyla %83.27, %77.53 ve %59.61 olarak saptandı. Kombinasyon gruplarında en belirgin ek canlılık azalması 72. saatte izlendi; IC10 + X ışını grubunda hücre canlılığı %50.81, IC30 + X ışını grubunda ise %52.98 olarak belirlendi.

Sonuç: Elde edilen bulgular, 2 nolu kalkon türevinin MCF7 hücrelerinde 4 Gy X-ışını ile kombine edildiğinde, özellikle 72. saatte metabolik aktiviteye dayalı hücre canlılığında yalnız X ışını uygulamasına kıyasla ek bir azalma oluşturduğunu göstermektedir. Bu ön veriler, ilgili bileşiğin MCF7 hücrelerinde radyasyon yanıtını artırabilecek potansiyel bir aday olarak değerlendirilebileceğini düşündürmekle birlikte, bu etkinin doğrulanması için klonojenik sağkalım, DNA hasarı, apoptoz, ROS üretimi ve hücre döngüsü analizleri gibi ileri mekanistik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Meme kanseri, MCF7, in vitro, X ışını, MTT.

MTT-BASED IN VİTRO EVALUATİON OF THE COMBİNATİON OF A CANDİDATE COMPOUND SELECTED AMONG CHALCONE DERİVATİVES WİTH 4 GY X-RAY IRRADİATİON İN THE MCF7 BREAST CANCER CELL LİNE

Assist. Prof. Dr. Eda KAYA PEPELE

Biomedical Device Technology Program, Department of Electronics and Automation, Yeşilyurt Vocational School, Malatya Turgut Özal University, Malatya, Türkiye.

Email: eda.pepele@ozal.edu.tr

Orchıd Id: 0000-0002-9193-0961

Abstract

Aim: Identifying novel candidate compounds that may enhance the efficacy of radiotherapy is of importance in breast cancer treatment. Chalcone derivatives have attracted attention in the investigation of potential radiosensitizing agents due to their anticancer effects and their ability to modulate cellular stress responses. This study aimed to identify a candidate compound with a more selective cytotoxic profile against MCF7 cells among different chalcone derivatives and to evaluate the effect of its combination with 4 Gy X-ray irradiation on metabolic activity-based cell viability using the MTT assay.

Materials and Methods: MCF7 breast cancer cells were used in this study, while L929 cells were included for normal cell comparison. Candidate compound selection was performed based on the IC50 values obtained in MCF7 and L929 cell lines and the corresponding selectivity index. The selected chalcone derivative, compound 2, was applied at IC10 and IC30 concentrations and combined with a single fraction of 4 Gy X-ray irradiation. Cell viability was evaluated at 24, 48, and 72 hours using the MTT assay.

Results: The IC50 value of compound 2 was determined as 43.10 ± 4.65 µM in MCF7 cells and 130.10 ± 6.09 µM in L929 cells, yielding a selectivity index of 3.02. Following 4 Gy X-ray irradiation alone, cell viability was 83.27%, 77.53%, and 59.61% at 24, 48, and 72 hours, respectively. Among the combination groups, the most pronounced additional reduction in cell viability was observed at 72 hours; cell viability was 50.81% in the IC10 +X ray group and 52.98% in the IC30 + X ray group.

Conclusion: The findings indicate that, when combined with 4 Gy X-ray irradiation, compound 2 induced an additional reduction in metabolic activity-based cell viability in MCF7 cells, particularly at 72 hours, compared with X-ray irradiation alone. These preliminary data suggest that this compound may be considered a potential candidate for enhancing radiation response in MCF7 cells. However, further mechanistic studies, including clonogenic survival, DNA damage, apoptosis, ROS production, and cell cycle analyses, are required to confirm this effect.

Keywords: Breast cancer, MCF7, in vitro, X-ray irradiation, MTT.

1. GİRİŞ

Meme kanseri, kadınlarda en sık görülen malignitelerden biri olup günümüzde cerrahi, sistemik tedaviler ve radyoterapiyi içeren multimodal yaklaşımlarla tedavi edilmektedir. Radyoterapi, özellikle lokal kontrolün sağlanması, mikroskobik rezidüel hastalığın ortadan kaldırılması ve lokal-bölgesel nüks riskinin azaltılması açısından temel tedavi modalitelerinden biridir. Bununla birlikte, tümör hücrelerinin iyonlaştırıcı radyasyona verdiği yanıt; DNA hasar onarım kapasitesi, oksidatif stres yanıtı, hücre döngüsü kontrolü, apoptotik yanıt ve sağkalım sinyalleri gibi çok sayıda biyolojik mekanizmadan etkilenmektedir. Bu süreçlerde gelişebilen intrensek veya kazanılmış radyodirenç, radyoterapinin beklenen sitotoksik etkisini sınırlayabilir.

Radyodirençle ilişkili bu sınırlılık, iyonlaştırıcı radyasyonun tümör hücreleri üzerindeki biyolojik etkisini artırabilecek yardımcı ajanların araştırılmasını gündeme getirmiştir. Radyoduyarlaştırıcılar, kanser hücrelerinin iyonlaştırıcı radyasyona duyarlılığını artırarak aynı radyasyon dozunda daha yüksek tümör hücresi ölümü elde edilmesini amaçlayan ajanlardır. İdeal bir radyoduyarlaştırıcı adayın, tümör hücrelerinde radyasyon yanıtını artırırken normal hücre ve dokular üzerindeki toksisiteyi sınırlaması beklenir. Bu nedenle, tümör hücrelerine karşı seçici etki gösterebilen küçük moleküllerin belirlenmesi, radyoterapinin terapötik etkinliğini artırmaya yönelik preklinik araştırmalar açısından önem taşımaktadır.

Son yıllarda kalkon türevi bileşiklerin farklı kanser hücre hatlarında antikanser aktivite gösterebildiğine ilişkin bulgular, bu bileşiklerin potansiyel terapötik ajanlar olarak araştırılmasına yönelik ilgiyi artırmıştır. Kalkonlar, iki aromatik halka arasında yer alan üç karbonlu α,β-doymamış karbonil sistemi ile karakterize edilen, flavonoidlerle ilişkili yapısal olarak esnek küçük moleküllerdir. Bu kimyasal yapı, kalkon türevlerinin farklı biyolojik hedeflerle etkileşebilmesine ve hücresel proliferasyon, oksidatif stres, apoptoz ve hücre döngüsü gibi süreçleri modüle edebilmesine olanak sağlayabilir (Bustos ve ark., 2022; Mellado ve ark., 2022). Bustos ve ark., kalkonların temel yapısal özelliklerini vurgulamış ve bazı kalkon türevlerinin MCF-7 dahil farklı meme kanseri hücre hatlarında belirgin sitotoksik etki gösterebildiğini bildirmiştir (Bustos ve ark., 2022).

Kalkon türevlerinin meme kanseri hücrelerindeki biyolojik etkileri bu bileşiklerin yalnızca sitotoksik potansiyelini değil, aynı zamanda seçicilik profillerini de desteklemektedir. Mellado ve ark. tarafından yapılan çalışmada, farklı kalkon türevlerinin MCF-7 ve Caco-2 hücreleri üzerindeki antiproliferatif etkileri değerlendirilmiş; bazı kalkonların MCF-7 hücrelerine karşı aktivite ve seçicilik indeksi açısından dikkat çekici adaylar olabileceği belirtilmiştir (Mellado ve ark., 2022). Benzer şekilde Safwat ve ark., kalkon-tiyenopirimidin türevlerinin MCF-7 ve HepG2 hücrelerinde MTT testi ile sitotoksik etkilerini değerlendirmiş ve bazı bileşiklerin ROS artışı, hücre döngüsü değişiklikleri ve apoptozla ilişkili mekanizmalar üzerinden antikanser etki gösterebileceğini bildirmiştir (Safwat ve ark., 2021). Bu mekanizmalar, iyonlaştırıcı radyasyonun oluşturduğu DNA hasarı, oksidatif stres ve hücresel ölüm yanıtlarıyla biyolojik olarak ilişkili olduğundan, kalkon türevlerinin radyoterapi ile kombinasyon potansiyeli açısından değerlendirilmesi rasyonel bir araştırma yaklaşımıdır.

Kalkon türevlerinin farklı kanser hücre hatlarında zamana bağlı sitotoksik etki gösterebildiğini bildiren çalışmalar da bu yaklaşımı desteklemektedir. Nakhjavani ve ark., çeşitli kalkon türevlerinin MCF-7, A549 ve HepG2 hücre hatlarında sitotoksik etkilerini değerlendirmiş ve bu bileşiklerin farklı kanser hücrelerinde zamana bağlı yanıt oluşturabileceğini göstermiştir

(Nakhjavani ve ark., 2014). Bu nedenle, kalkon türevlerinin yalnızca tek başına sitotoksik etkilerinin değil, aynı zamanda iyonlaştırıcı radyasyonla birlikte uygulandığında hücre canlılığı üzerindeki olası ek etkilerinin de araştırılması önemlidir.

Radyoduyarlaştırıcı adayların preklinik değerlendirilmesinde yalnızca biyolojik test seçimi değil, ışınlama koşullarının kontrollü ve tekrarlanabilir olması da kritik öneme sahiptir. İn vitro radyobiyoloji çalışmalarında hücre kültürü plaklarının uygun geometri ile ışınlanması, hedeflenen dozun homojen şekilde verilmesi ve uygulanan dozun dozimetri yöntemleriyle doğrulanması gerekir. Klinik lineer hızlandırıcıların uygun deneysel düzeneklerle in vitro radyobiyoloji çalışmalarında kullanılabileceği gösterilmiştir. Hao ve ark., klinik lineer hızlandırıcı kullanılarak kanser hücrelerinin farklı radyasyon dozlarıyla ışınlanmasına yönelik bir protokol tanımlamış ve bu yaklaşımın radyasyonun biyolojik etkilerini değerlendirmede kullanılabileceğini bildirmiştir (Hao ve ark., 2019). Ayrıca Thippu Jayaprakash ve ark., megavoltaj foton lineer hızlandırıcıları için çok kuyucuklu hücre kültürü plaklarına yönelik yüksek verimli in vitro radyobiyoloji platformu geliştirmiş; planlama ve doz doğrulama yaklaşımlarının hücre kültürü tabanlı radyasyon deneylerinde kullanılabileceğini göstermiştir (Thippu Jayaprakash ve ark., 2022).

Radyasyon sonrası hücresel yanıtın değerlendirilmesinde kullanılan testin biyolojik anlamı da doğru yorumlanmalıdır. MTT testi, metabolik aktiviteye dayalı hücre canlılığı hakkında bilgi verir; ancak radyasyon sonrası uzun dönem çoğalma kapasitesini değerlendiren klonojenik sağkalım testinin yerine geçmez. Buch ve ark., radyasyon sonrası hücre sağkalımının değerlendirilmesinde klonojenik test ile çoklu MTT testini karşılaştırmış ve bu yöntemlerin farklı biyolojik çıktıları temsil edebileceğini göstermiştir (Buch ve ark., 2012). Bu nedenle, MTT temelli kombinasyon bulguları “radyoduyarlaştırıcı potansiyel” olarak yorumlanmalı; kesin radyoduyarlaştırıcı etkinin ortaya konulabilmesi için klonojenik sağkalım, DNA hasarı, apoptoz, ROS üretimi ve hücre döngüsü analizleri gibi ileri mekanistik çalışmalarla desteklenmelidir.

Bu çalışmada, yedi farklı kalkon türevi öncelikle MCF7 meme kanseri hücre hattı ve L929 normal hücre karşılaştırması üzerinden değerlendirilmiştir. Aday bileşik seçimi, MCF7 hücrelerindeki sitotoksik etkinlik, L929 hücrelerindeki göreceli toksisite ve L929/MCF7 oranına göre hesaplanan seçicilik indeksi birlikte dikkate alınarak yapılmıştır. Daha sonra seçilen kalkon türevinin IC10 ve IC30 konsantrasyonlarında 4 Gy X-ışını ile kombinasyonu değerlendirilmiş ve 24, 48 ve 72. saatlerde MTT testi ile metabolik aktiviteye dayalı hücre canlılığı analiz edilmiştir. Bu yönüyle çalışma, kimyasal aday seçimini, CT tabanlı tedavi planlaması ve iyon odası ile doz doğrulaması yapılan kontrollü ışınlama uygulamasıyla birleştiren multidisipliner bir ön değerlendirme niteliği taşımaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Hücre hatları ve kültür koşulları

Bu çalışmada, meme kanseri modeli olarak MCF7 insan meme kanseri hücre hattı kullanıldı. Aday bileşiklerin normal hücrelere göre göreceli sitotoksik profilini değerlendirmek amacıyla L929 fibroblast hücre hattı karşılaştırma hücre hattı olarak çalışmaya dahil edildi. Hücreler uygun hücre kültürü ortamında, standart inkübasyon koşullarında çoğaltıldı ve deneyler için uygun yoğunluğa ulaştıklarında 96 kuyucuklu plaklara ekildi. Hücrelerin yüzeye tutunmasını takiben deneysel uygulamalara geçildi.

2.2. Kalkon türevlerinin hazırlanması ve ön sitotoksisite taraması

Çalışmada toplam yedi farklı kalkon türevi değerlendirildi. Kalkon türevlerinin stok çözeltileri uygun çözücülerde hazırlandı ve deneylerde kullanılacak çalışma çözeltileri bu stok çözeltilerden seyreltilerek elde edildi. Sitotoksisite değerlendirmesi için bileşikler farklı konsantrasyonlarda MCF7 ve L929 hücrelerine uygulandı. Kontrol gruplarına aynı deney koşullarında taze kültür ortamı verildi.

İlk aşamada, tüm kalkon türevleri için MCF7 ve L929 hücre hatlarında IC50 değerleri belirlendi. IC50, ilgili bileşiğin hücre canlılığını kontrole göre yaklaşık %50 oranında azaltan konsantrasyon olarak tanımlandı. Aday bileşik seçimi yalnızca MCF7 hücrelerindeki sitotoksik etkinliğe göre değil, aynı zamanda L929 hücre hattındaki göreceli toksisite dikkate alınarak yapıldı. Bu amaçla her bir bileşik için seçicilik indeksi (SI) aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

$$SI = L929\ IC50 / MCF7\ IC50$$

Bu değerlendirmeye göre, MCF7 hücrelerinde düşük IC50 değeri ve L929 hücrelerinde görece daha yüksek IC50 değeri gösteren bileşikler daha seçici adaylar olarak kabul edildi. Ön tarama sonucunda 2 nolu kalkon türevi, MCF7 hücrelerinde 43.10 ± 4.65 µM, L929 hücrelerinde ise 130.10 ± 6.09 µM IC50 değeri göstermesi ve 3.02 seçicilik indeksi ile ileri kombinasyon deneyleri için aday bileşik olarak belirlendi.

2.2.1. IC10 ve IC30 konsantrasyonlarının belirlenmesi

İleri kombinasyon deneylerinde kullanılmak üzere seçilen 2 nolu kalkon türevi için IC10 ve IC30 konsantrasyonları belirlendi. IC10, hücre canlılığında yaklaşık %10 azalma oluşturan; IC30 ise yaklaşık %30 azalma oluşturan konsantrasyon olarak kabul edildi. Bu konsantrasyonların seçilmesindeki amaç, bileşiğin tek başına yüksek düzeyde sitotoksisite oluşturmadığı koşullarda, 4 Gy X-ışını ile birlikte uygulandığında hücre canlılığı üzerinde ek bir etki oluşturup oluşturmadığını değerlendirmekti.

Deney grupları

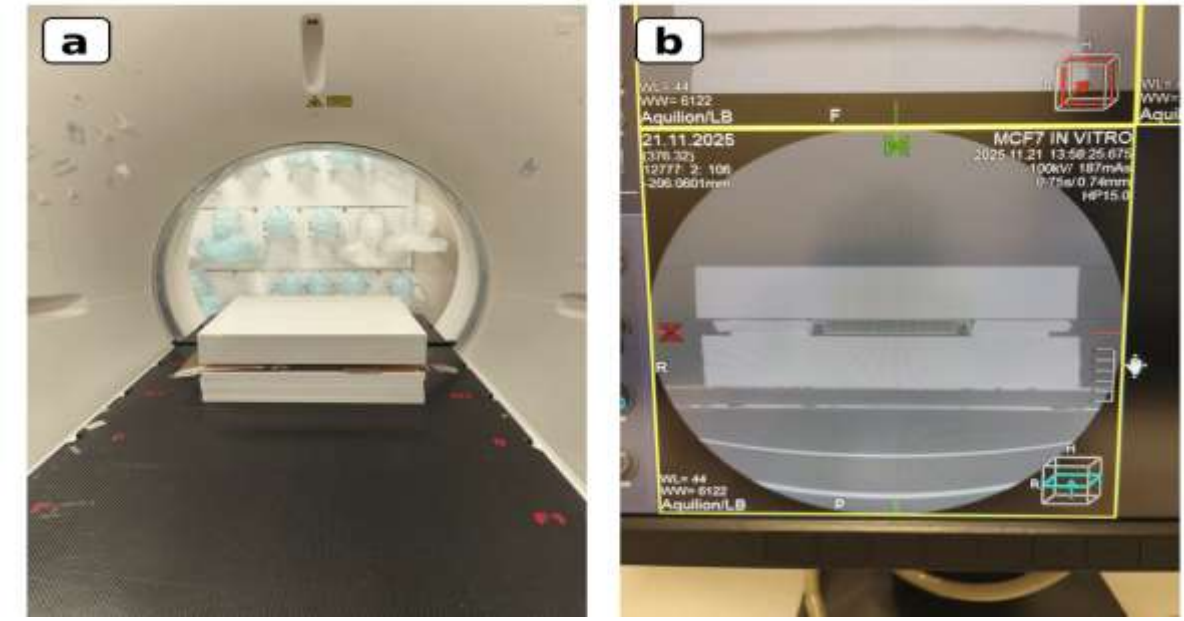
Kombinasyon çalışması için MCF7 hücreleri aşağıdaki deney gruplarına ayrıldı:

1. Kontrol grubu
2. Yalnız 4 Gy X-ışını grubu
3. Yalnız IC10 grubu
4. IC10 + 4 Gy X-ışını grubu
5. Yalnız IC30 grubu
6. IC30 + 4 Gy X-ışını grubu

Seçilen kalkon türevi, ışınlama öncesinde belirlenen IC10 ve IC30 konsantrasyonlarında hücrelere uygulandı. Kombinasyon gruplarında bileşik uygulamasını takiben hücreler tek fraksiyon 4 Gy X-ışını ile ışınlandı. Hücre canlılığı değerlendirmeleri 24, 48 ve 72. saatlerde yapıldı.

2.3. Bilgisayarlı Tomografi tabanlı ışınlama planlaması ve doz doğrulama

Medikal fizik bileşeni kapsamında, hücre kültürü plaklarının ışınlama koşullarının kontrollü ve tekrarlanabilir olması için Bilgisayarlı Tomografi (BT) tabanlı planlama yaklaşımı kullanıldı. Hücre kültürü plakları uygun deneysel geometri ile konumlandırılarak BT görüntüleme yapıldı.

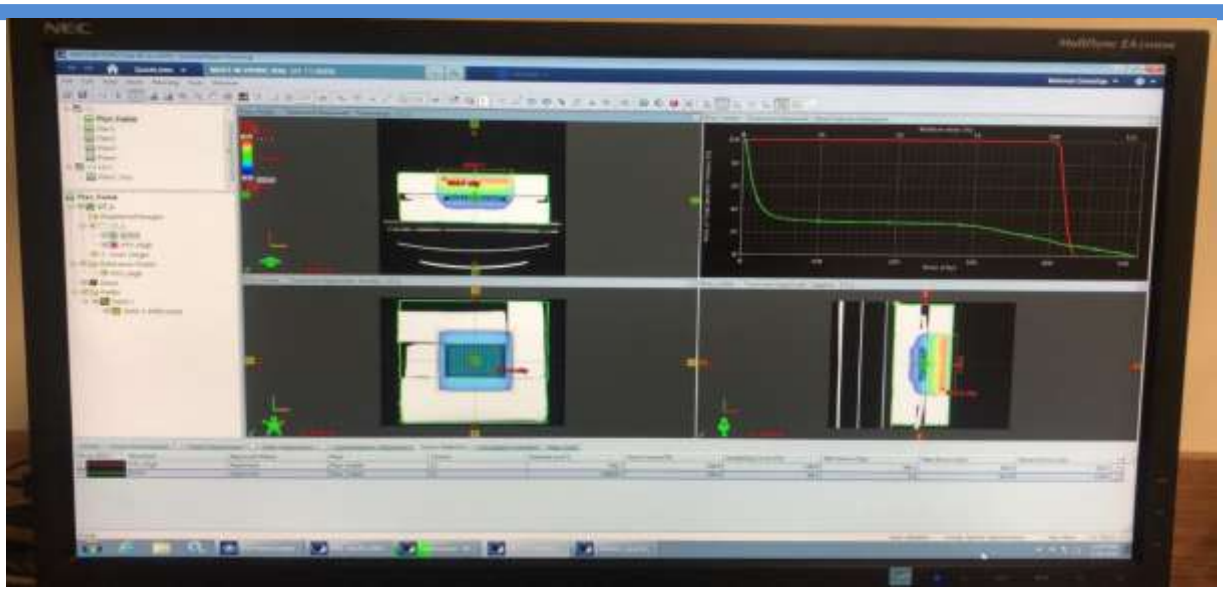


Şekil 1. a) Hücre kültürü plakalarının BT simülasyon öncesi deneysel ışınlama geometrisinde konumlandırılması, b) BT simülatörde hücre plağı/fantom yerleşiminin görüntüsü.

Elde edilen görüntüler Varian Eclips 13.6 versiyon tedavi planlama sistemine aktarıldı ve plak düzeyinde hedeflenen dozun uygulanabilmesi için 4 Gy X-ışını tedavi planı oluşturuldu.

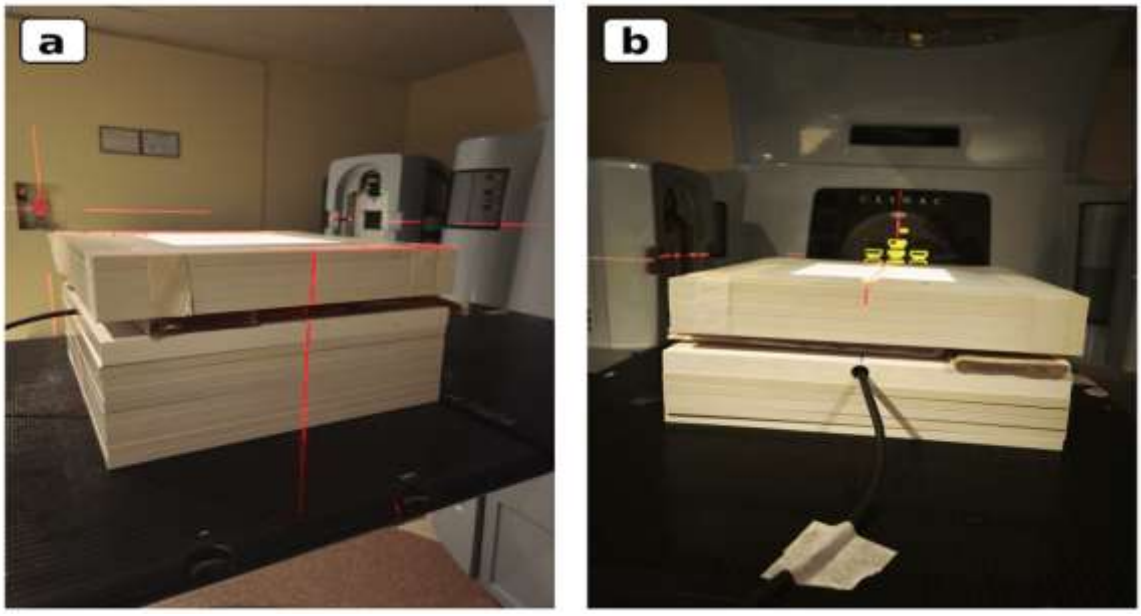
Tedavi planlama aşamasında hücre kültürü plağını kapsayacak şekilde 15 × 15 cm² alan boyutu kullanıldı. Işınlama, deney düzeneğinin geometrik tekrarlanabilirliğini sağlamak amacıyla SSD tekniği ile planlandı. Hücrelerin bulunduğu düzlem hedef doz düzlemi olarak kabul edilerek 4 Gy dozun bu alana homojen şekilde ulaştırılması amaçlandı. Planlama, hücrelerin bulunduğu düzlemde 4 Gy dozun homojen uygulanmasını sağlamak amacıyla yapılmış ve doz dağılımı tedavi planlama sistemi üzerinden değerlendirilmiştir.

Transversal, frontal ve sagittal kesitlerde hücre kültürü plağı/fantom düzeneği üzerinde planlanan doz dağılımı gösterilmektedir Şekil 3.



Şekil 3. Hücre kültürü plağı için BT tabanlı 4 Gy X-ışını tedavi planı ve doz dağılımı.

Işınlama Varian Clinac İX model lineer hızlandırıcı cihazında yapıldı. Planlanan dozun deneysel koşullarda doğrulanması amacıyla iyon odası ile doz ölçümü yapıldı. Böylece hücre kültürü plaklarına uygulanacak dozun medikal fizik açısından kontrolü sağlandı. Bu yaklaşım ile aynı zamanda kontrollü, planlanmış ve doğrulanmış bir radyasyon uygulaması değerlendirmesi yapıldı.



Şekil 3. İyon odası ile doz doğrulama düzeneği.

a) İyon odası/fantom düzeneğinin deneysel ışınlama geometrisinde konumlandırılması ve lazer hizalaması, b) Planlanan 4 Gy dozun deneysel koşullarda iyon odası ölçümü ile doğrulanmasına yönelik yerleşim.

Üst ve alt fantom materyalleri ile yeterli build-up ve geri saçılma koşulları sağlanarak klinik ışınlama koşullarına benzer, kontrollü bir in vitro doz dağılımı oluşturuldu. Planlanan doz dağılımı tedavi planlama sistemi üzerinden değerlendirildi ve uygulama öncesinde iyon odası ölçümü ile doz doğruluğu kontrol edildi.

2.4. MTT testi ile hücre canlılığı değerlendirmesi

Hücre canlılığı, metabolik aktiviteye dayalı olarak MTT testi ile değerlendirildi. Uygulama sonrası hücreler 24, 48 ve 72 saat inkübe edildi. Her zaman noktasında kültür ortamı uzaklaştırıldı ve kuyucuklara MTT çözeltisi eklendi. Hücreler MTT ile inkübe edildikten sonra canlı hücrelerde oluşan formazan kristalleri DMSO ile çözündürüldü. Absorbans değerleri mikroplaka okuyucuda 540 nm dalga boyunda ölçüldü.

Elde edilen absorbans değerleri kullanılarak her grup için yüzde hücre canlılığı hesaplandı. Hücre canlılığı, kontrol grubuna göre normalize edilerek değerlendirildi. Kombinasyon gruplarında elde edilen canlılık değerleri, yalnız X-ışını uygulanan grup ve yalnız bileşik uygulanan gruplarla karşılaştırılarak yorumlandı.

2.5. Veri değerlendirme

Ön tarama aşamasında MCF7 ve L929 hücre hatlarında elde edilen IC50 değerleri karşılaştırılmış ve her bir kalkon türevi için seçicilik indeksi hesaplanmıştır. Seçicilik indeksi, L929 hücre hattında belirlenen IC50 değerinin MCF7 hücre hattında belirlenen IC50 değerine oranlanmasıyla elde edilmiştir. Kombinasyon deneylerinde MTT verileri 24, 48 ve 72. saat zaman noktaları için ayrı ayrı değerlendirilmiş; hücre canlılığı değerleri kontrol grubuna göre yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, her deney grubu için ortalama hücre canlılığı ve standart sapma değerleri dikkate alınarak sunulmuştur.

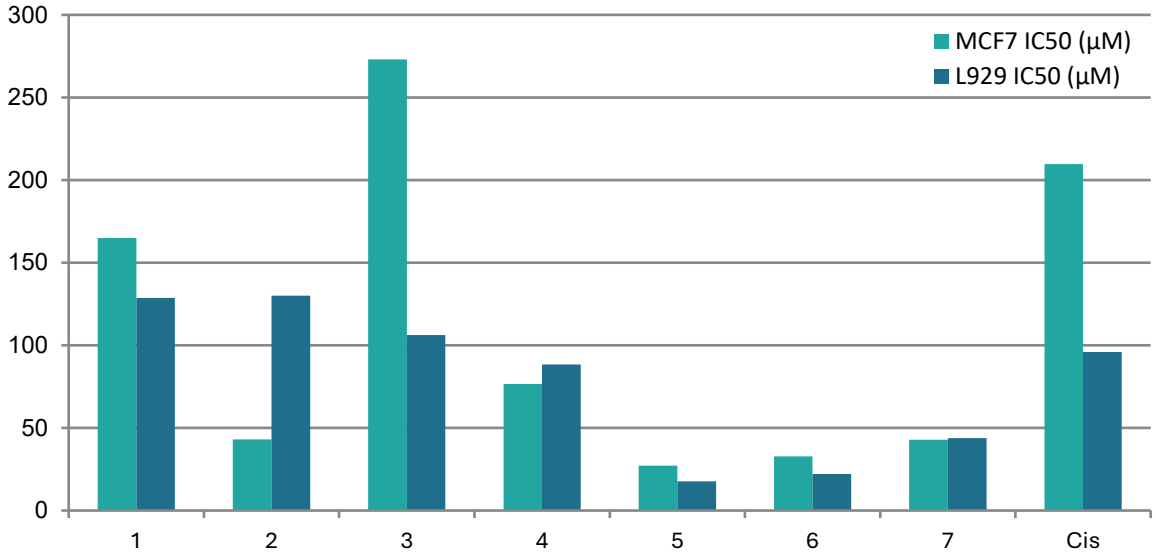
Ana değerlendirme, seçilen 2 nolu kalkon türevinin IC10 ve IC30 konsantrasyonlarında 4 Gy X-ışını ile birlikte uygulanması durumunda, yalnız X-ışını ve yalnız bileşik gruplarına kıyasla metabolik aktiviteye dayalı hücre canlılığında ek bir azalma oluşturup oluşturmadığı üzerine yapılmıştır. Bu nedenle bulgular, gruplar arasındaki canlılık farklılıkları ve zamanla değişen yanıt temelinde yorumlanmıştır.

3.BULGULAR

3.1. Ön Sitotoksisite Taraması ve Aday Bileşik Seçimi

Yedi farklı kalkon türevinin MCF7 meme kanseri hücre hattı ve L929 hücre hattındaki sitotoksik etkileri IC50 değerleri üzerinden karşılaştırıldı. Aday bileşik seçimi yalnızca MCF7 hücrelerindeki sitotoksik etkinliğe göre değil, aynı zamanda L929 hücreleri ile yapılan normal hücre karşılaştırması ve seçicilik indeksi dikkate alınarak yapıldı.

Ön tarama sonuçlarına göre 2 nolu kalkon türevinin IC50 değeri MCF7 hücrelerinde 43.10 ± 4.65 µM, L929 hücrelerinde ise 130.10 ± 6.09 µM olarak belirlendi. L929/MCF7 IC50 oranına göre hesaplanan seçicilik indeksi 3.02 olarak saptandı. Bu değer, 2 nolu bileşiğin MCF7 hücrelerine karşı L929 hücrelerine kıyasla yaklaşık üç kat daha seçici bir sitotoksik profil gösterebileceğini düşündürdü. Bu nedenle 2 nolu kalkon türevi ileri kombinasyon deneyleri için aday bileşik olarak seçildi.



Şekil 5. Kalkon türevlerinin MCF7 ve L929 hücrelerinde IC50 değerleri ve seçicilik indeksleri

Diğer bileşiklerle karşılaştırıldığında, bazı kalkon türevleri MCF7 hücrelerinde düşük IC50 değerleri göstermesine rağmen L929 hücrelerinde de belirgin toksisite göstermiştir. Bu nedenle yalnızca düşük MCF7 IC50 değeri aday seçiminde yeterli kabul edilmemiştir. 2 nolu kalkon türevi ise hem MCF7 hücrelerinde belirgin sitotoksik etki göstermesi hem de L929 hücrelerinde daha yüksek IC50 değerine sahip olması nedeniyle ileri kombinasyon deneyleri için en uygun aday olarak seçilmiştir.

3.2. Seçilen 2 Nolu Kalkon Türevinin 4 Gy X-Işını ile Kombinasyonuna Ait MTT Sonuçları

Seçilen 2 nolu kalkon türevinin 4 Gy X-ışını ile kombinasyonunun MCF7 hücre canlılığı üzerindeki etkisi IC10 ve IC30 konsantrasyonları kullanılarak değerlendirildi. Hücre canlılığı, uygulama sonrası 24, 48 ve 72. saatlerde MTT testi ile metabolik aktiviteye dayalı olarak analiz edildi.

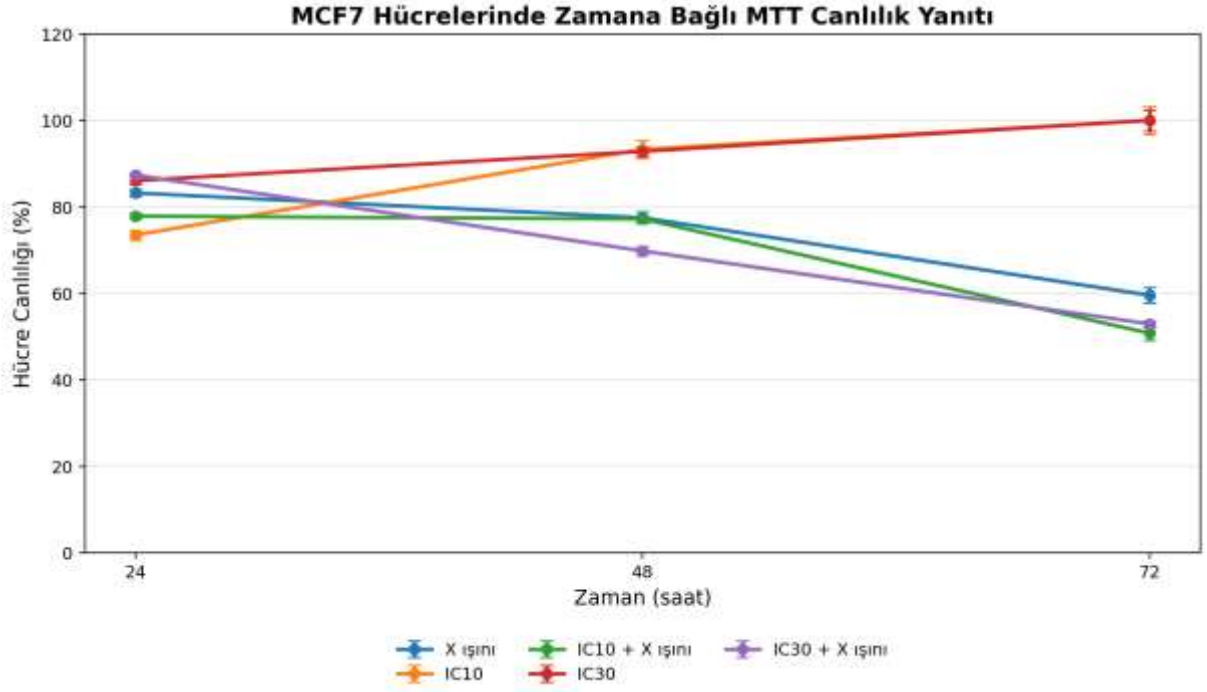
Tablo 1. Seçilen 2 nolu kalkon türevinin 4 Gy X-ışını ile kombinasyonuna ait MTT canlılık sonuçları.

Grup	24 saat canlılık (%)	48 saat canlılık (%)	72 saat canlılık (%)
4 Gy X-ışını	83.27	77.53	59.61
IC10	73.55	93.34	100.06
IC10 + X-ışını	77.91	77.24	50.81
IC30	86.10	92.87	100.05
IC30 + X-ışını	87.39	69.85	52.98

Seçilen 2 nolu kalkon türevinin IC10 ve IC30 konsantrasyonlarında 4 Gy X-ışını ile kombinasyonu sonrası MCF7 hücrelerinde 24, 48 ve 72. saatlerde elde edilen MTT temelli hücre canlılığı sonuçları. En belirgin kombinasyon yanıtı 72. saatte gözlenmiştir.

Yalnız 4 Gy X-ışını uygulanan grupta hücre canlılığı 24. saatte %83.27, 48. saatte %77.53 ve 72. saatte %59.61 olarak belirlendi. Bu sonuç, 4 Gy X-ışınının MCF7 hücrelerinde zamanla belirginleşen bir metabolik canlılık azalması oluşturduğunu göstermektedir.

Kombinasyon grupları değerlendirildiğinde, 24. saatte IC10 + X-ışını grubunda hücre canlılığı %77.91, IC30 + X-ışını grubunda ise %87.39 olarak saptandı. Bu zaman noktasında kombinasyon gruplarında düzenli ve belirgin bir ek canlılık azalması izlenmedi. 48. saatte ise IC10 + X-ışını grubunda hücre canlılığı %77.24 ile yalnız 4 Gy X-ışını grubuna oldukça yakın seyrederken, IC30 + X-ışını grubunda hücre canlılığı %69.85 olarak belirlendi. Bu bulgu, 48. saatte özellikle IC30 + X-ışını grubunda yalnız radyasyon uygulamasına kıyasla ek bir metabolik canlılık azalması oluştuğunu göstermektedir.

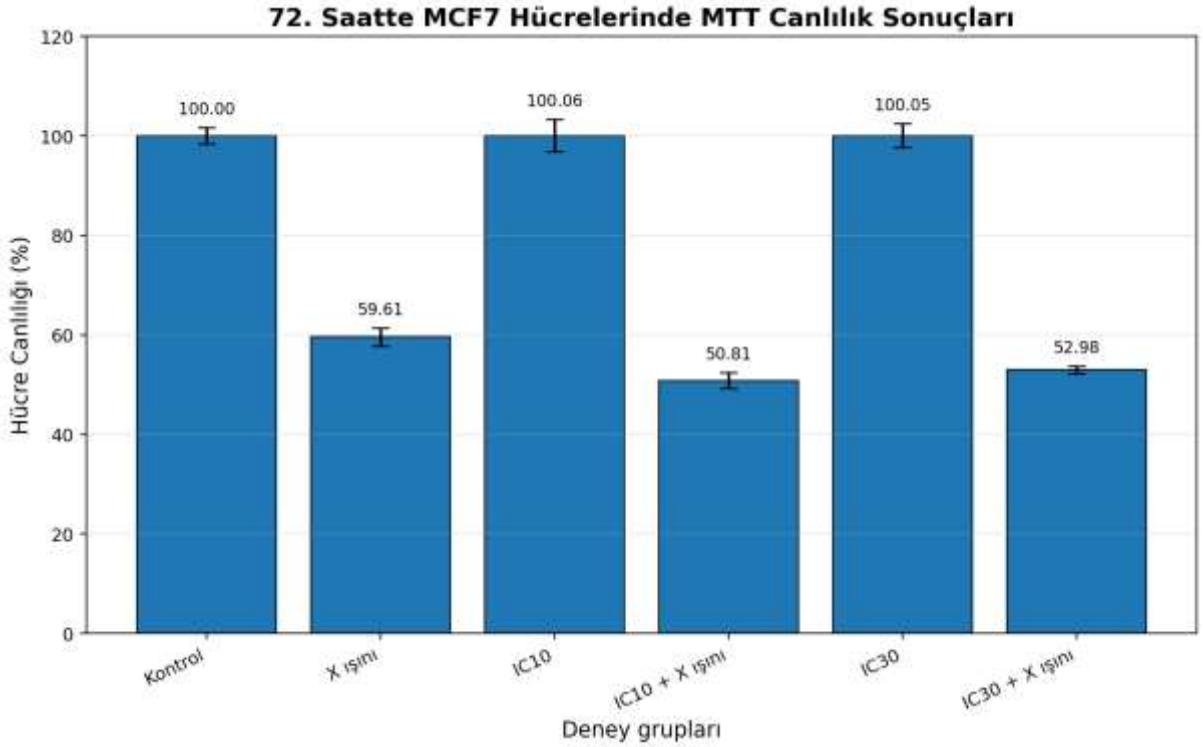


Şekil 6. MCF7 hücrelerinde 24, 48 ve 72. saatlerde MTT temelli hücre canlılığı sonuçları.

Seçilen 2 nolu kalkon türevinin IC10 ve IC30 konsantrasyonlarında tek başına ve 4 Gy X-ışını ile kombinasyon halinde MCF7 hücre canlılığı üzerindeki zaman bağımlı etkisi gösterilmektedir. Yalnız X-ışını uygulaması 24–72 saat aralığında hücre canlılığında kademeli azalma oluşturmuştur. Kombinasyon gruplarında ise özellikle 72. saatte IC10 + X-ışını ve IC30 + X-ışını gruplarında yalnız X-ışını uygulamasına kıyasla daha düşük hücre canlılığı izlenmiştir. Veriler ortalama hücre canlılığı (%) olarak sunulmuş, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

En belirgin kombinasyon yanıtı 72. saatte gözlendi. Bu zaman noktasında yalnız 4 Gy X-ışını grubunda hücre canlılığı %59.61 iken, IC10 + X ışını grubunda %50.81, IC30 + X ışını grubunda ise %52.98 olarak belirlendi. Buna göre IC10 + X ışını grubu yalnız radyasyon grubuna kıyasla yaklaşık 8.80 yüzde puan, IC30 + X ışını grubu ise yaklaşık 6.63 yüzde puan ek canlılık azalması göstermiştir.

Yalnız bileşik grupları incelendiğinde, 72. saatte IC10 ve IC30 gruplarında hücre canlılığı sırasıyla %100.06 ve %100.05 olarak kontrol düzeyine yakın saptanmıştır. Buna karşın aynı konsantrasyonların 4 Gy X-ışını ile birlikte uygulanması hücre canlılığını yaklaşık %50–53 düzeylerine düşürmüştür. Bu bulgu, seçilen kalkon türevinin tek başına geç dönemde belirgin sitotoksisite göstermesinden ziyade, radyasyonla birlikte uygulandığında metabolik canlılık üzerinde ek azalma oluşturabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 7. MCF7 hücrelerinde 72. saatte 4 Gy X-ışını ve kombinasyon gruplarına ait MTT canlılık sonuçları.

72. saatte kontrol, yalnız X-ışını, yalnız IC10, IC10 + X-ışını, yalnız IC30 ve IC30 + X-ışını gruplarına ait MTT temelli hücre canlılığı sonuçları gösterilmektedir. Yalnız X-ışını grubunda hücre canlılığı %59.61 olarak belirlenirken, IC10 + X-ışını ve IC30 + X-ışını gruplarında canlılık sırasıyla %50.81 ve %52.98 olarak saptanmıştır. Yalnız IC10 ve IC30 gruplarında canlılığın kontrol düzeyine yakın olması, kombinasyon gruplarında gözlenen azalmanın özellikle X-ışını ile birlikte uygulama sonrası belirginleştiğini düşündürmektedir. Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, MCF7 meme kanseri hücre hattında farklı kalkon türevleri arasından daha uygun seçicilik profiline sahip aday bileşiğin belirlenmesi ve bu bileşiğin 4 Gy X-ışını ile kombinasyonunun MTT temelli hücre canlılığı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ön tarama sonuçlarında 2 nolu kalkon türevinin MCF7 hücrelerinde 43.10 ± 4.65 µM, L929 hücrelerinde ise 130.10 ± 6.09 µM IC50 değeri göstermesi ve seçicilik indeksinin 3.02 olarak hesaplanması, bu bileşiğin MCF7 hücrelerine karşı L929 hücrelerine

kıyasla daha seçici bir sitotoksik profil sergileyebileceğini düşündürmüştür. Bu nedenle 2 nolu kalkon türevi ileri kombinasyon deneyleri için aday bileşik olarak seçilmiştir**.**

Kalkon türevlerinin antikanser potansiyeline ilişkin çalışmalar, bu bileşiklerin farklı kanser hücre hatlarında sitotoksik ve antiproliferatif etkiler gösterebildiğini desteklemektedir. Bustos ve ark., bazı kalkon türevlerinin MCF-7 dahil farklı meme kanseri hücre hatlarında belirgin büyüme inhibisyonu oluşturduğunu ve normal hücrelerle karşılaştırıldığında seçicilik gösterebilen adayların ileri çalışmalar için önemli olabileceğini bildirmiştir. (Bustos ve ark., 2022; Hermenegildo ve ark., 2025; Mendanha ve ark., 2021). Benzer şekilde Safwat ve ark., kalkon-tiyenopirimidin türevlerinin MCF-7 ve HepG2 hücrelerinde MTT testi ile antikanser aktivite gösterebildiğini; bu etkinin ROS üretimi, hücre döngüsü değişiklikleri ve apoptoz ilişkili mekanizmalarla bağlantılı olabileceğini rapor etmiştir. (Safwat ve ark., 2021).

Bu çalışmanın önemli yönlerinden biri, kombinasyon deneylerinin yalnızca kimyasal-biyolojik bir sitotoksisite değerlendirmesi olarak değil, medikal fizik kontrollü bir ışınlama modeli ile birlikte tasarlanmış olmasıdır. Hücre kültürü plaklarının CT tabanlı olarak görüntülenmesi, tedavi planlama sisteminde 4 Gy X-ışını planının oluşturulması ve uygulama öncesinde iyon odası ölçümü ile doz doğruluğunun kontrol edilmesi, deneysel ışınlama koşullarının tekrarlanabilirliğini güçlendirmektedir (Alva-Sánchez ve ark., 2024). Ayrıca çalışmada 15 × 15 cm^2 alan boyutu, SSD tekniği, build-up ve geri saçılma koşulları ile kontrollü bir in vitro doz dağılımı oluşturulması, hücre kültürü plağına uygulanacak dozun medikal fizik açısından daha güvenilir şekilde değerlendirilmesini sağlamıştır. Klinik lineer hızlandırıcıların uygun deneysel düzeneklerle in vitro radyobiyoloji deneylerinde kullanılabileceğini gösteren Hao ve ark. çalışması ve çok kuyucuklu hücre plaklarında megavoltaj foton ışınlama, planlama ve doz doğrulama yaklaşımlarını tanımlayan çalışmalar, bu yöntemin literatürde karşılığı olduğunu göstermektedir (Hao ve ark., 2019).

Çalışmamızda MTT sonuçları, yalnız 4 Gy X-ışını uygulamasının MCF7 hücrelerinde zamana bağlı olarak metabolik canlılık azalması oluşturduğunu göstermiştir. Yalnız X-ışını grubunda hücre canlılığı 24, 48 ve 72. saatlerde sırasıyla %83.27, %77.53 ve %59.61 olarak belirlenmiştir. Kombinasyon gruplarında 24. saatte düzenli ve belirgin bir ek canlılık azalması izlenmezken, 48. saatte özellikle IC30 + X-ışını grubunda canlılığın %69.85'e düşmesi orta düzeyde bir kombinasyon etkisine işaret etmiştir. En belirgin yanıt ise 72. saatte gözlenmiş; bu zaman noktasında yalnız X-ışını grubunda hücre canlılığı %59.61 iken, IC10 + X-ışını ve IC30 + X-ışını gruplarında sırasıyla %50.81 ve %52.98 olarak saptanmıştır. Bu bulgular, seçilen 2 nolu kalkon türevinin özellikle geç zaman noktasında X-ışını ile birlikte uygulandığında MCF7 hücrelerinde metabolik canlılık üzerinde ek azalma oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Yalnız IC10 ve IC30 gruplarında 72. saatte hücre canlılığının kontrol düzeyine yakın bulunması, kombinasyon yanıtının yorumlanması açısından önemlidir. Bu durum, seçilen bileşiğin tek başına geç dönemde belirgin sitotoksisite oluşturmaktan ziyade, X-ışını ile birlikte uygulandığında hücre canlılığını daha belirgin azalttığını göstermektedir. Bununla birlikte, IC10 + X-ışını grubunun IC30 + X-ışını grubuna göre numerik olarak daha düşük canlılık göstermesi doz-bağımlı üstünlük şeklinde yorumlanmamalıdır. Ayrıca mevcut bulgular MTT temelli metabolik canlılık verilerine dayandığından, sonuçlar kesin radyoduyarlaştırıcı etki olarak değil, 2 nolu kalkon türevinin MCF7 hücrelerinde X-ışını yanıtını artırabilecek potansiyel bir aday olduğuna ilişkin ön veri olarak değerlendirilmelidir. Bu etkinin

doğrulanması için klonojenik sağkalım, DNA hasarı, apoptoz, ROS üretimi ve hücre döngüsü analizleri gibi ileri mekanistik çalışmalar gereklidir.

Çalışmanın en önemli sınırlılığı, kombinasyon etkisinin yalnızca MTT temelli metabolik canlılık üzerinden değerlendirilmiş olmasıdır. Radyoduyarlaştırıcı etkinin doğrulanabilmesi için klonojenik sağkalım analizi, duyarlılaştırma oranı, DNA çift zincir kırığı belirteçleri, γ-H2AX analizi, apoptoz, ROS üretimi, hücre döngüsü dağılımı ve ilgili moleküler yolakların değerlendirilmesi gereklidir. Çalışmamızda, aday bileşik seçiminin IC50 ve seçicilik indeksi ile yapılması, ışınlamanın CT tabanlı planlama ve iyon odası doz doğrulaması ile yürütülmesi ve hücre canlılığının farklı zaman noktalarında izlenmesi, çalışmanın multidisipliner ön değerlendirme niteliğini güçlendirmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada, MCF7 meme kanseri hücre hattına karşı daha seçici sitotoksik profil gösteren 2 nolu kalkon türevi, IC50 ve seçicilik indeksi sonuçları doğrultusunda ileri kombinasyon deneyleri için aday bileşik olarak belirlenmiştir. Seçilen bileşiğin IC10 ve IC30 konsantrasyonlarında 4 Gy X-ışını ile birlikte uygulanması, özellikle 72. saatte yalnız X-ışını uygulamasına kıyasla MTT temelli hücre canlılığında ek azalma oluşturmuştur. Bu bulgular, 2 nolu kalkon türevinin MCF7 hücrelerinde radyasyon yanıtını artırabilecek potansiyel bir aday olarak değerlendirilebileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, mevcut sonuçlar metabolik aktiviteye dayalı MTT verileri ile sınırlı olduğundan, elde edilen bulgular kesin radyoduyarlaştırıcı etki olarak değil, ileri çalışmalarla doğrulanması gereken ön veriler olarak yorumlanmalıdır. Bu etkinin daha güvenilir biçimde ortaya konulabilmesi için klonojenik sağkalım, DNA hasarı, apoptoz, ROS üretimi ve hücre döngüsü analizleri ile destekleyici mekanistik çalışmalar yapılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya bilimsel ve deneysel katkılarından dolayı Burhan Ateş, Ali Kuruçay, Ahmet Ulu, Bedriye Seda Kurşun Aktar ve Öztun Temelli'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Alva-Sánchez, M., Siqueira, B. A., De Oliveira, J. D., Laurindo, P. R. D., Santos, R. R., Pianoschi, T. A., Borges, M. C., Botelho, V. R., Moura, D. J., & Trombini, H. (2024). Enhancing dosimetric evaluation in In Vitro neoplastic cell irradiation. *Radiation Measurements*. https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2024.107221
2. Buch, K., Peters, T., Nawroth, T., Sanger, M., Schmidberger, H., & Langguth, P. (2012). Determination of cell survival after irradiation via clonogenic assay versus multiple MTT assay: A comparative study. *Radiation Oncology, 7*, Article 1. https://doi.org/10.1186/1748-717X-7-1
3. Bustos, L., Echiburú-Chau, C., Castro-Alvarez, A., Bradshaw, B., Simirgiotis, M. J., Mellado, M., Parra, C., & Cuellar, M. (2022). Cytotoxic effects on breast cancer cell lines of chalcones derived from a natural precursor and their molecular docking analysis. *Molecules, 27*(14), 4387. https://doi.org/10.3390/molecules27144387
4. Hao, J., Magnelli, A., Godley, A., & Yu, J. S. (2019). Use of a linear accelerator for conducting in vitro radiobiology experiments. *Journal of Visualized Experiments, 147*, e59514. https://doi.org/10.3791/59514.
5. Hermenegildo, A. M., Nakao, I. A., Vaz, L. B. A., Coutinho, G. G., Toledo, J. L. M., Almeida, T. C., Amparo, T. R., De Fátima Da Anunciação, K., Da Silva, G. N., Brandão, G., Braga, S. F., & De Souza, T. B. (2025). Design and Synthesis of Novel Chalcone Derivatives Targeting Bladder and Liver Cancer: Cytotoxicity Evaluation and Preliminary Mechanistic Studies. *ACS Omega, 10*, 60612 - 60626. https://doi.org/10.1021/acsomega.5c08480.
6. Mellado, M., Madrid, A., Reyna, M., Weinstein-Oppenheimer, C., Mella, J., & Cuellar, M. (2022). Inhibition of Caco-2 and MCF-7 cancer cells using chalcones: Synthesis, biological evaluation and computational study. *Natural Product Research, 36*(17), 4421–4425. https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1984465
7. Mendanha, D., De Castro, V. J., Moreira, J., Costa, B., Cidade, H., Pinto, M., Ferreira, H., & Neves, N. (2021). A New Chalcone Derivative with Promising Antiproliferative and Anti-Invasion Activities in Glioblastoma Cells. *Molecules, 26*. https://doi.org/10.3390/molecules26113383.
8. Nakhjavani, M., Zarghi, A., & Shirazi, F. H. (2014). Cytotoxicity of selected novel chalcone derivatives on human breast, lung and hepatic carcinoma cell lines. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 13*(3), 953–958.
9. Safwat, G. M., Hassanin, K. M. A., Mohammed, E. T., Ahmed, E. K., Abdel Rheim, M. R., Ameen, M. A., Abdel-Aziz, M., Gouda, A. M., Peluso, I., Almeer, R., Abdel-Daim, M. M., & Abdel-Wahab, A. (2021). Synthesis, anticancer assessment, and molecular docking of novel chalcone-thienopyrimidine derivatives in HepG2 and MCF-7 cell lines. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2021*, Article 4759821. https://doi.org/10.1155/2021/4759821
10. Thippu Jayaprakash, K., Mostafa, D., Hussein, M., Shaffer, R., Michael, A., Ajaz, M., & Nisbet, A. (2022). A high-throughput in vitro radiobiology platform for megavoltage photon linear accelerator studies. *Applied Sciences, 12*(3), 1456. https://doi.org/10.3390/app12031456

YAŞLI YETİŞKİNLERİN FİZİKSEL AKTİVİTE DÜZEYLERİ, GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİ VE ENSTRÜMANTAL GÜNLÜK YAŞAM AKTİVİTELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ: BİR PİLOT ÇALIŞMA

Dr Öğr.Üyesi, Cemal POLAT

Eskişehir Teknik Üniversitesi, fiziksel aktivite ve sağlık, cpolat@eskisehir.edu.tr, Orcid:0000-0002-5946-5297

Özet

Bu araştırma, yaşlı yetişkinlerin fiziksel aktivite düzeyleri (FAD), günlük yaşam aktiviteleri (GYA) ve enstrümantal günlük yaşam aktiviteleri (EGYA) arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Katılımcılara kartopu örnekleme yöntemiyle ulaşıldı ve analizlere 49 kişi gönüllü olarak katıldı (Kadın:24; Erkek: 25; Yaş:ort. 68.7 yıl, sd:2.73; VKI: 29.63, sd:2.84). Katılımcılar 65-74 (n=25, %51) ve 75 yaş ve üzeri (n=24, %49) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Veriler, Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu (IPAQ-SF), Katz Günlük Yaşam Aktiviteleri İndeksi ve Lawton-Brody Enstrümantal Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği ile toplandı. Verilerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov testiyle sınandı Bu değişkenler bakımından grupları arasında fark olup olmadığı Mann-Whitnet testiyle değerlendirildi. FAD, GYA ve EGYA arasındaki ilişki Spearman's Sıra Korelasyon analiziyle, ilişkinin yönü ve düzeyi Cohen's d dikkate alınarak incelendi. FAD toplam puan, GYA toplam ve EGYA değişkenlerinde cinsiyet grupları arasında sıra ortalamaları bakımından sırasıyla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Z=-.826, p>.409; Z=-.475, >.635 ve Z=-.397, p>.691). FAD toplam puan ve EGYA değişkenlerinde yaş grupları arasında sıra ortalamaları bakımından sırasıyla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Z=-3.735, p<.001; Z=-2.880, p<.004). Spearman korelasyon analizi sonuçlarına göre FAD toplam ve GYA puanları arasında orta düzeyde, istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur (rho=.464, p=.001). Buna karşın FAD toplam ile EGYA toplam (rho=.044, p=.765) ve GYA toplam ile EGYA toplam (rho=-.029, p=.841) puanları arasındaki ilişkiler anlamlı bulunmamıştır.Genel olarak bulgular, incelenen fonksiyonel değerlendirme ölçeklerinin cinsiyetten bağımsız olarak benzer sonuçlar verdiğini, ancak yaşla birlikte özellikle FAD ve EGYA değişkenlerinde değerlerin azaldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel aktivite, Yaşam kalitesi, Geriatri

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY LEVELS, ACTIVITIES OF DAILY LIVING, AND INSTRUMENTAL ACTIVITIES OF DAILY LIVING AMONG OLDER ADULTS: A PILOT STUDY

Dr Öğr.Üyesi, Cemal POLAT

Eskişehir Tecnical Üniversitesi, physical activity and health, cpolat@eskisehir.edu.tr, Orcid:0000-0002-5946-5297

Abstract

This study aimed to examine the relationship between physical activity levels (PAL), activities of daily living (ADL), and instrumental activities of daily living (IADL) among older adults. Participants were recruited using snowball sampling, and 49 individuals voluntarily participated in the analysis (Women: 24; Men: 25; Age: mean 68.7 years, SD: 2.73; BMI: 29.63, SD: 2.84). Participants were divided into two groups: those aged 65–74 (n = 25, 51%) and those aged 75 and older (n = 24, 49%). Data were collected using the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF), the Katz Index of Activities of Daily Living, and the Lawton-Brody Instrumental Activities of Daily Living Scale. Data distribution was tested using the Kolmogorov-Smirnov test. Differences between the groups regarding these variables were assessed using the Mann-Whitney test. The relationship between FAD, GYA, and EGYA was examined using Spearman's rank correlation analysis, and the direction and magnitude of the relationship were evaluated by considering Cohen's d. No statistically significant differences were found in the rank averages between gender groups for the FAD total score, GYA total, and EGYA variables, respectively ($Z = -.826$, $p > .409$; $Z = -.475$, $p > .635$; and $Z = -.397$, $p > .691$). Statistically significant differences were found in the rank averages between age groups for the FAD total score and EGYA variables, respectively ($Z = -3.735$, $p < .001$; $Z = -2.880$, $p < .004$). According to the results of the Spearman correlation analysis, a moderate, statistically significant, and positive relationship was found between the FAD total and GYA scores (rho = .464, p = .001). In contrast, the relationships between the FAD total and EGYA total scores (rho = .044, p = .765) and between the GYA total and EGYA total scores (rho = -.029, p = .841) were not found to be significant. Overall, the findings indicate that the functional assessment scales examined yielded similar results regardless of gender, but that scores decreased with age, particularly for the FAD and EGYA variables.

Keywords: Physical activity, Quality of life, Geriatrics

KÖPEK GENÇLİK HASTALIĞINDA (CANINE DISTEMPER) GÖZLENEN BİYOKİMYASAL PARAMETRE DEĞİŞİMLERİ VE KLİNİK ÖNEMİ

Dr., Ender ERDOĞAN[1]/ Dr. Öğr. Gör., Özge KANDEMİR[2]

[1]Atatürk Üniversitesi, Veterinerlik Biyokimyası, ender.han.erdogan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4360-6013

[2]Aksaray Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, kandemirozge23@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8884-4168

Özet

Köpek gençlik hastalığı (Canine Distemper - CD), dünya genelinde evcil ve yabani etçilleri etkileyen en önemli viral hastalıklardan biridir. Virüs, lenfotropik ve epitelyotropik karakteri nedeniyle bağışıklık sistemini baskılar ve epitel dokularda şiddetli hasara yol açar. Bu derleme çalışmasında, Canine Distemper Virusu (CDV) enfeksiyonu sürecinde şekillenen organ hasarlarının, sekonder enfeksiyonların ve metabolik bozuklukların biyokimyasal parametrelerinden karaciğer enzimleri, böbrek fonksiyon testleri, akut faz proteinleri ve elektrolitler üzerindeki yansımaları ve bu değişimlerin prognoz tayinindeki rolü incelenmiştir. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde; karaciğer fonksiyon testleri ve enzim aktivitelerinde incelenen alanin aminotransferans (ALT), aspartat aminotransferans (AST), alkalen fosfataz (ALP), gama-glutamil transferaz (GGT) ve total bilirubin (TB) değerlerinde yükselmeler, böbrek fonksiyon testleri ve dehidrasyon belirteçlerinde incelenen kan üre azotu (BUN) ve kreatinin değerlerinde yükselmeler, total protein (TP) ve albümin değerlerinde ise başlangıçta yükselme sonrasında ise düşüşler, akut faz proteinleri (AFP) inflamasyon belirteçlerinde incelenen C-reaktif protein (CRP), serum amiloid A (SAA) ve haptoglobin (Hp) değerlerinde yükselmeler, elektrolit ve asit-baz dengesi için incelenen sodyum (Na^+), klor (Cl^-) ve potasyum (K^+) değerlerinde ise düşüşler bildirilmiştir. Hastalığın teşhisinde klinik semptomlar ve ters transkripsiyon polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR) gibi moleküler yöntemler esas alınsa da, hastanın genel durumunun değerlendirilmesi, destekleyici tedavinin planlanması ve prognozun öngörülmesi için rutin biyokimyasal analizlerin kritik bir öneme sahip olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akut faz proteinleri, biyokimya, karaciğer enzimleri, köpek gençlik hastalığı.

CHANGES IN BIOCHEMICAL PARAMETERS AND THEIR CLINICAL SIGNIFICANCE IN CANINE DISTEMPER

Dr., Ender ERDOĞAN[1]/ Dr. Öğr. Gör., Özge KANDEMİR[2]

[1] Atatürk University, Veterinary Biochemistry, ender.han.erdogan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4360-6013

[2] Aksaray University, Food Processing Department, kandemirozge23@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8884-4168

Abstract

Canine Distemper (CD) is one of the most significant viral diseases affecting domestic and wild carnivores worldwide. Due to its lymphotropic and epitheliotropic nature, the virus suppresses the immune system and causes severe damage to epithelial tissues. This review examines the reflections of organ damage, secondary infections, and metabolic disorders associated with Canine Distemper Virus (CDV) infection on biochemical parameters specifically liver enzymes, renal function tests, acute-phase proteins, and electrolytes as well as the role of these changes in determining prognosis. Evaluations of relevant studies have reported elevations in liver function tests and enzyme activities specifically alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), gamma-glutamyl transferase (GGT), and total bilirubin (TB); increases in renal function tests and dehydration markers blood urea nitrogen (BUN) and creatinine; initial increases followed by subsequent decreases in total protein (TP) and albumin levels; elevations in acute-phase protein (APP) inflammation markers C-reactive protein (CRP), serum amyloid A (SAA), and haptoglobin (Hp); and decreases in electrolyte and acid-base balance parameters sodium (Na^+), chlorine (Cl^-), and potassium (K^+). Although clinical symptoms and molecular methods such as Reverse transcription-Polymerase chain reaction (RT-PCR) form the basis for diagnosing the disease, it has been demonstrated that routine biochemical analyses are critically important for assessing the patient's general condition, planning supportive therapy, and predicting the prognosis.

Keywords: Acute-phase proteins, biochemistry, liver enzymes, canine distemper.

1. GİRİŞ

Köpek gençlik hastalığı, genellikle 3 ila 6 aylık yavru köpekleri etkileyen *Paramyxoviridae* ailesine içerisinde yer alan *Morbillivirus* genusuna ait CDV tarafından meydana getirilen, yüksek mortalite ve morbiditeye sahip multi-sistemik viral bir enfeksiyondur (Wilkes, 2024). Virüs, yetişkin köpekler tarafından solunum yoluyla taşınabilir ve genellikle aerosoller halinde yayılır. Virüs zarflıdır ve çevresel ve kimyasal inaktivasyona karşı oldukça hassastır. Evcil köpeklerin hastalığı olarak kabul edilmesine rağmen, birçok diğer köpekgiller ve gelincikgiller (örneğin, sansargiller) de aynı derecede duyarlıdır. Kedigillerin de enfekte olduğu bildirilmiştir. Hastalığın patogenezi solunum, sindirim ve merkezi sinir sistemini doğrudan etkileyerek sistemik bir yıkıma yol açar. Bazı durumlarda deri döküntüleri ve hiperkeratozun da eşlik ettiği akut, subakut ya da kronik bir enfeksiyon tablosu gelişir (McDermott vd., 2023). CDV enfeksiyonunun bulaşma yolu genellikle aerosoller, tükürük veya tüy bakımı yoluyladır. Virüs hızla orofaringeal lenfoid organlara yayılır ve burada iki viremik fazdan ilkine girer. İlk fazda genel bağışıklık baskılanması görülür. Bu fazda (enfeksiyondan 7 ila 10 gün sonra) ateş, iştahsızlık ve hafif solunum semptomları olabilir. İkinci viremik fazda virüs, gastrointestinal sisteme, merkezi sinir sistemine ve deriye daha fazla yayılır. Enfeksiyondan 10 ila 20 gün sonra hemorajik ishal görülebilir. Bu formda semptomatik köpeklerde ölüm oranı %50'ye kadar çıkabilir. Klasik distemper formlarında önce konjonktivit, ardından kuru öksürük görülür. Öksürük giderek ıslak ve balgamlı hale gelir, buna göz ve burun akıntısı eşlik eder. Akıntı birkaç gün içinde mukopürülan hale gelir. Etkilenen köpekler genellikle yüksek ateşli (>40°C), depresif ve iştahsızdır (Karki vd., 2022). CD hastalığının erken klinik teşhisi zordur çünkü enfeksiyonun başlıca semptomları olan burun akıntısı ve ishal diğer solunum ve sindirim enfeksiyonlarında da görülmektedir. Hastalığın teşhisi ancak ilerleyen dönemlerde ortaya çıkan koordinasyon bozukluğu, myoklonus ve konvülziyonlar ile karakterize sinir sistemi bulgularına dayanılarak yapılmaktadır (Wipf vd., 2025). Hastalığın patofizyolojisini anlamak ve doğru bir destekleyici tedavi protokolü oluşturmak adına biyokimyasal parametrelerdeki değişimlerin izlenmesi kritik bir öneme sahiptir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, son yıllarda köpek gençlik hastalığı ve biyokimyasal parametreler üzerine yapılmış ulusal ve uluslararası literatür verileri (PubMed, Google Scholar, DergiPark) taranmıştır. "köpek gençlik hastalığı", "biyokimyasal analizler", "karaciğer fonksiyon testleri", "böbrek fonksiyon testleri", "elektrolit ve asit-baz dengesi" ve "akut faz proteinleri" anahtar kelimeleri kullanılarak carnivorlarda yürütülen orijinal araştırma makaleleri derlenmiş, ortak bulgular sentezlenerek metabolik etkileri başlıklar altında sınıflandırılmıştır.

3. BİYOKİMYASAL PARAMETRELERDEKİ DEĞİŞİMLER

CDV'li köpeklerde en sık etkilenen biyokimyasal parametreler, bu parametrelerin değişimleri ve klinik karşılıkları bu bölümde incelenmiş ve Tablo 1' de özet olarak verilmiştir.

3.1. Karaciğer Fonksiyon Testleri ve Enzim Aktiviteleri

CDV vakalarında, özellikle hepatik tutulum veya sekonder bakteriyel endotoksemiye bağlı olarak ALT ve AST serum aktivitelerinde belirgin artışlar gözlenir. ALP ve GGT kolestaz ve safra yolu epitel hasarına bağlı olarak yükselebilir. TB şiddetli hepatik hasar veya dehidrasyona bağlı gelişen intrahepatik kolestaz neticesinde serum bilirubin seviyelerinde artış

(hiperbilirubinemi) şekillenebilir. Değirmençay (Değirmençay, 2023) çalışmasında CDV'li köpeklerde sağlıklı köpeklere kıyasla ALT, AST ve GGT değerlerinin yükseldiğini bildirmiştir ($p<0.05$). Saaed & Al-Obaidi (Saaed & Al-Obaidi, 2021) çalışmasında CDV'li köpeklerde sağlıklı köpeklere kıyasla ALT, AST ve TB değerlerinde yükselmeler olduğunu bildirmiştir ($p<0.05$). Sanjay ve ark. (Sanjay vd., 2025) yaptığı çalışmada ise CDV' li köpeklerde serum AST, ALP ve TB değerlerinde sağlıklı olanların aksine çok önemli derecede yükselmeler bildirilmiştir ($p<0,01$).

3.2. Böbrek Fonksiyon Testleri ve Dehidrasyon Belirteçleri

CDV enfeksiyonunda dehidrasyona bağlı elektrolit dengesinin bozulmasıyla böbrek perfüzyonunun azalmasına bağlı olarak BUN ve kreatinin değerlerinde yükselme görülür. TP ve albümin yine dehidrasyona bağlı olarak hemokonsantrasyon nedeniyle başlangıçta hiperproteinemi sonrasında ise hipoproteinemi ölçülebilir. Aldujaily ve ark. (Aldujaily et al., 2025) tarafından yapılan çalışmada; CDV ile enfekte olmuş köpeklerde BUN ve kreatinin değerlerinde sağlıklı olan gruba kıyasla yükselmeler bildirilmişken ($p<0,05$), albümin değerinde ise düşüş olduğu bildirilmiştir ($p<0,05$). Subramanian ve ark. (Subramanian et al.) çalışmasında ise CDV ile enfekte olmuş köpekte; BUN, kreatinin ve albümin değerlerinde artışlar bulunurken ($p<0,05$), TP değerinde ise önemli değişim bulunamamıştır. Ralte ve ark. (Ralte et al., 2026) yaptığı çalışmada ise BUN, kreatinin ve albümin değerlerinde artışlar bulunurken ($p<0,05$), TP değerinde ise önemli bir değişim bulunmamıştır.

3.3. Akut Faz Proteinleri ve İnflamasyon Belirteçleri

CDV enfeksiyonu, AFP sentezini artırır. AFP' nin önemli belirteçlerinden CRP ise normal referans değerlerin çok üzerine çıkar. Yine CDV' li köpeklerde doku yıkımına bağlı olarak SAA ve Hp artış gösteren önemli AFP belirteçleridir. Fakat bazı vakalarda enfeksiyonun erken dönemlerinde CDV' nin neden olduğu immunsupresyonun bir sonucu olarak düşük seyrettiği de saptanmıştır. Dik ve ark. (Dik vd., 2023) yaptığı çalışmada CDV pozitif köpeklerde sağlıklı köpeklere kıyasla SAA düzeyinin düşük olduğunu bildirmişlerdir ($p<0,05$). Romiszewski ve ark. (Romiszewski vd., 2018) yaptığı çalışmada ise serum CRP ve Hp seviyeleri anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Kocatürk ve ark. (Kocatürk vd., 2025) tarafından yapılan çalışmada ise serum CRP ve Hp seviyeleri yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

3.4. Elektrolit ve Asit-Baz Dengesi

CDV' li köpeklerde elektrolit dengesi çok önemlidir. Sıvı kayıplarına bağlı olarak Na^+, Cl^- ve K^+ değerlerinde düşüşler sıklıkla gözlenmiştir. Gülersoy ve ark. (Gülersoy vd., 2022) tarafından CDV ile enfekte köpeklerin sağlıklı köpeklere kıyasla yapılan çalışmasında Na^+ ve Cl^- seviyeleri düşük iken ($p<0,05$) K^+ seviyesinde önemli bir değişim bildirilmemiştir. Bhawani (Bhawani, 2022) yaptığı çalışmada ise CDV'li köpeklerde sağlıklı köpeklere kıyasla Na^+ , Cl^- ve K^+ seviyelerinde azalma olduğunu bildirmiştir ($p<0,05$).

Tablo 1. CDV seyrinde en sık etkilenen parametreler, bu parametrelerin değişim yönü ve klinik karşılıkları.

Biyokimyasal Parametre	Değişim Yönü	Temel Semptomatik ve Patolojik Nedenler	Prognoz
ALT / AST	⬆ Yüksek	Hepatik hücre hasarı, sistemik virülans, doku hipoksisi, bakteriyel endotoksemi.	Orta-Yüksek: Çoklu organ tutulumunu ve hücresel yıkımın şiddetini gösterir.
ALP / GGT	⬆ Yüksek	İntrahepatik kolestaz, safra yolu epitel hasarı (Gençlerde fizyolojik ALP yüksekliği dışlanmalıdır).	Orta: Karaciğer tutulumunun karakterini belirlemede yardımcıdır.
BUN / Kreatinin	⬆ Yüksek	Şiddetli kusma/ishale bağlı pre-renal dehidrasyon, ileri evrede sistemik şok ve renal hasar.	Yüksek: Kontrol edilemeyen artış şok ve multiorgan yetmezliğine (kötü prognoz) işarettir.
CRP	⬆ Yüksek	Akut sistemik inflamasyon (SIRS), sekonder bakteriyel pnömoni ve enterit komplikasyonları.	Yüksek: İnflamasyonun takibinde ve tedaviye yanıtın izlenmesinde en hassas belirteçtir.
SAA / Hp	⬆Yüksek	Akut faz yanıtı, sistemik doku yıkımı ve yangısal süreçler.	Yüksek: CRP'yi destekleyen önemli pozitif akut faz proteinleridir.
TP / Albümin	⬆Önce Yüksek ⬇Sonra Düşük	Başlangıçta dehidrasyona bağlı hemokonsantrasyon; kronik dönemde malabsorbsiyon, anoreksi ve negatif akut faz yanıtı.	Orta-Yüksek: Sıvı tedavisinin etkinliğini ve hastanın nutrisyonel (beslenme) durumunu yansıtır.
Na^+/ Cl^-	⬇ Düşük	Gastrointestinal sıvı kayıpları (kusma ve ishal) sonucu şekillenen elektrolit tüketimi.	Yüksek: Sıvı-elektrolit sağaltımının aciliyetini ve protokolünü belirler.
K^+	⬇ Düşük	Uzun süreli anoreksi, malabsorbsiyon ve diürez/kusma yoluyla potasyum kaybı.	Çok Yüksek: Miyokardiyal düzensizlik ve kas güçsüzlüğü riski nedeniyle kritik takip gerektirir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Biyokimyasal parametreler tek başına köpek gençlik hastalığının spesifik teşhisini koydurmasa da, hastalığın evresi ve şiddeti hakkında rehberlik eder. Süregelen çalışmalarda, özellikle yüksek CRP seviyelerinin ve kontrol altına alınamayan BUN/kreatinin artışının (şok ve multiorgan yetmezliği göstergesi) kötü prognoz ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir. Karaciğer enzimlerindeki (ALT, AST) agresif yükselmeler ise virüsün sistemik virulansının ve çoklu organ tutulumunun bir kanıtı olarak kabul edilir (Loan & Anh, 2025; Salem, 2014). Destekleyici sıvı tedavisinin başarısı, serum elektrolit ve albümin seviyelerinin stabilizasyonu ile laboratuvar ortamında anlık olarak takip edilmelidir. ALP ve GGT kolestaz ve safra yolu epitel hasarına bağlı olarak yükselebilir (Batı & Kırmızıgül, 2025; Solikhah vd., 2026). Genç köpeklerde ALP' nin kemik izoenzimi nedeniyle fizyolojik olarak yüksek olduğu unutulmamalı, artış miktarı dikkatli yorumlanmalıdır.

CDV enfeksiyonunda gözlenen inatçı kusma, ishal ve yüksek ateş, hastalarda sıvı-elektrolit dengesini bozarak ciddi dehidrasyona yol açar. Bu duruma bağlı olarak BUN ve kreatinin pre-renal üremiye (dehidrasyona bağlı böbrek perfüzyonunun azalması) bağlı olarak her iki parametrede de yükselmeler görülür. İleri aşamalarda enfeksiyonun sistemik şoka evrilmesi, renal hasara (renal üremi) neden olabilir. TP ve albümin şiddetli dehidrasyona bağlı olarak albümin ve TP seviyeleri başlangıçta yüksek (hiperproteinemi) ölçülebilir. Ancak intestinal emilim bozukluğu (malabsorbsiyon) ve anoreksi kronikleştikçe hipoalbüminemi tablosu gelişir (Değirmençay vd., 2021; Long vd., 1973).

CDV enfeksiyonu, konakta şiddetli bir sistemik inflamatuar yanıt (SIRS) tetikler. Karaciğer, bu yanıta cevap olarak akut faz proteinlerinin sentezini artırır. Köpeklerde sistemik inflamasyonun en hassas erken dönem belirteçlerinden birtanesi CRP' dir. CDV enfeksiyonunun akut fazında ve özellikle sekonder bakteriyel pnömoni/enterit komplikasyonlarında CRP seviyeleri normal referans değerlerin çok üzerine çıkar (Cagnasso vd., 2022; Varlik vd., 2026). SAA ve Hp yangısal sürecin ve doku yıkımının şiddetiyle doğru orantılı olarak yükselme gösteren diğer önemli pozitif akut faz proteinleridir. Fakat bazı vakalarda ise immunsupresyona bağlı olarak erken safhada düşük seyrettiği de saptanmıştır (Andrić vd., 2014; Duignan vd., 2014).

Gastrointestinal sistem semptomları (kusma, ishal) gösteren CDV'li köpeklerde elektrolit paneli hayati önem taşır. Sıvı kayıplarına bağlı olarak sırasıyla Na^+ ve Cl^- seviyelerinin düşmesiyle sıklıkla hiponatremi ve hipokloremi şekillenir (Sanekata vd., 2010; Sykes & Vandevelde, 2021). Anoreksi ve ishal kaynaklı kayıplar neticesinde K^+ kaybına bağlı olarak gelişen hipokalemi, kas güçsüzlüğü ve miyokardiyal düzensizlikleri tetikleyebilir (Higgins vd., 1981; Zafar vd., 1999).

Sonuç olarak; köpek gençlik hastalığı tedavisinde başarı, antiviral bir ajanın yokluğunda tamamen semptomatik ve destekleyici sağaltıma bağlıdır. Bu süreçte karaciğer enzimlerinin, böbrek fonksiyon testlerinin, akut faz proteinlerinin ve elektrolit dengesinin periyodik olarak biyokimyasal yöntemlerle izlenmesi; sekonder komplikasyonların erken teşhis edilmesini, tedavi protokolünün optimize edilmesini ve prognozun daha doğru tahmin edilmesini sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aldujaily, A. H., Salman, D. B., Hassoon, K. F., & Bustani, G. S. (2025). Copper nanoparticles as a novel therapeutic approach for canine distemper virus: Clinical, hematological, and biochemical evidence from naturally infected dogs. *Veterinary World*, *18*(10), 2945.

Andrić, N., Francuski, J., & Filipović, K. M. (2014). Serum Amyloid A Concentration in The Cerebrospinal Fluid Of Dogs With Different Neurologic Disorders.: 7. *Veterinary Clinical Pathology*, *43*(4), E4-E5.

Batı, Y., & Kırmızıgül, A. (2025). Investigation of some biochemical parameters, hematological changes, neopterin and procalcitonin levels in dogs with Canine distemper virus. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *76*(2), 9139-9150.

Bhawani, I. (2022). *Electrolyte and Acid Base Imbalances in Common Clinical Disorders in Dogs* CSK HPKV, Palampur.

Cagnasso, F., Maurella, C., Benvenuti, E., Borrelli, A., Bottero, E., Bruno, B., Ferriani, R., Ruggiero, P., Marchetti, V., & Gianella, P. (2022). Neutrophil-to-lymphocyte ratio, monocyte-to-lymphocyte ratio, platelet-to-lymphocyte ratio, albumin/globulin ratio, C-reactive protein/albumin ratio in dogs with inflammatory protein losing enteropathy. In *atti 75 Convegno* (pp. 209-209). Divas Unimi Lodi.

Değirmençay, Ş. (2023). Evaluation of the effects of ribavirin and proanthocyanidin on the clinical outcome, hematological and biochemical parameters, and viral shedding in canine distemper. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, *12*(1), 125-135.

Değirmençay, Ş., Çamkerten, G., Çamkerten, İ., & Aktaş, M. S. (2021). An investigation of thiol/disulfide homeostasis and ischemia-modified albumin levels to assess the oxidative stress in dogs with canine distemper. *Veterinarski arhiv*, *91*(1), 39-49.

Dik, I., Hatipoglu, D., & Gulersoy, E. (2023). Comparison of some cytokines, acute phase proteins and citrulline levels in healthy and canine distemper infected dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, *85*(1), 76-82.

Duignan, P. J., Van Bressem, M.-F., Baker, J. D., Barbieri, M., Colegrove, K. M., De Guise, S., De Swart, R. L., Di Guardo, G., Dobson, A., & Duprex, W. P. (2014). Phocine distemper virus: current knowledge and future directions. *Viruses*, *6*(12), 5093-5134.

Gülersoy, E., Balıkçı, C., Günal, İ., & Şahan, A. (2022). Evaluation of the Efficacy of Blood Gases and Hemogram Parameters in the Diagnosis of non Neurogenic Distemper and Parvoviral Enteritis in Dogs with Acute Gastroenteritis. *Revista Cientifica de la Facultade de Veterinaria*, *32*.

Higgins, R., Krakowka, S., Metzler, A., & Koestner, A. (1981). Canine distemper virus-associated cardiac necrosis in the dog. *Veterinary Pathology*, *18*(4), 472-486.

Karki, M., Rajak, K. K., & Singh, R. P. (2022). Canine morbillivirus (CDV): a review on current status, emergence and the diagnostics. *Virusdisease*, *33*(3), 309-321.

Kocatürk, M., Öz, A. D., Muñoz, A., Martinez, J. D., Ceron, J. J., & Yilmaz, Z. (2025). Changes in immuno-inflammatory and antioxidant biomarkers in serum and cerebrospinal fluid of dogs with distemper. *Microbial Pathogenesis*, *198*, 107160.

Loan, N. V. T. H., & Anh, N. T. L. (2025). Hematological parameters and hypoglycemia in dogs with canine distemper virus and canine parvovirus infections: Study in veterinary clinics in Ho Chi Minh City, Viet Nam. *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*, *17*(2), 34-40.

Long, J., Jacoby, R., Olson, M., & Koestner, A. (1973). Beta-glucuronidase activity, and levels of protein and protein fractions in serum and cerebrospinal fluid of dogs with distemper associated demyelinating encephalopathy. *Acta Neuropathologica*, *25*(3), 179-187.

McDermott, I., Gilbert, M., Shah, M. K., Sadaula, A., & Anderson, N. E. (2023). Seroprevalence of canine distemper virus (CDV) in the free-roaming dog (Canis familiaris) population surrounding Chitwan National Park, Nepal. *PLoS One*, *18*(2), e0281542.

Ralte, M., Sarma, K., Roychoudhury, P., Konwar, B., Tolenkhomba, T., Rajesh, J., Behera, S., Thakur, N., & Das, A. (2026). Molecular Epidemiological Investigation of Canine Distemper Infection in Dogs and its Effect on Haemato-biochemical, Oxidative and CNS Biomarkers. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, *16*(12), 01-14.

Romiszewski, P., Kostro, K., & Lisiecka, U. (2018). Effects of subclinical inflammation on C-reactive protein and haptoglobin levels as well as specific humoral immunity in dogs vaccinated against canine distemper and parvovirus. *BMC veterinary research*, *14*(1), 70.

Saaed, M. M., & Al-Obaidi, Q. T. (2021). Clinical, hematological and some biochemical changes in dogs infected with canine distemper. *J. Agric. Vet. Sci*, *14*(5), 26-33.

Salem, N. (2014). Canine viral diarrhea: clinical, hematologic and biochemical alterations with particular reference to in-clinic rapid diagnosis. *Global Veterinaria*, *13*(3), 302-307.

Sanekata, T., Fukuda, T., Miura, T., Morino, H., Lee, C., Maeda, K., Araki, K., Otake, T., Kawahata, T., & Shibata, T. (2010). Evaluation of the antiviral activity of chlorine dioxide and sodium hypochlorite against feline calicivirus, human influenza virus, measles virus, canine distemper virus, human herpesvirus, human adenovirus, canine adenovirus and canine parvovirus. *Biocontrol science*, *15*(2), 45-49.

Sanjay, H., GK, C. K., & Ramesh, P. (2025). Assessment of hepatic function in canine parvovirus affected dogs.

Solikhah, T. I., Alvaro, A. P., Putra, A. T. P., Ibrahim, R. A., Khairullah, A. R., & Akram, M. (2026). A review of canine distemper in domestic dogs. *Journal of Advanced Veterinary Research*, *16*(4), 546-556.

Subramanian, S., Kalliappan, S., Ganapathy, S., & Praba, R. D. Non-oliguric acute kidney injury with haemorrhagic signs in a dog with canine distemper and concurrent anaplasmosis.

Sykes, J. E., & Vandevelde, M. (2021). Canine distemper virus infection. In *Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat* (pp. 271-288). Elsevier.

Varlik, T., Algan, D., Ceron, J., & Yilmaz, Z. (2026). The diagnostic and prognostic utility of complete blood count (CBC)-derived indices in dogs with sepsis caused by canine parvoviral infection. *Veterinary Research Communications*, *50*(1), 11.

Wilkes, R. P. (2024). Canine distemper virus. *Veterinary Virology of Domestic and Pet Animals. Springer, Germany*, p1-19.

Wipf, A., Perez-Cutillas, P., Ortega, N., Huertas-López, A., Martínez-Carrasco, C., & Candela, M. (2025). Geographical Distribution of Carnivore Hosts and Genotypes of Canine Distemper Virus (CDV) Worldwide: A Scoping Review and Spatial Meta-Analysis. *Transboundary and emerging diseases*, *2025*(1), 6632068.

Zafar, M., Khan, S., & Rabbani, A. (1999). Haematlogical studies and estimation of electrolytes in dogs exhibiting diarrhoeal signs. *Pakistan Veterinary Journal*, *19*, 35-39.

DOKSİSİKLİNİN KANATLI EMBRİYOLARINDA FEMUR VE TİBİA GELİŞİMİ ÜZERİNE DOZA BAĞLI ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Rahmi CANBAR[1*]

[1*]Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı,

rahmi.canbar@aksaray.edu.tr , ORCID: 0000-0001-7100-4437

ÖZET

Tetrasiklinler, çeşitli enfeksiyon hastalıklarının yönetiminde ve tedavisinde kullanılan geniş spektrumlu antibiyotikler sınıfıdır. Doksisiklin ikinci nesil yarı sentetik tetrasiklin grubu antibakteriyal ilaçtır. Doksisiklinin gebelikte kullanımı ve embriyonel gelişim döneminde etkisi hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı farklı dozlarda doksisiklin uygulanmış kanatlı embriyolarında kemik gelişimi üzerine etkilerini belirlemektir. Çalışmada her grupta 30 adet fertil yumurta olacak şekilde 6 gruba ayrıldı. Fertilite kontrolu ovoskop yardımı ile gerçekleştirildi. İlk gruba hiçbir uygulama yapılmazken 2. gruba sadece %0.9 NaCl çözeltisi uygulandı. Diğer gruplara sırası %0.9 NaCl içinde çözündürülmüş doksisiklin hiyklat 3.12, 6.25, 12.5, ve 25 mg/kg dozlarında enjekte edildi. Tüm uygulamalar embriyonik gelişiminin 7. günü ve 50 µL hacminde hava kamarasına yapıldı. Kuluçka süresinin tamamlanması ile her gruptan rastgele 7 civcive ait femur ve tibia kemiklerinde medio lateral olarak proksimal uç genişliği ve distal uç genişlikleri morfometrik olarak değerlendirildi. Sonuç olarak kontrol, sadece %0.9 NaCl çözeltisi uygulanan grup ve 3.12, 6.25, 12.5, ve 25 mg/kg doz grupları için medyan femur distal uç genişliği için sırası ile 2.76, 2.73, 2.62, 2.68, 2.58 ve 2.45 mm ortalama femur proksimal uç genişliği ise sırası ile 2.30, 2.28, 2.31, 2.37, 2.34 ve 2.10 mm ortalama tibia proksimal uç genişliği sırasıyla 2.67, 2.65, 2.66, 2.70, 2.68 ve 2.44 mm ortalama tibia distal uç genişliği sırasıyla 2.62, 2.65, 2.55, 2.53, 2.56 ve 2.31 mm olarak bulundu. Yapılan çalışmada 25 mg/kg dozunda doksisiklin uygulamasının femur ve tibiada gelişim geriliğine neden olduğu belirlendi ($p<0,05$). Doksisiklin yüksek dozlarda kemik gelişiminde olumsuz etkilerinin olabileceği ifade edilebilir.

Anahtar kelime: Doksisiklin; İnovo Metot, Tibia; Femur

EVALUATION OF DOSE-DEPENDENT EFFECTS OF DOXYCYCLINE ON FEMUR AND TIBIA DEVELOPMENT IN POULTRY EMBRYOS

Assistant Professor Rahmi CANBAR[1*]

[1*]Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Pharmacology and Toxicology,

rahmi.canbar@aksaray.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7100-4437

ABSTRACT

Tetracyclines are broad-spectrum antibiotics. Doxycycline is a second-generation tetracycline. Limited information is available regarding the effect of doxycycline on embryonic development. The aim of this study was to determine the effect of doxycycline on bone development. The eggs were divided into 6 groups, each containing 30 fertile eggs. The first group received no treatment, while the second group received only a 0.9% NaCl solution. The other groups were treated with doxycycline hyclate dissolved in 0.9% NaCl at doses of 3.12, 6.25, 12.5, and 25 mg/kg on day 7 of embryonic development in a 50 µL air chamber. After the incubation period was complete, the proximal and distal end widths of the femur and tibia bones of 7 randomly selected chicks from each group were morphometrically evaluated mediolaterally. As a result, the median distal femur width was 2.76, 2.73, 2.62, 2.68, 2.58, and 2.45 mm in the control, 0.9% NaCl, 3.12, 6.25, 12.5, and 25 mg/kg dose groups, respectively. The mean proximal femur width was 2.30, 2.28, 2.31, 2.37, 2.34, and 2.10 mm, respectively. Likewise, the mean proximal tibia width was 2.67, 2.65, 2.66, 2.70, 2.68, and 2.44 mm, respectively, while the mean distal tibia width was 2.62, 2.65, 2.55, 2.53, 2.56, and 2.31 mm, respectively. In the present study, administration of doxycycline at a dose of 25 mg/kg was found to cause growth retardation in the femur and tibia ($p < 0.05$).It can be stated that high doses of doxycycline may have negative effects on bone development.

Key word: Doxycycline; Inovo Method; Tibia; femur

INTRODUCTION

Tetracyclines are a class of broad-spectrum antibiotics used in the management and treatment of various infectious diseases. Naturally occurring drugs in this class include tetracycline, chlortetracycline, oxytetracycline, and demeclocycline. Semi-synthetic tetracyclines include limecycline, metacycline, minocycline, rolitetracycline, and doxycycline (Shutter and Akhondi 2023). The antibacterial activity of tetracyclines is based on their inhibition of protein biosynthesis in target pathogens. By tightly binding to the 16S rRNA region in the 30S ribosomal subunit during translation, they prevent aminoacyl-tRNA from binding to the bacterial ribosome. This interference prevents the entry of aminoacyl-tRNA into the acceptor site on the ribosome and disrupts the addition of amino acid residues during polypeptide chain formation. As a result, bacterial protein synthesis is halted, leading to inhibition of bacterial growth (Forloni 2025). Doxycycline, a structural isomer of tetracycline, has been used in human medicine since 1966. Doxycycline is reported to be better tolerated, have higher tissue penetration, and exhibit better antimicrobial activity compared to other tetracycline groups (Riond and Riviere 1988). Doxycycline is used to treat brucellosis in dogs. It is reported to have excellent penetration into lung tissue, bronchial walls, and bronchial secretions. Doxycycline is also said to be used in blood parasite infections (anaplasma, theileria, babesia) (Yazar 2024). Tetracyclines can commonly cause gastrointestinal disturbances such as abdominal discomfort, epigastric pain, nausea, vomiting, and loss of appetite. In children, discoloration of the teeth and inhibition of bone development may occur during tetracycline use. Some patients may experience photosensitivity, manifesting as a red rash or blistering of the skin. Rarely, tetracyclines can cause hepatotoxicity and worsen pre-existing renal failure. Additionally, cases of esophageal ulceration and strictures have been reported as a result of tetracycline use (Shutter and Akhondi 2023). In ovo method is frequently preferred in drug toxicity studies (Canbar et al 2025, Canbar et al 2026).

In ovo administration of doxycycline has been reported to increase embryonic mortality with increasing dose and, particularly at high doses, to cause a decrease in femur and tibia length and corpus thickness measurements (Arslan et al 2025). It was hypothesized that in ovo administration of doxycycline to fertile chicken eggs would affect embryonic long bone development not only at the level of diaphyseal growth but also at the level of epiphyseal/metaphyseal widths, leading to dose-dependent decreases in proximal and distal medio-lateral morphometric parameters of the femur and tibia.

METHOD

2.1 Experimental design

This study utilized tissue samples from the research entitled ‘Determination of the Embryotoxic Dose Limit of Doxycycline and its Effects on Some Long Bones Using an In Ovo Model’, approved by SUVDAMEK under number ‘2023/069’. Fertile chicken eggs obtained from a commercial farm were used in the research. The eggs placed in the incubator were checked for fertility under light on the 7th day of incubation, and all groups were brought up to 30 fertile eggs and divided into 6 groups. The first group was considered the control group. The injected eggs were punctured with a special egg punch after disinfection of the blunt end. 50 µL of 0.9% NaCl solution was applied to the air chamber of group 2. On embryonic day 7, 50 µL of doxycycline (Doxycycline hyclate, Catalog Number D4116, Tokyo Chemical Industry Co.,

Ltd., Japan) was injected into the air chamber at doses of 25, 12.5, 6.25, and 3.12 mg/kg, respectively. Doxycycline was dissolved in 0.9% NaCl solution. Afterwards, it was sealed with liquid paraffin and incubated for 21 days. The incubator (İmza Teknik, Konya, Turkey) was set to 37.8 °C, 65% relative humidity, and turning every 2 hours. After the application, no turning was performed for one hour to allow the test solutions to diffuse.

In each group, the surviving chicks were euthanized. In the planned study, the right and left femur and tibia bones of 7 chicks from the control and experimental groups (treated at doses of 25, 12.5, 6.25, and 3.12 mg/kg) were taken, and the soft tissues on the bones were removed. Morphometric measurements were taken from the cleaned bones in the planned study (Öztürk and Dayan 2024). The anatomical terminology "Nomina Anatomica Veterinaria" (N.A.V.2017) was used.

2.2 Measurement of the tibia and femur bones

The right and left tibia and femur obtained from 7 randomly selected chicks in each group were removed from formaldehyde and left to dry. After drying, the proximal and distal end widths of the femur and tibia were measured mediolaterally three times at 24-hour intervals using a digital caliper (Mitutoyo CD-15APX Digital Caliper, Japan) with a precision of 0.01.

2.3 Statistical analysis

Statistical analyses were performed using the IBM SPSS Statistics software package. The normality of the data distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Homogeneity of variance in variables showing normal distribution was tested using the Levene test. For variables showing normal distribution and homogeneity of variance, intergroup comparisons were performed using one-way analysis of variance (ANOVA), and Tukey's test was used for post-hoc comparisons. For variables not showing normal distribution, the Kruskal-Wallis test was applied, and pairwise comparisons were evaluated using the Bonferroni correction. Data showing normal distribution were expressed using mean values, while data not showing normal distribution were expressed using median values. The statistical significance level was accepted as $p<0.05$.

RESULTS

The study findings were evaluated based on the average values of the 3-day data obtained. The proximal and distal end widths of the femur and tibia bones were statistically significantly reduced in the mediolateral direction at the 25 mg/kg dose level($p<0.05$); there was no difference in the other groups ($p>0.05$). The data are presented in Table 1.

Table 1. Proximal and distal end widths of the femur and tibia bones.

Parameter (mm)	Control	%0.9 NaCl	25 mg/kg	12,5 mg/kg	6,25 mg/kg	3,12 mg/kg
Distal femur width (Median)	2.76^{a}	2.73^{a}	2.45^{b}	2.58^{ab}	2.68^{ab}	2.62^{ab}
Proximal femoral width (Mean±SE)	2.30± 0.05^{a}	2.28± 0.05^{a}	2.10± 0.03^{b}	2.34± 0.03^{a}	2.37± 0.03^{a}	2.31± 0.03^{a}
Proximal tibial width (Mean±SE)	2.67± 0.04^{a}	2.65± 0.03^{a}	2.44± 0.03^{b}	2.68± 0.03^{a}	2.70± 0.02^{a}	2.66± 0.02^{a}

Distal tibial width (Mean±SE)	2.62± 0.05[a]	2.65± 0.04[a]	2.31± 0.02[b]	2.56± 0.03[a]	2.53± 0.03[a]	2.55± 0.02[a]

Data are presented as median for distal femur width and as mean ± standard error (SE) for the remaining parameters. Different superscript letters within the same row indicate statistically significant differences between groups ($p < 0.05$)

DISCUSSION

Doxycycline is a broad-spectrum antibacterial drug frequently prescribed by veterinarians. There is limited literature on the effects of doxycycline on bone development during embryonic development. An in ovo study showed that at the highest dose level of 25 mg/kg, it caused shortening of the mediolateral end lengths of the femur and tibia bones.

It has been reported that doxycycline causes mortality at high doses when administered directly to poultry embryos, and this mortality is dose-dependent. Furthermore, the study reports that doxycycline has negative effects on bone development (Arslan et al 2025). It has been reported that doxycycline administration to pregnant rats causes a decrease in fetal body weight, severe ossification deficiency in the skull bones, phalanges, and sternum, as well as shortening of the ulna and radius bones. Additionally, in 20-day-old fetuses, an increase in the mean megakaryocyte count and a significant increase in necrotic hepatocytes associated with periportal leukocyte infiltration have been observed. Furthermore, doxycycline has been reported to cause a significant increase in the percentage of DNA damage and tail length in the samples examined (Abd-Allah and Abd El-Rahman 2021). Studies in rats have reported that doxycycline administration caused delays in skeletal differentiation in the long bones of fetuses compared to controls (Siddiqui and Janjua 2002). When the study data is evaluated together with the literature information, it can be stated that it causes delays in bone development, similar to the information in the literature.

CONCLUSION

Doxycycline is a commonly used antibacterial drug in the veterinary field. Limited information is available regarding its effects when administered directly to embryos. A study showed that at a dose of 25 mg/kg, it caused delays in the development of the femur and tibia bones. It can be stated that caution should be exercised when using doxycycline during pregnancy, and a benefit/risk assessment is necessary. However, further molecular and cellular histology-based studies are needed in the future regarding its effects on other organs.

REFERENCES

Abd-Allah ER, Abd El-Rahman HA, 2021. Influence of doxycycline administration on rat embryonic development during organogenesis. Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 35(1), e22613.

Arslan MS, Öztürk S, Kök RR, Beşoluk K, et al., 2025. Determination of embryotoxic dose limit of doxycycline and its effects on some long bones by in ovo model. Anatomia, Histologia, Embryologia, 54(2), e70030.

Canbar R, Akcakavak G, Uslu M, Arslan MS, et al., 2025. Determination of the effect of Tarantula cubensis alcoholic extract on cadmium embryotoxicity. Veterinary Research Forum, 16(4), 203.

Canbar R, Dagar O, Parlak TM, Tuzcu M, et al., 2026. Determination of Embryotoxic Effects of Levofloxacin Exposure by the In Ovo Method. Eurasian Journal of Veterinary Sciences 42 (e0474)

Forloni G, 2025. Doxycycline: an essential tool for Alzheimer's disease. Biomedicine & Pharmacotherapy, 188, 118159.

Öztürk S, Dayan MO, 2024. The embryotoxic and teratogenic effects of metamizole sodium. Anatomia, Histologia, Embryologia, 53(5), e13101.

Riond J, Riviere J, 1988. Pharmacology and toxicology of doxycycline. Veterinary and human toxicology, 30(5), 431–43.

Shutter MC, Akhondi H, 2023. Tetracycline. In: StatPearls [Internet]. Eds: StatPearls Publishing, p.

Siddiqui M, Janjua M, 2002. Effect of prental doxycycline administration of skeletal differentiation in long bones of albino rat. Journal-pakistan medical association, 52(5), 211–3.

Yazar E, 2024. Chemotherapeutics. In: Veterinary Drug Guide and Therapeutic Handbook]. . Eds: Yazar E. Ankara (Türkiye): Nobel Medical Bookstores, p. 83–130.

UNS N08031 SÜPER ALAŞIMININ FİBER LAZER KAYNAK YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLMESİ SONRASI KAYNAK BÖLGESİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Barış Deniz KOÇAN[1] / Doç. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT[2]

[1]Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Ana Bilim Dalı, bdkocan@hotmail.com, ORCID: 0009-0008-5946-9627

[2]Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, abbasyigit@kku.edu.tr, ORCID:0000-0003-1544-3747

Özet

Bu çalışmada, korozyon direnci ve kimyasal kararlılık gerektiren endüstriyel uygulamalarda kullanılan UNS N08031 süper- östenitik paslanmaz çelik plakaların kaynaklanabilirliği incelenmiştir. Yüksek miktarda alaşım elementi içeriği ve çeşitliliği bu tür malzemelerin kaynak edilebilirliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Deneysel çalışmalarda, 3 mm kalınlığa sahip levhalar, manuel fiber lazer kaynak yöntemi kullanılarak nikel esaslı UNS N06059 dolgu metali ile birleştirilmiştir.

Kaynaklı bağlantının mikro-vickers sertlik profili analizleri, genel olarak kararlı bir sertlik dağılımı sergilemiştir. Kaynaklı numunelerde, fiber lazer kaynak yönteminden dolayı odaklanmış yüksek enerji yoğunluğunun neden olduğu hızlı katılaşma; hücresel dendritik yapıların yönlenmesine, lokal sertleşme dağılımına ve ana malzemede ölçülen ortalama 180 HV sertlik değerinin kaynak metali merkezinde ortalama 249 HV değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Elde edilen mikrosertlik ve mikroyapısal bulgular, UNS N08031 malzemesinin manuel fiber lazer kaynağı ile UNS N06059 ilave dolgu metali kullanılarak başarılı şekilde birleştirilebileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Süper-Östenitik Paslanmaz Çelikler, UNS N08031 alaşımı, Manuel Fiber Lazer Kaynağı, UNS N06059 dolgu metali, Sertlik Testi.

INVESTIGATION OF THE WELD ZONE OF UNS N08031 SUPER-AUSTENITIC STAINLESS STEEL JOINED BY FIBER LASER WELDING

Master of Science Student, Barış Deniz KOÇAN[1]/ Associate Prof. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT[2]

[1]Kırıkkale University, Institute of Science, Department of Metallurgical and Materials Engineering, bdkocan@hotmail.com, ORCID: 0009-0008-5946-9627

[2]Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Metallurgical and Materials Engineering, abbasyiğit@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1544-3747

Abstract

This study investigates the weldability of UNS N08031 super-austenitic stainless-steel plates used in industrial applications requiring superior corrosion resistance and excellent chemical stability. Owing to their high alloying element content and complex chemical composition, these materials may exhibit reduced weldability and an increased susceptibility to welding-related metallurgical challenges. In the experimental study, 3 mm thick plates were joined using a manual fiber laser welding process with nickel-based UNS N06059 filler metal.

Micro-Vickers hardness measurements revealed a generally uniform hardness profile across the welded joint. The high energy density and rapid solidification characteristics of the fiber laser welding process promoted the formation of oriented cellular-dendritic microstructures and localized hardening within the weld metal. Consequently, the average hardness increased from approximately 180 HV in the base metal to about 249 HV at the weld center. The micro-hardness and micro-structural results demonstrate that UNS N08031 super-austenitic stainless steel can be successfully joined using the manual fiber laser welding process with UNS N06059 nickel-based filler metal, producing sound welded joints with favorable metallurgical characteristics.

Keywords: Super-Austenitic Stainless Steels, UNS N08031, Manual Fiber Laser Welding, UNS N06059 Filler Metal, Hardness test.

GİRİŞ

Endüstriyel uygulamalarda özellikle kimya, petrokimya, denizcilik ve enerji sektörleri; yüksek sıcaklık, agresif asidik ortamlar ve yoğun klorür iyonu konsantrasyonu gibi son derece zorlu çalışma koşulları ile karakterize edilmektedir. Bu koşullar altında geleneksel paslanmaz çeliklerin korozyon direnci ve yapısal bütünlük sınırları aşılmakta, daha ileri alaşım tasarımlarına olan ihtiyaç gün yüzüne çıkmaktadır. Süper-östenitik paslanmaz çelikler, özellikle çukurcuk ve aralık korozyonuna karşı sergiledikleri üstün direnç ile bu teknik boşluğu doldurmaktadır. Bu bağlamda UNS N08031, içeriğindeki yüksek nikel, krom ve molibden oranlarının yanı sıra azot takviyesi ile optimize edilmiş mikroyapısı sayesinde nikel bazlı süper alaşımlara güçlü ve ekonomik bir alternatif oluşturmaktadır.

Söz konusu malzemelerin sahip olduğu üstün korozyon direnci ve mekanik kararlılığın imalat sonrasında da korunabilmesi, büyük ölçüde seçilen birleştirme teknolojisine ve üretim parametrelerinin doğru kurgulanmasına bağlıdır. Geleneksel ark kaynak yöntemleri doğaları gereği, yüksek ısı girdisi ve geniş ısıdan etkilenen bölge oluşturma eğilimleri sebebiyle; alaşım elementlerinin segregasyonu, tane irileşmesi ve intermetalik faz çökelmeleri gibi metalurjik riskleri arttırabilmektedir. Bu kısıtlamaları aşmak amacıyla, yüksek enerji yoğunluğuna, dar dikiş geometrisine ve düşük ısı girdisine sahip fiber lazer kaynağı teknolojisi değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, 3 mm kalınlığındaki UNS N08031 alaşımının nikel esaslı UNS N06059 dolgu metali takviyesiyle fiber lazer yöntemi kullanılarak birleştirilmesi ve ortaya çıkan kaynak dikişinin mikroyapısal evrimi ile sertlik dağılımının kapsamlı bir şekilde incelenmesidir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Paslanmaz çelik ailesinin gelişmiş üyelerinden olan süper-östenitik paslanmaz çelikler, özellikle çukurcuk ve aralık korozyonuna karşı sergiledikleri nispeten yüksek dirençle bilinirler. UNS N08031 alaşımının atomik düzeyde yüzey merkezli kübik kafes yapısına sahip olmasında ve bu östenit fazının stabilize edilmesinde %0.2 oranındaki azot içeriği kilit bir rol oynar. Azot, aynı zamanda kaynak ve ısıl işlemler sırasında tokluğu düşüren intermetalik fazların çökelme kinetiğini de kayda değer bir şekilde yavaşlatmaktadır

Yüksek alaşımlı malzemelerin ergitme kaynağında en sık karşılaşılan metalurjik problemlerden biri de erime havuzunun katılaşması esnasında alaşım elementlerinin dendritler arası bölgelerde segregasyona uğramasıdır. Fiber lazer kaynağı, "keyhole" mekanizması ile çalışarak geleneksel ark kaynaklarına kıyasla çok daha yüksek bir enerji yoğunluğu ve derin nüfuziyet sağlar. Bu durum, ısı girdisinin düşürülmesine ve eriyik metalin çok yüksek bir soğuma hızıyla katılaşmasına imkan sağlamaktadır. Hızlı katılaşma, dendritik kolları incelterek rafine bir mikroyapı oluşumunu desteklerken, aynı zamanda difüzyon kaynaklı istenmeyen faz dönüşümlerini de baskılayabilmektedir.

Bununla birlikte, lazer kaynağının aşırı hızlı soğuma karakteristiği, bazı yüksek alaşımlı sistemlerde aşırı sertleşme ve sıcak çatlama risklerini doğurabilmektedir. Bu olumsuz etkileri bertaraf etmek amacıyla son yıllarda "wobble" teknolojisi lazer sistemlerine entegre edilmiştir. Lazer ışınının belirli bir genlik ve frekansta dairesel, zig-zag yada sonsuzluk işareti şeklinde hareketler yapmasını sağlayan bu teknoloji, erime havuzunda dinamik bir karışım yaratarak termal gradyanı yumuşatmak, dendritik yapıyı kırarak daha ince taneli bir morfoloji oluşmasına

yardımcı olmak ve katılaşma gerilmelerini azaltmaya yönelik geliştirilmiştir. Mikrosertlik, uygulanan kaynak yönteminin termal çevrimine ve malzemenin bu termal çevrime verdiği mikroyapısal tepkiye doğrudan bağlıdır. Çok pasolu kaynak işlemlerinde, her bir paso kendinden önceki pasonun mikroyapısı üzerinde lokal bir temperleme etkisi yaratabileceği gibi, hızlı soğuyan bölgelerde dislokasyon hareketlerinin kısıtlanmasıyla yerel pekleşmelere ve sertlik artışlarına da neden olabilir. Bu bağlamda, mikroyapı ve sertlik dağılımının incelenmesi, lazer kaynaklı süper alaşım birleştirmelerinin metalurjik kalitesini tayin etmede en temel mühendislik yaklaşımlarından biri olması sebebiyle tercih edilmiştir.

2. YÖNTEM

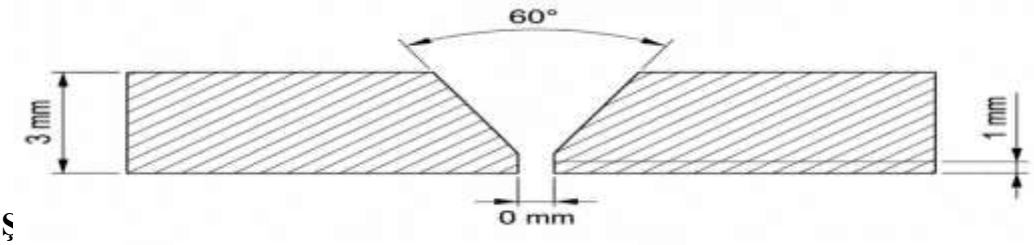
2.1. Deneysel Malzemeler ve Hazırlık

Çalışmada ana metal olarak 3 mm et kalınlığına sahip, 150x350 mm boyutlarında UNS N08031 süper alaşım levhalar kullanılmıştır. Levhaların kimyasal kompozisyonu optik spektrometre ile doğrulanmış olup; Tablo 1' de görüldüğü üzere %31,46 Ni, %26,10 Cr, %6,65 Mo ve %0,180 N oranlarıyla ASTM B625-17 standart limitleriyle tam bir uyum içinde olduğu teyit edilmiştir. Kaynak bölgesindeki korozyon direncini ana metal ile eşdeğer seviyede tutabilmek ve elementel seyreltmeyi kompanse etmek amacıyla 1.2 mm çapında nikel esaslı UNS N06059 ilave dolgu teli kullanılmıştır.

Tablo 1. UNS N08031 Deney Malzemesinin Spektral Analiz Sonuçları (%ağırlıkça)

Element	1.Ölçüm	2.Ölçüm	Ortalama Değer	ASTM B625-17'ye göre UNS N08031
Ni (Nikel)	31,53	31,39	**31,46**	30,00 – 32,00
Cr (Krom)	25,90	26,29	**26,10**	26,00 – 28,00
Mo (Molibden)	6,68	6,62	**6,65**	6,00 – 7,00
Cu (Bakır)	1.15	1.15	**1,15**	1,00 – 1,40
N (Azot)	0,182	0,178	**0,180**	0,16 – 0,25
Mn (Manganez)	1,49	1,50	**1,50**	En çok 2,00
C (Karbon)	0,014	0,012	**0,013**	En çok 0,015
Si (Silisyum)	0,213	0,203	**0,208**	En çok 0,30
P (Fosfor)	0,0154	0,0142	**0,0148**	En çok 0,020
S (Kükürt)	<0,0005	<0,0005	**<0,0005**	En çok 0,010
Fe (Demir)	32,36	32,18	**32,27**	Kalan (Kalan)

Alın birleştirmelerinde kök bölgesinde tam nüfuziyet elde edebilmek ve lazerin yüksek enerji yoğunluğu altında parçayı delmesini önlemek amacıyla numunelere mekanik işleme yoluyla Şekil 1'de belirtildiği gibi her bir parçaya 30 derece olmak üzere toplam 60° açılı ve 1 mm kök yüzeyi içeren Y-kaynak ağzı formu verilmiştir. Kaynak öncesi tüm ağız yüzeyleri, katılaşma çatlaklarını tetikleyebilecek kirlilikleri uzaklaştırmak için aseton ile temizlenmiştir.



Şekil

2.2. Fiber Lazer Kaynak Prosesi

Birleştirme işlemi, termal büzülme ve distorsiyonları kontrol altında tutabilmek adına sıfır boşluk prensibiyle hizalanan plakalar üzerinde, el tipi fiber lazer kaynak makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Y-ağzı formunu hatasız doldurabilmek ve ısı dağılımını homojenize edebilmek için kaynak operasyonu Kök, Dolgu ve Kapak olmak üzere üç ardışık paso halinde planlanmıştır.

Proses parametreleri şu şekilde uygulanmıştır: Kök pasosu lazer tepe gücü 1200 W olarak tercih edilmiş, kök gücü parçanın deney sırasında delinmesini önlemek adına sınırlandırılmıştır. Kaynak sırasında dar kök alanının süreksizlik oluşmadan doldurulabilmesi için wobble genliği 2.5 mm olarak tercih edilmiştir. Ayrıca kök arayüzeyinde oluşabilecek mikroskobik oksitlerin kalma risklerini tamamen ortadan kaldırmak ve %100 bağlantı verimliliğini güvence altına almak amacıyla, uluslararası kaynak standartlarında kritik konstrüksiyonlar için tavsiye edilen "ters oluk açma ve kök kapama" prosedürü proses matrisine entegre edilmiştir. Yapılan bu işlemde kök pasosunda belirtilen kaynak parametreleri tercih edilmiştir. Dolgu pasosu ise pasolar arası sıcaklığın 120 °C'nin altına düşmesi beklenerek uygulanmıştır. Lazer tepe gücü 1400 W, wobble genliği 2.5 mm seçilerek kaynak prosesi gerçekleştirilmiştir. Bu değerlerin seçilmesinde dolgu pasosunun atılacağı bölümdeki hacimsel genişleme, ergitilmesi gereken yüzey alanının artması ve atılacak sıra sayısının optimal düzeyde olması gerekliliği etkili olmuştur. Kapak pasosunda parçanın üst yüzeyinde pürüzsüz bir geçiş elde etmek için güç 1450 W'a, wobble genliği ise 3.0 mm'ye yükseltilmiştir. Bütün süreç boyunca wobble 50 Hz frekansında sabit tutulmuştur.

Tüm pasolarda sürekli lazer modu kullanılmış ve tel besleme ünitesi 18.0 mm/sn hızında çalıştırılmıştır. Ekstrem ısı girdisine bağlı kök bölgesinde oluşabilecek oksidasyonu engellemek adına, özel tasarım pnömatik bir altlık kullanılarak dikişin arka yüzeyine 20 lt/dk, kaynak torcundan da 18 lt/dk debide kesintisiz saf Argon gazı sevk edilmiştir.

2.3. Metalografik İncelemeler ve Mikrosertlik Testi

Kaynaklı birleştirmelerin enine kesitlerinden yaklaşık 10 mm uzunluğunda numuneler hassas CNC sıvı soğutmalı kesme cihazları ile hazırlanmıştır. Kesilen parçalar fenolik reçine ile ATA Opal 410 Otomatik Sıcak Bakalite Alma Cihazında 180 °C sıcaklık ve 250 bar basınç altında sıcak bakalite alınmıştır. Numune yüzeyleri sırasıyla 240, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500, 2000 ve 2500 grit SiC kağıtlarla zımparalanmış; ardından 3 µm ve 1 µm elmas solüsyonlarla parlatılmıştır.

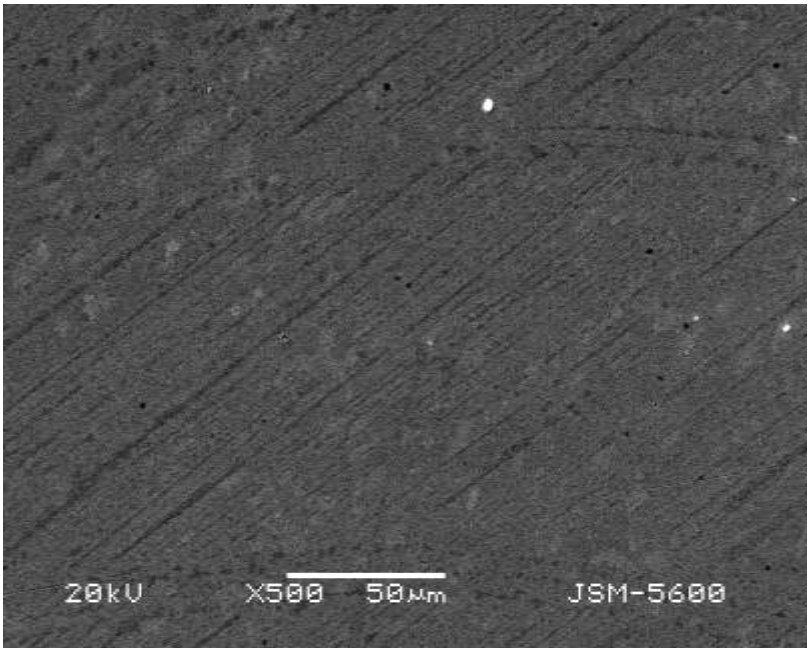
Mikroyapı sınırlarını belirginleştirmek için laboratuvar ortamında hazırlanan 50 ml H_2O + 20 ml HNO_3 (Nitrik asit) + 10 ml HF (Hidroflorik asit) solüsyonu ile daldırma yöntemi kullanılarak kimyasal dağlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Dağlanan yüzeyler SEM cihazı kullanılarak incelenmiştir.

Mekanik faz geçişlerini tespit etmek amacıyla, Qness Q10 A+ otomatik mikrosertlik cihazında TS EN ISO 6507-1 standardına uygun olarak Vickers sertlik ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler, HV10 test yükü kullanılarak; ana metal, ısı tesiri altındaki bölge ve kaynak metalini simetrik olarak kapsayacak şekilde 15 noktalı lineer bir hat boyunca basılmıştır. Lazer dikişinin dar geometrisi göz önünde bulundurularak, ölçüm izleri arasındaki adım mesafeleri hassasiyetle ayarlanmıştır. Mikroyapı analizlerinin yapılabilmesi için Kırıkkale Üniversitesi bünyesindeki JEOL JSM 5600 model SEM cihazı kullanılmıştır. Elde edilen görüntüler bulgular bölümünde değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Mikroyapısal Analizler

İşlem görmemiş UNS N08031 ana metalinin SEM görüntü incelenmesinde; Şekil 2'de görüldüğü üzere sac imalatı sırasındaki plastik şekillendirmenin bir sonucu olan haddeleme dokusuna ve bu yönde uzanan çizgisel bantlaşmalara rastlanmıştır. Yapı, homojen dağılımlı tek fazlı bir östenit matris özelliği göstermekte olup, tane sınırlarında tokluk ve korozyon direncini majör oranda değiştirebilecek makro ölçekli herhangi bir intermetalik faz barındırmadığı gözlemlenmiştir.



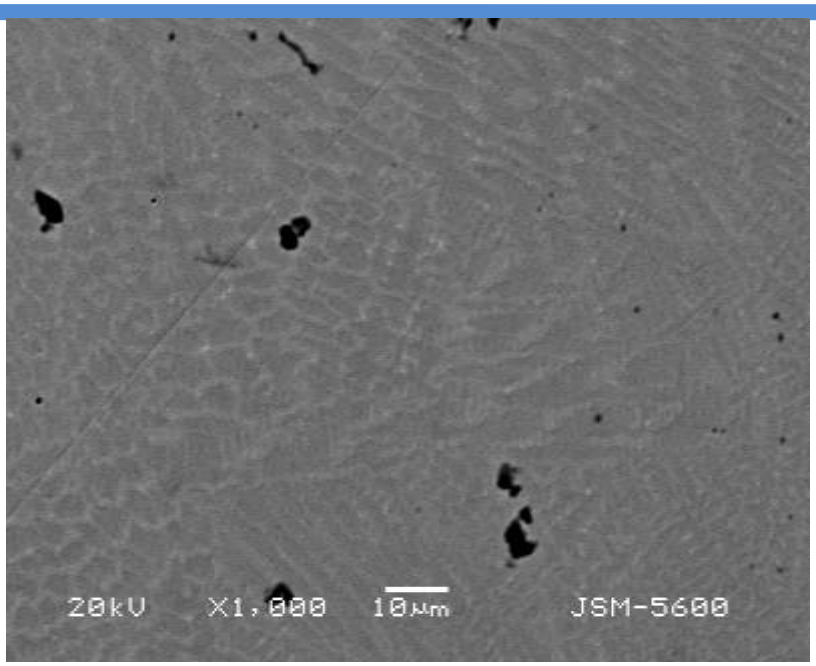
Şekil 2. UNS N08031 süper alaşımının SEM görüntüsü

Lazer kaynaklı birleştirmenin Isı Tesiri Altındaki Bölgesi (ITAB) değerlendirildiğinde, fiber lazerin odaklanmış enerji girdisine bağlı olarak son derece dar bir ısıl etki alanının oluştuğu tespit edilmiştir. Bu bölgede östenitik yapı baskınlığını korumuş olup, belirgin bir tane

kabalaşması yaşanmamıştır. Tane sınırlarında koyu kontrast şeklinde ayırt edilen ve yüksek molibden içeriğinden kaynaklandığı düşünülen çok sınırlı lokal segregasyonlara rastlanmakla birlikte, yapı genelinde gevrek ikincil fazlara ait bir bulguya rastlanmamıştır. Alınan mikroyapı görüntüsü Şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3. Fiber Lazer kaynaklı numuneye ait SEM cihazından alınan ITAB görüntüsü

UNS N06059 dolgu telinin ergitilmesiyle oluşan kaynak metalinin mikroyapısında ise, Şekil 4'te görüldüğü üzere tam östenitik bir matris bulunmaktadır. Lazer kaynağının doğası gereği oluşan yüksek soğuma hızı, matris içerisinde oldukça ince ve rafine bir hücresel/dendritik katılaşma morfolojisini tetiklemiştir. Matris içinde homojen olmayan bir şekilde dağılmış, minör oranda çubuksu görünümlü delta ferrit taneleri gözlenmiştir. Bu faz düzeninin ve ince yönlenmiş yapının, lazer prosesinin düşük ısı girdisinin doğrudan bir sonucu olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, çok pasolu uygulamalarda kullanılan wobble hareketinin, erime havuzunu dinamik olarak karıştırarak aşırı iri dendritik büyümeyi engellediği ve dikiş bölgesinde süreksizlik barındırmayan, kararlı bir metalurjik bağ oluşturduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. Fiber Lazer kaynaklı numuneye ait kaynak metali SEM görüntüsü

3.2. Mikrosertlik Profili

Kaynaklı birleştirmelerin enine kesitleri boyunca gerçekleştirilen HV10 sertlik taramaları, kaynak yöntemlerinin ısı girdisi karakteristiği üzerinde farklı sertlik trendleri doğurduğunu kanıtlamıştır. Orijinal UNS N08031 ana malzemesinde 170-186 HV arasında değerler kaydedilirken, kaynak bölgelerine doğru geçişte farklı profiller oluşmuştur. Yapılan sertlik taraması sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Lazer kaynaklı numunelerin sertlik taramaları

Ölçüm No.	Sertlik (HV10)	Ölçüm Konumu
1	175	Ana Metal-Sol Taraf
2	193	Ana Metal-Sol Taraf
3	174	Isıdan Etkilenen Bölge
4	192	Isıdan Etkilenen Bölge/ Füzyon Hattı
5	199	Kaynak Metali Geçiş Bölgesi
6	215	Kaynak Metali (Paso Arayüzeyi)
7	**249**	**Kaynak Metali (Kapak Pasosu/Merkez Hattı)**
8	201	Kaynak Metali (Tam Dikiş Ekseni)
9	182	Kaynak Metali (Kök/Dolgu Hatları)
10	213	Kaynak Metali (Paso Arayüzeyi)
11	194	Kaynak Metali Geçiş Bölgesi
12	192	Isıdan Etkilenen Bölge/ Füzyon Hattı
13	184	Isıdan Etkilenen Bölge Girişi
14	170	Ana Metal-Sağ Taraf
15	182	Ana Metal-Sağ Taraf
Ortalama	**195,33**	-
Minimum	**170,00**	-
Maksimum	**249,00**	-

Lazer kaynaklı numunenin sertlik profili incelendiğinde, dikiş tepe noktasında 249 HV10 değerinde nispeten yüksek bir sertlik piki saptanmıştır. Bu durumun, el tipi fiber lazer kaynağının kapak pasosunda uygulanan 1450 W tepe gücü ve genişletilmiş 3.0 mm wobble salınımının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Hızlı katılaşan erime havuzunun tepe noktasında oluşan bu yüksek ısıl çevrim, östenitik matriste yerel bir pekleşmeye ve hızlı soğumaya bağlı aşırı rafine bir hücresel dendritik formun oluşmasına yol açarak sertliği yerel olarak arttırdığı düşünülmektedir. Sertlik dağılımının genel ortalaması 195.33 HV olarak hesaplansa da ardışık ölçüm noktaları arasında belirgin dalgalanmalar mevcuttur. Bu dalgalanmalar, 3 pasolu lazer uygulamasında her bir pasonun, bir önceki pasonun mikroyapısı

üzerinde yarattığı lokal temperleme ve yeniden ergitme termal kararsızlıklarından kaynaklanmaktadır. Elde edilen verilerden anlaşıldığı üzere kaynak merkezi ile ana metal arasında çok keskin, kırılgan intermetalik fazlardan kaynaklanan makro ölçekli aşırı sertleşme bölgeleri oluşmamıştır. Bu durum, UNS N06059 dolgu telinin UNS N08031 ana metali ile metalurjik olarak uyum sağladığını göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında, korozyon direnci yüksek UNS N08031 süper-östenitik paslanmaz çelik levhaların, UNS N06059 ilave metali kullanılarak manuel fiber lazer yöntemiyle birleştirilmesi işlemi mikroyapısal ve lokal sertlik değişimleri ekseninde incelenmiş olup, elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Fiber lazer kaynağının yüksek enerji yoğunluğu ve buna bağlı düşük ısı girdisi sayesinde, kaynak dikişinin her iki yanında oldukça dar bir ısıdan etkilenen bölge elde edilmiştir. Bu durum, ana malzemenin orijinal mikroyapısal karakteristiğinin büyük oranda korunmasını sağlamıştır.
2. Mikroyapısal incelemelerde, kaynak metalinde yüksek soğuma hızının karakteristik bir sonucu olarak ince, hücresel/dendritik bir katılaşma morfolojisi meydana gelmiştir. Ayrıca, uygulanan "wobble" tekniği, erime banyosunu karıştırarak makroskobik çatlakları ve olası erime noksanlıklarını engellemiş, dikiş bölgesinin homojenitesine katkı sağlamıştır.
3. Vickers sertlik profilleri, ana metalde ölçülen ortalama 180 HV değerine karşın, kaynak metalinde dislokasyonları kısıtlayan ince dendritik yapı nedeniyle ortalama 195 HV değerine ulaşmıştır. Kapak pasosu ekseninde ölçülen 249 HV maksimum sertlik değeri, lazer prosesindeki hızlı katılaşma kinetiğinin yarattığı lokal pekleşmenin açık bir kanıtıdır.
4. Çok pasolu kaynak stratejisinin yarattığı tekrarlı ısıl çevrimler, sertlik dağılımında dar aralıklı dalgalanmalara neden olsa da yapı genelinde intermetalik faz çökelmesi kaynaklı aşırı kırılganlık izlerine rastlanmamıştır.
5. Elde edilen mikroyapı ve mikrosertlik bulguları; UNS N08031 süper alaşımının, UNS N06059 dolgu teli ile manuel fiber lazer kaynağı kullanılarak, yapısal kararlılık ve mekanik bütünlük gereksinimlerini karşılayacak şekilde başarılı bir biçimde birleştirilebileceğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

American Society for Testing and Materials. (2017). *Standard guide for preparation of metallographic specimens (ASTM E3-11)*.

Bal, K. S., Sadhu, A., Dutta Majumdar, J. ve Roy Choudhury, A. (2019). Study of melting efficiency, micro-segregation, and corrosion resistance of Ytterbium fiber laser welded Hastelloy C-276 sheet in pulsed wave mode. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 5(4), 568–581.

Caiazzo, F., Alfieri, V., Cardaropoli, F. ve Sergi, V. (2017). Investigation on edge joints of Inconel 625 sheets processed with laser welding. *Optics & Laser Technology*, 93, 180–186.

International Organization for Standardization. (2013). *Welding and allied processes — Types of joint preparation — Part 1: Manual metal arc welding, gas-shielded metal arc welding, gas welding, TIG welding and beam welding of steels,* ISO Standard No. 9692-1(2013).

Lo, K. H., Shek, C. H. ve Lai, J. K. L. (2009). Recent Developments in Stainless Steels. *Materials Science and Engineering R: Reports*, 65, 39–104.

Malandruccolo, A., Menapace, C. ve Giroletti, I. (2025). Metallurgy, Properties and Applications of Superaustenitic Stainless Steels. *Materials*, 18, 3079.

Naffakh-Moosavy, H., Aboutalebi, M. R., Seyedein, S. H. ve Goodarzi, M. (2014). Modern fiber laser beam welding of the newly-designed precipitation-strengthened nickel-base superalloys. *Optics & Laser Technology*, 58, 20–29.

Shahab, L. H., Khodabakhshi, F. ve Gerlich, A. (2018). Effect of beam wobbling on laser welding of aluminum and magnesium alloy with nickel interlayer. *Journal of Manufacturing Processes*, 37, 212-219.

Türk Standardları Enstitüsü. (2018). *Metalik malzemeler — Vickers sertlik deneyi — Bölüm 1: Deney yöntemi* (TS EN ISO 6507-1).

VDM Metals. (2021). *VDM® Alloy 59: Technical data sheet (No. 4026)*. VDM Metals International GmbH.

VDM Metals. (2021). *VDM® UNS N08031 Technical Data Sheet*. VDM Metals GmbH. (Nicrofer 3127 hMo - Material No. 1.4562).

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ISOAMYL ACETATE–DIESEL BLENDS ON PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSIONS IN A SINGLE-CYLINDER DIESEL ENGINE

Emrah Arda[1,2], Samet Çelebi[3,2], Ömer Cihan[4,2] and Üsame Demir[5]

[1]Department of Machinery and Metal Technologies Arifiye Vocational School Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye, emraharda@subu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5496-3764

[2]Sakarya University of Applied Sciences Automotive Technologies Application and Research Center, Sakarya, Türkiye

[3]Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies Arifiye Vocational School Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye, scelebi@subu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-4616-3935

[4]Department of Machinery and Metal Technologies Hendek Vocational School Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye, omercihan@subu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-8103-3063

[5]Department of Mechanical Engineering, Engineering Faculty, Bilecik Şeyh Edebali University, Bilecik, Türkiye, usame.demir@bilecik.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-7383-1428

Abstract

This study experimentally investigated the effects of low-concentration isoamyl acetate addition to diesel fuel on the performance and exhaust emissions of a single-cylinder diesel engine. Pure diesel fuel (D100) was used as the reference fuel, while two oxygenated blends were prepared by adding 5% and 10% isoamyl acetate to diesel fuel on a volumetric basis, namely D95IA5 and D90IA10. The experiments were conducted at a constant engine speed of 1800 rpm under no-load, 4 Nm, 8 Nm, 12 Nm, and 16 Nm load conditions. Brake specific fuel consumption (BSFC), thermal efficiency, CO, CO_2, HC, NO_x, O_2, and soot emissions were evaluated comparatively. The results showed that the effect of isoamyl acetate was strongly dependent on engine load and blend ratio. D90IA10 provided the most notable performance improvement at low load, reducing BSFC by 28.57% and increasing thermal efficiency by 43.27% at 4 Nm compared with D100. Isoamyl acetate addition also produced clear benefits in HC and NO_x emissions. The maximum HC reduction was obtained with D95IA5 at no-load, reaching 61.54%, while D90IA10 reduced NO_x emissions by 51.35% at 8 Nm. However, CO emissions did not show a stable reduction trend, and soot emissions increased with both blends, especially at high load. Overall, D90IA10 was more effective in improving low-load performance and reducing HC and NO_x emissions, whereas the increase in soot emissions should be considered as a limiting factor.

Keywords: Diesel engine; Isoamyl acetate; Oxygenated fuel additive; Engine performance; Exhaust emissions.

1. INTRODUCTION

Diesel engines are still widely used in transportation, agriculture, generator systems, and small-scale power applications due to their high compression ratio, low specific fuel consumption, and high torque output. While the transition to electric and hybrid systems has accelerated, the existing diesel engine infrastructure is not expected to be completely phased out in the short term. Therefore, practical fuel strategies that reduce fuel consumption, improve combustion efficiency, and lower exhaust emissions in diesel engines remain crucial [1]. However, diesel combustion is a process that needs to be carefully evaluated from an environmental perspective, particularly in terms of emissions of nitrogen oxides (NO_x), soot/particulate matter, carbon monoxide (CO), unburned hydrocarbons (HC), and carbon dioxide (CO_2) [2,3]. In diesel engines, combustion generally occurs under lean mixture conditions, so CO and HC emissions can remain at lower levels compared to gasoline engines. However, the high compression ratio, high cylinder temperature, and excess oxygen can increase NO_x formation. On the other hand, since fuel injection, evaporation, and mixing with air do not occur homogeneously at every point, soot formation can occur, especially in locally rich areas. This creates a typical trade-off in diesel engines: increasing combustion temperature can reduce soot and CO/HC emissions, while the same conditions can increase NO_x emissions [4,5].

At this point, oxygenated fuel additives stand out as one of the viable options for improving diesel combustion. The oxygen-carrying properties of oxygenated compounds can contribute to further oxidation of carbon, especially in locally rich regions where oxygen is scarce. This effect can lead to reductions in CO, HC, and soot emissions [1,6]. However, the effect of oxygenated additives is not solely dependent on oxygen content; properties such as lower calorific value, density, viscosity, cetane number, volatility, latent heat of vaporization, and miscibility with diesel fuel also directly affect combustion characteristics. Therefore, if the additive ratio is not selected appropriately, an increase in specific fuel consumption, a decrease in thermal efficiency, or an increase in NO_x emissions may be observed [2,7,8]. Another important effect of oxygenated additives is their ability to alter fuel injection and mixture formation behavior [9]. Changes in density and viscosity can affect fuel spray breakup, droplet size, and the evaporation process. Improved atomization and faster evaporation help complete combustion; however, using high concentrations of low-energy additives can lead to increased fuel consumption for the same brake power. Therefore, adding low concentrations of oxygenated additives to diesel fuel is generally considered an approach to maintain a balance between improved combustion and reduction in fuel energy content [1,7,10].

Ester-based fuels and additives are of particular importance in this context. The majority of biodiesel fuels consist of fatty acid methyl or ethyl esters, and their use in diesel engines has provided a significant body of literature for understanding the effect of ester structure on combustion and emission behavior. Generally, the oxygen contained in ester structures tends to reduce soot, CO, and HC emissions; however, properties such as higher density, different viscosity, and lower calorific value can alter BSFC and NOx results depending on engine load and blend ratio [7,10–12]. Therefore, the effect of ester additives in diesel engines cannot be explained simply by the approach that "it reduces emissions because it contains oxygen." Acetate derivatives are also a noteworthy group within ester-based oxygenated compounds. Although a significant portion of the research on ethyl acetate has focused on spark-ignition engines, fundamental flame studies, and HCCI combustion strategies, these studies demonstrate

that acetate derivatives can alter the combustion and emission behavior of oxygenated fuel components [13–16].

In the literature, the effects of oxygen-containing additives on diesel combustion have mostly been discussed in terms of changes in soot, CO, and HC emissions. Previous studies on oxygenated diesel fuels have shown that fuel-bound oxygen can reduce smoke/soot formation by supporting oxidation in locally fuel-rich regions [6,7]. Choi and Reitz investigated oxygenated fuel mixtures and multiple injection strategies together in a direct injection diesel engine; they showed that oxygenated components can reduce particulate matter formation, especially under high load conditions, but the ultimate effect varies with the injection strategy and operating conditions [6]. In their comprehensive evaluation of biodiesel fuels, Lapuerta et al. emphasized that ester-based oxygenated fuels generally tend to reduce PM, CO, and HC emissions, while NO_x behavior varies depending on fuel properties, engine type, and operating conditions [7]. In the specific case of diesel engines, the use of acetate derivatives as fuel additives or secondary fuels is still represented by a limited number of studies. Çelik used ethyl acetate as a secondary fuel in a dual-fuel diesel engine and reported that HC, CO, and soot emissions could be reduced, especially under high load conditions [17]. This result is significant because it demonstrates that acetate-based oxygenated compounds have the potential to reduce incomplete oxidation products in diesel combustion. However, generalizing the results obtained for ethyl acetate directly to isoamyl acetate is incorrect. This is because isoamyl acetate is a different ester compound with a longer carbon chain, which can have different effects on fuel density, volatility, oxygen content, mixture formation, and combustion behavior. Therefore, the effects of low-ratio isoamyl acetate–diesel blends on engine performance and emission characteristics should be experimentally evaluated.

This study experimentally investigated the effect of adding low percentages of isoamyl acetate to diesel fuel on engine performance and exhaust emissions. Pure diesel fuel (D100) was used as the reference fuel, and in addition, volumetric mixtures of 95% diesel + 5% isoamyl acetate (D95IA5) and 90% diesel + 10% isoamyl acetate (D90IA10) were prepared. Experiments were carried out at a constant engine speed of 1800 rpm, under no-load and torque conditions of 4 Nm, 8 Nm, 12 Nm, and 16 Nm. In this study, specific fuel consumption (BSFC), thermal efficiency, CO, HC, CO_2, NO_x, O_2, and soot emissions were evaluated together. Thus, the study evaluated the overall effects of isoamyl acetate addition on diesel combustion behavior under different load conditions.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Test Engine and Exhaust Emission Device Specifications

The experiments were carried out using a single-cylinder, four-stroke Antor 3LD510 diesel engine. The main technical specifications of the test engine are given in Table 1. Exhaust emissions were measured using a BILSA exhaust emission measurement device. The Measurement ranges and sensitivities of the exhaust emission device are presented in Table 2.

Table 1. Technical specifications of the test engine.

Parameter	Specification
Make/model	Antor 3LD510
Operating principle	Four-stroke
Number of cylinders	1
Bore	85 mm
Stroke	90 mm
Displacement	510 cm^3
Compression ratio	17.5:1
Maximum torque	32 Nm at 1800 rpm
Maximum power	7.3 kW
Injector opening pressure	183 bar
Injection timing	25° BTDC

Table 2. Measurement range and sensitivity of the exhaust emission device.

Parameter	Measurement range	Sensitivity
CO	0–10%	0.01%
CO_2	0–20%	0.01%
HC	0–10000 ppm	1 ppm
NO_x	0–5000 ppm	1 ppm
Opacity	0–100%	0.10%
K (darkening coefficient)	0–10.00	0.01 m^{-1}

2.2. Test Fuels and Fuel Blend Preparation

Pure diesel fuel was used as the reference fuel in this study. Isoamyl acetate was added to diesel fuel at volumetric ratios of 5% and 10%. The prepared test fuels are given in Table 3. In the fuel codes, D and IA denote diesel and isoamyl acetate, respectively. The fuel components were measured according to the specified volumetric ratios and mixed in clean containers until a homogeneous blend was obtained. Before the experiments, the prepared fuels were visually checked for phase separation, turbidity, or precipitation.

Table 3. Prepared test fuel blends.

Fuel code	Fuel composition (vol.%)
D100	100% diesel
D95IA5	95% diesel + 5% isoamyl acetate
D90IA10	90% diesel + 10% isoamyl acetate

The main physicochemical properties of diesel fuel and isoamyl acetate are presented in Table 4. These properties are important for interpreting the changes in fuel consumption, thermal

efficiency, and exhaust emissions. Isoamyl acetate has an oxygenated ester structure; therefore, it may support oxidation during combustion. However, its lower calorific value compared with diesel fuel may also affect BSFC and thermal efficiency, especially as the blending ratio increases.

Table 4. Main physicochemical properties of diesel fuel and isoamyl acetate.

Property	**Diesel** [18]	**Isoamyl acetate**
Density (kg/m³)	830	876
Lower calorific value, LHV (MJ/kg)	42.5	30.5
Kinematic viscosity (cSt)	2.5	≈1.0
Oxygen content (wt.%)	0	24.6
Stoichiometric air–fuel ratio	14.5	10.1
Boiling point / range (°C)	180–360	142

2.3. Experimental Setup and Test Procedure

The schematic representation of the experimental setup is shown in Figure 1. The system mainly consisted of a single-cylinder diesel engine, dynamometer, load cell, encoder, control panel, computer, precision balance, fuel tank, and exhaust emission measurement device. The diesel engine was coupled to the dynamometer, and the engine load was adjusted through the control panel. Engine speed was monitored using an encoder, while torque data were obtained from the load cell. Fuel consumption was determined by measuring the fuel mass change with a precision balance. Exhaust emissions including CO, HC, CO_2, NO_x, O_2, and smoke were measured using the exhaust emission device.

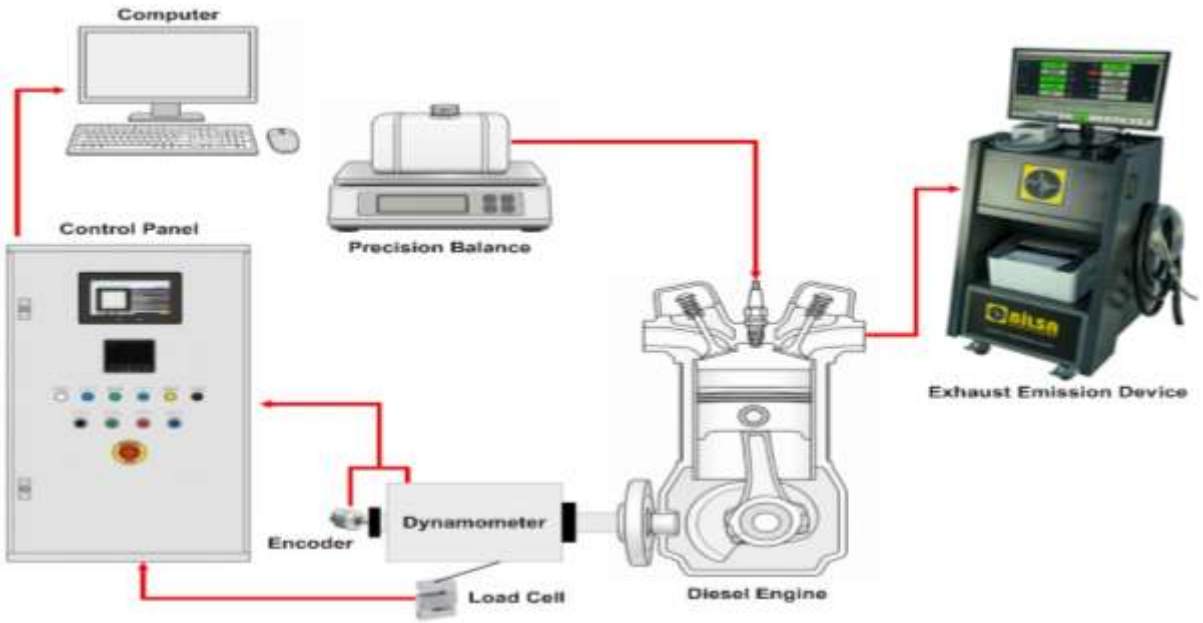


Fig. 1. Schematic representation of the experimental setup.

All experiments were carried out at a constant engine speed of 1800 rpm. The test fuels D100, D95IA5, and D90IA10 were tested under five different load conditions: no-load, 4 Nm, 8 Nm, 12 Nm, and 16 Nm. For each test condition, the engine was first operated until steady-state conditions were reached. Then, fuel consumption, engine load, engine speed, and exhaust emission data were recorded. The same test procedure was applied for all test fuels to ensure a reliable comparison between diesel fuel and isoamyl acetate/diesel blends.

2.4. Uncertainty Analysis

An uncertainty analysis was performed to evaluate the reliability of the measured and calculated parameters. Systematic and random uncertainties were considered, and the total uncertainty was calculated using the root-sum-square (RSS) method. The tests were repeated at least twice for each fuel and load condition, and the average values were used in the evaluation.

The uncertainties of the calculated performance parameters were determined by considering the uncertainties in torque, engine speed, fuel consumption, and fuel properties. Engine torque was measured using the load cell of the dynamometer system with an uncertainty of ±0.1 Nm. Fuel consumption was measured using a precision balance, and the uncertainty of fuel mass flow rate was taken as ±0.6%. The total uncertainties for brake specific fuel consumption (BSFC) and brake thermal efficiency (BTE) were calculated as ±1.8% and ±2.0%, respectively.

Exhaust emissions were measured using a calibrated exhaust gas analyzer and smoke measurement device. The measurement uncertainties were considered as ±1% for CO and CO_2, ±1.5% for HC, ±1.5% for NO_x, and ±1% for smoke. After repeated measurements, the total uncertainty values remained within the acceptable range for all measured and calculated parameters.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Fuel Consumption and Thermal Efficiency

Figure 2 presents the changes in BSFC and thermal efficiency for D100, D95IA5, and D90IA10 fuels under different engine loads. Since no useful brake power is produced at no-load operation, the performance discussion was based on the loaded conditions from 4 to 16 Nm. BSFC decreased with increasing load for all fuels, which is mainly related to the lower relative effect of mechanical and pumping losses at higher brake outputs. At 4 Nm, D95IA5 and D90IA10 reduced BSFC by 9.52% and 28.57%, respectively, compared with D100. At 8 Nm, the reductions were 1.82% for D95IA5 and 11.82% for D90IA10. This improvement at low and medium loads suggests that the oxygenated ester structure of isoamyl acetate supported the oxidation process when combustion was more sensitive to mixture formation. Similar fuel-additive studies also indicate that oxygen content, heating value, and blend ratio can change fuel consumption and efficiency together rather than independently [1,3].

At higher loads, the BSFC trend changed. Compared with D100, D95IA5 and D90IA10 increased BSFC by 8.80% and 6.40% at 12 Nm, and by 10.79% and 14.39% at 16 Nm, respectively. This shows that the lower calorific value of isoamyl acetate became more dominant as the load increased. In other words, the additional oxygen in the blend may improve local oxidation, but the lower energy content of the additive can require more fuel to obtain the same brake output. This trade-off between combustion improvement and lower fuel energy content is commonly reported for oxygenated diesel/biodiesel-type fuel blends [7,9].

Thermal efficiency generally showed an opposite trend to BSFC. At 4 Nm, D95IA5 and D90IA10 increased thermal efficiency by 11.80% and 43.27%, respectively, compared with D100. At 8 Nm, the increases were 3.03% and 16.05%. These results show that isoamyl acetate was more beneficial under low-to-medium load operation, especially at the 10% blending ratio. However, at 12 Nm, thermal efficiency decreased by 7.03% for D95IA5 and 3.82% for D90IA10. At 16 Nm, the reductions reached 8.70% and 10.54%, respectively. Overall, D90IA10 showed the most favorable performance response at low loads, whereas pure diesel provided the highest thermal efficiency at the maximum load.

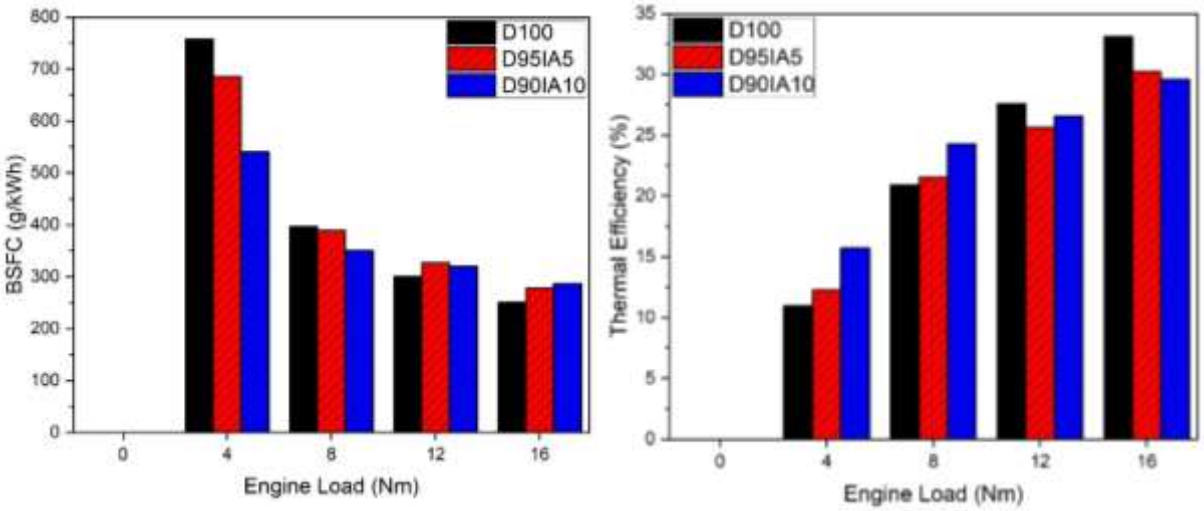


Fig. 2. Variation of BSFC and thermal efficiency with engine load for different test fuels.

3.2. Exhaust Emissions

Figure 3 shows the variation of CO emissions for D100, D95IA5, and D90IA10 fuels under different engine loads. CO is mainly formed when the carbon in the fuel cannot be fully oxidized to CO_2. Local rich mixture zones, insufficient oxygen utilization, lower combustion temperature, or short oxidation time may increase CO formation. In this respect, oxygenated additives can support CO oxidation by supplying additional oxygen to the combustion region; however, this effect is strongly dependent on fuel structure, blend ratio, and engine load [1,6].

The CO results showed a load-dependent response rather than a uniform improvement with isoamyl acetate addition. Under no-load operation, D95IA5 reduced CO by 8.06% compared with D100, whereas D90IA10 increased it by 8.06%. At 4 Nm, D95IA5 again gave a slight reduction of 4.08%, while D90IA10 increased CO by 12.24%. This indicates that a low isoamyl acetate ratio may help oxidation under very light load conditions. However, at 8 Nm, CO increased by 22.50% for D95IA5 and 30.00% for D90IA10. The highest increase was observed for D95IA5 at 12 Nm, reaching 54.35%, while D90IA10 increased CO by 10.87% at the same load. At 16 Nm, the increase remained 22.92% for D95IA5, but D90IA10 was almost close to diesel, with only a 2.08% increase.

Overall, isoamyl acetate did not provide a consistent CO reduction over the full load range. Although its oxygenated ester structure may support carbon oxidation, the changes in fuel energy content, evaporation behavior, and combustion development can limit this benefit at

medium and high loads. Similar studies on oxygenated diesel/biodiesel-type blends also report that CO emissions may decrease under some operating conditions but increase when the blend ratio or load condition changes the combustion balance [12,19].

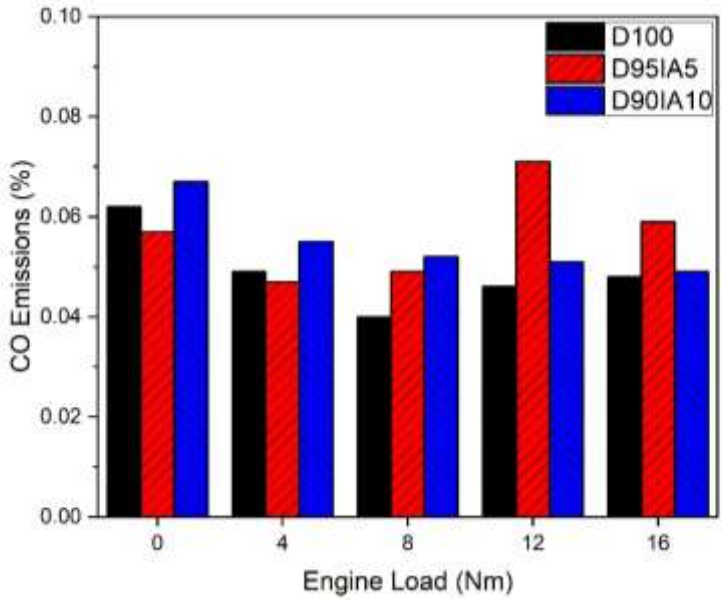


Fig. 3. Variation of CO emissions with engine load for different test fuels.

Figure 4 shows the variation of CO_2 emissions for D100, D95IA5, and D90IA10 fuels under different engine loads. CO_2 is mainly formed as the final oxidation product of carbon-containing fuels during combustion. When the oxidation of carbon is more complete, a larger fraction of carbon is converted into CO_2 instead of remaining as CO or unburned hydrocarbons. Therefore, CO_2 formation is closely related to combustion completeness, fuel carbon content, air–fuel interaction, and engine load [1,3].

For all test fuels, CO_2 emissions increased as the engine load increased. In D100, CO_2 rose from 2.353% at no-load to 6.493% at 16 Nm. A similar load-dependent increase was also observed for D95IA5 and D90IA10. Under no-load conditions, D95IA5 and D90IA10 reduced CO_2 by 7.05% and 10.37%, respectively, compared with D100. At 4 Nm, the differences were very small, with reductions of 0.31% for D95IA5 and 0.94% for D90IA10. At 8 Nm, D95IA5 caused a slight increase of 1.86%, whereas D90IA10 reduced CO_2 by 10.03%. This reduction for D90IA10 at 8 Nm is meaningful when considered together with its lower BSFC and higher thermal efficiency at the same load. In this case, the lower CO_2 value may be linked to improved energy conversion and lower fuel consumption rather than poor combustion. Similar load-sensitive behavior has been reported for oxygenated and biodiesel-type blends, where changes in fuel oxygen content and energy conversion efficiency alter CO_2 formation in different directions [10].

At 12 Nm, both isoamyl acetate blends produced higher CO_2 than D100. The increase was 8.35% for D95IA5 and 4.28% for D90IA10. This suggests that, at this load, the oxygenated ester structure of isoamyl acetate may have promoted carbon oxidation more strongly, although this did not directly correspond to the best performance result. At 16 Nm, the CO_2 values of all

fuels became very close, and D95IA5 and D90IA10 were slightly lower than D100 by 0.29% and 0.91%, respectively. Overall, isoamyl acetate addition did not create a unidirectional CO_2 trend. The 10% blend generally produced lower CO_2 at no-load, 4 Nm, 8 Nm, and 16 Nm, while both blends increased CO_2 at 12 Nm. This shows that the CO_2 response was governed by the combined effects of load, fuel consumption, oxygen availability, and combustion efficiency [7,10].

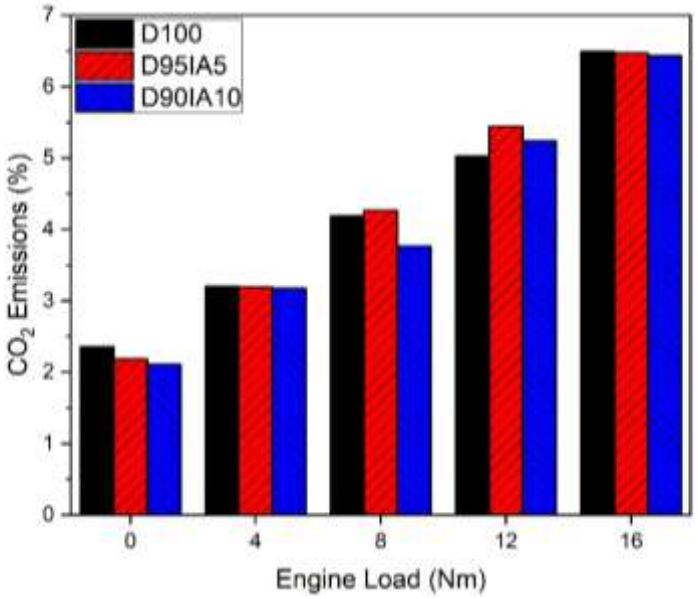


Fig. 4. Variation of CO_2 emissions with engine load for different test fuels.

Figure 5 shows the variation of HC emissions for D100, D95IA5, and D90IA10 fuels under different engine loads. HC emissions are mainly associated with incomplete combustion, flame quenching near the cylinder wall, poor fuel evaporation, locally rich zones, and insufficient oxidation time. In diesel combustion, better air–fuel interaction and the presence of oxygen in the fuel structure can help oxidize unburned hydrocarbon species before they leave the cylinder. For this reason, oxygenated ester-type additives may reduce HC emissions when their blend ratio does not disturb the main combustion process [1,17,20].

The addition of isoamyl acetate clearly reduced HC emissions at all load conditions. Under no-load operation, D95IA5 and D90IA10 decreased HC emissions by 61.54% and 15.38%, respectively, compared with D100. At 4 Nm, the reductions were 59.26% for D95IA5 and 33.33% for D90IA10. A similar trend continued at medium loads; at 8 Nm, HC emissions decreased by 55.17% with D95IA5 and 41.38% with D90IA10. At 12 Nm, the reductions reached 56.67% and 46.67%, respectively. These results indicate that isoamyl acetate improved the oxidation of unburned fuel fragments, especially in the D95IA5 blend.

At 16 Nm, both blends produced the same HC value of 13 ppm, corresponding to a 56.67% reduction compared with D100. This shows that the HC reduction effect became more balanced at the highest load. Overall, D95IA5 gave the most stable HC reduction over the full load range, while D90IA10 became more effective as the load increased. The lower HC levels obtained with isoamyl acetate blends can be linked to the oxygenated ester structure of the additive,

which may support the oxidation of unburned hydrocarbons during combustion. A similar reduction tendency in HC emissions was also reported when ethyl acetate was used as a secondary fuel in a diesel engine, particularly under loaded operating conditions [17].

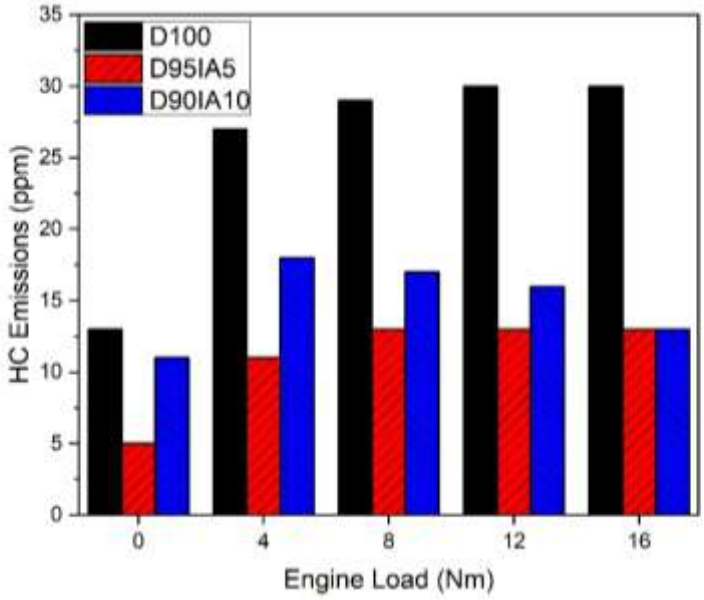


Fig. 5. Variation of HC emissions with engine load for different test fuels.

Figure 6 shows the variation of NO_x emissions for D100, D95IA5, and D90IA10 fuels under different engine loads. In diesel engines, NO_x is mainly formed through high-temperature reactions between nitrogen and oxygen in the combustion chamber. Therefore, local flame temperature, oxygen availability, residence time at high temperature, and load-dependent heat release strongly affect NO_x formation. Although oxygenated additives can support oxidation, their influence on NO_x may change depending on whether the dominant effect is improved combustion or a reduction in combustion temperature due to lower fuel energy content. The load-dependent NO_x behavior of ester-type oxygenated fuels has also been noted in recent diesel-engine studies using ethyl acetate as an auxiliary fuel [8,17].

The addition of isoamyl acetate reduced NO_x emissions at all test conditions. Under no-load operation, D95IA5 and D90IA10 decreased NO_x by 18.18% and 34.55%, respectively, compared with D100. At 4 Nm, the reductions became more pronounced, reaching 34.78% for D95IA5 and 43.81% for D90IA10. The strongest reduction was obtained at 8 Nm with D90IA10, where NO_x decreased by 51.35%. At the same load, D95IA5 also provided a considerable reduction of 34.05%. This suggests that isoamyl acetate addition limited the thermal conditions responsible for NO_x formation, despite its oxygenated structure.

At higher loads, the reduction trend continued but became less uniform. At 12 Nm, D95IA5 and D90IA10 reduced NO_x by 33.55% and 34.82%, respectively. At 16 Nm, the reductions decreased to 9.41% for D95IA5 and 20.39% for D90IA10. This narrowing difference at the highest load may be associated with increased fuel energy demand and stronger heat release as the engine load increases. Overall, D90IA10 gave the most effective NO_x reduction over most of the load range, while D95IA5 was still lower than D100 at every operating condition. These

results indicate that isoamyl acetate/diesel blends can reduce NO_x formation, but the magnitude of this benefit depends strongly on engine load and blending ratio.

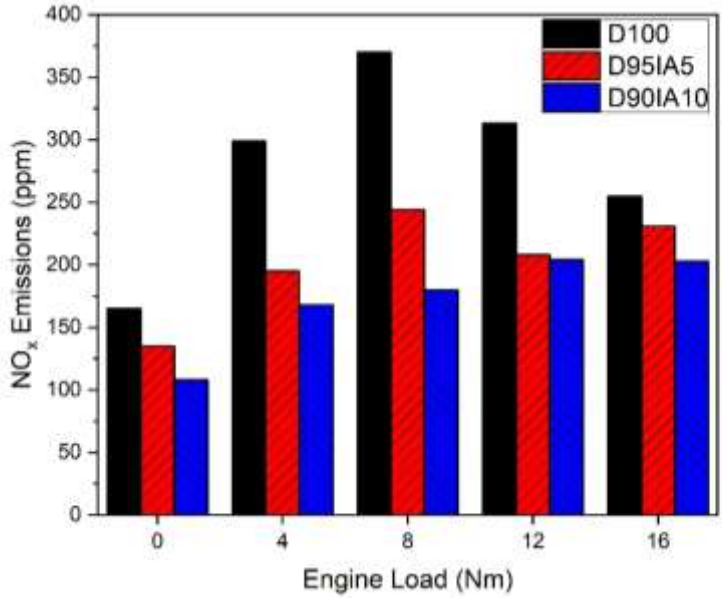


Fig. 6. Variation of NO_x emissions with engine load for different test fuels.

Figure 7 shows the variation of exhaust O_2 for D100, D95IA5, and D90IA10 fuels under different engine loads. Exhaust O_2 is not a pollutant itself, but it is useful for interpreting combustion tendency and oxygen utilization. In general, lower exhaust O_2 indicates that a larger portion of the available oxygen is consumed during combustion, while higher O_2 may be related to excess air, fuel-bound oxygen, or incomplete use of the available oxygen. Therefore, O_2 results should be discussed together with CO, HC, NO_x, and smoke emissions rather than separately. Similar interpretations have been made for oxygenated ester-type fuel use in diesel engines [6,17].

For all test fuels, exhaust O_2 decreased as engine load increased. This is an expected result because higher load requires more fuel to be burned, and more oxygen is consumed in the combustion process. For D100, O_2 decreased from 17.00% at no-load to 9.95% at 16 Nm. The same downward trend was observed for D95IA5 and D90IA10. Compared with D100, D95IA5 increased O_2 by 2.18% at no-load and 2.90% at 4 Nm, while it remained almost unchanged at 8 Nm and 12 Nm, with slight decreases of 0.15% and 0.25%, respectively. At 16 Nm, D95IA5 again gave a 2.91% higher O_2 value than D100.

D90IA10 generally produced higher exhaust O_2 than D100 over the whole load range. The increases were 2.35%, 3.36%, 6.34%, 2.71%, and 5.63% at no-load, 4 Nm, 8 Nm, 12 Nm, and 16 Nm, respectively. This behavior can be linked to the oxygenated structure of isoamyl acetate and the higher additive ratio in D90IA10. However, the higher O_2 values should not be interpreted as poorer combustion alone. In the same load range, D90IA10 also reduced HC and NO_x emissions, showing that part of the additional oxygen may have supported oxidation while the remaining oxygen appeared in the exhaust. Overall, isoamyl acetate addition slightly increased residual exhaust O_2, especially at the 10% blending ratio.

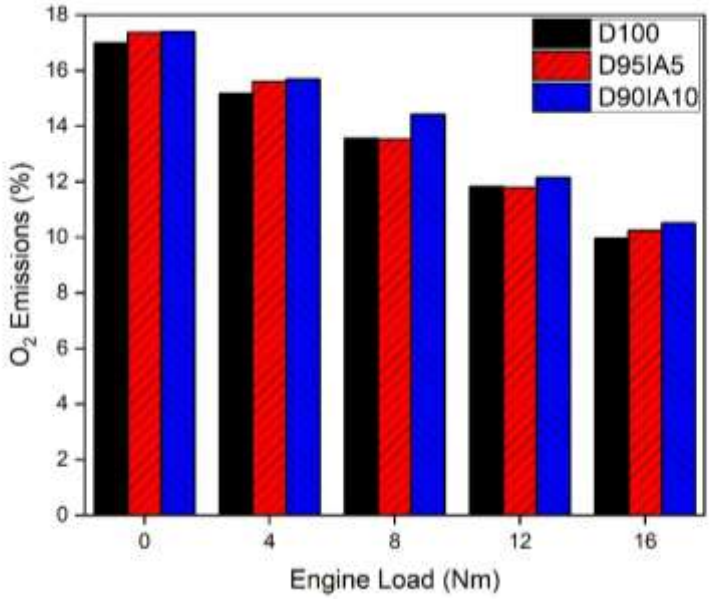


Fig. 7. Variation of O_2 emissions with engine load for different test fuels.

Figure 8 shows the variation of soot emissions for D100, D95IA5, and D90IA10 fuels under different engine loads. Soot in diesel combustion is mainly formed in locally fuel-rich regions where fuel pyrolysis and incomplete oxidation occur. Although oxygenated additives can support soot oxidation, this effect depends on combustion temperature, residence time, local mixture quality, and the amount of fuel supplied to the cylinder. Therefore, a fuel-bound oxygen effect does not always guarantee lower soot emissions [1,17].

Soot emissions increased with engine load for all test fuels. Since D100 produced no measurable soot under no-load operation, percentage comparison at this point was not meaningful; however, D95IA5 and D90IA10 gave 0.01 K and 0.07 K, respectively. At 4 Nm, soot increased by 100% for D95IA5 and 700% for D90IA10 compared with D100. The same tendency continued at 8 Nm, where the increases were 150% and 350%, respectively. At 12 Nm, D95IA5 and D90IA10 increased soot by 120% and 180%, while at 16 Nm the increases reached 114.29% and 157.14%. The highest soot values were obtained with D90IA10 at all load conditions, showing that the increase in isoamyl acetate ratio intensified the soot tendency.

This finding is noteworthy because the isoamyl acetate blends reduced HC and NO_x emissions but increased soot. The lower NO_x values suggest a possible reduction in local combustion temperature, while the higher residual O_2 values indicate that some oxygen remained unused in the exhaust. Under these conditions, soot oxidation may have been limited even though the fuel contained additional oxygen. In addition, the lower heating value of isoamyl acetate can increase the required fuel amount at higher loads, which may promote locally rich zones and particle formation. Overall, isoamyl acetate did not improve soot behavior in this engine, and D95IA5 was more favorable than D90IA10 in terms of soot emissions.

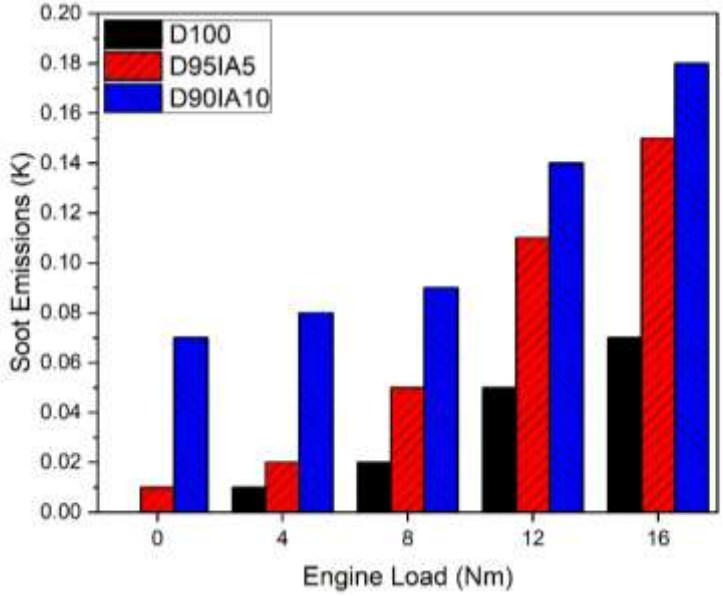


Fig. 8. Variation of soot emissions with engine load for different test fuels.

4. CONCLUSIONS

This study experimentally investigated the effects of isoamyl acetate addition to diesel fuel on engine performance and exhaust emissions at a constant engine speed of 1800 rpm under different load conditions. The main conclusions are as follows:

- BSFC decreased at low and medium loads with isoamyl acetate addition. The best result was obtained with D90IA10 at 4 Nm, where BSFC decreased by 28.57% compared with D100.
- Thermal efficiency improved mainly at low loads. The highest increase was achieved with D90IA10 at 4 Nm, reaching 43.27%.
- CO emissions did not show a stable reduction trend. D95IA5 slightly reduced CO at no-load and 4 Nm, but the highest increase was observed with D95IA5 at 12 Nm, reaching 54.35%.
- CO_2 emissions generally increased with engine load for all fuels. D90IA10 reduced CO_2 by 10.03% at 8 Nm, while both isoamyl acetate blends increased CO_2 at 12 Nm.
- HC emissions decreased clearly with isoamyl acetate addition. D95IA5 gave the most stable reduction, with a maximum decrease of 61.54% at no-load. At 16 Nm, both blends reduced HC by 56.67%.
- NO_x emissions decreased at all load conditions with both isoamyl acetate blends. The highest reduction was obtained with D90IA10 at 8 Nm, reaching 51.35%.
- Exhaust O_2 decreased as engine load increased. D90IA10 generally produced higher residual O_2 than D100, with the largest increase of 6.34% at 8 Nm.
- Soot emissions increased with isoamyl acetate addition. At 16 Nm, soot increased by 114.29% for D95IA5 and 157.14% for D90IA10 compared with D100.

Overall, D90IA10 was more effective for improving low-load performance and reducing HC and NO_x emissions. However, the increase in soot emissions and high-load BSFC limits should be considered carefully.

REFERENCES

[1] Ali Ijaz Malik M, Kalam MA, Mujtaba Abbas M, Susan Silitonga A, Ikram A. Recent advancements, applications, and technical challenges in fuel additives-assisted engine operations. Energy Convers Manag 2024;313. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118643.

[2] Reşitoğlu İA, Altinişik K, Keskin A. The pollutant emissions from diesel-engine vehicles and exhaust aftertreatment systems. Clean Technol Environ Policy 2015;17:15–27. https://doi.org/10.1007/s10098-014-0793-9.

[3] Agarwal AK. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. Prog Energy Combust Sci 2007;33:233–71. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2006.08.003.

[4] Tree DR, Svensson KI. Soot processes in compression ignition engines. Prog Energy Combust Sci 2007;33:272–309. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2006.03.002.

[5] Dec JE. A Conceptual Model of DI Diesel Combustion Based on Laser-Sheet Imaging*, 1997. https://doi.org/10.4271/970873.

[6] Choi CY, Reitz RD. An experimental study on the effects of oxygenated fuel blends and multiple injection strategies on DI diesel engine emissions. Fuel 1999;78:1303–17. https://doi.org/10.1016/S0016-2361(99)00058-7.

[7] Lapuerta M, Armas O, Rodríguez-Fernández J. Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. Prog Energy Combust Sci 2008;34:198–223. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.07.001.

[8] Hoekman SK, Robbins C. Review of the effects of biodiesel on NOx emissions. Fuel Processing Technology 2012;96:237–49. https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.12.036.

[9] Knothe G. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. Fuel Processing Technology 2005;86:1059–70. https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2004.11.002.

[10] Szybist JP, Song J, Alam M, Boehman AL. Biodiesel combustion, emissions and emission control. Fuel Processing Technology 2007;88:679–91. https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2006.12.008.

[11] Kumar N, Varun, Chauhan SR. Performance and emission characteristics of biodiesel from different origins: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2013;21:633–58. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.006.

[12] Magara- Gomez KT, Olson MR, Okuda T, Walz KA, Schauer JJ. Sensitivity of hazardous air pollutant emissions to the combustion of blends of petroleum diesel and biodiesel fuel. Atmos Environ 2012;50:307–13. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.12.007.

[13] Çakmak A, Kapusuz M, Özcan H. Experimental research on ethyl acetate as novel oxygenated fuel in the spark-ignition (SI) engine. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects 2023;45:178–93. https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1736216.

[14] Yeşilyurt MK, Erol D, Yaman H, Doğan B. Effects of using ethyl acetate as a surprising additive in SI engine pertaining to an environmental perspective. International Journal of

Environmental Science and Technology 2022;19:9427–56. https://doi.org/10.1007/s13762-021-03706-3.

[15] Oppong F, Zhongyang L, Li X, Xu C. Investigations on laminar premixed flame characteristics of ethyl acetate. Combust Flame 2021;230:111454. https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2021.111454.

[16] Kale AV, Krishnasamy A. Optimization of homogeneous charge compression ignition combustion in a light-duty diesel engine operated using ethyl acetate-gasoline blends. International Journal of Engine Research 2023;24:3000–16. https://doi.org/10.1177/14680874221138126.

[17] Çelik HA. Çift yakıtlı dizel motorunda ikinci yakıt olarak etil asetat kullanımının motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2025;40:1259–70. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1540598.

[18] Arda E, Çelebi S, Demir U, Seçgin Ö. EFFECT OF CARBON NANOTUBE ADDITIVES ON DIESEL ENGINE PERFORMANCE, COMBUSTION, AND EMISSIONS UNDER VARIABLE EGR CONDITIONS. Heat Transf Res 2026;57:63–98. https://doi.org/10.1615/HeatTransRes.2025061352.

[19] Nabi MdN, Akhter MdS, Zaglul Shahadat MMd. Improvement of engine emissions with conventional diesel fuel and diesel–biodiesel blends. Bioresour Technol 2006;97:372–8. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.013.

[20] Peng C-Y, Lan C-H, Yang C-Y. Effects of biodiesel blend fuel on volatile organic compound (VOC) emissions from diesel engine exhaust. Biomass Bioenergy 2012;36:96–106. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.10.016.

EFFECT OF LOW-LEVEL NITROMETHANE AS A DIESEL FUEL ADDITIVE ON THE PERFORMANCE AND EMISSION CHARACTERISTICS OF A SINGLE-CYLINDER DIESEL ENGINE

Emrah Arda[1,2], Samet Çelebi[3,2], Ömer Cihan[4,2] and Üsame Demir[5]

[1]Department of Machinery and Metal Technologies Arifiye Vocational School Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye, emraharda@subu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5496-3764

[2]Sakarya University of Applied Sciences Automotive Technologies Application and Research Center, Sakarya, Türkiye

[3]Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies Arifiye Vocational School Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye, scelebi@subu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-4616-3935

[4]Department of Machinery and Metal Technologies Hendek Vocational School Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye, omercihan@subu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-8103-3063

[5]Department of Mechanical Engineering, Engineering Faculty, Bilecik Şeyh Edebali University, Bilecik, Türkiye, usame.demir@bilecik.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-7383-1428

Abstract

This study experimentally investigated the effects of low-level nitromethane addition to diesel fuel on the performance and exhaust emissions of a single-cylinder diesel engine. Pure diesel fuel was used as the reference fuel and coded as D100, while the test blend was prepared by adding 2000 ppm nitromethane to diesel fuel and coded as D100NM2000. The experiments were carried out at a constant engine speed of 1800 rpm under no-load, 4 Nm, 8 Nm, 12 Nm, and 16 Nm load conditions. Brake specific fuel consumption, brake thermal efficiency, CO, CO_2, HC, NO_x, O_2, and soot emissions were evaluated comparatively. The results showed that the effect of nitromethane addition was strongly dependent on engine load. D100NM2000 improved fuel consumption (BSFC) and thermal efficiency at all loaded operating conditions, with the most pronounced performance benefit observed at low load. CO_2 emissions were slightly lower with D100NM2000 over the entire load range, although the difference between the fuels became very limited at high load. The nitromethane-added blend provided clear advantages in HC and NO_x emissions, indicating a favorable effect on unburned hydrocarbon reduction and NO_x suppression. However, CO emissions increased with D100NM2000 at all loads, suggesting that complete carbon oxidation was not fully promoted under the tested conditions. The most critical drawback was observed in soot emissions, which increased considerably with nitromethane addition. Overall, D100NM2000 improved fuel consumption, thermal efficiency, HC, and NO_x emissions, whereas the increases in CO and especially soot should be considered as limiting factors.

Keywords: Diesel engine; Nitromethane; Fuel additive; Engine performance; Exhaust emissions

5. INTRODUCTION

Diesel engines are still widely used in transportation, agricultural machinery, generators, and stationary power systems due to their high thermal efficiency, robust operating characteristics, and the advantage of high torque they offer, especially under medium-to-high load conditions [1,2]. Despite advances in electric and hybrid drive systems, diesel engines are expected to retain their importance in the short to medium term for applications where long operating time, high load-carrying capacity, and fuel economy are priorities [1,3]. However, the diesel combustion process poses significant environmental problems in terms of nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), unburned hydrocarbons (HC), carbon dioxide (CO_2), and soot emissions [2,4]. The formation of these emissions is directly related to injection characteristics, air-fuel mixture quality, cylinder temperature, oxygen availability, and the formation of locally fuel-rich regions/zones [5]. Therefore, fuel-based improvement strategies that can be implemented in the existing diesel engine infrastructure without requiring major design changes stand out as an important research area in terms of maintaining performance and reducing emissions [1,3].

In diesel engines, performance and emission behavior vary significantly depending on engine load. Under low load conditions, cylinder temperature and combustion intensity are relatively limited, making complete fuel oxidation more difficult and potentially leading to increased CO and HC emissions [4]. As the load increases, the amount of fuel delivered to the cylinder and the energy released also increase; this can improve thermal efficiency and reduce incomplete combustion products under suitable combustion conditions [5]. However, the same increase in load can also promote NO_x formation due to rising cylinder temperatures [4,5]. Soot emissions are mostly associated with locally fuel-rich and oxygen-deficient regions formed during diffusion combustion, limited air–fuel mixing, and incomplete oxidation processes [1]. Therefore, evaluating diesel engines based solely on fuel consumption or only a single emission parameter is insufficient. A combined assessment of specific fuel consumption (BSFC), thermal efficiency, CO, HC, CO_2, NO_x, O_2, and soot emissions provides a more balanced and realistic interpretation of fuel behavior [1,3].

The use of fuel additives in diesel engines has been extensively researched in recent years with the aim of improving combustion quality and reducing exhaust emissions. Oxygen-containing additives, thanks to the additional oxygen present in the fuel structure, can support carbon oxidation, especially in locally fuel-rich zones, and contribute to the reduction of CO, HC, and soot emissions [3,6]. However, the effect of an additive is not solely dependent on oxygen content; density, viscosity, lower calorific value, volatility, cetane number, spray behavior, and blend ratio can also directly influence the combustion process [1]. Current diesel engine research indicates that biodiesel, alcohol derivatives, nano-additives, and various oxygenated components can improve thermal efficiency and reduce incomplete combustion emissions under certain conditions, but trade-offs in BSFC or NO_x emissions can also occur depending on fuel characteristics [5,7]. Therefore, the impact of low-percentage fuel additives should be evaluated not only in terms of their emission reduction potential, but also in terms of performance and combustion characteristics depending on load variation [1,4].

Nitromethane occupies a unique position among diesel fuel additives due to its composition, which includes both oxygen and nitrogen. While oxygen-containing fuel additives generally

have the potential to reduce CO, HC, and soot formation by promoting oxidation in locally fuel-rich zones, the chemical structure and blend ratio of the additive are key factors determining the direction of this effect [3]. Nitromethane's high oxygen content can be considered a property that may support carbon oxidation in a diesel combustion environment; however, due to its nitrogen content, it also needs to be carefully considered in terms of NO_x formation. Therefore, the effect of nitrogen and oxygen-containing additives such as nitromethane should be evaluated not only in terms of their potential to improve combustion, but also in terms of their mutual effects on NO_x, O_2, and soot emissions [1,8]. While basic fuel properties are largely preserved, especially with low additive rates, measurable changes can occur in the combustion process. This necessitates investigating the effects of additives at ppm levels on diesel engine performance and emission behavior under different load conditions.

The use of oxygenated fuel components and additives in diesel engines has been studied by various researchers in the literature. Çelik investigated the use of ethyl acetate in a dual-fuel diesel engine and reported that improvements in HC, CO, and smoke emissions were achieved, especially under high load conditions [9]. Kale and Krishnasamy demonstrated that oxygenated biofuel components alter the combustion, performance, and emission behavior in compression-ignition combustion strategies; they also showed that the effect of such fuels on efficiency and emissions is sensitive to operating conditions [10]. In their study examining the effects of fuel additives on engine performance and exhaust emissions, Daud et al. emphasized that the type of additive, the blend ratio, and the engine operating conditions should be considered together [3]. Malik et al. stated that focusing solely on emission reduction is insufficient in current fuel additive applications; parameters such as fuel consumption, combustion quality, fuel stability, and applicability to existing engines must also be considered together [1]. These studies show that oxygen-based additives can provide benefits in diesel engines under certain conditions; however, they can also have negative consequences in NO_x, BSFC, or load-dependent emission behavior.

Despite this, the effect of adding very low levels of nitromethane to diesel fuel on engine performance and exhaust emissions is not sufficiently clear. While current studies focus mostly on biodiesel, alcohol derivatives, ester-structured compounds, or different oxygenated additives, the use of nitromethane as a diesel fuel additive at ppm levels remains limited. This deficiency is important because a low-level additive can affect the combustion process, oxygen utilization, soot formation, and NO_x behavior without significantly altering the fundamental physical properties of the fuel. In this study, pure diesel fuel D100 was used as the reference fuel, and the mixture prepared by adding 2000 ppm of nitromethane to the diesel fuel was named D100NM2000. Experiments were carried out at a constant engine speed of 1800 rpm under no-load conditions and torque conditions of 4 Nm, 8 Nm, 12 Nm, and 16 Nm. In this study, the effect of D100NM2000 fuel was evaluated in terms of BSFC, thermal efficiency, CO, HC, CO_2, NO_x, O_2, and soot emissions. In this respect, the study aims to provide an experimental contribution to the gap in the literature by revealing the load-dependent performance and emission behavior of diesel engines with low-level nitromethane additive.

6. MATERIALS AND METHODS

6.1. Engine Test System and Measurement Instruments

The experimental study was conducted using a single-cylinder, four-stroke, direct-injection diesel engine. The same engine test system was used for all fuel tests in order to compare the reference diesel fuel and nitromethane-added diesel fuel under identical operating conditions. The test engine was an Antor 3LD510 diesel engine with a displacement volume of 510 cm^3, a compression ratio of 17.5:1, and a rated maximum power of 7.3 kW. The main technical specifications of the test engine are summarized in Table 1.

Table 1. Technical specifications of the test engine.

Parameter	Specification
Make/model	Antor 3LD510
Operating principle	Four-stroke
Number of cylinders	1
Stroke	90 mm
Bore	85 mm
Displacement	510 cm^3
Compression ratio	17.5:1
Maximum power	7.3 kW
Maximum torque	32 Nm at 1800 rpm
Injector opening pressure	183 bar
Injection timing	25° BTDC

Exhaust emission measurements were performed using a BILSA exhaust emission measurement device. The analyzer was used to determine the exhaust emission characteristics of the tested fuels, including CO, CO_2, HC, NO_x, O_2, and soot-related outputs. For soot evaluation, the opacity and darkening coefficient values obtained from the smoke measurement unit were considered. The measurement limits and sensitivities of the main exhaust emission parameters are given in Table 2.

Table 2. Measurement limit and sensitivity of the exhaust emission device.

Parameter	Measurement limit	Sensitivity
CO_2	0–20%	0.01%
CO	0–10%	0.01%
NO_x	0–5000 ppm	1 ppm
HC	0–10000 ppm	1 ppm
Opacity	0–100%	0.10%
K (darkening coefficient)	0–10.00	0.01 m^{-1}

6.2. Preparation and Characterization of Test Fuels

Pure diesel fuel was used as the reference fuel and coded as D100. The test blend was prepared by adding 2000 ppm nitromethane to diesel fuel and coded as D100NM2000. The prepared test fuels and their compositions are given in Table 3. The required amount of nitromethane was measured precisely and mixed with diesel fuel in a clean container until a homogeneous blend was obtained. Before the experiments, the prepared fuel was visually checked for phase separation, turbidity, or precipitation.

Table 3. Prepared test fuel blends.

Fuel code	Fuel composition (vol.%)
D100	100% diesel
D100NM2000	Diesel + 2000 ppm nitromethane

The main physicochemical properties of diesel fuel and nitromethane are presented in Table 4. These properties are important for interpreting fuel consumption, thermal efficiency, and exhaust emissions. Nitromethane has a high oxygen content and a lower calorific value than diesel fuel. Therefore, its addition may affect oxidation tendency, BSFC, thermal efficiency, NO_x formation, and soot emissions.

Table 4. Main physicochemical properties of diesel fuel and nitromethane.

Property	Diesel [11]	Nitromethane [8]
Density (kg/m³)	830	1138
Lower calorific value, LHV (MJ/kg)	42.5	11.3
Kinematic viscosity (cSt)	2.5	0.6
Oxygen content (wt.%)	0	52.3
Stoichiometric air–fuel ratio	14.5	1.7
Boiling point / range (°C)	180–360	101.2

6.3. Experimental Procedure and Operating Conditions

Fig. 1 illustrates the schematic layout of the experimental test setup. The setup included a single-cylinder diesel engine, dynamometer, load cell, encoder, control panel, computer, precision balance, fuel tank, and exhaust emission analyzer. The test engine was connected to the dynamometer, and the desired load conditions were controlled via the control panel. The encoder was used to measure engine speed, while the load cell provided the torque data. Fuel consumption was calculated based on the mass variation recorded by the precision balance. The exhaust emission analyzer was used to measure CO, HC, CO_2, NO_x, O_2, and soot emissions.

The experiments were performed at a fixed engine speed of 1800 rpm. Both test fuels, D100 and D100NM2000, were examined under five different operating conditions: no-load, 4 Nm, 8 Nm, 12 Nm, and 16 Nm. Before data collection, the engine was allowed to operate until stable operating conditions were achieved for each test point. After stabilization, fuel consumption, engine speed, torque, and exhaust emission values were recorded. An identical experimental

procedure was followed for both fuels to obtain a consistent comparison between pure diesel and the nitromethane-added diesel blend.

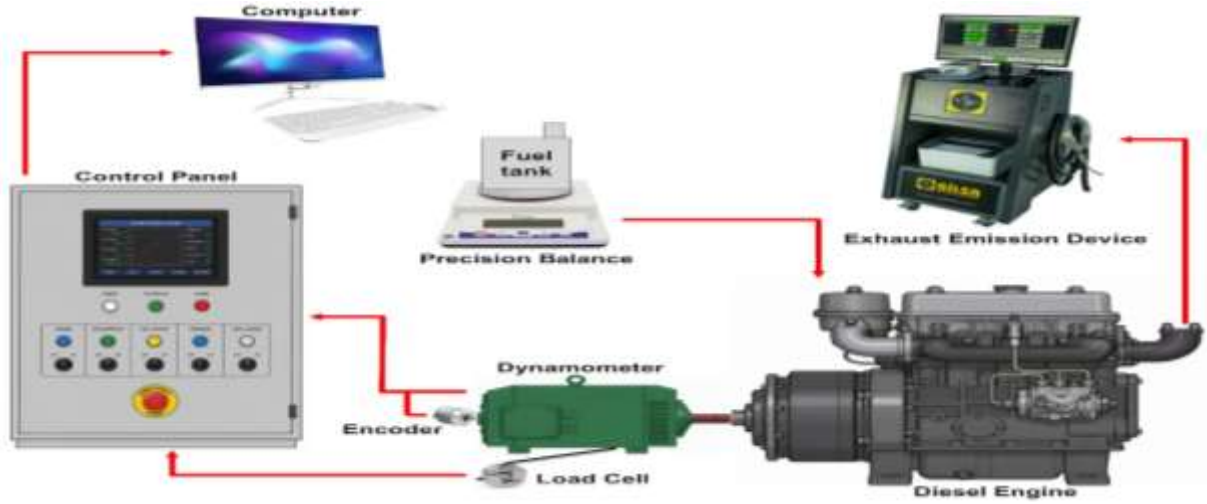


Fig. 1. Schematic representation of the experimental setup.

6.4. Uncertainty Analysis

The reliability of the experimental data was evaluated by considering both measurement-related and calculation-based uncertainties. For this purpose, systematic and random error sources were taken into account, and the combined uncertainty values were estimated using the root-sum-square (RSS) approach. Each fuel–load condition was tested at least twice, and the average values were used in the final evaluation.

The uncertainties considered for the measured and calculated parameters are summarized in Table 5. The uncertainties of BSFC and brake thermal efficiency were determined by considering the effects of torque, engine speed, fuel consumption, and fuel property variations. Exhaust emission uncertainties were based on the calibrated exhaust gas analyzer and smoke measurement unit. The calculated uncertainty values were found to be within acceptable limits for the experimental comparison.

Table 5. Uncertainty values of measured and calculated parameters.

Parameter	Source / method	Uncertainty
Engine torque	Dynamometer load cell	±0.1 Nm
Fuel mass flow rate	Precision balance	±0.6%
BSFC	Calculated parameter	±1.8%
Brake thermal efficiency	Calculated parameter	±2.0%
CO emission	Exhaust gas analyzer	±1.0%
CO_2 emission	Exhaust gas analyzer	±1.0%
HC emission	Exhaust gas analyzer	±1.5%
NO_x emission	Exhaust gas analyzer	±1.5%
Soot emission	Smoke measurement unit	±1.0%

7. RESULTS AND DISCUSSION

7.1. Fuel Consumption and Thermal Efficiency

Fig. 2 presents the variation of BSFC and thermal efficiency for D100 and D100NM2000 fuels under different engine loads. Since no useful brake power is produced under no-load operation, the performance evaluation was carried out only for the loaded conditions between 4 and 16 Nm. For both fuels, BSFC decreased as the engine load increased. This trend can be attributed to the reduced relative contribution of mechanical and pumping losses at higher brake outputs and to the more stable combustion conditions achieved with increasing load. In addition, higher load operation generally improves the conversion of released fuel energy into useful brake power, resulting in lower BSFC and higher thermal efficiency [1,12].

D100NM2000 showed lower BSFC than D100 at all loaded operating conditions. Compared with D100, BSFC decreased by 27.62% at 4 Nm, 9.09% at 8 Nm, 11.20% at 12 Nm, and 17.27% at 16 Nm. The highest reduction was obtained at 4 Nm, indicating that the addition of 2000 ppm nitromethane was particularly effective under light-load operation, where combustion is more sensitive to mixture formation and local oxidation quality. Since nitromethane was added at a ppm level, its low calorific value did not markedly reduce the overall energy content of the diesel blend. Therefore, the reduction in BSFC can be mainly associated with improved local oxidation reactions rather than a direct increase in fuel heating value. Additive type, oxygen content, fuel properties, and operating conditions can jointly influence BSFC and combustion efficiency in diesel engine applications [1,13]. In addition, nitromethane-containing CI engine fuel applications show that nitromethane can influence engine performance and emission characteristics depending on fuel composition and operating conditions [14].

Thermal efficiency increased with engine load for both fuels and showed an opposite trend to BSFC. D100NM2000 provided higher thermal efficiency than D100 over the entire loaded range. Compared with D100, the increases in thermal efficiency were 38.36% at 4 Nm, 10.16% at 8 Nm, 12.78% at 12 Nm, and 21.05% at 16 Nm. This improvement indicates that the addition of 2000 ppm nitromethane enhanced the conversion of fuel energy into useful brake power. The high oxygen content of nitromethane may support oxidation in locally fuel-rich regions during diesel combustion, while its very low addition ratio helps avoid a substantial penalty in the total fuel energy content. Improvements in brake thermal efficiency and reductions in BSFC are generally associated with enhanced combustion quality, improved oxidation, fuel oxygen content, and the dependence of combustion response on engine operating conditions [1,9,13].

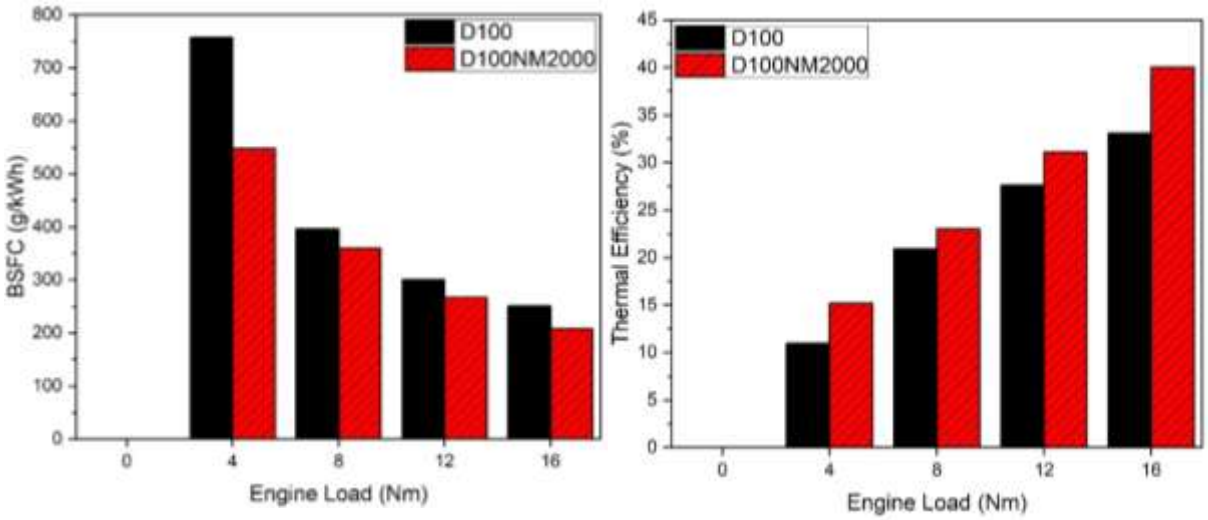


Fig. 2. Variation of BSFC and thermal efficiency with engine load for different test fuels.

7.2. Exhaust Emissions

Fig. 3 presents the variation of CO_2 emissions for D100 and D100NM2000 fuels under different engine loads. For both fuels, CO_2 emissions increased continuously with engine load. CO_2 emissions increased from 2.353% to 6.493% for D100 and from 2.050% to 6.464% for D100NM2000 as the engine load increased from no-load to 16 Nm. This trend is mainly associated with the higher amount of fuel burned per cycle and the increased oxidation of carbon-containing species at higher load conditions. CO_2 formation in diesel engine operation is strongly related to engine load, fuel consumption, fuel carbon content, and combustion conditions [13,15,16].

D100NM2000 produced lower CO_2 emissions than D100 at all engine loads. Compared with D100, CO_2 emissions decreased by 12.88% at no-load, 1.22% at 4 Nm, 3.96% at 8 Nm, 1.55% at 12 Nm, and 0.45% at 16 Nm. The highest relative reduction was obtained under no-load operation, while the difference between the two fuels became very small at 16 Nm. This indicates that the influence of 2000 ppm nitromethane addition was more visible at low and medium loads, whereas the increasing fuel demand at high load became the dominant factor controlling CO_2 formation. The lower CO_2 emissions of D100NM2000 can be interpreted together with its lower BSFC and higher thermal efficiency. Since nitromethane was added at a ppm level, it did not substantially change the overall carbon content or heating value of the diesel blend. Therefore, the reduction in CO_2 emissions is more likely related to the lower fuel consumption required to produce brake output and the improved conversion of fuel energy into useful work. In oxygenated/additive-assisted diesel engine applications, CO_2 emissions may increase when improved oxidation converts more CO and HC into CO_2, but they may also decrease when the reduction in fuel consumption and carbon input becomes more dominant [13,17].

The high oxygen content of nitromethane may support local oxidation reactions during diesel combustion; however, this effect did not lead to higher CO_2 concentration in the present experiments. This result suggests that the improved fuel-use efficiency of D100NM2000

compensated for the possible increase in CO_2 formation due to enhanced oxidation. The nearly identical CO_2 values at 16 Nm also show that the effect of 2000 ppm nitromethane addition on overall carbon conversion became limited under high-load operation. Nitromethane-containing CI engine fuel applications also indicate that the performance and emission responses depends strongly on fuel composition and operating conditions [14].

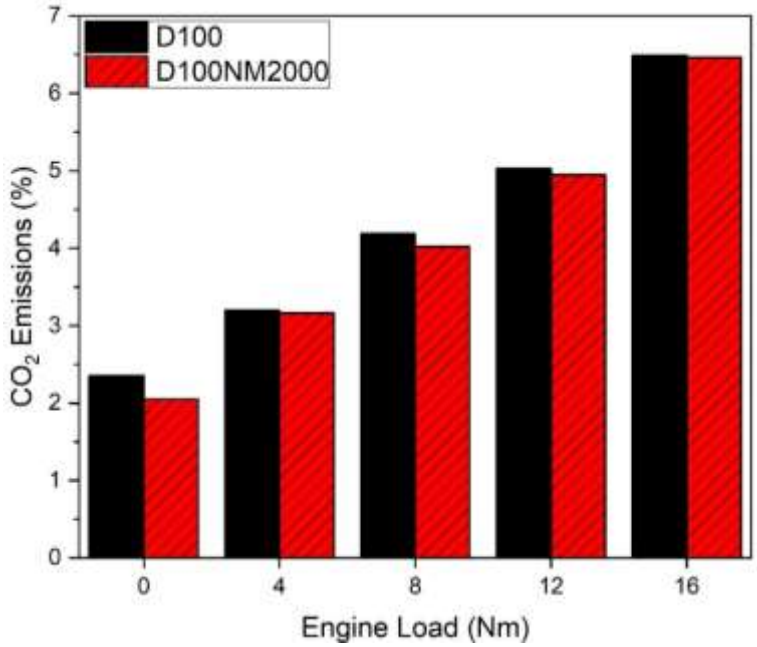


Fig. 3. Variation of CO_2 emissions with engine load for different test fuels.

Fig. 4 presents the variation of CO emissions for D100 and D100NM2000 fuels under different engine loads. CO is mainly formed under incomplete oxidation conditions, and its concentration is strongly influenced by in-cylinder temperature, local oxygen availability, mixture distribution, and oxidation time [1,13]. In the present study, CO emissions for D100 decreased from 0.062% at no-load to 0.040% at 8 Nm and then increased to 0.048% at 16 Nm. A similar tendency was observed for D100NM2000, for which CO emissions decreased from 0.064% at no-load to 0.049% at 4 Nm, then increased gradually to 0.055% at 16 Nm. This behavior indicates that the initial increase in engine load improved combustion conditions and promoted the oxidation of CO, whereas further load increase favored the formation of locally fuel-rich zones and limited the complete conversion of CO into CO_2 [13].

D100NM2000 produced higher CO emissions than D100 at all operating conditions. Compared with D100, CO emissions increased by 3.23% at no-load, 2.08% at 4 Nm, 27.50% at 8 Nm, 10.87% at 12 Nm, and 14.58% at 16 Nm. The highest increase was obtained at 8 Nm, where the difference between the two fuels became most pronounced. Although nitromethane contains oxygen in its molecular structure, the 2000 ppm addition level was evidently not sufficient to reduce CO formation under the present conditions. In oxygenated fuel applications, CO emissions may decrease when the additional oxygen promotes oxidation, but they may also increase when the additive alters ignition behavior, combustion phasing, or local temperature fields in a way that restricts the oxidation of CO to CO_2 [18]. This confirms that the emission

response of additive-containing diesel fuels depends not only on oxygen content but also on additive concentration and engine operating condition [1]. The higher CO emissions obtained with D100NM2000 can be interpreted together with the CO_2 results. Since D100NM2000 produced lower CO_2 emissions than D100 at all loads, while simultaneously producing higher CO emissions, the oxidation of carbon species appears to have remained less complete with the nitromethane-containing blend. This suggests that the added nitromethane did not sufficiently enhance the final oxidation stage of CO under the tested operating conditions. The very low blending ratio may have limited the beneficial effect of fuel-bound oxygen, while the combustion environment at medium and high loads may have become less favorable for complete CO oxidation. Nitromethane-containing CI engine fuel applications also show that performance and emission responses are strongly dependent on fuel composition and engine operating conditions [14].

From an overall perspective, the CO emission results indicate that the addition of 2000 ppm nitromethane did not provide an advantage in terms of CO reduction. Instead, it caused a measurable increase in CO emissions over the entire load range, particularly at medium and high loads. Therefore, although D100NM2000 improved BSFC and thermal efficiency, its effect on CO emissions was unfavorable under the present test conditions.

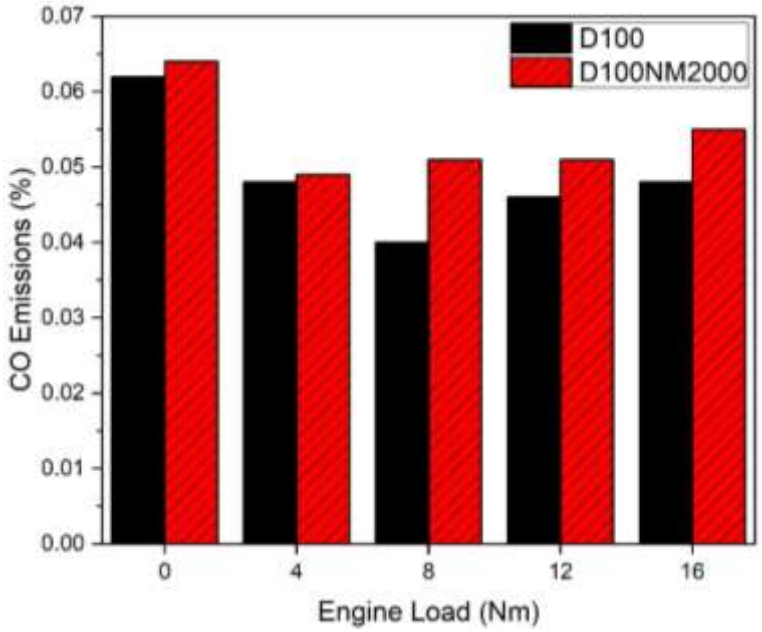


Fig. 4. Variation of CO emissions with engine load for different test fuels.

Fig. 5 presents the variation of HC emissions for D100 and D100NM2000 fuels under different engine loads. HC emissions are generally associated with incomplete combustion and are affected by local oxygen deficiency, fuel-rich or overly lean mixture zones, wall quenching, crevice volumes, and insufficient oxidation time [1,13]. In the present study, HC emissions for D100 increased from 13 ppm at no-load to 27 ppm at 4 Nm, then rose slightly to 29 ppm at 8 Nm and reached 30 ppm at 12 and 16 Nm. For D100NM2000, HC emissions increased from 10 ppm at no-load to 12 ppm at 4 Nm, remained constant at 12 ppm up to 12 Nm, and then increased to 16 ppm at 16 Nm. This behavior shows that increasing load generally promoted

HC formation, while the nitromethane-containing blend kept HC emissions at a much lower level over almost the entire load range.

D100NM2000 produced lower HC emissions than D100 at all operating conditions. Compared with D100, HC emissions decreased by 23.08% at no-load, 55.56% at 4 Nm, 58.62% at 8 Nm, 60.00% at 12 Nm, and 46.67% at 16 Nm. The highest reduction was obtained at 12 Nm, indicating that the addition of 2000 ppm nitromethane was particularly effective in suppressing HC formation under medium-load conditions. The lower HC emissions of D100NM2000 indicate that the oxidation of unburned fuel fragments was improved, which can be associated with the high oxygen content of nitromethane and the more favorable combustion process obtained with this blend. In oxygenated fuel applications, the presence of fuel-bound oxygen can enhance the oxidation of unburned hydrocarbons and reduce HC emissions when combustion conditions are favorable [9,13]. The HC results are also consistent with the lower BSFC and higher thermal efficiency obtained with D100NM2000. Since less fuel was consumed to produce the same brake output, and a larger fraction of the released energy was converted into useful work, the amount of unburned fuel leaving the cylinder was reduced. Although nitromethane was added only at a ppm level, the results show that even a small amount of such an oxygenated additive can significantly influence the oxidation behavior of hydrocarbon species under diesel engine conditions. Nitromethane-containing CI engine fuel applications also indicate that the combustion and emission response depends strongly on blend composition and operating conditions [14].

At 16 Nm, HC emissions of D100NM2000 increased to 16 ppm, although they still remained substantially lower than the 30 ppm measured for D100. This increase at the highest load suggests that the increasing fuel demand and the formation of locally richer combustion zones began to limit the oxidation-promoting effect of the additive. Even so, the overall HC emission behavior clearly shows that D100NM2000 provided a strong advantage over neat diesel in terms of unburned hydrocarbon reduction throughout the test range.

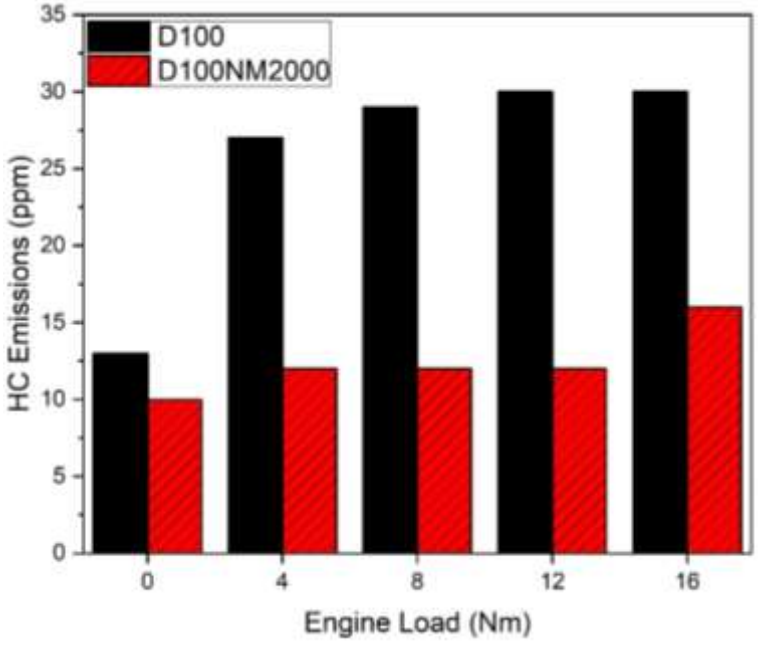


Fig. 5. Variation of HC emissions with engine load for different test fuels.

Fig. 6 presents the variation of NO_x emissions for D100 and D100NM2000 fuels under different engine loads. For D100, NO_x emissions increased from 165 ppm at 0 Nm to 299 ppm at 4 Nm and reached the maximum value of 370 ppm at 8 Nm. After this point, NO_x emissions decreased to 313 ppm at 12 Nm and 255 ppm at 16 Nm. This behavior indicates that NO_x formation was strongly affected by the combined influence of in-cylinder temperature, oxygen availability, combustion duration, and local equivalence ratio. NO_x formation in diesel combustion is mainly promoted by high combustion temperature, sufficient oxygen concentration, and longer residence time at elevated temperatures [1,19].

D100NM2000 produced substantially lower NO_x emissions than D100 at all engine loads. Compared with D100, NO_x emissions decreased by 55.15% at 0 Nm, 60.20% at 4 Nm, 57.57% at 8 Nm, 43.13% at 12 Nm, and 20.00% at 16 Nm. The highest reduction was obtained at 4 Nm, while the reduction ratio gradually weakened at higher loads. This result shows that the addition of 2000 ppm nitromethane had a strong NO_x-reducing effect, especially under low and medium load conditions. Although nitromethane contains oxygen in its molecular structure, the observed NO_x reduction suggests that its influence on combustion temperature, ignition behavior, or high-temperature residence time became more dominant than the possible NO_x-promoting effect of additional oxygen. Oxygenated fuel additives can reduce NO_x when they moderate combustion temperature or alter combustion phasing, but the final response depends on additive type, blending ratio, and operating condition [19,20]. For D100NM2000, NO_x emissions increased continuously from 74 ppm at 0 Nm to 204 ppm at 16 Nm. This increase can be attributed to the higher fuel energy release and increased in-cylinder temperature as the engine load increased. However, even at 16 Nm, D100NM2000 maintained lower NO_x emissions than D100. This indicates that the NO_x-suppressing effect of the nitromethane addition continued throughout the test range, although its effectiveness became less pronounced at high load. Nitromethane-containing CI engine fuel applications also show that nitromethane can significantly affect NO_x formation, and that the emission response is closely related to fuel composition and engine operating conditions [14].

The NO_x results should also be evaluated together with the HC and CO emission trends. D100NM2000 reduced HC emissions considerably, indicating improved oxidation of unburned hydrocarbons, but it also produced higher CO emissions than D100. This suggests that nitromethane addition changed the combustion and oxidation pathway rather than simply increasing complete combustion intensity. Therefore, the lower NO_x emissions of D100NM2000 can be associated with a more favorable balance between oxidation improvement and moderated high-temperature NO_x formation. From an emission perspective, the addition of 2000 ppm nitromethane provided a clear advantage in NO_x reduction, particularly at low and medium engine loads.

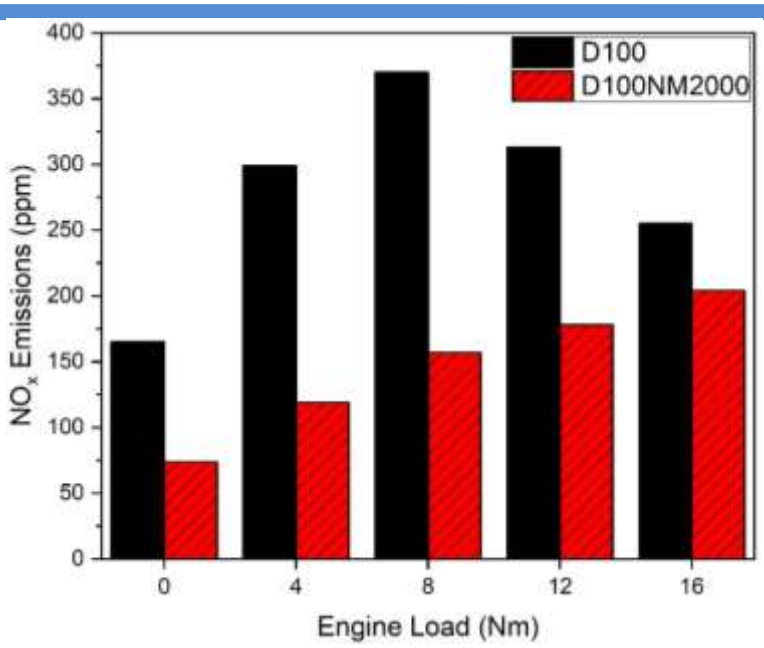


Fig. 6. Variation of NO_x emissions with engine load for different test fuels.

Fig. 7 shows the variation of O_2 emissions for D100 and D100NM2000 fuels under different engine loads. For both fuels, O_2 concentration decreased continuously with increasing engine load. O_2 emissions decreased from 17.00% to 9.95% for D100 and from 17.42% to 9.96% for D100NM2000 as the load increased from 0 to 16 Nm. This decrease is mainly related to the higher fuel quantity burned at increasing loads, which consumes more oxygen during combustion [1,13].

D100NM2000 showed slightly higher O_2 emissions than D100 at almost all loads. Compared with D100, O_2 increased by 2.47% at 0 Nm, 2.83% at 4 Nm, 3.39% at 8 Nm, and 3.47% at 12 Nm. However, at 16 Nm, the difference was only 0.10%, indicating that the effect of 2000 ppm nitromethane became negligible under high-load operation. This is a critical result because the residual O_2 increase was observed together with lower HC and NO_x emissions, but higher CO emissions. Therefore, D100NM2000 did not simply promote complete oxidation under all conditions; instead, it changed the combustion and oxidation balance depending on load.

The slightly higher exhaust O_2 of D100NM2000 can be associated with its lower fuel consumption and the very low additive ratio. Since less fuel was required to produce brake output, the total oxygen consumption in the cylinder may have been slightly lower. In addition, the oxygenated structure of nitromethane may have supported local oxidation reactions, especially for HC reduction, but it was not sufficient to fully oxidize CO into CO_2 under the tested conditions [1,13]. Overall, the O_2 results support the view that the influence of 2000 ppm nitromethane was more pronounced at low and medium loads, while this effect almost disappeared at 16 Nm.

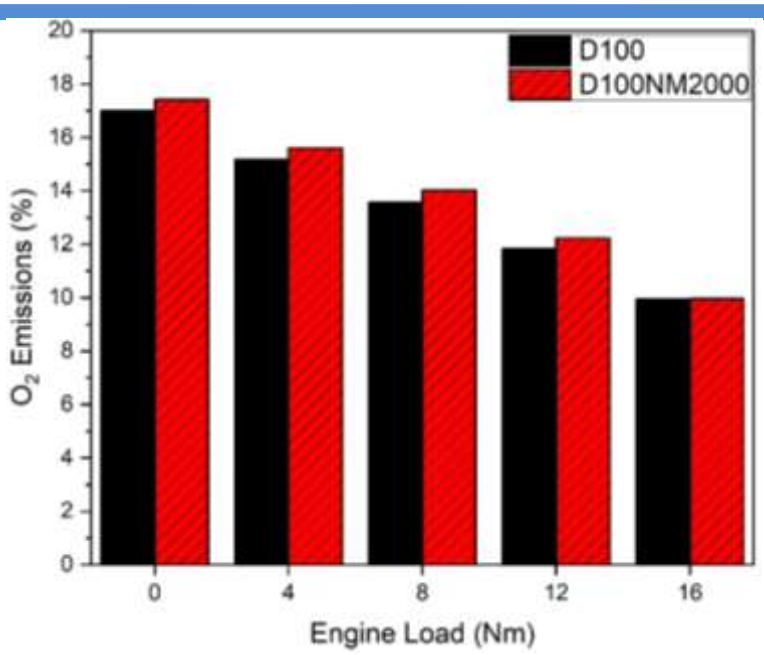


Fig. 7. Variation of O_2 emissions with engine load for different test fuels.

Fig. 8 shows the variation of soot emissions for D100 and D100NM2000 fuels under different engine loads. For both fuels, soot emissions increased with increasing engine load. Soot emissions increased from 0 to 0.07 K for D100 and from 0.09 to 0.19 K for D100NM2000. This increase can be attributed to the higher amount of fuel injected at increasing loads, which promotes locally fuel-rich regions and limits complete soot oxidation [1,21].

The most critical result is that D100NM2000 produced higher soot emissions than D100 at all operating conditions. At 0 Nm, D100 produced no measurable soot, whereas D100NM2000 produced 0.09 K; therefore, a percentage increase cannot be calculated for this condition. Under loaded conditions, compared with D100, soot emissions increased by 1000% at 4 Nm, 550% at 8 Nm, 200% at 12 Nm, and 171.43% at 16 Nm. Although the relative increase decreased as the load increased, the absolute soot value of D100NM2000 remained higher throughout the entire test range. This result indicates that the 2000 ppm nitromethane addition did not improve soot oxidation under the present experimental conditions. Although nitromethane has an oxygenated structure, its very low addition ratio was not sufficient to suppress soot formation. In addition, the increase in soot together with higher CO emissions suggests that the nitromethane-containing blend did not fully support complete carbon oxidation. Soot formation in diesel combustion is governed not only by fuel oxygen content but also by local equivalence ratio, spray–air mixing, combustion temperature, residence time, and additive–fuel interaction [6,14].

Overall, D100NM2000 showed an unfavorable effect on soot emissions. While the blend provided improvements in BSFC, thermal efficiency, HC, and NO_x emissions, it caused a clear soot penalty compared with D100, especially under low and medium load conditions.

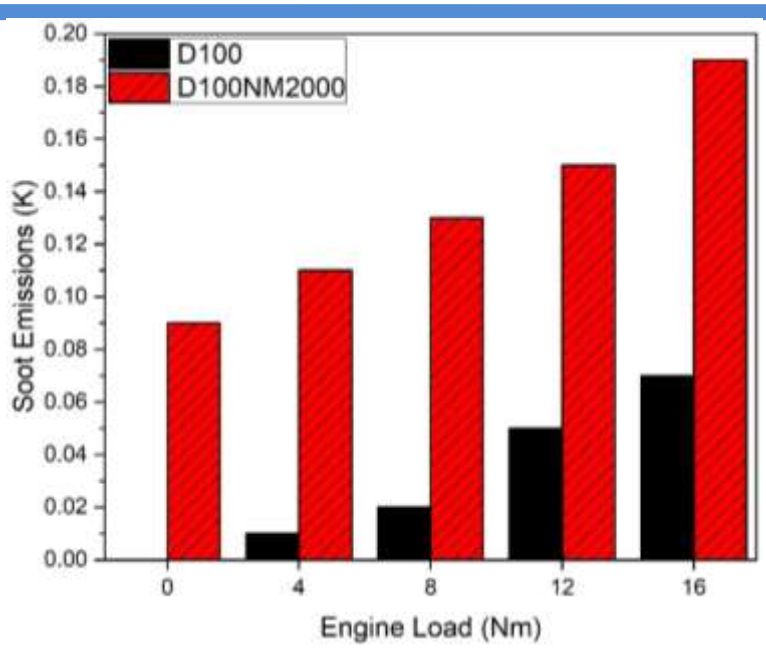


Fig. 8. Variation of soot emissions with engine load for different test fuels.

8. CONCLUSIONS

In this study, the effect of 2000 ppm nitromethane addition to diesel fuel was experimentally investigated at 1800 rpm under different engine loads. The main conclusions are as follows:

- D100NM2000 reduced BSFC at all loaded conditions. The maximum reduction was 27.62% at 4 Nm.
- Brake thermal efficiency improved with D100NM2000 at all loaded conditions. The highest increase was 38.36% at 4 Nm.
- CO_2 emissions slightly decreased with D100NM2000. The highest reduction was 12.88% at 0 Nm, while the effect became very limited at 16 Nm.
- CO emissions increased with D100NM2000 at all loads. The highest increase was 27.50% at 8 Nm.
- HC emissions decreased clearly with D100NM2000. The maximum reduction was 60.00% at 12 Nm.
- NO_x emissions were substantially reduced by D100NM2000. The highest reduction was 60.20% at 4 Nm.
- O_2 emissions were slightly higher with D100NM2000 up to 12 Nm. The maximum increase was 3.47% at 12 Nm.
- Soot emissions increased significantly with D100NM2000. Under loaded conditions, the highest relative increase was observed at 4 Nm due to the very low D100 baseline value.
- Overall, D100NM2000 improved BSFC, thermal efficiency, HC, and NO_x, but increased CO and especially soot emissions.

REFERENCES

[1] Ali Ijaz Malik M, Kalam MA, Mujtaba Abbas M, Susan Silitonga A, Ikram A. Recent advancements, applications, and technical challenges in fuel additives-assisted engine operations. Energy Convers Manag 2024;313. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118643.

[2] Reşitoğlu İA, Altinişik K, Keskin A. The pollutant emissions from diesel-engine vehicles and exhaust aftertreatment systems. Clean Technol Environ Policy 2015;17:15–27. https://doi.org/10.1007/s10098-014-0793-9.

[3] Daud S, Hamidi MA, Mamat R. A review of fuel additives' effects and predictions on internal combustion engine performance and emissions. AIMS Energy 2022;10:1–22. https://doi.org/10.3934/energy.2022001.

[4] Alemayehu G, Firew D, Nallamothu RB, Wako A, Gopal R. Operating parameters optimization for lower emissions in diesel engine with PCCI-DI mode using Taguchi and grey relational analysis. Heliyon 2022;8:e09679. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09679.

[5] Gad MS, El-Shafay AS, Alqsair UF, Ağbulut Ü, Attia E-A. Multi-objective optimization based grey relational analysis and investigation of using the waste animal fat biodiesel on the engine characteristics. Fuel 2023;343:127950. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.127950.

[6] Gad MS, Hashish HMA, Hussein AK, Ben Hamida MB, Abdulkader R, Nasef MH. Effect of different configurations of hybrid nano additives blended with biodiesel on CI engine performance and emissions. Sci Rep 2024;14:19528. https://doi.org/10.1038/s41598-024-69957-5.

[7] Sateesh KA, Yaliwal VS, Soudagar MEM, Banapurmath NR, Fayaz H, Safaei MR, et al. Utilization of biodiesel/Al2O3 nanoparticles for combustion behavior enhancement of a diesel engine operated on dual fuel mode. J Therm Anal Calorim 2022;147:5897–911. https://doi.org/10.1007/s10973-021-10928-7.

[8] Özker H, Çelebi S. Effect of the use of methanol, toluene and nitromethane mixtures as fuel additives in a gasoline engine on engine performance and exhaust emissions. Fuel 2025;391:134819. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.134819.

[9] Çelik HA. Çift yakıtlı dizel motorunda ikinci yakıt olarak etil asetat kullanımının motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2025;40:1259–70. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1540598.

[10] Kale AV, Krishnasamy A. Experimental study on combustion, performance, and emission characteristics of a homogeneous charge compression ignition engine fuelled with multiple biofuel-gasoline blends. Energy 2024;288:129621. https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129621.

[11] Arda E, Çelebi S, Demir U, Seçgin Ö. EFFECT OF CARBON NANOTUBE ADDITIVES ON DIESEL ENGINE PERFORMANCE, COMBUSTION, AND EMISSIONS UNDER VARIABLE EGR CONDITIONS. Heat Transf Res 2026;57:63–98. https://doi.org/10.1615/HeatTransRes.2025061352.

[12] Doppalapudi AT, Azad AK, Khan MMK. Experimental investigation on diesel engine performance, combustion, and emissions characteristics with Tucuma and Ungurahui biodiesel blends. Fuel 2024;371:132161. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.132161.

[13] Jamil MK, Usman M, Hanif A, Nawaz H, Fouad Y, Saleem MW, et al. Multi-objective RSM-based optimization of diesel-diethyl ether blends in diesel engine to achieve sustainable development goals. Case Studies in Thermal Engineering 2024;59:104542. https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.104542.

[14] Alam MA, Prasad AK. Performance and exhaust emission characteristics of a CI engine fuelled with diesel-biodiesel-methane-nitromethane. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering 2025;239:1915–24. https://doi.org/10.1177/09544089231190767.

[15] Jo K-S, Kong K-J, Han S-H. Optimizing Fuel Efficiency and Emissions of Marine Diesel Engines When Using Biodiesel Mixtures Under Diverse Load/Temperature Conditions: Predictive Model and Comprehensive Life Cycle Analysis. J Mar Sci Eng 2025;13:1192. https://doi.org/10.3390/jmse13061192.

[16] Tosun E, Gökçeli E. Performance and emission characteristics of a diesel engine using water-emulsified fuels: an experimental assessment. Science and Technology for Energy Transition 2025;80:35. https://doi.org/10.2516/stet/2025014.

[17] Hamdi F, Yahya I, Gassoumi M, Boutar Z, Raja Ahsan Shah RM, Al Qubeissi M, et al. Effects of ethanol addition to diesel–biodiesel blends on the CI engine characteristics. Science and Technology for Energy Transition 2024;79:33. https://doi.org/10.2516/stet/2024033.

[18] Nair JN, Nagadurga T, Raju VD, Venu H, Algburi S, Kamangar S, et al. Impact of fuel additives on the performance, combustion and emission characteristics of diesel engine charged by waste plastic bio-diesel. Case Studies in Thermal Engineering 2025;67:105755. https://doi.org/10.1016/j.csite.2025.105755.

[19] Youssef A, Ibrahim A. A numerical investigation on enhancing the performance of a diesel engine fuelled with diesel-biodiesel blend using a diethyl ether as an additive. Engineering Reports 2024;6. https://doi.org/10.1002/eng2.12915.

[20] Allasi HL, Selvam AJ, Soosaimariyan MV, Arul SJ. Enhancing diesel engine efficiency with waste cooking oil biodiesel and nano additives for sustainable fuel applications. Sci Rep 2025;15:31762. https://doi.org/10.1038/s41598-025-17528-7.

[21] Li X, Liu Q, Ma Y, Wu G, Yang Z, Fu Q. Simulation Study on the Combustion and Emissions of a Diesel Engine with Different Oxygenated Blended Fuels. Sustainability 2024;16:631. https://doi.org/10.3390/su16020631.

SICAK HADDELENMİŞ DÜŞÜK KARBONLU ÇELİKLERDE RULO KIRIĞI OLUŞUMUNUN METALURJİK DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROSES BAZLI MÜHENDİSLİK ÖNERİLERİ

Ahmet Bekir SOLAK,[a], Prof. Dr. Ali GÜNEN[b], Dr. Nermin ÖZCAN[c]

[a]İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği asolak.lee24@iste.edu.tr

0009-0009-2280-437X

[b]İskenderun Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, ali.gunen@iste.edu.tr

0000-0002-4101-9520

[c]İskenderun Teknik Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği, nermin.ozcan@iste. edu.tr

0000-0001-5327-9090

Özet

Sıcak haddehane, yüksek sıcaklıkta tavlanan slabların yeniden kristalleşme sıcaklığının üzerinde merdaneler arasında yüksek yükler altında plastik deformasyona uğratılarak istenilen boyut ve geometrik özelliklere dönüştürüldüğü temel çelik üretim tesisidir. Bu proses sonucunda üretilen sıcak haddelenmiş düşük karbonlu çelikler yüksek şekillendirilebilirlik, iyi kaynak kabiliyeti ve ekonomik üretim avantajları nedeniyle otomotiv, yapı, boru ve beyaz eşya gibi birçok endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle sıcak haddeleme prosesinde elde edilen ürün kalitesi, yalnızca nihai ürün performansını değil, sonraki üretim proseslerinin verimliliğini ve üretim maliyetlerini de doğrudan etkilemektedir.

Sıcak haddeleme prosesinde oluşan yüzey kalite kusurları, sonraki üretim aşamalarını doğrudan etkileyen en önemli kalite problemleri arasında değerlendirilmektedir. Sıcak haddelenmiş rulo saclarda görülen ve yüzey kusurlarından biri olan rulo kırığı (coil break), üretim esnasında doğrudan görülebilen veya tespiti yapılabilen bir kusur olmamakla birlikte, sıcak haddelenmiş rulo sacın hammadde olarak kullanıldığı soğuk haddeleme, galvanizleme, boru, profil ve benzeri üretim hatlarında rulo sacın açılması ve sonraki plastik deformasyon işlemleri sırasında yüzeyde periyodik deformasyon bantları şeklinde ortaya çıkan önemli bir kalite problemidir.

Bu makalede rulo kırığı, tek bir üretim aşamasından kaynaklanan bir kusur olarak değil, slabın kimyasal kompozisyonundan başlayarak tavlama, kaba ve şerit haddeleme, laminer soğutma ve sarım prosesleri boyunca gelişen metalurjik mekanizmaların ortak sonucu olarak değerlendirilmiştir. Literatür doğrultusunda, rulo kırığı oluşumuna sebep olan proses parametreleri ile mikroyapısal heterojenlik mekanizmaları incelenmiş, her proses aşaması için uygulanabilir mühendislik önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: sıcak sac haddehanesi, sıcak haddeleme, bobin kusurları, rulo kırığı (coil break)

METALLURGICAL ASSESSMENT OF COIL BREAK FORMATION IN HOT-ROLLED LOW-CARBON STEELS PROCESS MECHANISMS AND ENGINEERING RECOMMENDATIONS

Ahmet Bekir SOLAK[a], Prof. Dr. Ali GÜNEN[b], Dr. Nermin ÖZCAN[c]

[a] Institute of Graduate Education, Department of Metallurgical and Materials Engineering, İskenderun Technical University asolak.lee24@iste.edu.tr

0009-0009-2280-437X

[b]İskenderun Technical University, Metallurgical and Materials Engineering, ali.gunen@iste.edu.tr

0000-0002-4101-9520

[c]İskenderun Technical University, Biomedical Engineering, nermin.ozcan@iste.edu.tr

0000-0001-5327-9090

Abstract

A hot strip mill is the primary steel processing facility where reheated slabs are plastically deformed between rolls above the recrystallization temperature to obtain the desired dimensions and geometrical properties. Hot-rolled low-carbon steels produced through this process are widely used in the automotive, construction, pipe, and home appliance industries owing to their excellent formability, weldability, and cost-effective production. Therefore, the quality of hot-rolled products directly affects not only the performance of the final product but also the efficiency and production costs of subsequent manufacturing processes.

Surface defects generated during the hot rolling process are among the most critical quality issues affecting downstream manufacturing operations. Among these defects, coil break is a significant surface defect that is generally not detectable during production but becomes apparent as periodic deformation bands during subsequent forming operations, including cold rolling, galvanizing, pipe manufacturing, profile forming, and similar processing plants.

In this article, coil break is evaluated not as a defect originating from a single production stage, but as the consequence of metallurgical mechanisms developing throughout the hot rolling production chain, including slab chemical composition, reheating, rough rolling, finish rolling, laminar cooling, and coiling. Based on the available literature, the principal process parameters contributing to coil break formation and the associated microstructural heterogeneity mechanisms are discussed, and practical engineering recommendations are proposed for each process step.

Key Words, hot strip mill, hot rolling, coil defects, coil breaks,

1. Giriş

Çelik; yüksek mekanik dayanımı, şekillendirilebilirliği, kaynaklanabilirliği ve geri dönüştürülebilirliği sayesinde en yaygın kullanılan mühendislik malzemelerinden biridir (Callister & Rethwisch, 2018). Dünya ham çelik üretimi 2025 yılı itibarıyla yaklaşık 1,85 milyar ton seviyesinde gerçekleşmiş olup, çelik endüstrisi otomotivden inşaata kadar birçok sektörün temel üretim girdisini oluşturmaktadır (World Steel Association, 2025).

Sıcak haddeleme, çeliğin mikroyapısını ve buna bağlı mekanik özelliklerini belirleyen en önemli termomekanik üretim proseslerinden biridir (Roberts, 1983). Proses boyunca gerçekleşen yeniden kristalleşme, faz dönüşümü ve kontrollü soğutma mekanizmaları, ürün performansının yanı sıra sonraki üretim aşamalarındaki şekillendirilebilirlik ve yüzey kalitesi üzerinde de belirleyici rol oynamaktadır (Humphreys & Hatherly, 2004; Porter et al., 2009).

Sıcak haddeleme sırasında oluşan kalite kusurları yalnızca ürün kalitesini değil, sonraki üretim proseslerinin verimliliğini ve toplam üretim maliyetini de doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle bu kusurların oluşum mekanizmalarının anlaşılması ve proses bazlı olarak kontrol altına alınması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada sıcak haddelenmiş çelik bobinlerde görülen rulo kırığı, üretim zinciri boyunca gelişen metalurjik mekanizmalar açısından değerlendirilmiş; kusurun oluşumunu etkileyen temel proses parametreleri incelenmiş ve proses bazlı mühendislik yaklaşımları sunulmuştur.

2. Rulo Kırığı

Rulo kırığı (coil break), çoğunlukla düşük karbonlu sıcak haddelenmiş çelik bobinlerin açılması, doğrultulması veya sonraki şekillendirme işlemleri sırasında yüzeyde haddeleme yönüne dik doğrultuda ortaya çıkan düzensiz plastik deformasyon bantları olarak tanımlanmaktadır (Mucsi, 2018). Diğer birçok yüzey kusurundan farklı olarak rulo kırığı, çoğu durumda üretim hattında belirgin değildir. Bobinin açılması veya sonraki şekillendirme işlemleri sırasında lokal plastik deformasyon bantları şeklinde görünür hâle gelmektedir (Tan et al., 2021).

Literatürde rulo kırığı; belirgin akma davranışı, gerinim yaşlandırması ve Lüders bantlarının oluşumu ile ilişkilendirilmektedir (Hahn, 1962). Bununla birlikte kusurun ortaya çıkışı yalnızca malzemenin metalurjik özelliklerine değil, üretim zinciri boyunca gerçekleşen termomekanik proseslerin ortak etkisine de bağlıdır. Bu nedenle rulo kırığı, yalnızca estetik bir yüzey kusuru olarak değil, galvanizleme, boyama ve şekillendirme gibi sonraki üretim proseslerinde ürün kalitesini, üretim verimliliğini ve maliyetleri etkileyebilen önemli bir proses kalite göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Mucsi, 2018).

3. Rulo Kırığı Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Rulo kırığı, tek bir proses aşamasında oluşan bağımsız bir kalite kusuru değildir. Kusurun oluşumu; sürekli dökümden başlayarak tavlama, sıcak haddeleme, kontrollü soğutma ve bobin sarımına kadar uzanan üretim zinciri boyunca gelişen metalurjik mekanizmaların ortak etkisiyle şekillenmektedir. Bu nedenle rulo kırığının değerlendirilmesinde yalnızca son prosese odaklanmak yerine, üretim zinciri boyunca mikroyapıyı etkileyen temel proses parametrelerinin birlikte ele alınması gerekmektedir.

3.1. Slabın Kimyasal Kompozisyonunun Rulo Kırığı Oluşumuna Etkisi

Slabın kimyasal kompozisyonu, sıcak haddeleme boyunca gerçekleşecek yeniden kristalleşme, faz dönüşümü ve nihai mikroyapının temel belirleyicilerinden biridir (Porter et al., 2009). Sürekli döküm sırasında oluşabilen mikrosegregasyon, alaşım elementlerinin yerel dağılımı ve çelik temizliği gibi faktörler, slab boyunca kimyasal homojenliği etkileyerek sonraki termomekanik işlemlere farklı başlangıç koşulları oluşturabilmektedir (Choudhary et al., 2017).

Kimyasal heterojenlik tamamen giderilemediğinde, sıcak haddeleme ve kontrollü soğutma sırasında mikroyapının bölgesel olarak farklı gelişmesine neden olabilmektedir. Bu durum malzeme boyunca mekanik özelliklerin homojenliğini azaltarak sonraki şekillendirme işlemlerinde lokal plastik deformasyon eğilimini artırabilmektedir. Bu nedenle uygun kimyasal kompozisyonun seçilmesi, sürekli döküm parametrelerinin optimize edilmesi ve yüksek çelik temizliğinin sağlanması, rulo kırığına zemin hazırlayan mikroyapısal heterojenliklerin sınırlandırılması açısından önem taşımaktadır (Zhang & Thomas, 2003).

3.2. Tavlama (Reheating) İşleminin Rulo Kırığı Oluşumuna Etkisi

Tavlama işlemi, slabın sıcak haddeleme öncesinde homojen bir östenit mikroyapısına ulaşmasını sağlayan ve sonraki deformasyon davranışının başlangıç koşullarını belirleyen temel proses aşamasıdır **(Roberts, 1983)**. Tavlama sıcaklığı, bekleme süresi ve fırın içerisindeki sıcaklık homojenliği; östenit tane boyutunu, çözünme davranışını ve mikroyapısal homojenliği doğrudan etkilemektedir.

Yetersiz veya homojen olmayan tavlama koşulları, slab boyunca farklı östenit tane boyutlarının oluşmasına neden olarak sonraki haddeleme aşamalarında yeniden kristalleşme davranışının bölgesel olarak farklı gelişmesine zemin hazırlayabilmektedir **(Humphreys & Hatherly, 2004)**. Bu durum, sıcak haddeleme sonrasında mikroyapı ve mekanik özelliklerin homojenliğini olumsuz etkileyerek lokal plastik deformasyon eğilimini artırabilmektedir. Bu nedenle tavlama prosesinde slabın tüm kesitinde homojen sıcaklık dağılımının sağlanması, uygun bekleme süresinin uygulanması ve fırın çıkış sıcaklığının çevrim içi olarak izlenmesi, rulo kırığı riskini azaltmaya yönelik temel proses gereklilikleri arasında yer almaktadır.

3.3. Kaba Haddeleme Koşullarının Rulo Kırığı Oluşumuna Etkisi

Kaba haddeleme, sürekli dökümden gelen döküm yapısının parçalandığı ve sonraki haddeleme kademeleri için homojen bir başlangıç mikroyapısının oluşturulduğu ilk sıcak deformasyon aşamasıdır (Roberts, 1983)**.** Bu proseste uygulanan redüksiyon miktarı, haddeleme sıcaklığı ve pasolar arası süre; dinamik ve statik yeniden kristalleşme davranışını belirleyerek östenit tane yapısının homojenliğini doğrudan etkilemektedir (Sakai et al., 2014; Poliak, 2020)**.**

Kaba haddeleme boyunca sıcaklık veya deformasyonun malzeme boyunca homojen uygulanamaması, sonraki proseslere farklı deformasyon geçmişine sahip bölgelerin taşınmasına neden olabilmektedir. Bu heterojen yapı, şerit haddeleme ve kontrollü soğutma aşamalarında mikroyapının bölgesel olarak farklı gelişmesine ve mekanik özelliklerin homojenliğinin azalmasına katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle redüksiyon dağılımının pasolar arasında dengeli planlanması, pasolar arası sürelerin yeniden kristalleşme kinetiğine uygun olarak optimize edilmesi, kaba hadde çıkış sıcaklığının çevrim içi izlenmesi ve merdane profilinin düzenli olarak kontrol edilmesi, rulo kırığına zemin hazırlayan mikroyapısal heterojenliklerin sınırlandırılması açısından önem taşımaktadır (Poliak, 2020)**.**

3.4. Şerit Haddeleme Koşullarının Rulo Kırığı Oluşumuna Etkisi

Şerit haddeleme, malzemenin nihai kalınlığının elde edildiği ve son termomekanik deformasyonun uygulandığı proses aşamasıdır (Roberts, 1983). Bu aşamada şerit haddeleme sıcaklığı, uygulanan deformasyon miktarı ve pasolar arası süre; östenitin yeniden kristalleşme davranışını ve tane yapısının gelişimini doğrudan belirlemektedir (Sakai et al., 2014; Poliak & Jonas, 2003). Malzeme boyunca sıcaklık veya deformasyon koşullarının homojen olmaması, faz dönüşümü öncesinde farklı deformasyon geçmişine sahip bölgelerin oluşmasına neden olabilmektedir. Bu heterojen yapı, kontrollü soğutma sırasında mikroyapının ve buna bağlı mekanik özelliklerin malzeme boyunca farklı gelişmesine katkı sağlayarak sonraki şekillendirme işlemlerinde lokal plastik deformasyon eğilimini artırabilmektedir (Porter et al., 2009).

Bu nedenle şerit haddeleme sıcaklığının hedef proses aralığında tutulması, son pasolardaki redüksiyonların dengeli planlanması ve malzeme boyunca sıcaklık değişimlerinin çevrim içi olarak izlenmesi, mikroyapısal homojenliğin korunması açısından kritik önem taşımaktadır.

3.5. Laminer Soğutma Koşullarının Rulo Kırığı Oluşumuna Etkisi

Laminer soğutma, sıcak haddeleme sonrasında östenitin ferrit ve perlit fazlarına dönüşümünü kontrol ederek nihai mikroyapının oluştuğu proses aşamasıdır (Porter et al., 2009). Soğutma hızı, su debisi ve malzeme boyunca sıcaklık dağılımı tane morfolojisini ve mekanik özellikleri doğrudan etkilemektedir (Lin et al., 2010).

Malzeme boyunca homojen olmayan soğutma koşulları, faz dönüşümünün bölgesel olarak farklı ilerlemesine neden olabilmektedir (Ning et al., 2010). Bunun sonucunda malzeme boyunca sertlik, akma davranışı ve süneklik gibi mekanik özelliklerde yerel farklılıklar oluşabilmekte, bu heterojen yapı ise sonraki şekillendirme işlemlerinde lokal plastik deformasyon eğilimini artırabilmektedir (Porter et al., 2009). Bu nedenle laminer soğutma sisteminde su debisinin dengeli dağıtılması, nozul performanslarının düzenli olarak kontrol edilmesi ve malzeme boyunca sıcaklık değişimlerinin çevrim içi izlenmesi, mikroyapısal homojenliğin korunması açısından temel proses gereklilikleri arasında yer almaktadır (Wang et al., 2022).

3.6. Sarım Sıcaklığının Rulo Kırığı Oluşumuna Etkisi

Sarım sıcaklığı, laminer soğutma sonrasında elde edilen mikroyapının kararlılığını ve bobin içerisindeki termal dengeyi etkileyen önemli proses parametrelerinden biridir (Kim et al., 2000). Sarım sıcaklığındaki değişimler, bobin boyunca sıcaklık dağılımını ve soğuma hızını etkileyerek nihai mikroyapının ve mekanik özelliklerin homojenliğinde belirleyici rol oynamaktadır (Lei et al., 2024).

Hedef aralığın dışında gerçekleştirilen sarım işlemi veya bobin boyunca homojen olmayan sıcaklık dağılımı, malzeme kesiti boyunca farklı mekanik özelliklerin gelişmesine katkı sağlayabilmektedir (Lei et al., 2024). Bu durum, sonraki doğrultma ve şekillendirme işlemlerinde lokal plastik deformasyon eğilimini artırabilecek mikroyapısal heterojenliklerin korunmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle sarım sıcaklığının çelik kalitesine uygun hedef aralıkta tutulması, bobin giriş sıcaklığının çevrim içi olarak izlenmesi ve laminer soğutma ile

sarım sistemi arasındaki proses uyumunun sağlanması, rulo kırığı riskini azaltmaya yönelik önemli proses uygulamaları arasında yer almaktadır (Kim et al., 2000).

3.7. Bobin Sarma ve Açma Koşullarının Rulo Kırığı Oluşumuna Etkisi

Bobin sarma işlemi, sıcak haddelenmiş şeridin kontrollü gergi altında sarılarak depolanmasını sağlayan son üretim aşamasıdır. Sarma sırasında uygulanan gergi kuvveti, sarım geometrisi ve bobin içerisindeki gerilme dağılımı; malzeme boyunca oluşan mekanik yüklerin dengeli şekilde dağılmasını etkilemektedir. Üretim zinciri boyunca gelişen mikroyapısal ve mekanik heterojenlikler çoğu zaman bobin hâlindeyken görünür değildir. Ancak bobinin açılması, doğrultulması veya sonraki şekillendirme işlemleri sırasında uygulanan çekme ve eğme gerilmeleri, akma davranışının bölgesel olarak farklı gerçekleşmesine neden olabilmekte ve mevcut heterojenliklerin lokal plastik deformasyon bantları şeklinde görünür hâle gelmesine katkı sağlayabilmektedir (Tan et al., 2021).

Bu nedenle uygun sarma gergisinin uygulanması, teleskop ve gevşek sarım gibi sarım kusurlarının önlenmesi, bobin açma hatlarında gergi ve doğrultma koşullarının malzeme özelliklerine uygun şekilde ayarlanması, rulo kırığının görünürlüğünü artırabilecek mekanik zorlamaların sınırlandırılması açısından önem taşımaktadır (Thakur et al., 2014).

4. Proses Bazlı Mühendislik Önerileri

Rulo kırığının azaltılmasına yönelik proses iyileştirmeleri, tek bir üretim aşamasına değil, üretim zincirinin tamamına odaklanmalıdır. Bu kapsamda aşağıdaki proses uygulamaları önerilmektedir:

- Sürekli döküm sırasında kimyasal kompozisyon ve çelik temizliği kontrol altında tutularak mikrosegregasyon ve mikroyapısal heterojenlik en aza indirilmelidir.
- Tavlama prosesinde slabın tüm kesitinde homojen sıcaklık dağılımı sağlanmalı, tavlama sıcaklığı ve bekleme süresi çelik kalitesine uygun olarak optimize edilmelidir.
- Kaba haddelemede redüksiyon dağılımı pasolar arasında dengelenmeli, pasolar arası süre yeniden kristalleşme kinetiği dikkate alınarak planlanmalı ve kaba hadde çıkış sıcaklığı çevrim içi olarak izlenmelidir.
- Şerit haddelemede haddeleme sıcaklığı hedef proses aralığında tutulmalı, son pasolardaki deformasyon homojen uygulanmalı ve malzeme boyunca sıcaklık değişimleri sürekli takip edilmelidir.
- Laminer soğutma sisteminde su debisi ve nozul performansları düzenli olarak kontrol edilmeli, malzeme boyunca homojen soğutma sağlanmalıdır.
- Sarım sıcaklığı, çelik kalitesine uygun hedef aralıkta tutulmalı ve laminer soğutma ile sarım prosesi arasında termal uyum korunmalıdır.
- Bobin sarma ve açma işlemlerinde uygun gergi koşulları uygulanmalı, doğrultma ve açma parametreleri malzemenin mekanik özelliklerine göre ayarlanmalıdır.
- Proses boyunca sıcaklık, deformasyon ve mekanik özelliklerde oluşabilecek bölgesel farklılıklar çevrim içi izleme sistemleriyle takip edilmeli ve homojenliği bozabilecek sapmalara erken müdahale edilmelidir.

Bu önerilerin temel amacı, üretim zinciri boyunca mikroyapısal ve mekanik homojenliği koruyarak rulo kırığı oluşumuna katkı sağlayan koşulların sınırlandırılmasıdır.

5. Sonuç

Rulo kırığı, bobin açılması sırasında ortaya çıkan bir kusurdan ziyade, çelikhaneden bobin sarımına kadar uzanan üretim zinciri boyunca gelişen metalurjik ve termomekanik mekanizmaların bir sonucu olarak değerlendirilmelidir. Üretim sürecinin herhangi bir aşamasında oluşan kimyasal, termal veya deformasyona bağlı heterojenlikler, sonraki proseslerde birikerek lokal plastik deformasyon eğilimini artırabilmektedir.

Bu çalışmada, rulo kırığı oluşumunu etkileyen temel proses parametreleri metalurjik mekanizmalar çerçevesinde değerlendirilmiş ve her proses aşaması için uygulanabilir mühendislik yaklaşımları sunulmuştur. Üretim hattı boyunca mikroyapısal ve mekanik homojenliğin korunmasına yönelik bütüncül bir proses yaklaşımı ürün kalitesinin artırılması, sonraki üretim proseslerinde oluşabilecek kalite problemlerinin azaltılması, üretim verimliliğinin yükseltilmesi ve hurda ile yeniden işleme maliyetlerinin düşürülmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

Referanslar

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). Wiley.

Choudhary, S., Ganguly, S., Sengupta, A., & Sharma, V. (2017). Solidification morphology and segregation in continuously cast steel slabs. *Journal of Materials Processing Technology, 243*, 312–321.

Hahn, G. T. (1962). A model for yield-point phenomena in polycrystalline iron. *Acta Metallurgica, 10*(8), 727–738.

Humphreys, F. J., & Hatherly, M. (2004). *Recrystallization and Related Annealing Phenomena* (2nd ed.). Elsevier.

Kim, S. J., Lee, C. G., Lee, T. H., & Lee, S. (2000). Effects of coiling temperature on microstructure and mechanical properties of high-strength hot-rolled steel plates containing Cu, Cr and Ni. *ISIJ International, 40*(7), 692–698.

Lei, Y., Zhang, Y., Liu, X., Wang, C., & Li, H. (2024). Effect of coiling temperature on microstructures and mechanical properties of high-strength hot-rolled steel plates containing Cu, Cr and Ni. *Metals, 14*(2), 249. https://doi.org/10.3390/met14020249

Mucsi, A. (2018). Analysis of coil break defects. *Engineering Failure Analysis, 86*, 31–39.

Ning, L., Yang, D., Lin, J., & Dean, T. A. (2010). Effect of laminar cooling on phase transformation evolution in hot rolling process. *Journal of Iron and Steel Research International, 17*(10), 28–32. https://doi.org/10.1016/S1006-706X(10)60179-3

Poliak, E. I. (2020). Dynamic recrystallization control in hot rolling. *Procedia Manufacturing*.

Poliak, E. I., & Jonas, J. J. (2003). Initiation of dynamic recrystallization in constant strain rate hot deformation. *ISIJ International, 43*(5), 684–691.

Porter, D. A., Easterling, K. E., & Sherif, M. Y. (2009). *Phase Transformations in Metals and Alloys* (3rd ed.). CRC Press.

Roberts, W. L. (1983). *Hot Rolling of Steel*. Marcel Dekker.

Sakai, T., Belyakov, A., Kaibyshev, R., Miura, H., & Jonas, J. J. (2014). Dynamic and post-dynamic recrystallization under hot, cold and severe plastic deformation conditions. *Progress in Materials Science, 60*, 130–207.

Tan, C. J., & Liew, H. L. (2021). Investigation of coil-break formation during uncoiling of fully annealed low carbon steel sheet using FE simulation. *Engineering Failure Analysis, 120*, 105112. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105112

Thakur, S. K., Sarkar, B., Ghosh, B., & Datta, R. (2014). Reduction in diversion due to coil break in CRNO grades of coils. *Case Studies in Engineering Failure Analysis, 2*, 76–83. https://doi.org/10.1016/j.csefa.2014.04.005

Wang, Q., Peng, K., & Dong, J. (2022). Modeling and monitoring for laminar cooling process of hot steel strip rolling with time–space nature. *Processes, 10*(3), 589. https://doi.org/10.3390/pr10030589

World Steel Association. (2025). *World Steel in Figures 2025*.

Zhang, L., & Thomas, B. G. (2003). State of the art in evaluation and control of steel cleanliness. *ISIJ International, 43*(3), 271–291.

OTOMATIK YEMEK İÇERIĞI ANALIZI IÇIN VISION TRANSFORMER TABANLI SEMANTIK BÖLÜTLEME MODELI

ABDALLATİF QARABASH[1], VASİF NABİYEV[2]

1 Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,

aqarabash @ ktu.edu.tr, ORCID: 0009-0000-6873-3460

2 Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,

vasif @ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0314-8134

Özet

Yemek sınıflandırma ve regresyon tabanlı çalışmalar incelendiğinde, model performansını olumsuz etkileyen temel unsurların arka plan gürültüsü ve tabaktaki malzemelerin iç içe geçmiş karmaşık yapısı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, anlamsal bölütleme (semantic segmentation) yöntemlerinden yararlanarak yemek içeriklerinin bölgelerine ayrılması, sistem odağının doğrudan malzemelere yönlendirilmesini sağlamakta ve elde edilen başarıyı önemli ölçüde artırmaktadır.

Vision Transformer (ViT) mimarileri, bilgisayarlı görü literatüründe küresel bağımlılıkları modelleme yeteneğiyle yeni bir standart belirlemiş olsa da öz dikkat mekanizmasının getirdiği karesel hesaplama karmaşıklığı pratik uygulamaları kısıtlamaktadır. Bu çalışmada, karmaşık yemek sahnelerinin anlamsal bölütlemesini yüksek doğruluk ve düşük hesaplama maliyetiyle gerçekleştirebilmek için hiyerarşik dikkat mekanizmasına sahip FasterViT (Fast Vision Transformers with Hierarchical Attention) mimarisi temel alınmıştır. Geliştirilen sistemde, pencereler arası bilgi akışı işlem yükünü karesel olarak artırmayan Taşıyıcı Belirteçler (Carrier Tokens) ile sağlanmış ve mimari, amaca yönelik çok sınıflı bir bölütleme çözücüsü (decoder) ile uçtan uca bütünleştirilmiştir. Modelin öğrenme kararlılığı; Çok Sınıflı Dice ve ağırlıklandırılmış Çapraz Entropi tabanlı melez bir kayıp fonksiyonunun yanı sıra modern düzenlileştirme teknikleriyle optimize edilmiştir. FoodSeg103 veri seti üzerinde gerçekleştirilen deneyler, önerilen FasterViT tabanlı yapının, kısıtlı donanım kaynaklarında bile karmaşık nesne sınırlarını başarıyla çözümlediğini ve yüksek genelleme performansı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hibrit Mimariler, Pencereli Dikkat, Görüntü Sınıflandırma, Mixup ve CutMix, Stokastik Derinlik, Genelleme Performansı,

VISION TRANSFORMER-BASED SEMANTIC SEGMENTATION MODEL FOR AUTOMATIC FOOD CONTENT ANALYSIS

ABDALLATIF QARABASH [1], VASİF NABİYEV [2]

1 Karadeniz Technical University, Computer Engineering Department

aqarabash @ ktu.edu.tr, ORCID: 0009-0000-6873-3460

2 Karadeniz Technical University, Computer Engineering Department ,

vasif@ ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0314-8134

Abstract

A review of food classification and regression-based studies reveals that the primary factors degrading model performance are background noise and the complex, overlapping nature of ingredients on a plate. Consequently, utilizing semantic segmentation methods to isolate food components allows the system to focus directly on the specific ingredients, thereby significantly improving overall accuracy.

While Vision Transformer (ViT) architectures have set a new standard in the computer vision literature with their ability to model global dependencies, the quadratic computational complexity introduced by the self-attention mechanism limits their practical applications. In this study, the FasterViT (Fast Vision Transformers with Hierarchical Attention) architecture, which features a hierarchical attention mechanism, is adopted as the foundation to perform semantic segmentation of complex food scenes with high accuracy and low computational cost. In the developed system, cross window information flow is facilitated by Carrier Tokens, which avoid quadratically increasing the computational load, and the architecture is integrated end to end with a purpose built multi class segmentation decoder. The learning stability of the model is optimized using a hybrid loss function based on Multi class Dice and weighted Cross Entropy, alongside modern regularization techniques. Experiments conducted on the FoodSeg103 dataset demonstrate that the proposed FasterViT based structure successfully resolves complex object boundaries and exhibits high generalization performance, even under constrained hardware resources.

GİRİŞ

Kuramsal ve Kavramsal Çerçeve

Yemek görüntüleri üzerinde anlamsal bölütleme (semantic segmentation); karmaşık dokular, düzensiz şekiller ve malzemelerin iç içe geçmiş yapısı nedeniyle bilgisayarlı görü alanındaki en zorlu görevlerden biridir. Bu problemin başarıyla çözülebilmesi, modelin hem yerel detayları (kenar, doku) koruyabilmesine hem de tabağın genelindeki küresel bağlamı aynı anda anlamlandırabilmesine bağlıdır.

Evrişimli Sinir Ağları (CNN), yerel öznitelik çıkarımı ve öteleme değişmezliği (translation invariance) gibi güçlü yapısal ön kabulleri (inductive bias) sayesinde literatürde uzun süre temel standart olarak kabul görmüştür. ConvNeXt (Liu vd., 2022) gibi güncel çalışmalar, modern eğitim stratejileriyle CNN'lerin rekabetçi performansını koruduğunu gösterse de kısıtlı alıcı alanları (receptive field) nedeniyle tabağın bütününe yayılan uzun mesafeli bağımlılıkları (long range dependencies) modellemede yetersiz kalmaktadır. Vision Transformer (ViT) mimarileri ise görüntüyü bir dizi (sequence) olarak işleyerek bu kısıtlamayı aşmakta ve küresel bağlamı başarıyla yakalamaktadır; ancak öz dikkat (self attention) mekanizmasının karesel hesaplama karmaşıklığı ve optimum yakınsama için büyük ölçekli veri setlerine duyulan ihtiyaç önemli dezavantajlar yaratmaktadır. Bu durum, FoodSeg103 gibi piksel seviyesinde ince taneli bölütleme gerektiren senaryolarda standart ViT modellerinin optimizasyonunu zorlaştırmaktadır (Touvron vd., 2021).

Bu hesaplama darboğazını aşmak amacıyla önerilen Swin Transformer (Liu vd., 2021) gibi pencereli (window based) dikkat mekanizmaları işlem maliyetini düşürse de pencereler arası iletişimin zayıf kalması küresel bağlamın kaybolmasına yol açmaktadır. Bu iletişim kopukluğunu gidermek için literatüre sunulan ve çalışmamızın da temelini oluşturan FasterViT (Fast Vision Transformers with Hierarchical Attention) mimarisi (Hatamizadeh vd., 2023), yerel ve küresel öznitelik çıkarımı arasında optimum bir denge kurmaktadır. FasterViT, Taşıyıcı Belirteçler (Carrier Tokens) ve hiyerarşik dikkat mekanizması kullanarak pencereler arası bilgi akışını işlem yükünü karesel olarak artırmadan sağlamaktadır.

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın temel amacı, yemek görüntülerindeki karmaşık dokuları ve iç içe geçmiş nesne sınırlarını yüksek doğrulukla çözümleyebilmek için FasterViT mimarisi temelinde uçtan uca bir anlamsal bölütleme modeli geliştirmektir. Çalışmada, FasterViT'in yerel detayları ve küresel bağlamı harmanlayan hiyerarşik öznitelik uzayı, amaca yönelik tasarlanan çok sınıflı bir bölütleme çözücüsü (decoder) ile birleştirilmiştir. Önerilen bu sistemin en büyük önemi, hesaplama kaynaklarının ve donanımın kısıtlı olduğu senaryolarda bile devasa temel modellere (foundation models) kıyasla rekabetçi ve yüksek bir genelleme kapasitesi sunarak, literatürdeki verimlilik başarım dengesine yenilikçi bir katkı sağlamasıdır.

Bildirimizin temel katkıları şu üç başlık altında özetlenebilir:

- Hiyerarşik dikkat mekanizmasına sahip FasterViT mimarisinin, karmaşık yemek sahnelerinde (FoodSeg103) piksel seviyesinde anlamsal bölütleme yapabilen bir yapıya başarıyla entegre edilmesi.

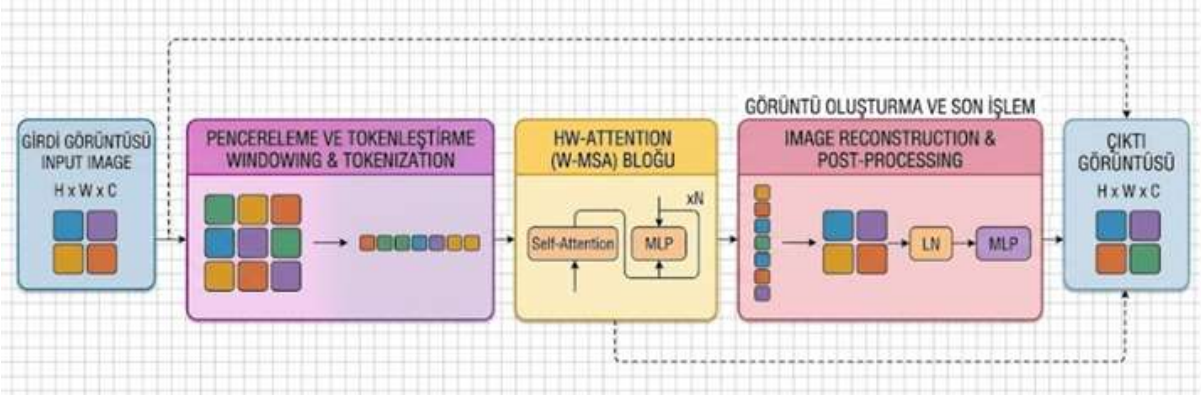
- İç içe geçmiş malzemelerin ayırt edilmesinde kritik rol oynayan küresel bağlamın, Taşıyıcı Belirteçler (Carrier Tokens) aracılığıyla hesaplama maliyeti artırılmadan modele kazandırılması.
- Çok Sınıflı Dice ve ağırlıklandırılmış Çapraz Entropi melez kaybı ile harmanlanan modern düzenlileştirme tekniklerinin, FasterViT tabanlı sistemlerin ince taneli bölütleme görevlerindeki öğrenme kararlılığı üzerindeki etkisinin ampirik olarak kanıtlanması.

1. YÖNTEM

1.1 Sistem Genel Bakışı

Vision Transformer (ViT) mimarileri, doğal dil işleme alanındaki başarılarının ardından bilgisayarlı görü (computer vision) alanında da evrişimli sinir ağlarına (CNN) kıyasla uzun mesafeli bağımlılıkları yakalama yeteneğiyle öne çıkmıştır. Ancak standart ViT yapısı, öz dikkat (self attention) mekanizmasını görüntü üzerindeki tüm yamalar (patches) arasında hesapladığından yüksek bir karesel hesaplama yüküne sahiptir. Bu hesaplama maliyetini düşürmek amacıyla literatürde görüntüyü yerel pencerelere ayıran Swin Transformer benzeri yaklaşımlar önerilmiş olsa da pencereler arası iletişimin sınırlı kalması, küresel bağlamın (global context) kaybolmasına yol açmaktadır. Bu iletişim kopukluğunu aşmak için geliştirilen ve çalışmamızın da temelini oluşturan FasterViT (Fast Vision Transformers with Hierarchical Attention) mimarisi, *Taşıyıcı Belirteçler (Carrier Tokens)* adı verilen özgün bir yapı kullanarak pencereler arası bilgi akışını işlem karmaşıklığını (FLOPs) karesel olarak artırmadan dinamik tutmayı başarmaktadır (Şekil 1).

Bu çalışmada, hesaplama maliyetini optimize ederken küresel bağlamı da korumak amacıyla FasterViT mimarisi temel alınmış ve uçtan uca bir anlamsal bölütleme (semantic segmentation) sisteminin güçlü bir öznitelik çıkarıcısı (encoder) olarak kurgulanmıştır.



Şekil 1. FasterViT mimarisi

Sistemin genel işleyişinde, girdi görüntüsü ilk olarak mimarinin başlangıç evrişim katmanlarında (stem) işlenerek zengin öznitelik haritalarına dönüştürülmekte, ardından FasterViT bloklarında pencereli öz dikkat işlemlerine tabi tutulmaktadır. Bu aşamada yerel detaylar pencereler içerisinde korunurken, Taşıyıcı Belirteçler aracılığıyla pencereler arası küresel bağlam yakalanmaktadır. Elde edilen hiyerarşik öznitelikler, nihai aşamada anlamsal bölütleme çözücüsüne (segmentation decoder) aktarılmaktadır. Çözücü modülü, bu öznitelik haritalarını kademeli olarak üst örnekleme (upsampling) katmanlarından geçirerek orijinal giriş

çözünürlüğüne getirmekte ve nesne sınırlarını koruyarak piksel seviyesinde çok sınıflı maske tahminleri üretmektedir. Böylece sistemin odak noktası, arka plan gürültülerinden arındırılarak doğrudan karmaşık yemek sahnelerine ve iç içe geçmiş malzemelere yönlendirilmektedir.

1.2 Derin Evrişimli Omurga

Klasik ViT yaklaşımlarının pikselleri doğrudan düzleştirerek (flattening) işleme alması, FoodSeg103 gibi karmaşık yemek sahneleri içeren veri setlerinde kenar ve doku gibi kritik mekansal detayların kaybına neden olmaktadır. Bu problemi aşmak amacıyla, giriş görüntüsü üç aşamalı, kademeli bir evrişimli omurga (Deep Stem) mimarisinden geçirilmektedir. İlk katman 64 kanal ile mekansal çözünürlüğü muhafaza ederken, takip eden bloklar stratejik bir adım (stride) planlamasıyla çözünürlüğü 16x16 boyutuna indirgemektedir. Bu kademeli geçiş, veriyi doğrudan küçültmek yerine optimize edilmiş, yüksek boyutlu bir öznitelik uzayına taşımaktadır. Her bir blokta yer alan Yığın Normalizasyonu (Batch Normalization) ve GELU aktivasyon entegrasyonu, modelin eğitim kararlılığını en üst düzeye çıkarmak üzere tasarlanmıştır.

1.3 Hiyerarşik Pencereli Dikkat (Hierarchical Windowed Attention

Donanım verimliliğini sağlamak adına, evrişimli omurgadan elde edilen öznitelik haritaları 8x8 boyutunda yerel pencerelere bölünerek işlenmektedir. Geleneksel öz-dikkat (self-attention) mekanizmasının aksine, mimari bu hesaplamayı yalnızca yerel pencerelerle sınırlı tutmaktadır:

Bu yöntem, dikkat mekanizmasının hesaplama karmaşıklığını karesel bir yükten doğrusal bir düzleme indirgeyerek modelin daha derin katmanlarda dahi yüksek hızda ve verimlilikte çalışmasına olanak tanımaktadır. Öznitelik çıkarım kapasitesini ve hiyerarşik bilgi akışını artırmak amacıyla, sistem içerisine toplam dört adet pencereli dikkat bloğu konumlandırılmıştır.

1.4 Yapısal Düzenlileştirme ve Küresel İletişim

Pencereler arası iletişim kopukluğunu gidermek ve küresel bağlamı korumak amacıyla mimariye Taşıyıcı Belirteçler (Carrier Tokens) entegre edilmiştir. Bu belirteçler, yerel pencerelerde özetlenen öznitelikleri toplayarak işlem karmaşıklığını karesel olarak artırmadan pencereler arası etkili bir bilgi akışı sağlamakta ve hiyerarşik iletişimi güçlendirmektedir. Modelin genelleme yeteneğini artırmak için bloklara Stokastik Derinlik (Stochastic Depth) (Huang vd., 2016) eklenmiş; böylece eğitim sırasında blokların rastgele devre dışı bırakılmasıyla aşırı öğrenmenin (overfitting) önüne geçilmiştir. Ayrıca, Katman Normalizasyonu (Layer Normalization) ve artırılmış Dropout oranları kullanılarak bölütleme çözücüsüne (segmentation decoder) aktarılan özniteliklerin gürültüden arındırılması sağlanmıştır.

1.5 Anlamsal Bölütleme Çözücüsü ve Optimizasyon

Geliştirilen FasterViT tabanlı omurgadan elde edilen yüksek temsiliyet gücüne sahip öznitelik haritalarının piksel seviyesinde tahminlere dönüştürülmesi amacıyla özel bir bölütleme çözücüsü (segmentation decoder) tasarlanmıştır. Bu çözücü modülü ardışık evirişim (convolution), Yığın Normalizasyonu (Batch Normalization), GELU aktivasyonu ve çifte doğrusal üst örnekleme (bilinear upsampling) katmanlarından oluşmaktadır. Ağın derinliklerinden gelen öznitelik haritalarının kanal sayısı kademeli olarak düşürülürken (256,

128, 64 şeklinde), mekansal çözünürlük orijinal giriş boyutu olan 256x256 piksellik alana genişletilmektedir. Çözücünün son aşamasında uygulanan 1x1 evirişim katmanı ile FoodSeg103 veri setindeki 103 farklı yemek malzemesi ve 1 arka plan olmak üzere toplam 104 sınıf için piksel bazlı bölütleme gerçekleştirilmektedir.

Yemek görüntüleri analizinde sıkça karşılaşılan ve modelin azınlık sınıflarını (küçük porsiyonlu malzemeleri) öğrenmesini zorlaştıran sınıf dengesizliği (class imbalance) problemini aşmak için çoklu bir optimizasyon stratejisi benimsenmiştir. Eğitim aşamasında, sınıfların piksel frekanslarına dayalı dinamik bir ağırlıklandırma (ENet benzeri) hesaplanarak nadir görülen malzemelerin ağ üzerindeki etkisi artırılmıştır. Buna ek olarak modelin optimizasyonu; piksel bazlı doğruluğu maksimize eden Çapraz Entropi Kaybı (Cross Entropy Loss) ile nesne sınırlarının bütünlüğünü koruyan Çok Sınıflı Dice Kaybının (Multi-class Dice Loss) hibrid bir kombinasyonu (\%60 CE, \%40 Dice) kullanılarak sağlanmıştır. Bu yaklaşım, karmaşık yemek sahnelerinde ince detayların ve iç içe geçmiş malzemelerin daha yüksek bir mIoU (mean Intersection over Union) başarımıyla tespit edilmesine olanak tanımıştır.

2. BULGULAR

Bu bölümde, kısıtlı donanım kaynakları altında eğitilen FasterViT tabanlı anlamsal bölütleme mimarisinin FoodSeg103 veri seti üzerindeki performans sonuçları sunulmaktadır. Modelin başarımı, literatürde anlamsal bölütleme görevleri için standart kabul edilen Kesişim Üzeri Birleşim (mean Intersection over Union - mIoU) metriği ile değerlendirilmiş; nicel sonuçlar literatürdeki güncel çalışmalarla karşılaştırmalı olarak analiz edilirken, ağın öğrenme kararlılığı ve görsel maske tahminleri nitel olarak incelenmiştir.

2.1. Nicel Değerlendirme ve Literatür Karşılaştırması

Önerilen modelin performansı, FoodSeg103 veri seti üzerinde daha önce yapılmış güncel çalışmalarla karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

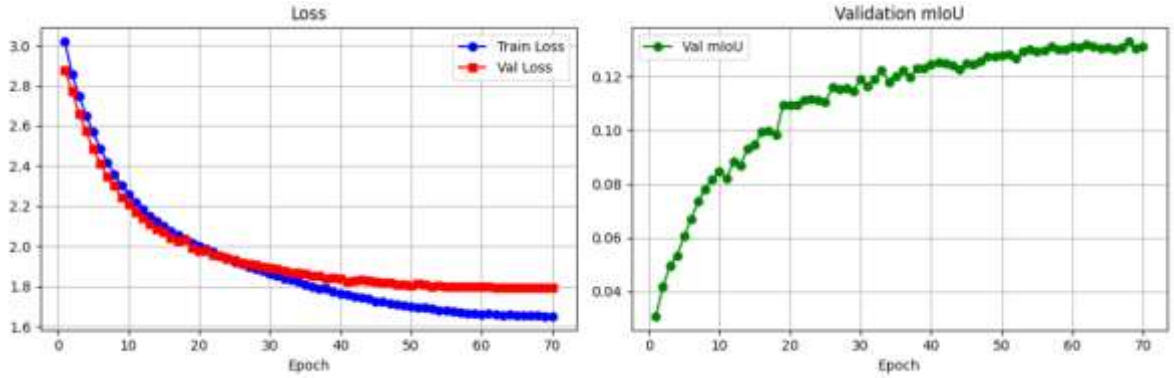
Tablo 1. FoodSeg103 veri seti üzerinde literatürdeki güncel çalışmalar ile önerilen yöntemin mIoU (\%) başarım karşılaştırması.

Yöntem	Year	mIoU (%)
BEiT v2 Large (Sinha vd.)	2023	49.40
IngredSAM (Chen vd.)	2024	48.78
FDSNet(Swin) (Xiao vd.)	2025	47.34
FoodSAM (Lan vd.)	2023	46.42
ReLeM-SeTR (Wu vd.)	2021	43.90
OVFoodSeg (Wu vd.)	2024	43.30
SSDB-II (Cai vd.)	2023	14.79
Önerilen Çalışma	**2026**	**13.11**

Tablo 1 incelendiğinde, BEiT v2 ve IngredSAM gibi en yüksek başarıma sahip modellerin, devasa parametre sayılarına sahip önceden eğitilmiş temel modeller (foundation models) olduğu görülmektedir. Önerilen FasterViT tabanlı çalışma ise kısıtlı donanım mimarisiyle sıfırdan eğitilerek %13.11 mIoU skoruna ulaşmıştır. Bu sonuç, pencereler arası kaydırma (shifted window) eksikliğinin büyük veri setlerindeki dezavantajını göstermekle birlikte, hafifletilmiş hibrit modellerin spesifik yemek bölütleme görevlerindeki temel çıkarım kapasitesini kanıtlamaktadır.

2.2. Nitel Değerlendirme ve Görsel Analiz

Modelin sayısal başarımının yanı sıra, farklı malzemelerin iç içe geçtiği karmaşık tabak görüntülerindeki lokalizasyon yeteneği görsel olarak analiz edilmiştir.

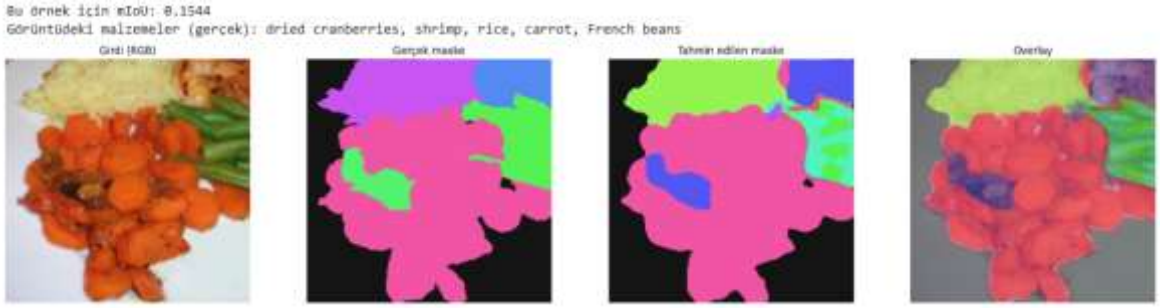


Şekil 2. FoodSeg103 veri seti üzerinde modelin eğitim ve doğrulama süreçlerine ait performans eğrileri.

Görsel tahmin sonuçları incelendiğinde, modelin havuç, taze fasulye ve pirinç gibi baskın renklere ve belirgin dokulara sahip büyük nesneleri başarıyla ayırt edebildiği görülmektedir. Ancak, kurutulmuş yaban mersini gibi küçük boyutlu ve iç içe geçmiş azınlık sınıflarının tespitinde hassasiyet kayıpları yaşanmıştır. Bu durum, FasterViT mimarisindeki Taşıyıcı Belirteçlerin (Carrier Tokens) küresel bağlamı desteklemesine rağmen, piksel seviyesindeki kesin sınırların (boundary) çiziminde pencereli yapıların sınırlamalarına işaret etmektedir.

2.3. Eğitim Performansı ve Kararlılık

Ağın öğrenme dinamikleri, 70 adım (epoch) eğitim süreci boyunca kaydedilen eğitim ve doğrulama kayıp (loss) eğrileri üzerinden incelenmiştir.



Şekil 3. FoodSeg103 veri setinden örnek bir görüntü üzerinde tahmin sonuçları. Soldan sağa: Girdi, gerçek maske, tahmin edilen maske ve overlay

Çok Sınıflı Dice ve ağırlıklandırılmış Çapraz Entropi (CE) kayıp fonksiyonlarının melez kullanımı sayesinde, ağın eğitim ve doğrulama eğrilerinin birbirine paralel ve pürüzsüz bir şekilde azaldığı gözlemlenmiştir. Stokastik Derinlik ve Katman Normalizasyonu gibi yapısal düzenlileştirme adımları, kısıtlı veriyle sıfırdan eğitim senaryosunda sıkça karşılaşılan aşırı

öğrenme (overfitting) problemini başarılı bir şekilde engellemiş ve modelin kararlı bir şekilde yakınsamasını sağlamıştır.

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Model, 104 farklı malzeme sınıfı içeren bu zorlu görevde doğrulama seti üzerinde ortalama %11 seviyesinde bir Kesişim Üzeri Birleşim (mIoU) değerinde yakınsamıştır. Örnek görsel tahmin sonuçları (Bkz. Şekil 2) incelendiğinde, modelin belirgin doku ve renklere sahip malzemeleri (örneğin havuç, taze fasulye, pirinç) genel hatlarıyla başarıyla lokalize edebildiği ve belirli örneklerde %14.5 (0.1454) gibi daha yüksek bölgesel mIoU skorlarına ulaşabildiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, kısıtlı hesaplama kaynakları altında karmaşık yemek görüntülerinin anlamsal bölütlenmesi amacıyla FasterViT (Fast Vision Transformers with Hierarchical Attention) tabanlı bir mimari önerilmiş ve FoodSeg103 veri seti (104 sınıf) üzerinde test edilmiştir. Eğitim bulguları (Bkz. Şekil 3), kademeli evirişimli omurga ve melez kayıp fonksiyonu (CE + Dice) stratejisinin model kararlılığına ciddi bir katkı sağladığını göstermektedir. 70 adımlık (epoch) eğitim süreci boyunca hem eğitim hem de doğrulama kayıp (loss) eğrilerinin birbirine paralel ve pürüzsüz bir şekilde azalması, ağın aşırı öğrenme (overfitting) problemine karşı yüksek bir direnç gösterdiğini kanıtlamaktadır.

Bununla birlikte, tahmin edilen maskelerin nesne sınırlarında (boundary) görülen hassasiyet kayıpları ve iç içe geçmiş küçük boyutlu malzemelerin (örneğin kurutulmuş yaban mersini) tespitindeki zorluklar, kullanılan yerel pencereli dikkat mekanizmasının yapısal sınırlarına işaret etmektedir. Her ne kadar Taşıyıcı Belirteçler (Carrier Tokens) ile küresel bağlam desteklenmiş olsa da, pencereler arası doğrudan kaydırma (shifted window) mekanizmasının bulunmaması malzemeler arası anlamsal bütünlüğün piksel seviyesinde tam olarak kurulamamasına neden olmaktadır. Sonuç olarak önerilen FasterViT tabanlı yapı, yüksek yerel öznitelik çıkarım kapasitesiyle yemek bölütleme görevleri için donanım dostu ve verimli bir temel sunmaktadır. Gelecek çalışmalarda, pencereler arası iletişimi doğrudan artıracak kaydırılmış pencere (shifted window) mekanizmalarının veya sınır farkındalıklı (boundary aware) algoritmaların entegre edilmesiyle, modelin küresel algısının ve genel bölütleme başarımının belirgin ölçüde artırılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Chen, L., Wang, B., & Zhang, J. (2024). IngredSAM: Open-world food ingredient segmentation via a single image prompt. *Journal of Imaging*.

Hatamizadeh, A., Heinrich, G., Yin, H., Tao, A., Alvarez, J. M., Kautz, J., & Molchanov, P. (2023). FasterViT: Fast vision transformers with hierarchical attention. *arXiv preprint arXiv:2306.06189*.

Huang, G., Sun, Y., Liu, Z., Sedra, D., & Weinberger, K. Q. (2016). Deep networks with stochastic depth. *European Conference on Computer Vision* (pp. 646–661). Springer.

Lan, X., Lyu, J., Jiang, H., Dong, K., Niu, Z., Zhang, Y., & Xue, J. (2023). FoodSAM: Any food segmentation. *IEEE Transactions on Multimedia*.

Liu, Z., Lin, Y., Cao, Y., Hu, H., Wei, Y., Zhang, Z., Lin, S., & Guo, B. (2021). Swin transformer: Hierarchical vision transformer using shifted windows. *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 10012–10022.

Liu, Z., Mao, H., Wu, C.-Y., Feichtenhofer, C., Darrell, T., & Xie, S. (2022). A convnet for the 2020s. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 11976–11986.

Sinha, G., Parmar, K., Azimi, H., Tai, C., Chen, Y., Wong, A., & Xi, P. (2023). Transferring knowledge for food image segmentation using transformers and convolutions. *ArXiv*.

Touvron, H., Cord, M., Douze, M., Massa, F., Massa, A., & Jégou, H. (2021). Training data-efficient image transformers & distillation through attention. *International Conference on Machine Learning* (pp. 10347–10357). PMLR.

Wu, X., Fu, X., Liu, Y., Lim, E., Hoi, S., & Sun, Q. (2021). A large-scale benchmark for food image segmentation. *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia*.

Wu, X., Yu, S., Lim, E., & Ngo, C. (2024). OVFoodSeg: Elevating open-vocabulary food image segmentation via image-informed textual representation. *2024 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*.

Xiao, Z., Li, Y., & Deng, Z. (2025). Food image segmentation based on deep and shallow dual-branch network. *Multimedia Systems*.

Q. Cai and C. Abhayaratne. (2023). Ssdb-net: A single-step dual branch network for weakly supervised semantic segmentation of food images. 2023 IEEE 25th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP).

Yun, S., Han, D., Oh, S. J., Chun, S., Choe, J., & Yoo, Y. (2019). Cutmix: Regularization strategy to train strong classifiers with localizable features. *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 6023–6032.

RODANİNİN A,B-DOYMAMIŞ ENON VE İMİN TÜREVLERİNİN TİROZİN KİNAZ İNHİBİSYON ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: SENTETİK VE HESAPLAMALI BİR YAKLAŞIM

Dr. Öğr. Üyesi, Orhan ULUÇAY[1] Doç Dr., Feyzi Sinan TOKALI[2]

[1]Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372

[2]Kafkas Üniversitesi, Kars Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802

Özet

Tirozin kinazlar, birçok kanser türünün gelişimi ve ilerlemesiyle ilişkili enzimler arasında yer almakta olup, bu enzimlerin inhibisyonu kanser tedavisine yönelik güncel yaklaşımlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, 3-aminorodaninin 3,4-dimetoksi benzaldehit ile asit ve baz katalizli reaksiyonları incelenmiş; bir imin türevi ile bir α,β-doymamış enon türevi elde edilmiştir. Elde edilen bileşiklerin vasküler endotelyal büyüme faktörü reseptörleri VEGFR1 ve VEGFR2 ile epidermal büyüme faktörü reseptörü EGFR üzerindeki inhibisyon potansiyelleri in silico olarak değerlendirilmiş ve referans multikinaz inhibitörü sorafenib ile karşılaştırılmıştır.

Moleküler docking sonuçları, her iki bileşiğin de tirozin kinaz inhibisyon potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Özellikle α,β-doymamış enon türevi, VEGFR1 ve EGFR için sırasıyla -10,522 ve -8,560 kcal/mol docking skorlarıyla referans inhibitöre kıyasla daha güçlü bağlanma eğilimi sergilemiştir. VEGFR2 açısından ise -11,123 kcal/mol değeriyle sorafenib ile karşılaştırılabilir bir inhibisyon profili ortaya koymuştur. Ligand-protein komplekslerinin kararlılığını ve temel etkileşimlerini değerlendirmek amacıyla moleküler dinamik simülasyonları da gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonuçları, bileşik 1 ve 2'nin simülasyon süresinin %80'inden fazlasında güçlü hidrojen bağı etkileşimleri oluşturduğunu ve düşük ligand RMSD değerleriyle kararlı bir bağlanma davranışı gösterdiğini ortaya koymuştur. ADME analizleri ise bileşiklerin ilaç benzerliği ve farmakokinetik özellikler bakımından umut verici profillere sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Tirozin kinaz, EGFR, VEGFR1-2, moleküler kenetlenme, moleküler dinamik.

COMPARISON OF THE TYROSINE KINASE INHIBITION EFFECTS OF A,B-UNSATURATED ENONE AND IMINE DERIVATIVES OF RHODANINE: A SYNTHETIC AND COMPUTATIONAL APPROACH

Asst. Prof. Dr. Orhan ULUÇAY[1] / Assoc. Prof. Dr. Feyzi TOKALI[2]

[1]Department of Bioengineering, Faculty of Engineering and Architecture, Kafkas University, 36100, Kars, Türkiye, orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372

[2]Department of Materials and Materials Processing Technologies, Kars Vocational School, Kafkas University, 36100 Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802

Abstract

Tyrosine kinases are known to be associated with many types of cancer, and their inhibition is one of the current approaches for the treatment of cancer. In this study, the acid and base catalyzed reactions of 3-aminorhodanine with 3,4-dimethoxy benzaldehyde were examined and an imine derivative and an α,β-unsaturated enone derivative were obtained. The vascular endothelial growth factor receptors (VEGFR1 and VEGFR2) and epidermal growth factor receptor (EGFR) inhibition properties of the compounds were evaluated as in silico and compared with the reference multikinase inhibitor sorafenib. The results obtained from the molecular docking study revealed that both compounds have tyrosine kinase inhibition effects. The α,β-unsaturated enone derivative has more effective binding affinity than the reference inhibitor, with a docking score of -10.522 kcal/mol and -8.560 kcal/mol for VEGFR1 and EGFR, respectively. It has an inhibition profile comparable to sorafenib for VEGFR2 (-11.123 kcal/mol). To determine ligand-protein complex stability and key interactions, molecular dynamics (MD) simulation studies were also performed. MD simulation showed that, compounds 1 and 2 have strong hydrogen bond interactions over than 80% of simulation times and showed low ligand RMSD values 0.7 and 1.1 Å. According to the ADME analysis, compounds exhibited excellent drug-likeness and pharmacokinetic characteristics.

Keywords: Tyrosine kinase, EGFR, VEGFR1-2, molecular docking, molecular dynamics

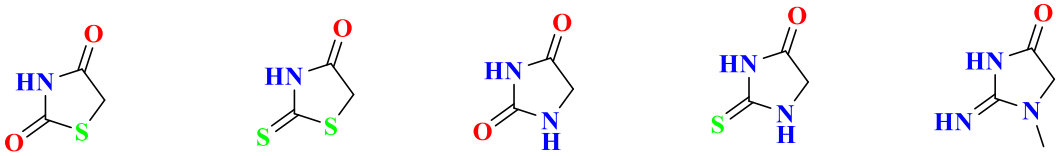
INTRODUCTION

Tyrosine kinases are enzymes that play a critical role in the regulation of cellular processes such as growth and division, and their dysregulation is often implicated in cancer. These enzymes, which can be either receptor or non-receptor types, become overactive due to mutations or overexpression, leading to uncontrolled cell proliferation and survival. Epidermal growth factor receptor (EGFR) is a receptor tyrosine kinase that, when activated by binding to its ligands, triggers a cascade of downstream signaling pathways promoting cell proliferation, survival, and migration. Overexpression or mutations in the EGFR gene are common in various cancers, including non-small cell lung cancer (NSCLC), colorectal cancer, and head and neck cancers [1, 2]. Vascular endothelial growth factor receptors (VEGFR1 and VEGFR2) are critical in angiogenesis, the process by which new blood vessels form from pre-existing vessels. This process is essential for tumor growth and metastasis as it supplies the tumor with necessary nutrients and oxygen. VEGFR1 is primarily involved in the regulation of VEGF-mediated signaling, while VEGFR2 plays a more direct role in endothelial cell proliferation and migration [1, 3].

Tyrosine kinase inhibitors (TKIs) have emerged as a pivotal strategy in cancer therapy by blocking the phosphorylation activity of these kinases, thus interrupting the aberrant signaling pathways. EGFR inhibitors are used to block the signaling pathways that contribute to cancer cell growth and survival. These inhibitors are particularly effective in cancers with specific EGFR mutations, leading to improved patient outcomes [4]. Inhibitors targeting VEGFR, such as sorafenib, are used to disrupt the blood supply to tumors, thereby inhibiting their growth and spread. These agents are particularly effective in cancers like renal cell carcinoma, hepatocellular carcinoma, and certain types of colorectal cancer [5].

However, despite the success of tyrosine kinase inhibitors, some factors such as resistance, side effects and inability combining with other treatments limit their use [6]. Therefore, the discovery of new tyrosine kinase inhibitors is one of the current approaches in cancer treatment.

Heterocyclic compounds are now indispensable building blocks in drug design and discovery studies due to the various biological activities they display. Five-membered heterocyclic active methylene compounds represent an important class of bioactive heterocyclic compounds (Scheme 1). 2-Thioxothiazolidin-4-one (known as rhodanine), a member of the five-membered heterocyclic family of active methylene compounds, is a privileged pharmacophore and a magnificent heterocyclic motif with a wide range of pharmacological activities. Rhodanine and its derivatives are compounds with a broad spectrum of biological activities such as antibacterial and herbicidal [7, 8], anticancer [9, 10], antidiabetic [11, 12], anti-inflammatory [13], antitubercular [14], and tyrosinase inhibition [15].



Thiazolidin-2,4-dione **Rhodanine** **Hydantoin** **2-Thiohydantoin** **Creatinine**

Scheme 1. Biological active five-membered active methylene compounds

3-Aminorhodanine (3AR) is a very interesting rhodanine derivative. So, it is known that α,β-unsaturated enones are formed from the reaction of five-membered active methylene compounds with aldehydes according to the Knoevenagel condensation. To carry out this reaction it must be catalyzed by a base. In basic conditions 3AR acts as a C-nucleophile. On the other hand, 3AR can act as a primary amine against aldehydes due to the free amino group it contains. It is known that imines (Schiff bases) are obtained from the acid-catalyzed condensation of primary amines with aldehydes. To carry out this reaction it must be catalyzed by an acid. In acidic conditions 3AR acts as a NH2-nucleophile. In summary, the base-catalyzed reaction of 3AR with aldehydes gives α,β-unsaturated enones, while the acid-catalyzed reaction gives imine-type Schiff bases [16]. Schiff bases and α,β-unsaturated enones are also biological active compound classes and frequently used in drug design.

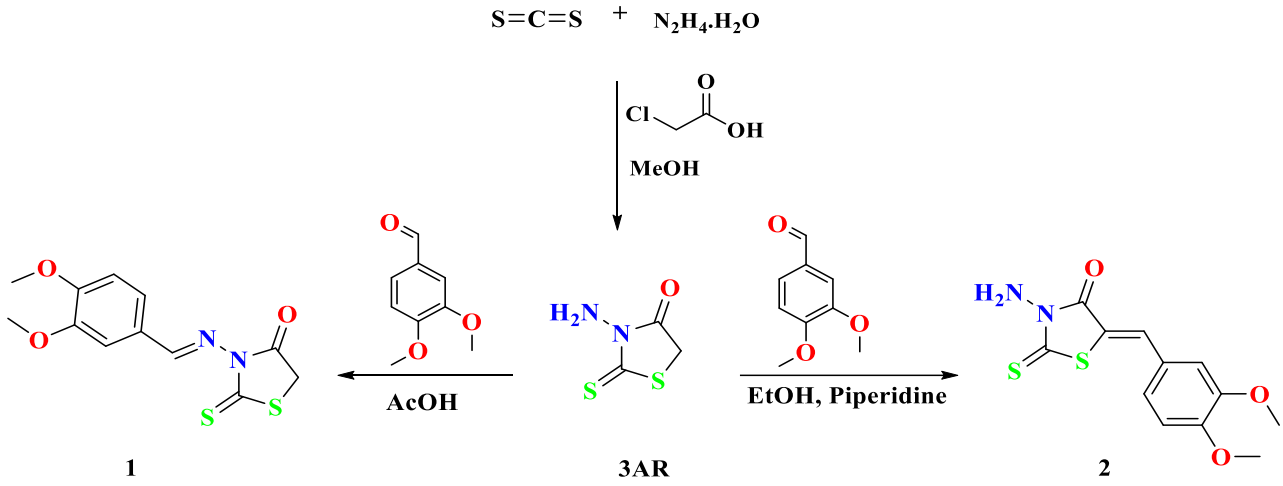
In this study, it was aimed to examine the acid and base catalyzed reactions of 3AR with 3,4-dimethoxybenzaldehyde and compare in silico tyrosine kinases inhibition properties of the resulting products with reference multikinase inhibitor sorafenib.

Results and Discussion

Chemistry

In this study, it was examined the acid and base catalyzed reactions of 3AR with 3,4-dimethoxybenzaldehyde and the corresponding imine (**1**) and α,β-unsaturated enone (**2**) derivatives were obtained with good yields (93 and 85%, respectively). In the synthesis study, firstly, 3AR was synthesized by the reaction of carbon disulfide, chloroacetic acid, and hydrazinium hydroxide according to the method reported by Egu et al [17]. The Schiff base derivative was obtained from the reaction of 3AR with 3,4-dimethoxybenzaldehyde in glacial acetic acid. On the other hand, the α,β-unsaturated enone derivative was synthesized 3AR with 3,4-dimethoxybenzaldehyde in ethanol and the presence of catalytic amount of piperidine (Scheme 2). The structures of the synthesized compounds were characterized with FTIR, ^{1}H NMR, and ^{13}C NMR (APT) spectroscopic methods.

In the FTIR spectra of the synthesized compounds, for compound **1**, the stretching bands of C=O and C=S bonds are seen at 1728 cm^{-1} and 1213 cm^{-1}, respectively. The characteristic N=CH stretching bands of imine moiety are observed at 1596 cm-1. For compound **2**, N-H stretching bands of the NH2 group appeared at 3314 and 3239 cm^{-1}. The stretching bands of C=O and C=S bonds are seen at 1701 cm^{-1} and 1178 cm^{-1}, respectively. The characteristic C=CH stretching bands of arylidene moiety appeared at the range of 1575 cm^{-1}. These bands are the characteristic bands and the values are fully compatible with the structures [16, 17].



Scheme 2. Synthetic route for the preparation of compounds 1-2

In the ^{1}H NMR spectra of the compounds, for compound **1**, peak of the characteristic N=CH proton of the imine moiety resonated as a singlet at δ 8.45 ppm. Aromatic protons are seen as a singlet at δ 7.57 ppm and two doublets at δ 7.29 and 6.19 ppm (J = 8.3 Hz). The peak of the methylene protons (CH_2) of the rhodanine ring appeared as a singlet at δ 4.07 ppm. For compound 2, peak of the C=CH proton of the arylidene moiety is observed as a singlet at δ 7.77 ppm. Aromatic protons are seen as a singlet at δ 7.18 ppm and two doublets at δ 7.21 and 7.12 ppm (J = 8.4 Hz). The NH_2 protons resonated as singlet at δ 5.94 ppm. Chemical shifts, integrations and splits are fully compatible with the structures and literature [16, 18].

In the ^{13}C NMR spectra, for compound **1**, peaks of C=S and C=O carbons of the rhodanine ring are seen at δ 194.9 and δ 169.2 ppm, respectively. Peak of N=CH carbon of the imine moiety is observed at δ 169.5 ppm. The peak of the methylene carbon (CH_2) of the rhodanine ring appeared at δ 33.8 ppm. For compound **2**, peaks of C=S and C=O carbons of the rhodanine ring are seen at δ 187.0 and δ 163.6 ppm, respectively. Peak of the C=CH carbon of the arylidene moiety is observed at δ 134.0 ppm. Peak of the C=CH carbon of the rhodanine ring resonated at δ 116.9 ppm. Chemical shifts and number of the signals are compatible with the structure and literature [16, 18].

Molecular docking

Molecular docking is a powerful computational technique that accelerates the drug discovery process by predicting and optimizing the interactions between potential drug candidates and their target proteins. Its integration into the drug development pipeline enhances efficiency, reduces costs, and contributes significantly to the identification and development of novel therapeutic agents [19].

In this study the induced fit docking (IFD) protocol was used for molecular docking studies. In addition, MM-GBSA (Molecular Mechanics Generalized Born Surface Area) ΔG binding free energies of compounds were calculated to determine ligand protein binding affinity. IFD accounts for protein flexibility by allowing both the ligand and the protein receptor to adapt to each other's shape, resulting in more accurate binding predictions. On the other hand, MM-GBSA calculates the free energy of binding by combining molecular mechanics force field

calculations with generalized born solvent models, providing insights into the stability of ligand-protein interactions. Together, these methods enhance our understanding of molecular interactions, aiding in the rational design of novel therapeutics with improved potency and selectivity [20].

To determine the possible tyrosine kinase inhibition effect of the compounds three different targets belonging to the tyrosine kinase family were selected: VEGFR1-2 and EGFR. The in silico activities of the compounds were compared to sorafenib, a reference multikinase inhibitor. Additionally, the interactions of the compounds with target receptors were examined in detail. The induced fit docking extra precision (XP) glide scores and MM-GBSA ΔG binding free energies of the compounds were given in **Table 1.**

As can be seen from Table 1, compounds **1** and **2** have satisfactory docking scores. So compound **2** is more effective against VEGFR1 and EGFR than the standard inhibitor sorafenib with the docking score -10.522 and -8.560 kcal/mol, respectively. It is as effective as sorafenib against VEGFR2, with a docking score close to that of sorafenib. Compound **1** is also more effective against EGFR than sorafenib with the docking score -7.656 kcal/mol. However, it is less effective than sorafenib against VEGFR1 and VEGFR2 with the docking score -8.076 and -8.340 kcal/mol, respectively. On the other hand, when the activities of compounds **1** and **2** are compared, compound **2** appears to have better docking scores for all three receptors. According to these results, it can be said that compound **2** is a potential inhibitor for all three receptors and compound 1 is a potential inhibitor for EGFR.

Table 1. The Docking scores and MM-GBSA ΔG Binding free energies of compounds 1-2 and sorafenib

	Induced Fit Docking XP Glide Scores (kcal/mol)			**MM-GBSA ΔG Binding Free Energies (kcal/mol)**		
PDB ID	**3HNG**	**4ASE**	**5X2A**	**3HNG**	**4ASE**	**5X2A**
Compounds	**VEGFR1**	**VEGFR2**	**EGFR**	**VEGFR1**	**VEGFR2**	**EGFR**
1	-8.076	-8.340	-7.656	-65.23	-50.29	-51.92
2	-10.522	-11.123	-8.560	-63.37	-65.05	-62.42
Sorafenib	-9.540	-11.897	-7.019	-79.20	-77.79	-57.16

The interactions of the compounds with target receptors were examined in detail. Molecular docking 2D and 3D ligand-protein interactions (LPI) between compounds **1** with VEGFR1 were given in Figure 1. Figure 1a represent the 2D LPI between VEGFR1 and compound **1**. As seen in Figure 1a, the carbonyl moiety of rhodanine ring formed a hydrogen bond interaction (purple arrow) with Asp-1040. Besides the phenyl ring of benzylideneamino moiety formed a π-π stacking interaction (green line) with Phe-1040. Figure 1b represent the 3D LPI between VEGFR1 and compound **1** and the distances of these interactions are seen there. The yellow dashes indicate the hydrogen bond interactions and the turquoise dashes indicate the π-π stacking interactions. According to this, the distances of the hydrogen bond interaction and the π-π stacking interaction are 1.87 Å and 4.69 Å, respectively.

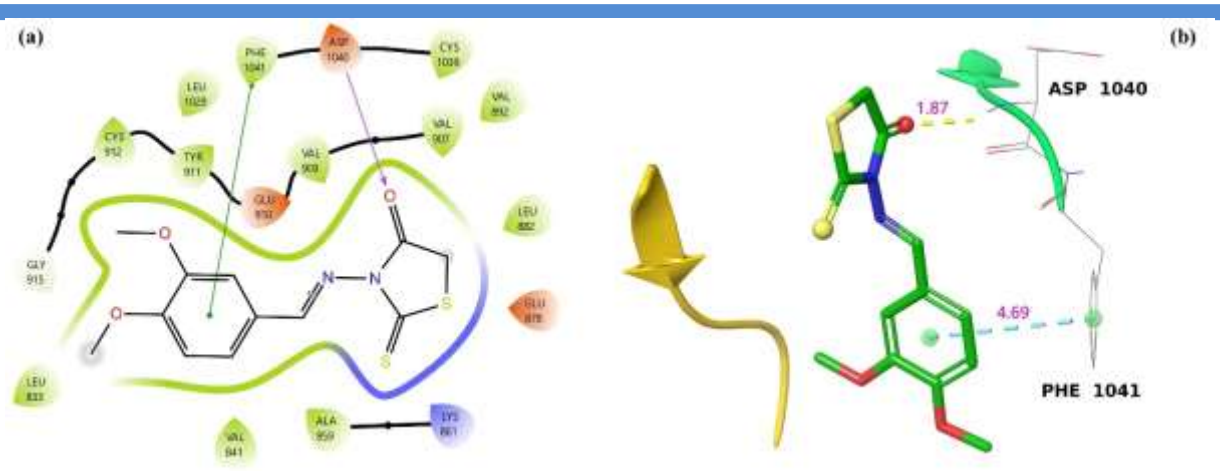


Figure 1. Molecular docking 2D (a) and 3D (b) LPI between compound **1** and the active site of VEGFR1.

2D and 3D LPI between compound **2** with VEGFR1 were given in Figure 2. Here it can be seen that the molecule forms three strong hydrogen bonds with the target receptor. These are Cys-912 with the free amino group and carbonyl oxygen, and Lys-861 with methoxy oxygen. The distances of these interactions are 2 Å, 1.96 Å, and 2.49 Å, respectively.

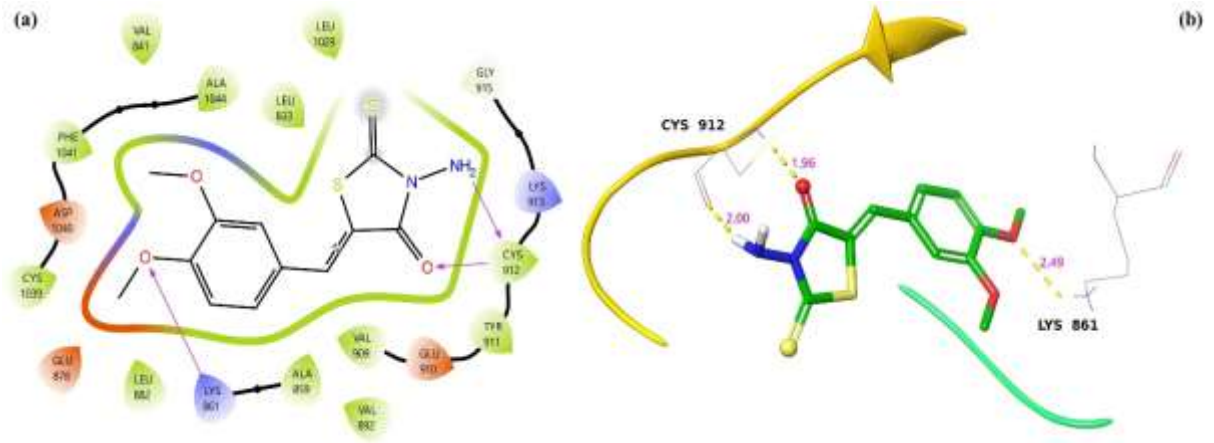


Figure 2. Molecular docking 2D (a) and 3D (b) LPI between compound 2 and the active site of VEGFR1.

Figure 3 represents the interactions of compound **1** with VEGFR2. As seen in Figure 3, there are two hydrogen bond interactions between carbonyl oxygen with Cys-919 (2.08 Å) and methoxy oxygen with Lys-868 (2.06 Å). Moreover, there is a π-π stacking interaction between phenyl ring and Phe-1047 amino acid residue (4.90 Å).

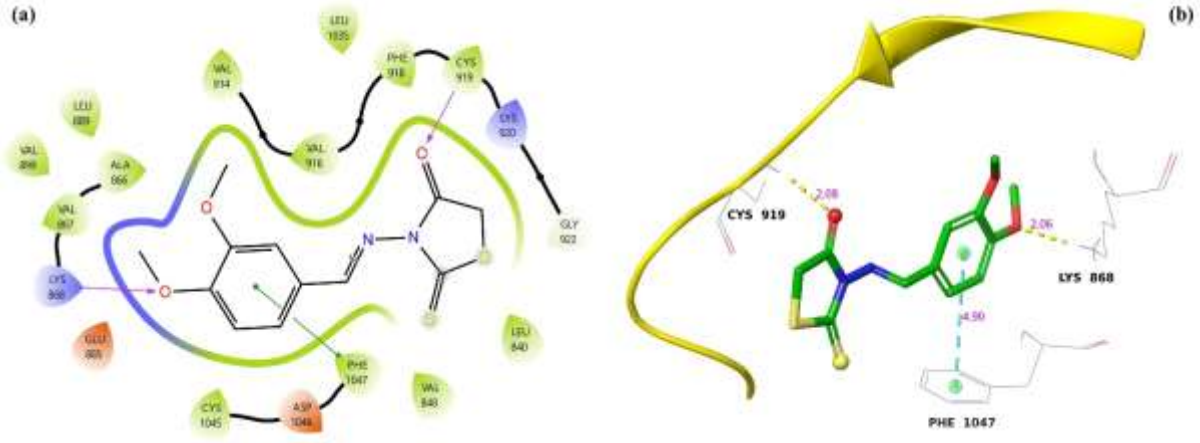


Figure 3. Molecular docking 2D (a) and 3D (b) LPI between compound **1** and the active site of VEGFR2.

The interactions between compound **2** and VEGFR2 are similar to its interactions with VEGFR1. So, the amino group and the carbonyl oxygen formed hydrogen bond interactions with Cys-919 (1.80 Å and 1.77 Å, respectively). Similarly, there is a hydrogen bond between the methoxy oxygen and Lys-868 (2.26 Å). Unlike VEGFR1, there is a π-π stacking interaction between the phenyl moiety of compound 2 and Phe-1047 amino acid residue of VEGFR2. The distance of this interaction is 4.23 Å (Figure 4).

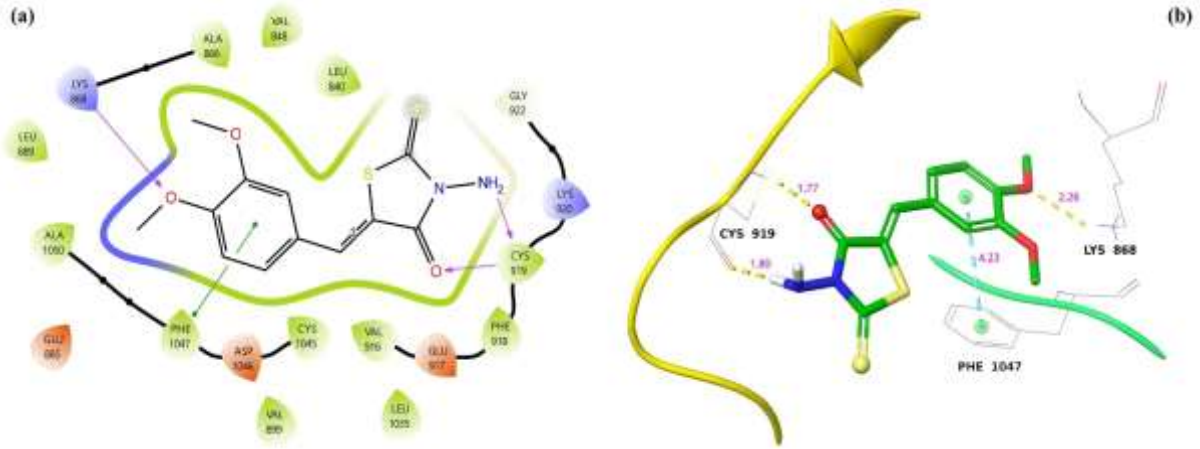


Figure 4. Molecular docking 2D (a) and 3D (b) LPI between compound **2** and the active site of VEGFR2.

Figure 5 represents the interactions of compound **1** with EGFR. Here it can be seen that the molecule forms three strong hydrogen bonds with the target receptor. The carbonyl oxygen of the rhodanine ring formed a hydrogen bond interaction with Met-793 (1.69 Å) and two methoxy oxygens formed two different hydrogen bond interactions with Lys-745 (2.08 Å and 2.23 Å).

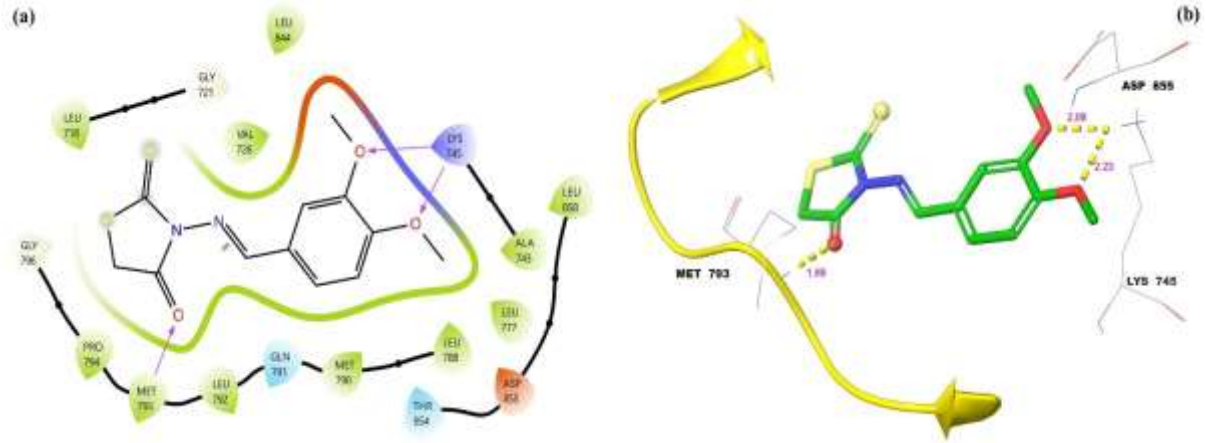


Figure 5. Molecular docking 2D (a) and 3D (b) LPI between compound **1** and the active site of EGFR.

The analysis of the 2D and 3D LPI between the compound **2** and the active site of EGFR show key interactions and critical amino acid residues involved in the binding process (Figure 6). Here, there are two hydrogen bond interactions between Met-793 with amino group and carbonyl oxygen (2.76 Å and 2 Å, respectively). Moreover, there are two additionally strong hydrogen bond interactions between Lys-745 and two methoxy oxygens (1.98 Å and 2.14 Å).

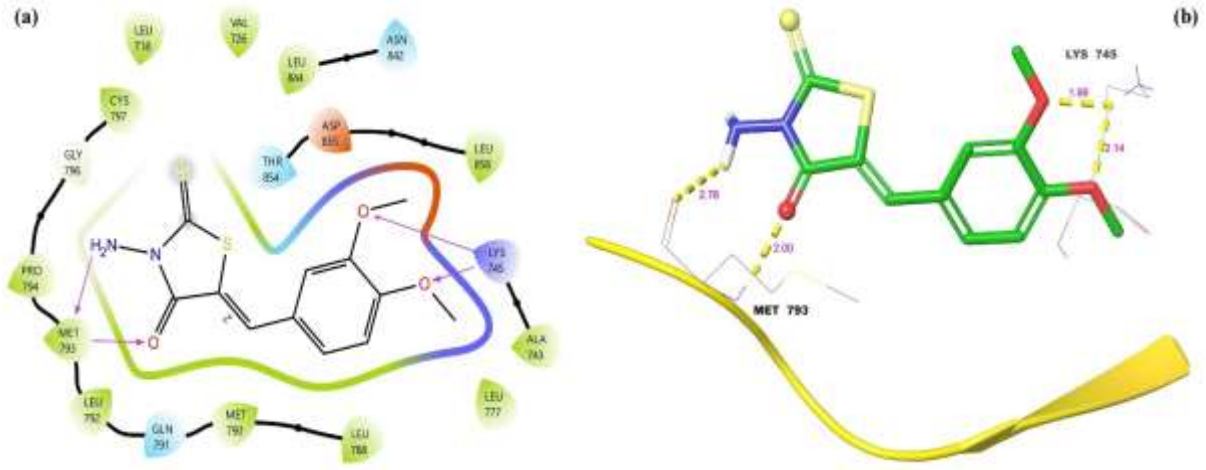


Figure 6. Molecular docking 2D (a) and 3D (b) LPI between compound **2** and the active site of EGFR.

Overall, compounds formed strong hydrogen bond interactions with key amino acids in the active site of target receptors. Among these amino acids, Cys-919, Lys-868, Lys-745 and Met-793 stand out. Additionally, Phe-1047 amino acid residue formed π-π stacking interactions with the phenyl ring of compounds. These interactions contribute to the ligand-protein complex's stability and making them a promising candidate for a tyrosine kinase targeted therapeutic agents.

Molecular dynamics (MD) simulations

According to molecular docking results, compound **2** has more effective inhibition properties than compound **1** for all three receptors. Additionally, compound **2** has better scores for VEGFR1 and EGFR than the reference drug sorafenib, while it has a satisfactory score for VEGFR2. In light of these results, compound **2** stands out as a potential tyrosine kinase inhibitor. Thus, to evaluate the stabilities of the ligand protein complexes and determined the RMSD (root mean square deviation) and RMSF (root mean square fluctuation) of ligand and receptor, MD simulation analysis of **2**-VEGFR1, **2**-VEGFR2, and **2**-EGFR ligand protein complexes were carried out.

The MD simulation analysis of 2-VEGFR1 ligand protein complex were given in Figure 7. Figure 7a represents the 2D key ligand protein interactions during the simulation time with percentage values. As seen in Figure 7a, the carbonyl oxygen of the rhodanine ring and the amino group formed two strong hydrogen bond interactions with Cys-912 during 97% and 73% of the simulation time, respectively. Additionally, the methoxy groups of the benzylidene part formed two hydrogen bond interaction with Lys-861 (72% and 39% of the simulation time). A total of four strong hydrogen bonds contributed significantly to the stability of the ligand-protein complex.

Figure 7b represents the RMSD values of ligand and protein atoms. According to the Figure 7b the average RMSD of protein Cα atoms was calculate as 2.2 Å (pale blue). This indicates that the protein backbone showed some level of conformational flexibility during the simulation. On the other hand, the average RMSD of ligand atoms was calculated ad 0.7 Å (red). This low RMSD suggests that the ligand remains very stable and maintains its position within the binding site throughout the simulation. Finally, the average deviation of ligand from its original position is 0.3 Å. Figures 7c and 7d represent the RMSF of protein and ligand atoms, respectively. the average RMSF of protein Cα atoms was calculated as 1.2 Å and the average RMSF of ligand atoms as calculated as 0.7 Å. An average RMSF of 1.2 Å for the protein Cα atoms indicates that the protein backbone exhibits moderate flexibility but lower RMSF values of ligand atoms experience relatively minor fluctuations around their mean positions, indicating that the ligand is quite stable within the binding site.

Finally, Figure 7e represent the fractional interaction histogram. According to Figure 7e, the most abundant fractional interactions were observed with Cys-912 and Lys-861 via hydrogen bond interaction. These two amino acid residues are the key amino acid residues in MD simulation.

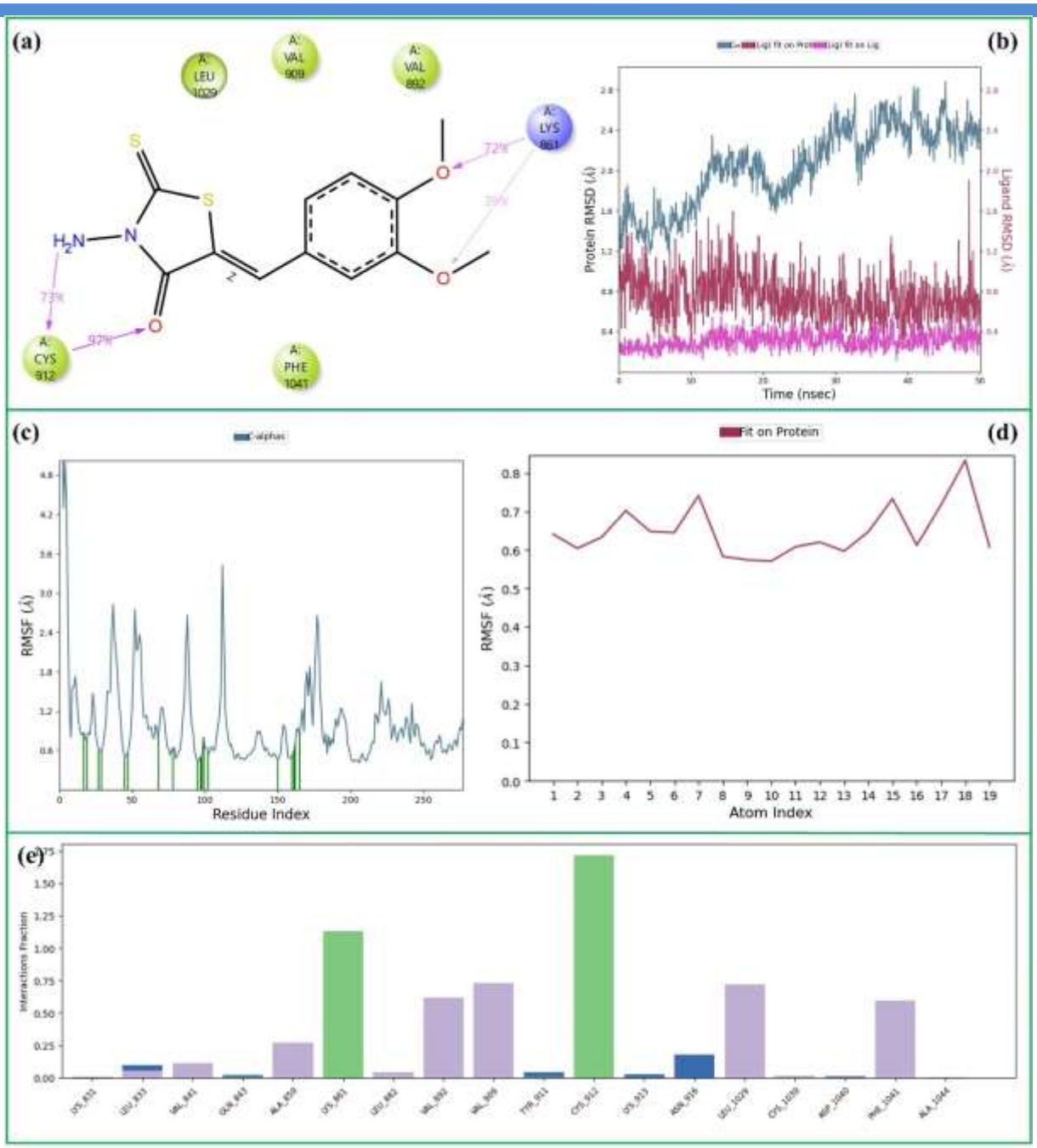


Figure 7. The 50 ns MD simulation analysis of **2**-VEGFR1 complex. (a) 2D key ligand protein interactions, (b) RMSD of ligand and protein, (c) RMSF of protein, (d) RMSF of ligand and (e) fractional interaction histogram.

The MD simulation analysis of 2-VEGFR2 ligand protein complex were given in Figure 8. Figure 8a represent the key ligand protein interactions during the simulation time.

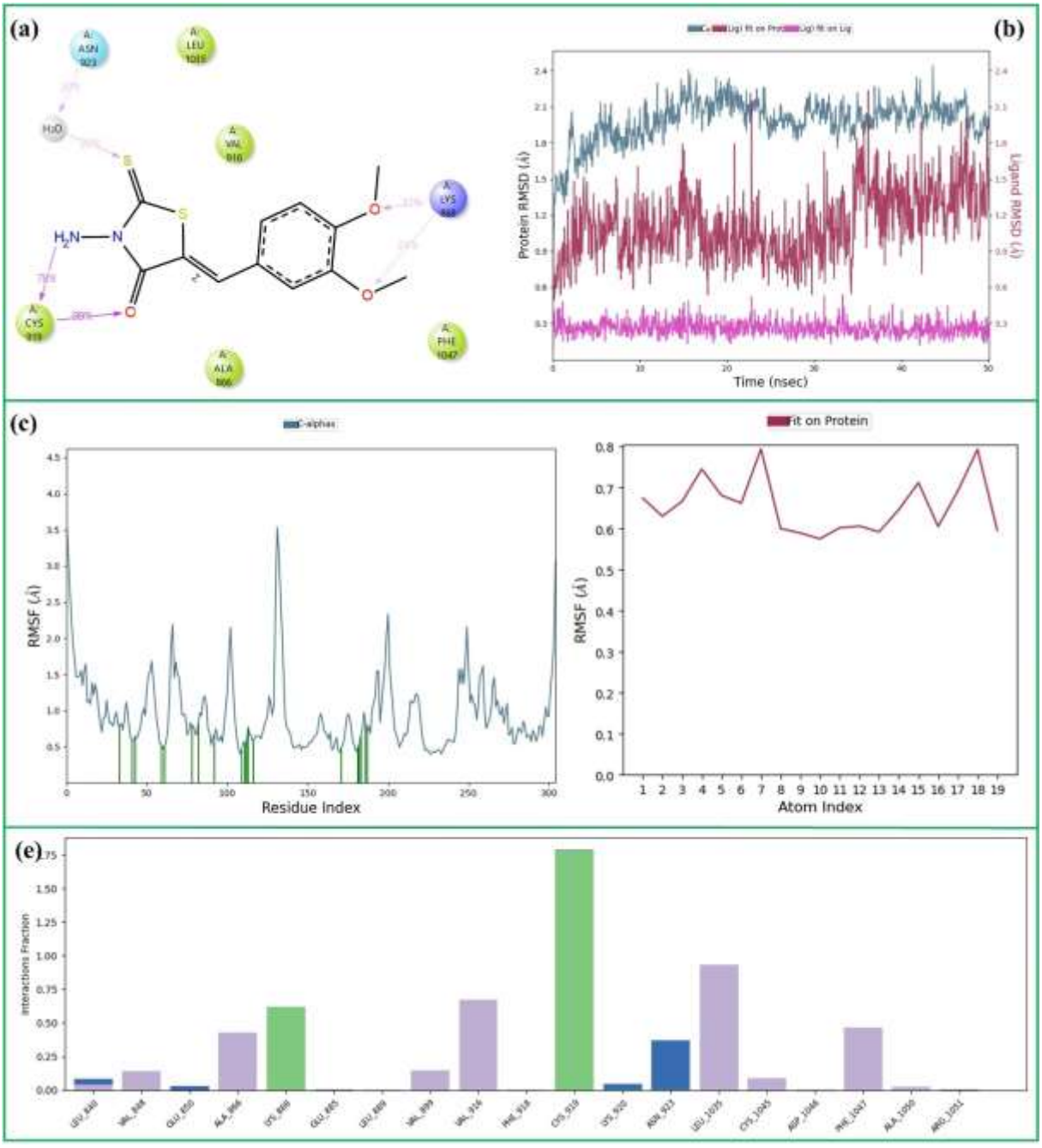


Figure 8. The 50 ns MD simulation analysis of **2**-VEGFR2 complex. (a) 2D key ligand protein interactions, (b) RMSD of ligand and protein, (c) RMSF of protein, (d) RMSF of ligand and (e) fractional interaction histogram.

As seen in Figure 8a, the carbonyl oxygen and the amino group formed two strong hydrogen bond interactions with Cys-919 during 99% and 78% of the simulation time, respectively. The

methoxy groups of the benzylidene part formed two hydrogen bond interaction with Lys-868 (37% and 24% of the simulation time). Furthermore, the thiocarbonyl moiety of rhodanine ring formed a water-bridged hydrogen bond interaction with Asn-923 during 20% of the simulation time.

Figure 8b represents the RMSD of protein Cα atoms and ligand atoms of 2-VEGFR1 complex during the simulation time. While, the average RMSD of protein Cα atoms (pale blue) was calculated as 2.0 Å, the average RMSD of ligand atoms (red) was calculated as 1.1 Å. The average deviation of the ligands from its initial position was calculated as 0.25 Å (pink). The protein's average RMSD of 2.0 Å reflects typical protein dynamics and indicates that the overall structure remains stable, with only moderate deviations from the initial conformation. he ligand's average RMSD of 1.1 Å and an average deviation of 0.25 Å suggest a highly stable interaction with the protein, indicating that the ligand does not significantly deviate from its initial position and remains tightly bound in the binding site.

Figures 8c and 8d represent the RMSF of protein Cα and ligand atoms, respectively. The average RMSF of protein Cα and ligand atoms were calculated as 1.0 and 0.7 Å, respectively. In Figure 8c, the green vertical lines indicate the ligand-amino acid contacts. Total 20 amino acid residues in the active site of the VEGFR2 interacted with compound 2. The low RMFS values showed the stable protein backbone and minimum fluctuations. Figure 8e depicts the fractional interaction histogram of 2-VEGFR2 complex during the simulation time. the most abundant fractional interaction was observed with Cys-919. The other remarkable fractional interactions are Lys-868, Val-916, Leu-1035 and Phe-1047. The MD simulation analysis showed that Cys-919 is the key amino acid residue responsible for the inhibition.

Finally, the 50 ns MD simulation analysis of 2-EGFR ligand protein complex were given in Figure 9. Figure 9a represent the 2D key ligand protein interaction. As seen in Figure 9a, the carbonyl oxygen and the amino group formed two hydrogen bond interactions with Met-793 during 54% and 40% of the simulation time, respectively. The methoxy oxygens formed two water-bridged hydrogen bond interactions with Lys-745 during 78% and 68% of the simulation time.

Figure 9b depicts the RMSD of protein and ligand atoms of 2-EGFR complex during the simulation time. The average RMSD of protein (pale blue) and ligand (red) atoms were calculated as 2.1 Å and 3.5 Å, respectively. The average deviation of ligand form its original position is almost 1 Å. The RMSD data for the 2-EGFR complex indicates that while the protein remains relatively stable, the ligand exhibits significant movement and deviation from its initial binding position.

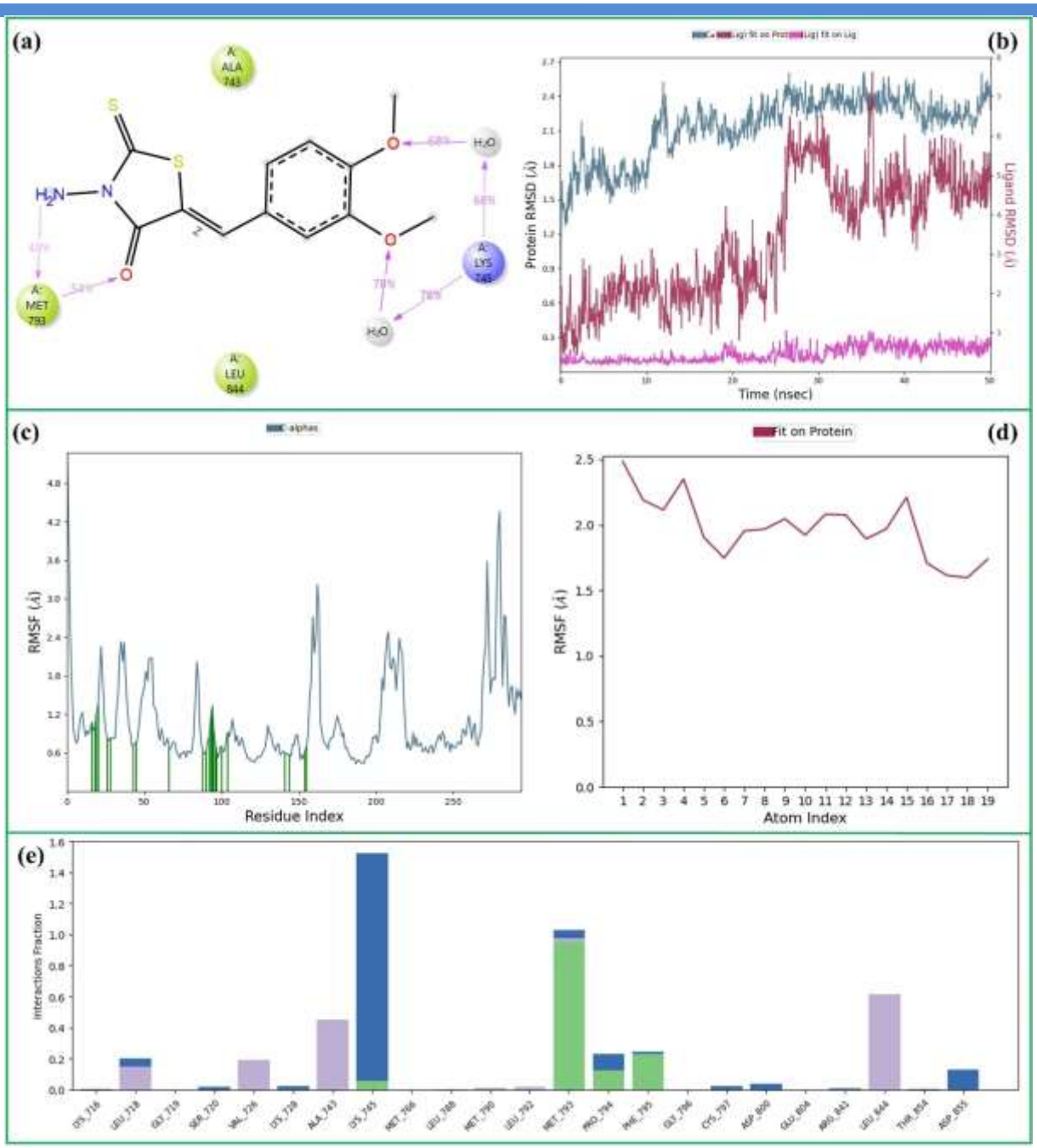


Figure 9. The 50 ns MD simulation analysis of **2**-EGFR complex. (a) 2D key ligand protein interactions, (b) RMSD of ligand and protein, (c) RMSF of protein, (d) RMSF of ligand and (e) fractional interaction histogram.

Figures 9c and 9d represent the RMSF of protein Cα and ligand atoms, respectively. As seen in Figure 9c the average RMSF value of the protein Cα atoms was calculated as 1.2 Å. It indicates that, on average, the protein residues exhibit low to moderate fluctuations around their mean positions. In Figure 9c, the vertical green bars indicate the interactions between ligand and amino acid residues. Total 21 amino acid residues interacted with compound 2. On the other

hand, average RMSF of ligand atoms was calculated as 2.0 Å and it suggests that the ligand experiences higher fluctuations compared to the protein Cα atoms. Finally, Figure 9e, represents the fractional interaction histogram of 2-EGFr complex. According to the Figure 9e the most abundant fractional interaction histograms were observed with Lys-745, Met-793 and Leu-844.

As conclusion, the MD simulation analysis indicates that the 2-VEGFR1 complex is the most stable, with a protein RMSD of 2.2 Å and a low ligand RMSD of 0.7 Å, supported by strong hydrogen bonds with Cys-912 and Lys-861. The 2-VEGFR2 complex also shows stability with a protein RMSD of 2.0 Å and a ligand RMSD of 1.1 Å, but less so than 2-VEGFR1. In contrast, the 2-EGFR complex exhibits significant ligand instability with a high RMSD of 3.5 Å. Thus, VEGFR1 is identified as the most potent target for compound 2, highlighting its potential as a tyrosine kinase inhibitor due to its high stability and strong inhibition properties.

ADME Prediction

Comprehensive ADME (absorption, distribution, metabolism, and excretion) studies were conducted using in silico methods to assess the physicochemical descriptors, pharmacokinetic properties, and drug-likeness of compounds **1** and **2**. These studies involved predicting various parameters such as octanol/water partition coefficient, aqueous solubility, apparent Caco-2 cell permeability in nm/sec, brain/blood partition coefficient, apparent MDCK cell permeability in nm/sec, human oral absorption on a scale of 0-100%, and the number of violations of Lipinski's rule of five and Jorgensen's rule of three parameters [21]. ADME prediction results of compounds **1-2** and reference drug sorafenib were given in Table 2.

Table 2. The ADME prediction of compounds **1-2** and reference drug sorafenib

Comp.	MW	dHB	aHB	QPlogPo/w	QPlogS	QPPCaco	QPlogBB	QPPMDCK	%HOA	RO5	RO3
1	296.36	0	5	2.549	-2.989	2363	-0.066	5116	100	0	0
2	296.36	2	4	2.411	-3.612	747	-0.560	1243	92	0	0
Sorafenib	464.83	3	6	4.109	-7.079	323	0.982	1710	96	0	1

***MW:** Molecular weight, 130-722; **dHB**: Number of hydrogen bond donors in an aqueous solution, 0.0 – 6.0; **aHB**: Number of hydrogen bond acceptors in an aqueous solution, 2.0 – 20.0; **QPlogPo/w**: Predicted octanol/water partition coefficient, –2.0 – 6.5; **QPlogS**: Predicted aqueous solubility, –6.5 – 0.5; **QPPCaco**: Predicted apparent Caco-2 cell permeability in nm/sec, <25 poor >500 great; **QPlogBB**: Predicted brain/blood partition coefficient, –3.0 – 1.2; **QPPMDCK**: Predicted apparent MDCK cell permeability in nm/sec, <25 poor >500 great; **%HOA**: Predicted human oral absorption on 0 to 100% scale, >80% is high <25% is poor; **Ro5**: Number of violations of Lipinski's rule of five, max is 4; **Ro3**: Number of violations of Jorgensen's rule of three, max is 3.

Comprehensive ADME studies conducted using in silico methods assessed the physicochemical descriptors, pharmacokinetic properties, and drug-likeness of compounds **1** and **2** compared with the reference drug sorafenib. Compound **1** demonstrated high permeability, optimal solubility, and 100% predicted human oral absorption, indicating

excellent pharmacokinetic characteristics. It had no violations of Lipinski's rule of five or Jorgensen's rule of three. Compound 2 also showed favorable properties, with good solubility, high permeability, and 92% predicted human oral absorption, along with no rule violations. In comparison, sorafenib exhibited poorer solubility and lower permeability but still maintained good human oral absorption at 96%. Sorafenib had one violation of Jorgensen's rule, indicating potential issues with drug-likeness. Overall, both compounds **1** and **2**, demonstrated better ADME profiles than sorafenib, highlighting their potential as more effective and drug-like tyrosine kinase inhibitors.

Structure activity relationship

The structure-activity relationship (SAR) analysis reveals crucial insights into the impact of functional groups on the inhibition effects and molecular docking performance of the synthesized compounds. Molecular docking and MD simulations clearly revealed the effects of functional groups in the compounds on potential inhibition. Accordingly, it is clear that the rhodanine ring, which forms the basic structure of the compounds, plays an important role in the interaction with receptors. On the other hand, it is observed that the methoxy groups present in the compounds increase the stability of the ligand-protein complexes due to hydrogen bonds and provide the compounds with an extra inhibition effect. However, the rhodanine ring and the methoxy substituted benzylidene moiety are common to both compounds. The difference in the activities of the compounds is due to the difference in the binding position of 3,4-dimethoxy benzaldehyde to the rhodanine ring. The reason why compound **2** is more active than compound **1** is the free amino group in its structure. The free amino group made extra hydrogen bonds with the receptors, making compound **2** a more active compound.

Conclusion

In this study, the acid and base catalyzed reactions of 3-aminorhodanine (a rhodanine derivative whose biological activities have been proven by many studies) with 3,4-dimethoxy benzaldehyde were examined and an imine derivative **(1)** and an α,β-unsaturated enone derivative **(2)** were obtained. The tyrosine kinase inhibition properties of the synthesized compounds were compared using various computational methods. Additionally, the tyrosine kinase inhibition properties of the compounds were evaluated against sorafenib, a multikinase inhibitor. Results from the study showed that compound **2**, an α,β-unsaturated enone derivative, had better binding affinities to VEGFR1 and EGFR than sorafenib. Also, compound 2 has an inhibitory property against VEGFR2 comparable to sorafenib.

Various biological activities of rhodanine and its derivatives are supported by studies in the literature. Our study revealed potential inhibitory effects of α,β-unsaturated enone derivatives derived from 3AR against tyrosine kinase enzymes that are related to many types of cancer. A very simple method for the synthesis of these compounds is also given. With this method, a large number of new compounds can be synthesized in good yields using various aldehydes. It is very likely that more effective tyrosine kinase inhibitors will be discovered among these compounds to be synthesized.

This study reveals in silico the tyrosine kinase inhibition properties of 3AR-derived α,β-unsaturated enone derivatives. However, more advanced studies are needed before they can be used as inhibitors. First of all, the inhibition properties of these derivatives need to be examined

in vitro and, depending on the results to be obtained, in vivo. Further research should include determining the compounds' mechanism of action, pharmacokinetic profile, and potential side effects. If the compounds prove to be effective and safe, they can potentially be developed into new agents for the treatment of cancer. We hope that the results from this study will be used as a preliminary study in the discovery of new druggable agents.

Experimental Section

Chemistry

The chemicals used in this study were purchased from various suppliers. Melting points were determined on WRS-2A Microprocessor Melting-point Apparatus and are uncorrected. ^{1}H NMR spectra were recorded on Bruker (400 MHz) spectrometer. ^{13}C NMR spectra were recorded on Bruker (100 MHz) spectrometer. Chemical shifts were reported as δ in ppm relative to tetramethylsilane (TMS) (δ 0.00 singlet) in deuterated chloroform ($CDCl_3$) and deuterated dimethyl sulfoxide (DMSO-d_6).

Synthesis of compound 1

To a solution of 3,4-dimethoxybenzaldehyde (1.66 g, 10 mmol) in glacial acetic acid (6 mL) 3AR (1.48 g, 10 mmol) was added and the mixture was refluxed for an hour (checked by TLC, EtOAc : PE – 3:7). After completion, the solution was poured to crushed ice and the formed yellow solid was filtered off. The crude product was recrystallized from ethanol (Scheme 1).

(*E*)-3-((3,4-Dimethoxybenzylidene)amino)-2-thioxothiazolidin-4-one (1)

Yellow solid, yield: 93% (2.76 g), mp: 151-153°C. FTIR (ATR, cm^{-1}): vmax 3079 (aromatic C-H stretching), 2988 – 2836 (aliphatic C-H stretching), 1728 (C=O stretching), 1596 (N=CH stretching), 1213 (C=S stretching), 1015 (C-N bending). ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 8.45 (s, 1H, N=CH), 7.57 (s, 1H, ArH), 7.29 (d, J = 8.3 Hz, 1H, ArH), 6.91 (d, J = 8.3 Hz, 1H, ArH), 4.07 (s, 2H, CH_2), 3.94 (s, 6H, 2 OCH_3). ^{13}C NMR (APT, 100 MHz, $CDCl_3$) δ 194.9 (C=S), 169.5 (N=CH), 169.2 (C=O), 153.6, 149.6, 125.6, 124.7, 110.7, 109.3 (ArC), 56.1 (2 OCH_3), 33.8 (CH_2).

Synthesis of compound 2

To a solution of 3AR (1.48 g, 10 mmol) in absolute ethanol (30 mL) 3,4-dimethoxybenzaldehyde (1.66 g, 10 mmol) and the catalytic amount of piperidine (3 drops) were added and the mixture was refluxed for four hours (checked by TLC, EtOAc : PE – 3:7). After completion, the solution was cooled to room temperature the formed orange solid was filtered off. The crude product was recrystallized from ethanol (Scheme 1).

(*Z*)-3-Amino-5-(3,4-dimethoxybenzylidene)-2-thioxothiazolidin-4-one (2)

Orange solid, yield: 85% (2.52 g), mp: 175 °C (dec). FTIR (ATR, cm^{-1}): vmax 3314 and 3239 (N-H stretching), 2995 – 2831 (aliphatic C-H stretching), 1701 (C=O stretching), 1575 (C=C stretching), 1178 (C=S stretching), 1035 (C-N bending). ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6) δ 7.77 (s, 1H, C=CH), 7.21 (d, J = 8.4 Hz, 1H, ArH), 7.18 (s, 1H, ArH), 7.12 (d, J = 8.4 Hz, 1H, ArH), 5.94 (s, 2H, NH_2), 3.85 (s, 3H, OCH_3), 3.83 (s, 3H, OCH_3). ^{13}C NMR (APT, 100 MHz, DMSO-d_6) δ 187.0 (C=S), 163.6 (C=O), 151.5, 149.1 (ArC), 134.0 (C=CH), 125.7, 125.0 (ArC), 116.9 (C=CH), 113.7, 112.2 (ArC), 55.6 (2 OCH_3).

Computational studies

Molecular Docking studies using carried out by Schrödinger Molecular Modelling Software (2024-1) with Maestro (13.9) interface. MD simulations were carried out using Desmond (D. E. Shaw Research) with Maestro (13.5) interface.

Preparation ligands and proteins

The known methods that previously published by our research group were used to perform protein and ligand preparation [22]. The 3D X-ray crystallographic structures of the target proteins were obtained from the Protein Data Bank, accessible via the RCSB website (https://www.rcsb.org). In this study, VEGFR1 (PDB ID: 3HNG), VEGFR2 (PDB ID: 4ASE), and EGFR (PDB ID: 5X2A) were used to carried out for all in silico studies. Careful preparation and refinement of these protein structure was carried out using the Protein Preparation Wizard module within Schrödinger Maestro 13.9.

Glide docking and induced fit docking, prime MM-GBSA analysis, molecular dynamics simulations, and ADME prediction

The known methods that previously published by our research group were used to perform glide docking and induced fit docking, prime MM-GBSA analysis, molecular dynamics simulations, and ADME prediction [23].

Funding: Not applicable.

Competing interests: The authors declare no competing interests.

REFERENCES

[1] M. K. Paul, A. K. Mukhopadhyay, Int. J. Med. Sci. 2004, 1, 101-115.

[2] H. Şenol, Z. Çağman, T. Gençoğlu-Katmerlikaya, F. S. Tokalı, Chem. Biodiversity 2023, 20, e202300773.

[3] F. S. Tokalı, H. Şenol, H. İ. Yetke, E. Hacıosmanoğlu-Aldoğan, Arch. Pharm. 2023, 356, e202300423.

[4] Y. Le, Y. Gan, Y. Fu, J. Liu, W. Li, X. Zou, Z. Zhou, Z. Wang, G. Ouyang, L. Yan, J. Enzyme Inhib. Med. Chem. 2020, 35, 555-564.

[5] Y. Zhu, B. Zheng, H. Wang, L. Chen, Acta Pharmacol. Sin. 2017, 38, 614-622.

[6] S. S. Sunder, U. C. Sharma, S. Pokharel, Signal Transduct. Target. Ther. 2023, 8, 262.

[7] R. M. Christoff, T. P. Soares da Costa, S. Bayat, J. K. Holien, M. A. Perugini, B. M. Abbott, Bioorg. Med. Chem. 2021, 52, 116518.

[8] J. F. Xu, T. T. Wang, Q. Yuan, Y. T. Duan, Y. J. Xu, P. C. Lv, X. M. Wang, Y. S. Yang, H. L. Zhu, Bioorg. Med. Chem. 2019, 27, 1509-1516.

[9] A. I. Khodair, M. K. Awad, J. P. Gesson, Y. A. M. M. Elshaier, Carbohydrate Research 2020, 487, 107894.

[10] E. Zesławska, W. Tejchman, A. Kincses, G. Spengler, W. Nitek, G. Zuchowski, E. Szymanska, Int. J. Mol. Sci. 2022, 23, 10812.

[11] V. Singh, A. Singh, G. Singh, R. K. Verma, R. Mall, Med. Chem. Res. 2021, 30, 1905-1914.

[12] M. G. Salem, Y. M. Abdel Aziz, M. Elewa, M. S. Nafie, H. A. Elshihawy, M. M. Said, Bioorg. Chem. 2021, 111, 104909.

[13] P. A. Elzahhar, R. Alaaeddine, T. M. Ibrahim, R. Nassa, A. Ismail, B. S. K. Chua, R. L. Frkic, J. B. Bruning, N. Wallner, T. Knape, A. V. Knethen, H. LAbib, A. F. El-Yazbi, A. S. F. Belal, Eur. J. Med. Chem. 2019, 167, 562-582.

[14] K. M. Noorulla, A. J. Suresh, V. Devaraji, B. Mathew, D. Umesh, J. Mol. Struct. 2017, 1147, 682-696.

[15] E. Bang, E. K. Lee, S. G. Noh, H. J. Jung, K. M. Moon, M. H. Park, Y. J. Park, M. K. Hyun, A. K. Lee, S. J. Kim, J. Yang, Y. Park, P. Chun, H. R. Moon, H. Y. Chung, Exp. Dermatol. 2019, 28, 734-737.

[16] E. B. Ozer, C. Caglayan, S. Bayindir, Tetrahedron, 2022, 120, 132896.

[17] S. A. Egu, I. Ali, K. M. Khan, S. Chigurupati, U. Qureshi, U. Salar, M. Taha, S. G. Felemban, V. Venugopal, Z. Ul-Haq, Mol. Divers. 2023, 27, 767-791.

[18] M. Karaman, Y. Temel, S. Bayindir, J. Mol. Struct. 2020, 1220, 128700.

[19] F. S. Tokalı, H. Şenol, Ş. Bulut, E. Hacıosmanoğlu-Aldoğan, J. Mol. Struct. 2023, 1282, 135176.

[20] P. H. M. Torres, A. C. R. Sodero, P. Jofily, F. P. Silva-Jr, Int. J. Mol. Sci. 2019, 20, 4574.

[21] N. Kılınç, M. Açar, S. Tuncay, F. Ö. Karasakal, Lett. Drug. Des. Discov. 2022, 19, 996-1006.

[22] F. S. Tokalı, P. Taslimi, M. Sadeghi, H. Şenol, ChemistrySelect 2023, 8, e202301158.

[23] H. Şenol, M. Ghaffari-Moghaddam, G. Ö. Alim Toraman, U. Güller, J. Mol. Struct. 2024, 1295, 136804. gerekmektedir.

FABRICATION OF BORON NITRIDE-REINFORCED AL7075 COMPOSITES VIA POWDER METALLURGY AND ANALYSIS OF STRUCTURAL PROPERTIES
TOZ METALURJİSİ İLE BOR NİTRÜR KATKILI AL7075 KOMPOZİTLERİNİN ÜRETİLMESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Öğrencisi İncifer Ağyar[1], Doç.Dr. Hakan Yaykaşlı[1,2], and Doç.Dr. Mustafa Kavgacı[2,3]

[1]Kahramanmaraş İstiklal University, Institute of Graduate Studies, Department of Material Science and Engineering, Turkey

[2]Kahramanmaraş İstiklal University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Mechanical Engineering, Kahramanmaraş, 46080, Turkey

[3]Kahramanmaraş İstiklal University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Fundamental Sciences, Kahramanmaraş, Turkey

İncifer Ağyar: inciferagyar@gmail.com,ORCID: 0009-0001-0826-8154

Hakan Yaykaşlı: hakanyaykasli@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5729-9662

Mustafa Kavgacı: mkavgaci@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8747-0635

Abstract

This study produced Al7075 matrix composite powders reinforced with 20% boron nitride by weight using high-energy ball milling at mechanical alloying durations of 0, 20, and 50 hours. The process parameters established were a powder/ball ratio of 1/15, a rotation speed of 300 rpm, a milling cycle of 20 minutes followed by a 20-minute holding period, and the incorporation of 1% stearic acid by weight. The synthesized powders were analyzed using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and energy-dispersive spectroscopy (EDS). XRD investigations revealed a notable reduction in intensity and attenuation of aluminum peaks with prolonged mechanical alloying time, which coincided with nanometer-scale crystal size, heightened internal stress, and increased dislocation density. SEM images indicated that at 0 hours, BN particles displayed agglomeration and a regular size distribution; at 20 hours, the propensity for agglomeration diminished; and at 50 hours, the reinforcement particles were uniformly dispersed throughout the matrix, ensuring robust interfacial integration. EDS data verified that the aluminum ratio was regionally adjusted and that boron and nitrogen were uniformly distributed without aggregation following 50 hours of grinding at the elemental level. Thus, a mechanical alloying duration of 50 hours was identified as the best parameter for achieving a nanocrystalline matrix structure, uniform reinforcement distribution, and robust interfacial integration in Al7075/BN composite powders.

Keywords: Al7075, Boron Nitride, Powder Metallurgy, Mechanical Alloying, Microstructural Characterization

1. Introduction

Powder metallurgy is essential for manufacturing high-strength aluminum alloys with exceptional mechanical characteristics. The advancement of aluminum matrix composites to fulfil the demands for lightweight and high strength, particularly in aerospace and automotive sectors, is strategically significant for engineering solutions (Xie et al., 2021). Despite its superior strength-to-weight ratio, aluminum 7075 alloy requires modification with various reinforcing elements because of its inadequate wear resistance and mechanical stability at elevated temperatures (Horlu et al., 2024). Boron nitride, recognized for its outstanding thermal stability and minimal coefficient of friction, presents considerable promise for enhancing mechanical and tribological performance as a particulate reinforcement in the matrix (Khalid et al., 2023). It establishes the essential influence of grinding time in mechanical alloying on the uniform distribution of particles within the composite structure and on the interactions at the matrix-reinforcement interface (Aghajani et al., 2023; Bhowmik et al., 2024). The powder metallurgy method demonstrates its ability to achieve the desired micro-stability inside the material and continues to enhance the bonding strength of the matrix-reinforcement arrangement (Çanakçı et al., 2024; Moustafa et al., 2022a). Powder metallurgy provides a better regulated microstructure in the manufacturing of aluminum matrix composites than traditional casting processes, particularly regarding the uniform distribution of particles and porosity control (Akgümüş Gök et al., 2024). High-energy mechanical alloying procedures facilitate the morphological metamorphosis of reinforcing particles inside the matrix, transitioning from a laminar to a spherical structure and demonstrating a more uniform distribution (Gökçe & Öveçoğlu, 2023). Research indicates that in composites produced by this process, extending the grinding duration directly enhances the distribution of reinforcing particles inside the matrix by diminishing the size of the powder particles (Gasha et al., 2024). Reports indicate that extending the duration of mechanical alloying enhances the uniformity of distribution and facilitates the development of discrete grain boundaries by inhibiting particle agglomeration (Gajević et al., 2024; Sharma et al., 2021). The efficacy of the uniform reinforcement distribution achieved through mechanical alloying in enhancing the mechanical properties of the aluminum matrix has been thoroughly established regarding particle-matrix interface compatibility and mechanical integrity, addressing a significant gap in the literature (Habba et al., 2025; Mohammed et al., 2025). Experimental studies demonstrate the efficacy of boron nitride incorporation in aluminum matrix systems by enhancing the wear and strength performance of composites produced through mechanical alloying (Karabacak et al., 2023; Macit et al., 2024).

This work examines alterations in the microstructural parameters of 20% boron nitride-reinforced Al7075 composites fabricated via mechanical alloying as a function of grinding duration (0, 20, and 50 hours). The research meticulously assessed the impact of 0, 20, and 50-hour mechanical alloying operations on particle distribution and phase formation using XRD, SEM, and EDS investigations.

2. Materials and Method

This investigation involved the mechanical alloying of Al7075 powders with a 20% by weight boron nitride additive utilizing a high-energy ball mill for durations of 0, 20, and 50 hours. The parameters for mechanical alloying were established as a powder-to-ball ratio of 1:15 and a mortar rotation speed of 300 rpm. To prevent overheating of the mortars during grinding, the

machine was halted for 20 minutes after grinding. Furthermore, 1% by weight stearic acid was employed as a process control agent to inhibit powder agglomeration during grinding. The resultant mixes underwent microstructural characterization via X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and energy-dispersive spectroscopy (EDS). This analysis systematically assessed the impact of the grinding duration on the phase structure of the matrix and the uniformity of boron nitride particle distribution inside the aluminum matrix. XRD analysis was conducted with a Panalytical/Empyrean instrument with a tube voltage of 15-60 kV across a 10°-90° range. SEM-EDS analysis was conducted utilizing Zeiss/Evo 40 and Ametek 500 EDAX to ascertain the morphological structure at a magnification of 1000x.

3. Results and Discussions

Figure 1 presents the XRD patterns of composite powders (Al7075/BN-0h, Al7075/BN-20h, and Al7075/BN-50h) synthesized by mechanical alloying at different grinding times. The XRD diffractograms show a significant decrease in intensity in the aluminum matrix peaks depending on the increase in mechanical alloying time, clearly revealing the structural effects of the grinding period on the material (Doğan et al., 2022; Gasha et al., 2024). Specifically, over the interval from 0 to 50 hours, the reduction in the intensity of the XRD peaks indicates a decrease in crystal size to the nanometer scale and an increase in internal stresses due to extensive plastic deformation induced by mechanical alloying. The nanocrystalline structure developed within the aluminum crystal lattice through mechanical alloying is directly correlated with the heightened dislocation density, establishing the microstructural foundation for the enhancement of the material's mechanical strength (Habba et al., 2025; Mohammed et al., 2025). The observed peak extinctions and angular variations in the diffraction patterns corroborate the effective incorporation of boron nitride reinforcement particles into the aluminum matrix and the establishment of structural integration at the matrix-reinforcement interface (Moustafa et al., 2022a, 2022b). Consistent with XRD findings, SEM images further validate that prolonged mechanical alloying time results in a more uniform distribution of boron nitride particles within the matrix, devoid of agglomeration, and demonstrate a cohesive interface structure with the matrix (Gökçe & Öveçoğlu, 2023; Sharma et al., 2021). The findings validate the essential influence of minor alterations in the crystallographic structure and surface morphology of the matrix, as grinding time increases, on the optimization of the final properties of composite powders (Salifu & Olubambi, 2024).

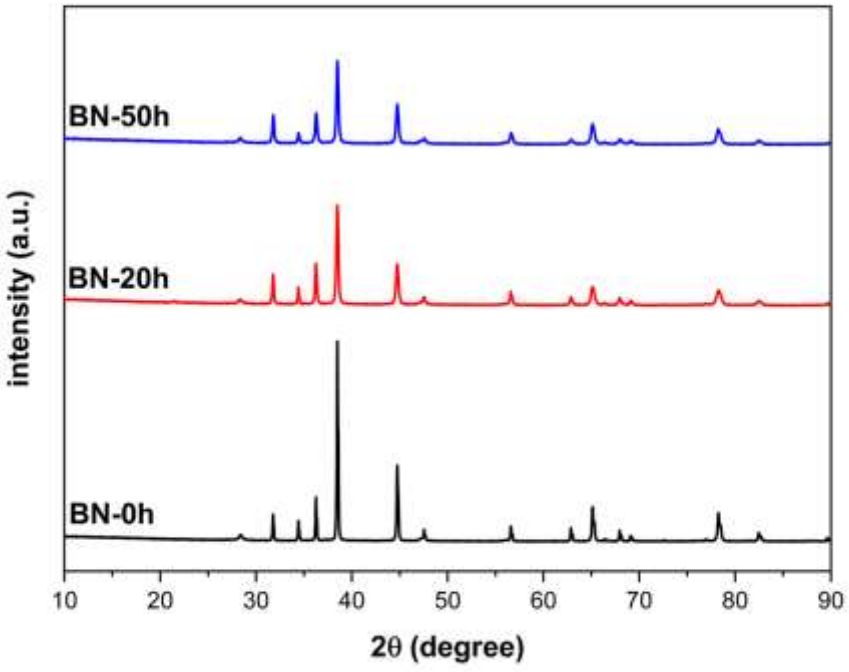


Figure 1. XRD pattern for reinforced composites functions time **(a)** Al7075/BN-0h, **(b)** Al7075/BN-20h and **(c)** Al7075/BN-50h.

Figure 2 presents SEM images of Al7075/BN composite powders (BN-0h, BN-20h, and BN-50h) synthesized using mechanical alloying at varying grinding durations. The 500x and 1000x magnification SEM examinations distinctly illustrate the impact of 0, 20, and 50-hour grinding procedures on the microstructural evolution of the composite powders. Figure 2ab presents SEM pictures of the 0-hour sample, revealing that boron nitride particles aggregate into substantial clusters inside the aluminum matrix and display considerable variability in particle sizes. Figure 2bc illustrates that after 20 hours of grinding, the propensity of the particles to agglomerate markedly diminishes, transitioning from a spherical morphology to a more irregular structure as a result of the pronounced plastic deformation induced by mechanical alloying (Gasha et al., 2024; Sharma et al., 2021). Figure 2ef, depicting pictures at 500x and 1000x magnification following a 50-hour grinding duration, demonstrates that the boron nitride reinforcement elements are uniformly dispersed inside the matrix (Gajević et al., 2024; Moustafa et al., 2022a). At this point, the alteration of particles is noted due to the disintegration of the powders from the spherical morphology of the reinforcing particles. Comprehensive analyses at magnifications over 1000x reveal that continuity is maintained between the matrix and the reinforcement particles, demonstrating a high degree of interface integration (Moustafa et al., 2022a).

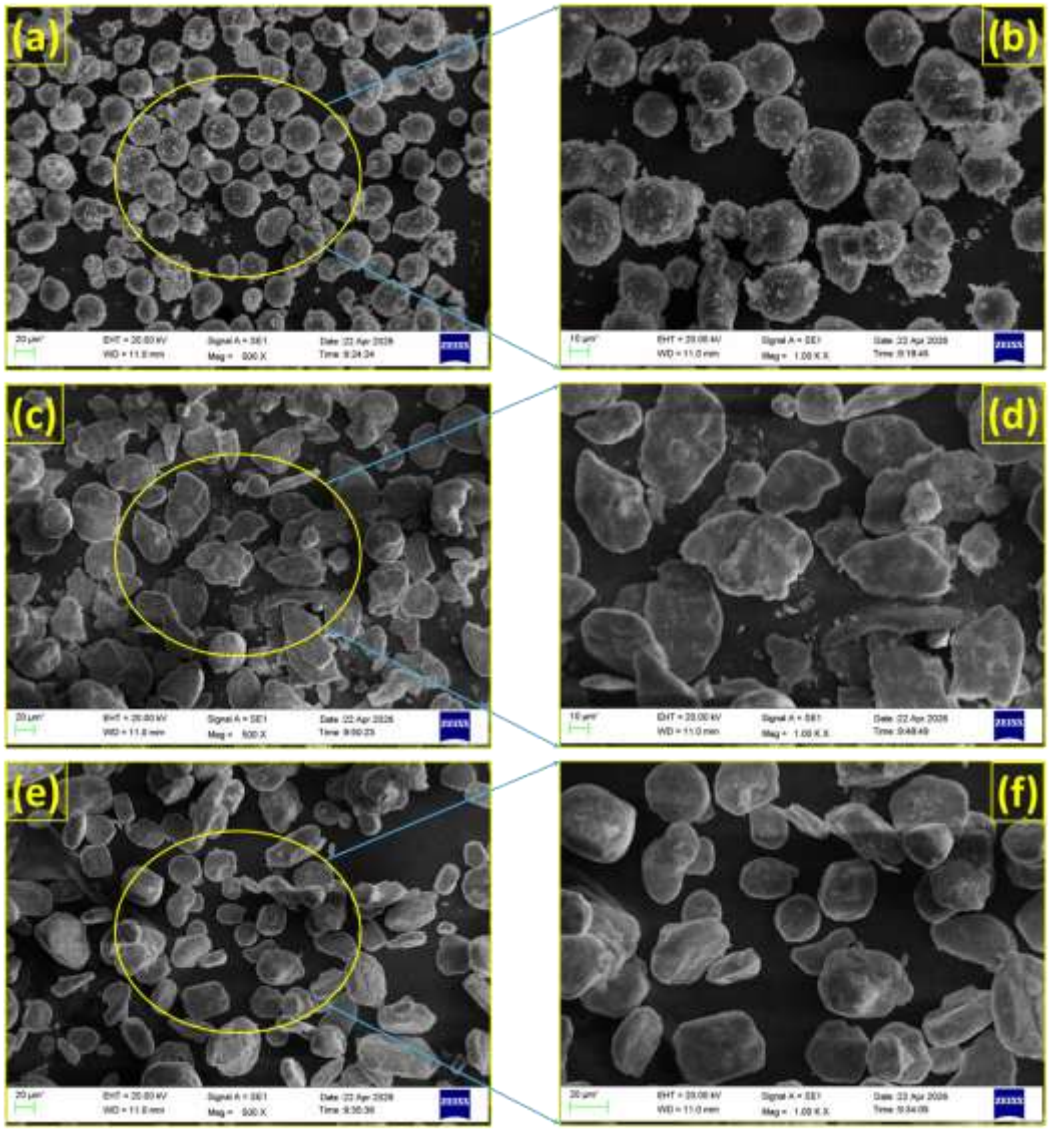


Figure 2. SEM images of the time function of reinforced composites **(a, b)** Al7075/BN-0h, **(c, d)** Al7075/BN-20h and **(e, f)** Al7075/BN-50h.

Figure 3 illustrates the EDS spectra of the Al7075/BN-0h composite powder produced through mechanical alloying at various grinding durations. The EDS studies, namely EDS Spot 1, Selected Area 1, Selected Area 2, and Full Area 1 results from samples without 0 hours of grinding in Figure 3, indicate an estimated 80% aluminum matrix structure. The inclusion of elements like silicon, copper, zinc, and magnesium as primary constituents verifies the composition of the Al7075 alloy. Moreover, the detection of nitrogen in the comprehensive area EDS analysis further substantiates the presence of BN component. Nevertheless, the EDS analyzer's capabilities precluded detection of boron. The initial composition, structured as regional clusters, signifies a heterogeneous elemental distribution.

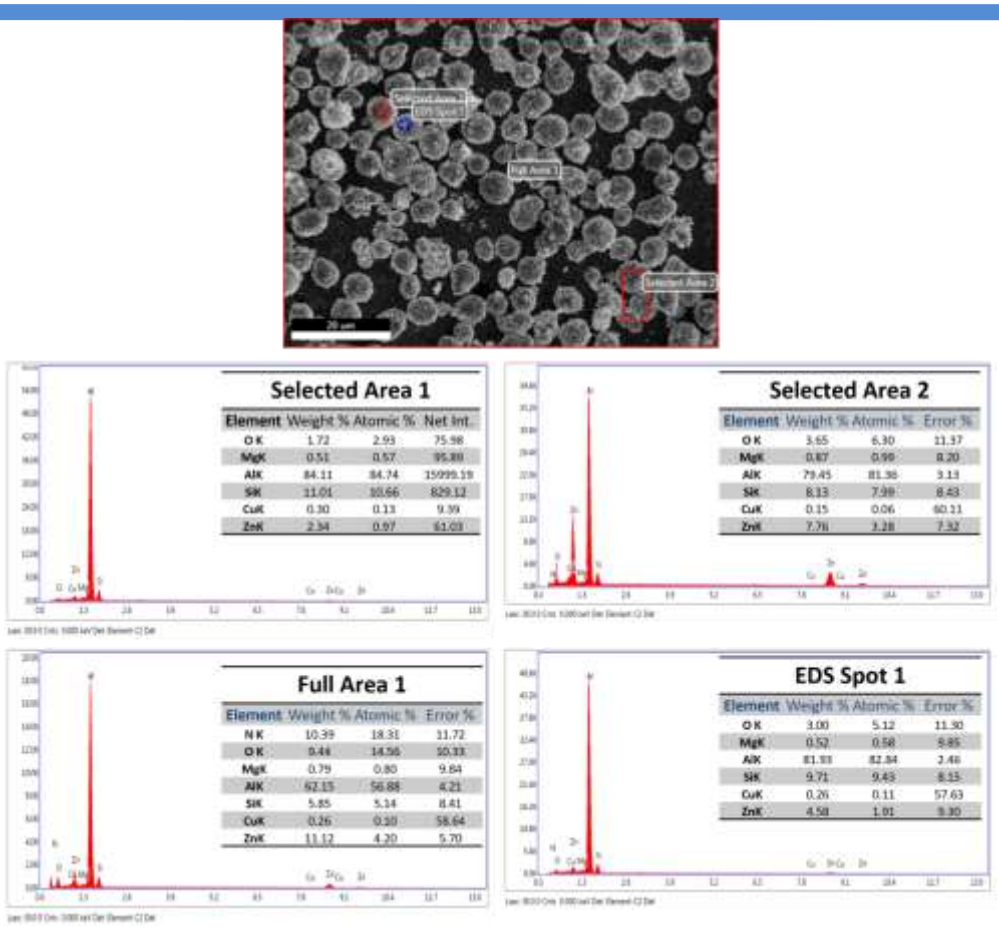


Figure 3. EDS spectrums for Al7075/BN-0h reinforced composites.

Figure 4 illustrates the EDS spectra of the Al7075/BN-20h composite powder produced through mechanical alloying at varying grinding durations. EDS tests indicate a ~52% aluminum matrix structure across four distinct datasets: Spot 1, Selected Area 1, Selected Area 2, and Full Area 1, obtained after 20 hours of grinding, as illustrated in Figure 4. The spectrum measurements obtained following a 20-hour mechanical alloying phase, as illustrated in Figure 4, indicate that the grinding effect enhances the particle-matrix interaction, allowing the reinforcing element to progressively infiltrate the matrix. The elemental uniformity indicates that the interfacial bonds, essential for the increased consolidation of composite powders by powder metallurgy, are enhanced and potential localized porosity is reduced (Nirala et al., 2023).

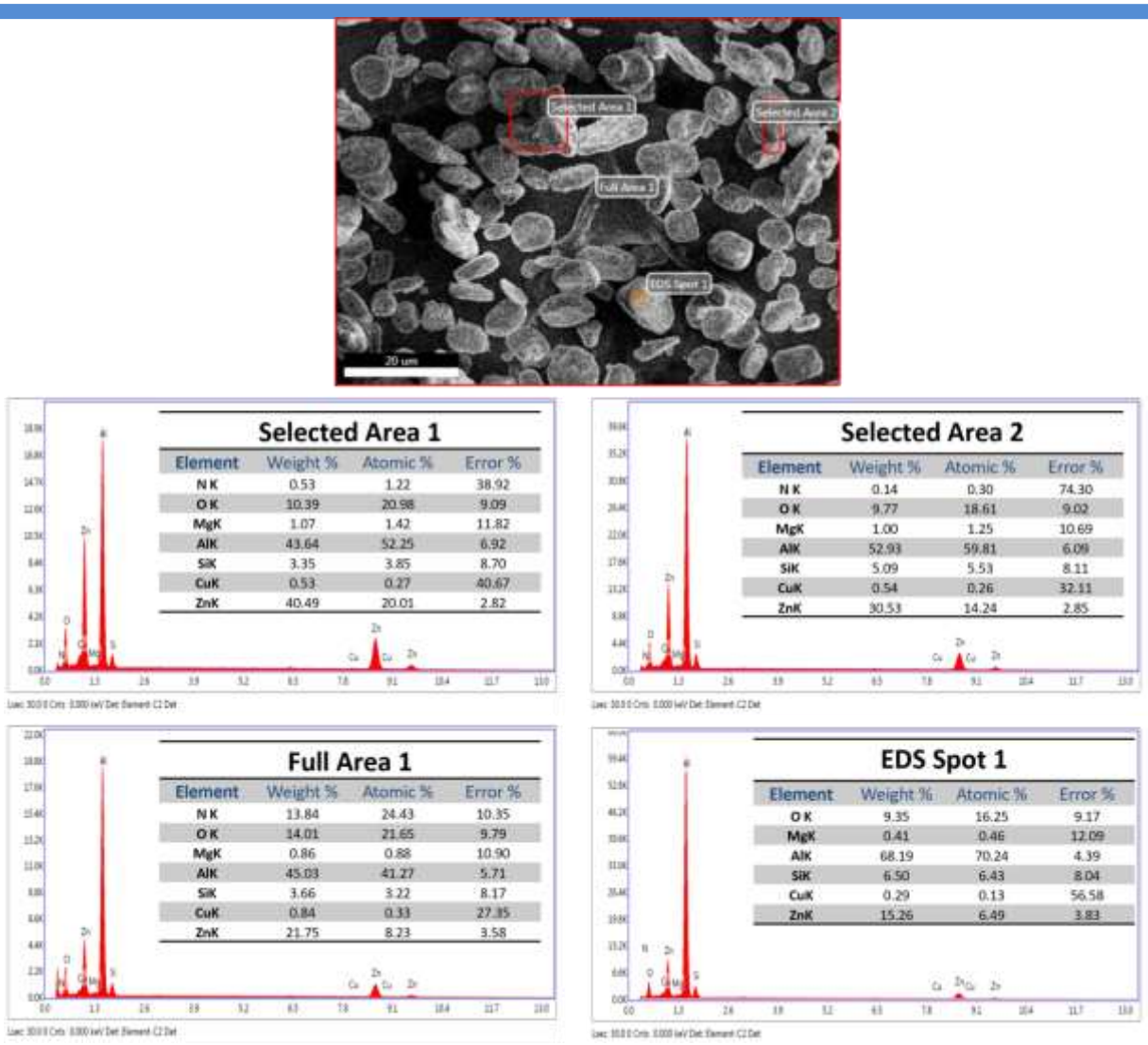


Figure 4. EDS spectrums for Al7075/BN-20h reinforced composites.

Figure 5 illustrates the EDS spectra of the Al7075/BN-50h composite powder produced through mechanical alloying at varying grinding durations. The EDS analyses indicate that the data from Selected Area 1, Selected Area 2, Selected Area 3, and Full Area 1, acquired after 50 hours of grinding, reveal about 58% aluminum matrix structure, as illustrated in Figure 5. Ultimately, EDS mapping and point analyses conducted after 50 hours of grinding demonstrate that boron and nitrogen are uniformly distributed within the aluminum matrix, exhibiting no clustering. This confirms their elemental-level integration within the microstructure and supports successful structural integration at the matrix-reinforcement interface (Meignanamoorthy et al., 2021; Ozay et al., 2021). In conclusion, the uniform elements distribution achieved after 50 hours of grinding is a critical factor in enhancing the mechanical strength and structural integrity of the resultant composite powders (Anbuchezhiyan et al., 2022).

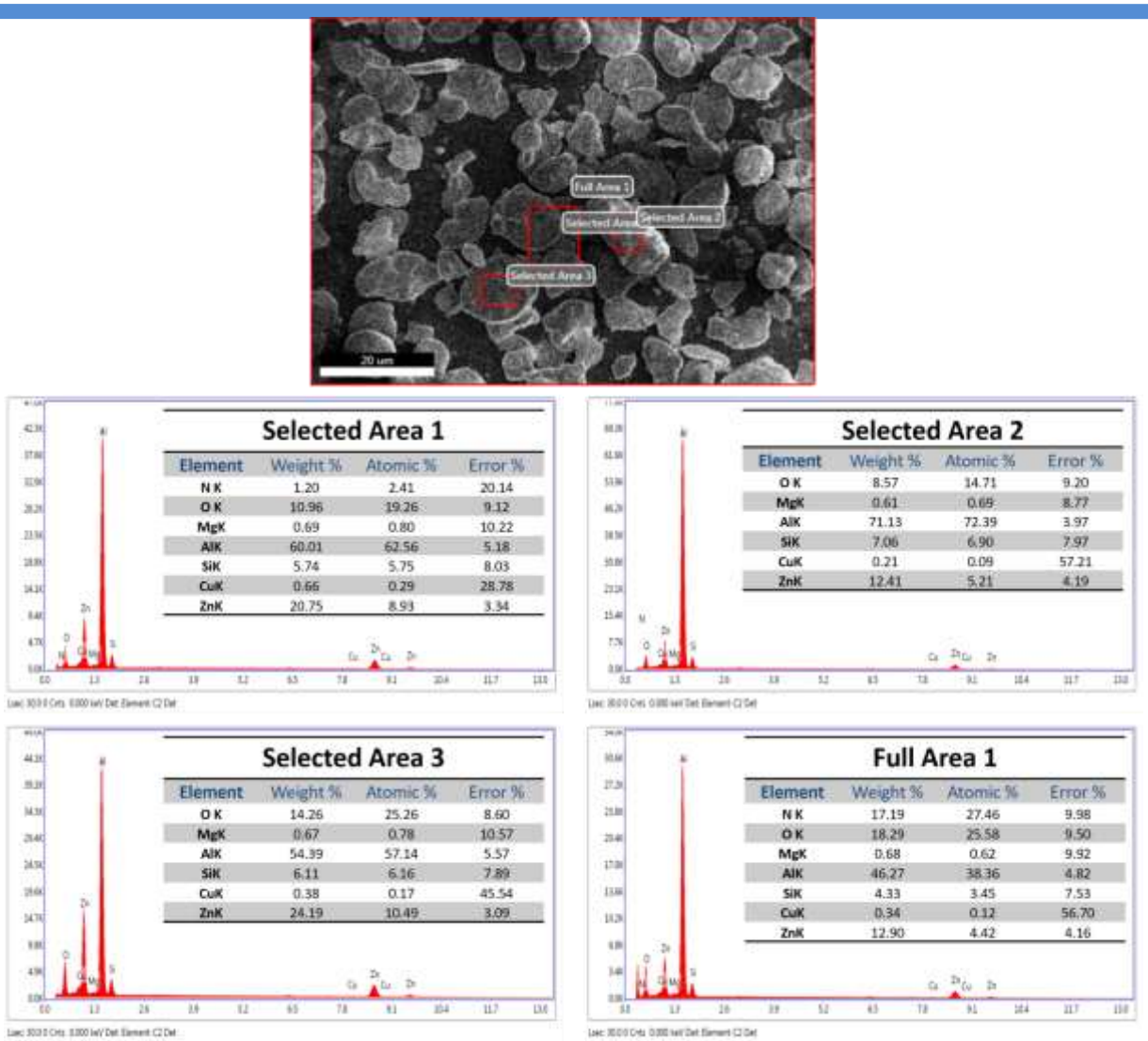


Figure 5. EDS spectrums for Al7075/BN-50h reinforced composites.

4. Conclusions

This study unequivocally illustrates that boron nitride reinforcement in Al7075 matrix composite systems may be effectively fabricated using powder metallurgy, with mechanical alloying duration being a critical factor influencing microstructural integrity. Due to optimized processing conditions, the initial heterogeneous powder structure was systematically converted into a nanocrystalline and homogenous composite structure. The results indicate that prolonged mechanical alloying not only diminishes particle size but also enhances the chemical and mechanical compatibility between the reinforcement and the matrix. This multi-scale evolution establishes the microstructural foundation for the anticipated enhancement in mechanical performance of the final consolidated product. The successful outcomes achieved in powder form establish a robust basis for the subsequent phase, consolidation. Future research should

systematically examine the impact of various reinforcing ratios on performance metrics, including post-sintering density, hardness, and wear behavior. Moreover, it is advisable that the acquired structural data be statistically corroborated and cross-validated by several characterization methods.

Acknowledgment

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Kahramanmaraş İstiklal İmam University. Project numbers 2025/3-10 LTP.

Data availability

The authors declare that the data supporting the findings of this study are available within the paper. Should any raw data files be needed in another format, they are available from the corresponding author upon reasonable request.

Declarations

Competing interest, the authors have no competing interests to declare that are relevant to the content of this article.

References

Aghajani, S., Pouyafar, V., Meshkabadi, R., Volinsky, A. A., & Bolouri, A. (2023). Mechanical characterization of high volume fraction Al7075-Al2O3 composite fabricated by semisolid powder processing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 2023 125:5*, *125*(5), 2569–2580. https://doi.org/10.1007/S00170-023-10881-9

Akgümüş Gök, D., Bayraktar, C., & Hoşkun, M. (2024). A review on processing, mechanical and wear properties of Al matrix composites reinforced with Al2O3, SiC, B4C and MgO by powder metallurgy method. *Journal of Materials Research and Technology*, *31*, 1132–1150. https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2024.06.110

Anbuchezhiyan, G., Mubarak, N. M., Karri, R. R., & Khalid, M. (2022). A synergistic effect on enriching the Mg–Al–Zn alloy-based hybrid composite properties. *Scientific Reports 2022 12:1*, *12*(1), 20053-. https://doi.org/10.1038/s41598-022-24427-8

Bhowmik, A., Sen, B., Beemkumar, N., Singh Chohan, J., Bains, P. S., Singh, G., Kumar, A. V., & A, J. S. (2024). Development and wear resistivity performance of SiC and TiB2 particles reinforced novel aluminium matrix composites. *Results in Engineering*, *24*, 102981. https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2024.102981

Çanakçı, A., Karabacak, A. H., Çelebi, M., Özkaya, S., & Arpacı, K. A. (2024). A Study on the Optimization of Nano-B4C Content for the Best Wear and Corrosion Properties of the Al-Based Hybrid Nanocomposites. *Arabian Journal for Science and Engineering 2024 49:11*, *49*(11), 14625–14641. https://doi.org/10.1007/S13369-024-08736-W

Doğan, K., Özgün, M. İ., Sübütay, H., Salur, E., Eker, Y., Kuntoğlu, M., Aslan, A., Gupta, M. K., & Acarer, M. (2022). Dispersion mechanism-induced variations in microstructural and mechanical behavior of CNT-reinforced aluminum nanocomposites. *Archives of Civil and Mechanical Engineering 2022 22:1*, *22*(1), 55-. https://doi.org/10.1007/S43452-022-00374-Z

Gajević, S., Miladinović, S., Güler, O., Özkaya, S., & Stojanović, B. (2024). Optimization of Dry Sliding Wear in Hot-Pressed Al/B4C Metal Matrix Composites Using Taguchi Method and ANN. *Materials 2024, Vol. 17, Page 4056*, *17*(16), 4056. https://doi.org/10.3390/MA17164056

Gasha, S. B., Trautmann, M., & Wagner, G. (2024). Effect of Milling Time and Reinforcement Volume Fraction on Microstructure and Mechanical Properties of SiCp-Reinforced AA2017 Composite Powder Produced by High-Energy Ball Milling. *Materials 2024, Vol. 17, Page 435*, *17*(2), 435. https://doi.org/10.3390/MA17020435

Gökçe, H., & Öveçoğlu, M. L. (2023). Microstructure-property evolution of mechanically alloyed Al-20 wt% Si matrix powders and sintered composites reinforced withTiB2 particulates. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, *39*, 101341. https://doi.org/10.1016/J.JESTCH.2023.101341

Habba, M. I. A., Hassan, A. M. M., Fathy, A., Mohamed, A. Y., Fouad, R. A., Elamy, M. I., & Barakat, W. S. (2025). Microstructural evolution and strengthening mechanisms in Cu-coated

cBN reinforced aluminum nanocomposites. *Journal of Materials Research and Technology*, *38*, 3291–3309. https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2025.08.113

Horlu, M., Macit, C. K., Aksakal, B., & Tanyeri, B. (2024). Tribological and Structural Effects of Titanium Carbide and Hexagonal Boron Nitride Reinforcement on Aluminum Matrix Hybrid Composites. *Arabian Journal for Science and Engineering 2024 49:11*, *49*(11), 14875–14893. https://doi.org/10.1007/S13369-024-08865-2

Karabacak, A. H., Çanakçı, A., Çelebi, M., Güler, O., Tunç, S. A., & Arpacı, K. A. (2023). Production of Al2024/h-BN nanocomposites with improved corrosion, wear and mechanical properties. *Materials Chemistry and Physics*, *300*, 127566. https://doi.org/10.1016/J.MATCHEMPHYS.2023.127566

Khalid, M. Y., Umer, R., & Khan, K. A. (2023). Review of recent trends and developments in aluminium 7075 alloy and its metal matrix composites (MMCs) for aircraft applications. *Results in Engineering*, *20*, 101372. https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2023.101372

Macit, C. K., Albayrak, M. G., Tanyeri, B., Gurgenc, T., & Ozel, C. (2024). Microstructure and tribological properties of aluminum matrix composites reinforced with ZnO-hBN nanocomposite particles. *Materialpruefung/Materials Testing*, *66*(8), 1251–1266. https://doi.org/10.1515/MT-2023-0259/XML

Meignanamoorthy, M., Ravichandran, M., Mohanavel, V., Afzal, A., Sathish, T., Alamri, S., Khan, S. A., & Saleel, C. A. (2021). Microstructure, Mechanical Properties, and Corrosion Behavior of Boron Carbide Reinforced Aluminum Alloy (Al-Fe-Si-Zn-Cu) Matrix Composites Produced via Powder Metallurgy Route. *Materials 2021, Vol. 14, Page 4315*, *14*(15), 4315. https://doi.org/10.3390/MA14154315

Mohammed, S. M. A. K., Nisar, A., John, D., Sukumaran, A. K., Fu, Y., Paul, T., Hernandez, A. F., Seal, S., & Agarwal, A. (2025). Boron nitride nanotubes induced strengthening in aluminum 7075 composite via cryomilling and spark plasma sintering. *Advanced Composites and Hybrid Materials 2025 8:1*, *8*(1), 155-. https://doi.org/10.1007/S42114-024-01173-1

Moustafa, E. B., Mikhaylovskaya, A. V., Taha, M. A., & Mosleh, A. O. (2022a). Improvement of the microstructure and mechanical properties by hybridizing the surface of AA7075 by hexagonal boron nitride with carbide particles using the FSP process. *Journal of Materials Research and Technology*, *17*, 1986–1999. https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2022.01.150

Moustafa, E. B., Mikhaylovskaya, A. V., Taha, M. A., & Mosleh, A. O. (2022b). Improvement of the microstructure and mechanical properties by hybridizing the surface of AA7075 by hexagonal boron nitride with carbide particles using the FSP process. *Journal of Materials Research and Technology*, *17*, 1986–1999. https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2022.01.150

Nirala, A., Soren, S., Kumar, N., Khan, M. A., Islam, S., & Khan, N. A. (2023). Micro-mechanical and tribological behavior of Al/SiC/B4C/CNT hybrid nanocomposite. *Scientific Reports*, *13*(1), 13147-. https://doi.org/10.1038/S41598-023-39713-2;SUBJMETA

Ozay, C., Karlidag, O. E., Ozay, C., & Karlidag, O. E. (2021). Hot press sintering effects and wear resistance of the Al-B4C composite coatings of an AA-2024 alloy. *Materials Testing*, *63*(12), 1150–1156. https://doi.org/10.1515/MT-2021-0057

Salifu, S., & Olubambi, P. A. (2024). Field-assisted sintering of high-entropy alloy-reinforced aluminium matrix composites: phase identification and microstructural properties. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 2024 132:11*, *132*(11), 6019–6031. https://doi.org/10.1007/S00170-024-13694-6

Sharma, S., Patyal, V., Sudhakara, P., Singh, J., Petru, M., & Ilyas, R. A. (2021). Mechanical, morphological, and fracture-deformation behavior of MWCNTs-reinforced (Al-Cu-Mg-T351) alloy cast nanocomposites fabricated by optimized mechanical milling and powder metallurgy techniques. *Nanotechnology Reviews*, *11*(1), 65–85. https://doi.org/10.1515/NTREV-2022-0005/XML

Xie, X., Yin, S., Raoelison, R. nirina, Chen, C., Verdy, C., Li, W., Ji, G., Ren, Z., & Liao, H. (2021). Al matrix composites fabricated by solid-state cold spray deposition: A critical review. *Journal of Materials Science & Technology*, *86*, 20–55. https://doi.org/10.1016/J.JMST.2021.01.026

HİDRODİNAMİK KAVİTASYON REAKTÖRÜ TABANLI MİKROALGLERDEN OMEGA-3 ÜRETİMİ

Mert İskender KARA[1] / Prof. Dr. Gültekin BASMACI[2] / Doç. Dr. Serkan ATEŞ[3]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği 2511408219@ogr.mehmetakif.edu.tr
0009-0001-9427-2124
[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği
gbasmaci@mehmetakif.edu.tr
0000-0003-4818-3160
[3]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği
sates@mehmetakif.edu.tr
0000-0002-5858-5190

Özet

Artan dünya nüfusuyla birlikte Omega-3 yağ asitlerine olan küresel talep hızla yükselmektedir. Doğada balıkların Omega-3'ü sentezleyebilmek için mikroalglerle beslenmesi gerekliliğinden hareketle, zincirin temelinde mikroalgler yer almaktadır. Mevcut ticari talebin sürekli olarak balıklardan karşılanması, yakın gelecekte küresel balık popülasyonunun tehlikeli derecede azalmasına yol açacaktır. Bu bağlamda, sürdürülebilir bir çevre ve arz güvenliği için birincil kaynak olan mikroalg üretimi en rasyonel alternatiftir. Temel olarak Omega-3 verimi yağlı balıklarda %10, alglerde %20 iken mikroalglerde bu oran %50'ye kadar ulaşmaktadır. Ancak geleneksel yöntemlerde mikroalglerden Omega-3 eldesi; dondurma, dövme ve kimyasal solvent ekstraksiyonu gibi aşamalar içermekte ve bu süreç 21 güne kadar uzayabilmektedir. Bu çalışmada, söz konusu zaman ve enerji maliyetini ortadan kaldırmak amacıyla inovatif bir hidrodinamik kavitasyon reaktör sistemi geliştirilmiştir. Sistem, tasarlanan orifis plakası geometrisi sayesinde akışkan hızını 49,50 m/s seviyesine ulaştırarak statik basıncı doymuş buhar basıncının altına düşürmekte ve süper-kavitasyon dalgaları oluşturmaktadır. Meydana gelen mikro-kabarcıkların şiddetle çökmesi sonucu açığa çıkan mekanik şok dalgaları, mikroalg hücre duvarlarını dakikalar içinde parçalayarak yağ ekstrüzyon sürecini dramatik bir şekilde hızlandırmaktadır. 800 W pompa gücü ve 3 litrelik kapalı devre sirkülasyon sistemiyle yürütülen deneysel çalışmalarda, Omega-3 yapısının termal bozunuma uğramaması için kritik sıcaklık eşiği 42°C baz alınarak güvenli işletme süresi 12 dakika olarak optimize edilmiştir. Geliştirilen bu mekanik hücre parçalama sistemi, hem laboratuvar ölçeğinde yüksek verimlilik sunmakta hem de büyük ölçekli endüstriyel üretim tesislerinde kullanılabilme potansiyeliyle yeşil mühendislik ilkelerine tam uyum sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hidrodinamik Kavitasyon, Mikroalg, Omega-3, Sürdürülebilirlik, Orifis Plakası

PRODUCTION OF OMEGA-3 FROM MICROALGAE BASED ON A HYDRODYNAMIC CAVITATION REACTOR

Mert İskender KARA[1] / Prof. Dr. Gültekin BASMACI[2] / Assoc. Prof. Dr. Serkan ATEŞ[3]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Mechanical Engineering
2511408219@ogr.mehmetakif.edu.tr
0009-0001-9427-2124
[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Mechanical Engineering
gbasmaci@mehmetakif.edu.tr
0000-0003-4818-3160
[3]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Mechanical Engineering
sates@mehmetakif.edu.tr
0000-0002-5858-5190

Abstract

Global demand for Omega-3 fatty acids is escalating rapidly in tandem with the growing world population. Given that marine fish must consume microalgae in their natural habitats to synthesize Omega-3, microalgae constitute the primary foundation of this trophic chain. Sustaining the current commercial supply solely through fish harvesting threatens to induce a critical depletion of global fish populations in the near future. Within this framework, microalgae cultivation, serving as the primary source, emerges as the most rational alternative for environmental sustainability and supply security. Fundamentally, while the net Omega-3 yield ranges between 10% in oily fish and 20% in macroalgae, this ratio reaches up to 50% within the dry biomass of microalgae. However, conventional extraction protocols for acquiring Omega-3 from microalgae involve highly inefficient stages—such as freezing, mechanical pounding, and chemical solvent extraction—which can prolong the overall process up to 21 days. To eliminate these substantial time and energy penalties, an innovative hydrodynamic cavitation reactor system was developed in this study. Utilizing a custom-designed orifice plate geometry, the system accelerates the fluid velocity to 49.50 m/s, thereby reducing the static pressure below the saturated vapor pressure and inducing stable super-cavitation fields. The mechanical shock waves generated by the violent collapse of these micro-cavities disrupt the resilient microalgae cell walls within minutes, drastically accelerating the lipid extrusion process. In the experimental investigations conducted using an 800 W pump and a 3-liter closed-loop circulation system, the safe operating duration was optimized at 12 minutes based on a critical temperature threshold of 42°C to prevent the thermal degradation of the Omega-3 molecular structure. The developed mechanical cell disruption system demonstrates high efficiency at the laboratory scale and exhibits strong potential for scale-up in industrial production facilities, fully aligning with the principles of green engineering.

Keywords: Hydrodynamic Cavitation, Microalgae, Omega-3, Sustainability, Orifice Plate

GİRİŞ

Omega-3 yağ asitleri, insan metabolizması tarafından sentezlenemeyen ve dışarıdan takviye olarak alınması zorunlu olan yağ asitleridir. Sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin her geçen gün daha fazla anlaşılması, küresel ölçekte omega-3 takviyelerine olan talebi hızla artırmıştır (Kumari, A. et al. (2024). Geleneksel olarak balık yağlarından elde edilen bu bileşenlerin üretimi; deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliği, ağır metal birikimi riskleri ve artan maliyetler nedeniyle alternatif kaynak arayışlarını zorunlu kılmıştır (Kumari et al., 2024; Karrar et al., 2024). Bu noktada mikroalgler, yüksek verimlilikleri ve zengin lipid içerikleri sayesinde omega-3 yağ asitlerinin birincil ve sürdürülebilir kaynağı olarak öne çıkmaktadır (Karrar et al., 2024).

Mikroalgler hücre içi bileşenler yönünden oldukça zengin bir biyokütle sunmalarına rağmen, sahip oldukları dayanıklı hücre duvarları nedeniyle, bu değerli yağ asitlerinin dışarı çıkarılmasında en büyük mühendislik engelini oluşturmaktadır (Karrar et al., 2024). Geleneksel solvent ekstraksiyonu veya ultrasonik parçalama gibi yöntemler; yüksek kimyasal sarfiyatı, uzun işlem süreleri, yüksek enerji maliyetleri ve termal bozunma riskleri gibi dezavantajlara sahiptir. Bu doğrultuda, endüstriyel ölçekte çevre dostu, sürdürülebilir ve enerji verimliliği yüksek hücre parçalama teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Chaos-Hernández et al., 2023).

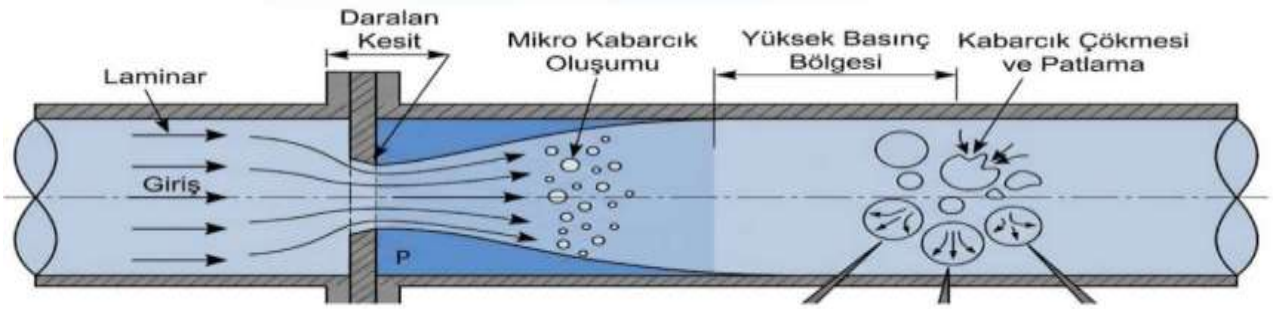
Hidrodinamik kavitasyon teknolojisi, akışkanlar mekaniği prensiplerini kullanarak kimyasal madde kullanımını ortadan kaldıran, işletme maliyetlerini minimize eden ve termal verimliliği artıran yenilikçi bir ekstraksiyon yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır (Mittal & Ranade, 2023). Bu çalışmada, mikroalg hücre duvarlarının mekanik olarak parçalanması amacıyla laboratuvar ölçekli, kapalı devre bir hidrodinamik kavitasyon reaktörünün tasarımı, imalatı ve parametrik analizleri ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, mikroalglerden optimum omega-3 eldesi için gerekli olan hidrolik parametreler belirlenmiş ve kompakt bir orifis tipi reaktör prototipi geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı; mikroalglerden yüksek verimle ve yağ asitlerinin kimyasal yapısını bozmadan omega-3 elde edilmesini sağlayacak, düşük enerji tüketimine sahip, sürdürülebilir ve performanslı bir orifis tipi hidrodinamik kavitasyon reaktörü tasarlamak, mekanik altyapısını oluşturmak ve analitik yöntemlerle optimizasyonunu gerçekleştirmektir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Hidrodinamik Kavitasyon

Hidrodinamik kavitasyon; bir akışkanın dar veya daralan bir kesitten geçişi esnasında akış hızının yerel olarak artması ve buna bağlı olarak basıncının, akışkanın o sıcaklıktaki buhar basıncı sınırının altına düşmesi sonucunda meydana gelen fiziksel bir olaydır.



Şekil 1. Hidrodinamik Kavitasyonun Oluşum Mekanizması ve Kabarcık Çökmesi

Basıncın bu kritik sınırın altına inmesiyle akışkan içerisinde anlık olarak mikro boyutta buhar kabarcıkları oluşur. Bu süreçte anında oluşan mikroşok kabarcıkları, akışın devamında kesitin genişlemesiyle birlikte basıncın tekrardan yükseldiği bölgeye ulaşıp dengesiz hale gelerek patlar ve çevrelerine yüksek miktarda mekanik enerji açığa çıkarırlar (Ozonek, 2012).

1.2. Hidrodinamik Kavitasyonun Tarihçesi

Hidrodinamik kavitasyon, teorik olarak ilk defa 18. yüzyılda Daniel Bernoulli tarafından keşfedilmiştir. Ancak, bu fiziksel olayın deneysel olarak gözlemlenmesi ve mühendislik uygulamalarında somut bir şekilde karşılık bularak incelenmesi 19. yüzyılın sonlarına doğru gerçekleşebilmiştir (Ozonek, 2012; Brennen, 1995).

20. yüzyılın başlarında, gemi inşa sanayisinin gelişimiyle birlikte kavitasyonun olumsuz etkileri anlaşılmıştır. Özellikle o yüzyılda ticari gemilerin pervanelerinde oluşan basınç değişmeleri, metal yüzeylerde ciddi derecede aşınmalara buna bağlı olarakta performans kayıplarına neden olmuştur (Ozonek, 2012). Bu dönemde gerek hammadde azlığı gerek ulaşabilirlik az olduğu için, kavitasyon makineler için kaçınılması gereken bir sorun olarak görülmüştür.

20.yüzyılın ortalarına gelindiğinde ise, kavitasyonun sahip olduğu enerji yoğunluğu mühendislik uygulamalarında avantaj olarak kullanılmaya başlanmıştır (Ranade et al., 2022). 20. yüzyılda sorun olarak görülen bu olay; gıda işleme, su arıtımı ve kimyasal süreçlerin iyileştirilmesi gibi alanlara senkronize edilerek sürdürülebilir bir yöntem haline gelmiştir (Ranade et al., 2022; Mittal & Ranade, 2023). Bu dönemde, kavitasyonun olumlu etkilerinden yararlanmak geliştirilmekte olan teknolojiler arasında yer almıştır. Günümüzde, bu fiziksel olay mikroalglerden Omega-3 üretimi gibi endüstriyel alanlarda'da ilgi görmektedir (Patil et al., 2011; Mittal & Ranade, 2023). Toplumun sürdürülebilir kaynaklara yönelim isteği, kavitasyon reaktörlerini günümüzde önemi artan teknolojiler haline getirmiştir.

1.3. Hidrodinamik Kavitasyon Reaktörünün Çalışma Prensibi

Hidrodinamik kavitasyon reaktörleri, akışkanın daralan bir kesitten geçerken o anındaki enerjisini kullanarak yerel basınç değişimlerini kullanarak enerji açığa çıkaran reaktörlerdir (Lei et al., 2024; Ranade et al., 2022).

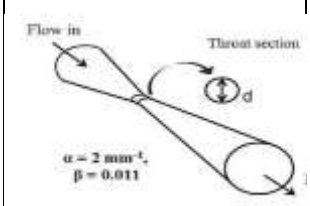
Hidrodinamik kavitasyon; bir geri besleme tankı, sıvının taşınıcağı boru, bir motor ve daralan bir kesit ile çalışır. Kavitasyon bölgesinde hız artar ve akışkan bu bölgede mikroboyutta buhar

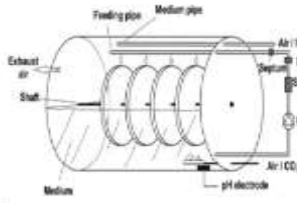
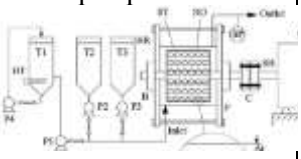
kabarcıkları oluşturur. Akışkanın hızı azalıp basıncın tekrar yükseldiği bölgeye geldiğinde, bu mikrokabarcıklar dengesiz forma gelerek şiddetle patlar (Ozonek, 2012; Lei et al., 2024). Bu patlama esnasında oluşan şok dalgaları, yüksek miktarda mekanik kuvvete dönüşür (Yu et al., 2024). Kavitasyon bölgesindeki bu fiziksel etkiler, mikroalglerin hücre duvarını parçalayarak Omega-3 yağ asidinin salınmasını sağlayacak bir parçalama reaksiyonuna neden olur (Patil et al., 2011; Mittal & Ranade, 2023).

Şekil 2. Hidrodinamik Kavitasyon Reaktörü Yapısı

1.4. Hidrodinamik Kavitasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması

Hidrodinamik kavitasyon teknolojisinde reaktör geometrisi, kavitasyon oranını, kabarcıkların patlama şiddetini ve dolayısıyla mikroalg hücre duvarlarının mekanik parçalanma verimliliğini doğrudan etkileyen en temel unsurdur (Lei et al., 2024; Ranade et al., 2022).

Reaktör Tipi	**Temel Çalışma Prensibi**	**Öne Çıkan Avantajları**	**Teknik Dezavantajları**
Orifis Plakalı Reaktörler	Akış hattına yerleştirilen tek veya çok delikli plakalar üzerinden akışın daraltılması.	Yapısal olarak kompakt tasarım, plakaların kolayca değiştirilebilmesi ve düşük imalat maliyeti .	Plaka yüzeylerinde yüksek mekanik erozyon ve aşınma riski ve sürekli çalışma durumunda yüksek işletme maliyeti.
Venturi Tipi Reaktörler 	Akışın kademeli bir konik daralma ve genişleme geometrisine maruz bırakılması.	Kesit geçişleri yumuşak olduğu için kalıcı basınç kayıpları düşüktür, yüksek enerji tasarrufu sağlar.	Oluşturduğu kavitasyon ve şok dalgası şiddetini orifis plakalı sistemlere göre daha sınırlıdır.

Döner Diskli Reaktörler 	Kapalı hazne içinde yüksek hızda dönen diskin pürüzlülük ve geometrileriyle mekanik kavitasyon üretimi.	Ana boru hattındaki akış hızından bağımsız olarak kavitasyon yoğunluğunun disk devir sayısı ile doğrudan kontrol edilebilmesi.	Karmaşık mekanik sızdırmazlık gereksinimi ve hareketli parça sayısının fazla olması nedeniyle bakım ihtiyacı
Girdap Tipi Reaktörler 	Akışkanın dairesel hareketle döndürülerek merkezkaç kuvvetiyle merkezde alçak basınç oluşturulması.	Katı partiküller barındıran veya yoğun kıvamlı akışkanlarda sistemi tıkama riskinin minimum olması.	Açığa çıkan kavitasyon enerjisinin ve odak noktasının akış hacminde homojen dağılmaması.
Sıvı Jetli ve Hibrit Reaktörler	Yüksek basınçlı akışın sabit yüzeye çarptırılması veya mekanik sistemlerin ultrasonik ses dalgalarıyla birleştirilmesi.	Farklı enerji yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla hücre parçalama verimliliğinin en üst duyeye çıkarılması.	Sistem tasarımının son derece karmaşık olması ve kurulum, ekipman ve tasarım maliyetlerinin oldukça yüksek olması.

Tablo 1. Hidrodinamik Kavitasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması ve Karşılaştırmalı Analizi

1.5 Kavitasyon Şiddetine Göre Sınıflandırma

Hidrodinamik kavitasyonda reaktörün kavitasyon yoğunluğu ve hücre duvarını parçalama kapasitesi, akışkanın kavitasyon yoğunluğa göre belirlenir. Bu yoğunluk, kavitasyon sayısı (σ) sembolü ile ifade edilir (Brennen, 1995; Ozonek, 2012; Ranade et al., 2022).

$$\sigma = \frac{P_{Yerel} - P_v}{\frac{1}{2}\rho v_{delik}^2}$$

$\sigma: Boyutsuz kavitasyon sayısı$

$P_{yerel}: Kavitasyon odası genişleme bölgesindeki statik basınç (Pa)$

$Pv: Deney işletme sıcaklığındaki akışkanın doymuş buhar basıncı (Pa)$

$\rho: Akışkanın yoğunluğu (kg/m^3)$

$v_{delik}: Orifis delik merkezindeki lokal akış hızı (m/s)$

Yüksek Şiddetli Kavitasyon Rejimi (σ < 0.1); bu kavitasyon oranı kavitasyon bölgesinde tüm akış alanının kapladığı en şiddetli aşamadır. Akışkanın plakadan geçerken çok yüksek basınç farklarına maruz bırakılmasıyla oluşur. Mikroalglerin dayanıklı hücre duvarlarını parçalanması için gerekli olan yüksek şok dalgaları bu oranda en yüksek yoğunluğa ulaşır. Enerji yoğunluğu fazladır fakat reaktör yüzeylerinde aşınma riski çok fazladır (Ranade et al., 2022; Lei et al., 2024).

Şiddetli Kavitasyon Rejimi (σ~0.1-0.5); bu aşama, kavitasyonun bölgesinin dengeli ve kontrol edilebilir olduğu çalışma aralığıdır. Özellikle Mikroalg gibi hassas işlem süreçinden geçmesi gereken biyokütle için terçih edilir bu oranla maddeye sıcaklıktan dolayı veya mekanik zarar vermeden sadece hücre duvarını parçalayan optimum enerjiyi sağlar (Lei et al., 2024).

Düşük Şiddetli Kavitasyon Rejimi (σ>0.5); kavitasyon bölgesinde kabarcıklar sadece belirli bölgelerde yoğunlaşır. Bu yoğunlaşma orifis plaka kenarları veya plaka çıkışının yakınlarında olur. Hücre duvarı parçalanmaz. Bu oran suyun dezenfeksiyonu gibi daha az enerji gereksinimi duyan ön işlemler için tercih edilir. İşletme maliyeti en düşük rejimdir (Ozonek, 2012; Lei et al., 2024).

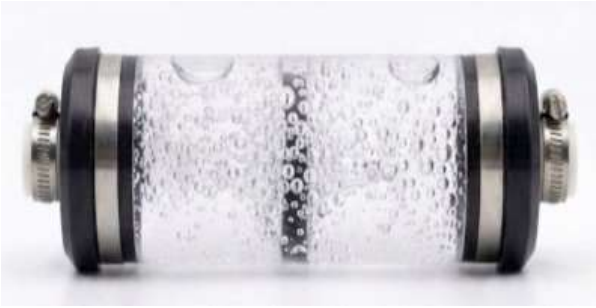
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde; mikroalg hücre duvarlarının parçalanması ve Omega-3 yağ asitlerinin yüksek verimle ekstrakte edilmesi amacıyla matematiksel ve geometrik sınırları belirlenmiş olan hidrodinamik kavitasyon reaktörünün fiziksel bileşenleri ve sistemin temel çalışma mekanizması anlatılmaktadır. Sistemin amacı; yüksek basınçlı bir pompa vasıtasıyla yönlendirilen akışkanın, orifis plakası üzerindeki dar kesitlerden geçerken uğradığı ani basınç değişimlerini ve enerji dönüşümlerini kullanarak insan müdahalesine gerek kalmadan mekanik kuvvetleri üretmektir. İlk olarak reaktörün donanım altyapısını oluşturan şeffaf gövde, orifis plakası, besleme tankı ve basınç ölçüm cihazları teknik boyutlarıyla tanıtılmış; ardından tasarlanan mekanik bileşenlerin analitik hesaplamalara, süreklilik ve Bernoulli prensipleri kullanılarak açıklanmıştır.

2.1.Hidrodinamik Kavitasyon Reaktörü Elemanları

2.1.1. Kavitasyon Bölgesini

Akışkanın hızlandığı, kavitasyonun gerçekleştiği ve gözlemlendiği bölgedir. Bölgenin uzunluğu 232,65 mm, çapı 77,35 mm, et kalınlığı 2,77 mm, flaşör çapı 84,3 mm, besleme boru bağlantı kısmının çapı 27 mm' dir.



Şekil 3. Kavitasyon Bölgesi

2.1.2. Orifis Plaka

Sıvının akış yönüne yerleştirilen, üzerinde belirli çaplarda ve sayıda delikler bulunan yuvarlak plakadır. Sıvının daralan kesitten geçerken hızını artırarak kavitasyon yoğunluğunu belirleyen en önemli parçadır. Plaka çapı 65.7 mm delik sayısı tam orta noktasından bir adet ve çapı 5 mm dir.

Şekil 4. Orifis Plaka

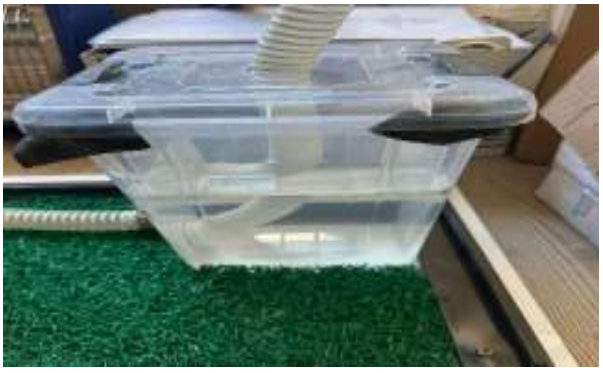
2.1.3. Yüksek Basınçlı Pompa

Sistemdeki akışkanın ilerlemesini, sıvının basıncını ve plakadan geçmesini sağlayan güç elemanıdır. Pompa debisi, kavitasyon şiddetini doğrudan etkiler. Motor, kavitasyon oranı oluşturabilmesi için gerekli akış hızını ve basıncı sağlamak amacıyla 800 W motor gücüne, maksimum 38 m basma yüksekliğine ve 3500 l/h maksimum debi kapasitesine sahip bir bahçe pompası seçilmiştir.

Şekil 5. Reaktör Motoru

2.1.4. Depolama Tankı

İşlem gören veya işleme hazır olan mikroalglerin konulduğu haznedir. Uzunluğu 15 cm genişliği 15 cm yüksekliği ise 21 cm'dir.



Şekil 6. Depolama Haznesi

2.1.5. Besleme Hattı

Akışkanın reaktör ve depolama haznesi arasında taşınmasını sağlayan boru hattıdır. Besleme borusu 27 mm çapındadır motor ile kavitasyon bölgesi arasında aktarım yapar aynı şekilde bölge ile boşaltma kabı arasında aktarım yapar.

Şekil 7. Besleme Hattı

2.2 Yöntem

Çalışmanın yöntem aşaması, tasarlanan hidrodinamik kavitasyon reaktörünün teorik performansının matematiksel formüller kullanılarak hesaplanmıştır ve analiz edilmesini sağlanmıştır. Bilgisayar destekli simülasyon yazılımları yerine, akışkanlar mekaniği prensipleri temel alınarak analitik bir yöntem izlenmiştir Reaktör geometrisindeki plakada bulunana delik çapları ve sayıları değiştirilip matematiksel fonksiyonlar yardımıyla değişken olarak tanımlanmıştır. Belirlenen farklı geometrik yapılar, akış hızı, basınç düşüşü ve kavitasyon sayısı üzerindeki değişimleri incelenmiş; bernoulli ve süreklilik denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler, farklı delik çapları kavitasyon verimliliğini nasıl etkilediğini gözlemlemek amacıyla değerler birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma ile, yazılım simülasyonuna ihtiyaç olmadan, teorik hesaplamalar yoluyla en uygun çalışma koşulları incelenmiştir.

2.2.1. Analitik Hesaplamalarda Kullanılan Giriş Parametreleri Ve Sınır Şartları

Hidrodinamik kavitasyon reaktörünün performansını belirleyen Bernoulli, süreklilik ve kavitasyon sayısı denklemlerinde kullanılan tüm geometrik sınırlar, akışkan özellikleri ve işletme parametreleri Tablo 2.'de bir araya getirilmiştir. Hesaplamalar boyunca akışkanın sürekli rejimde çalıştığı, viskoz sürtünme kayıplarının ihmal edilebilir düzeyde olduğu ve çalışma ortam sıcaklığının 293.15 K sabit kaldığı varsayılmıştır.

Parametre	**Değer**
Motor Gücü	800 Watt
Maksimum Hidrolik Debi	3500 l/h
Maksimum Basma Yüksekliği	38 m
Akışkan Çalışma Sıcaklığı	293.15 K
Akışkan Yoğunluğu	1000 kg/m^3
Besleme Borusu İç Çapı	27 mm
Kavitasyon Bölgesi Çapı	77,55 mm
Orifis Delik Çapı	5 mm

Tablo 2. Analitik Hesaplamalarda Kullanılan Giriş Parametreleri ve Sınır Şartları

2.2.2. Analitik Model Kabulleri ve İşletme Parametreleri

Analitik denklemlerden elde edilen teorik sonuçların sistemin çalışma koşullarındaki kararlılığını ve matematiksel modelin güvenilirliğini kanıtlamak amacıyla, belirlenen 5mm delikli orifis geometrisi üzerinde farklı hacimsel debi koşulları test edilmiştir. Bu doğrultuda, pompanın minimum ve maksimum sınır değerleri dikkate alınmıştır 2500 l/h 3000 l/h 3500 l/holmak üzere üç farklı debi senaryosu altında hız ve kavitasyon sayısı değerleri hesaplanmıştır. Yapılan parametrik analizler sonucunda, debinin 2500 l/h değerinden pompanın tam kapasitesi olan 3500 l/h değerine çıkarılması sürecinde orifis içi akış hızının doğrusal olarak arttığı ve kavitasyon oranının kararlı bir şekilde artarak süper-kavitasyon bölgesine 0,1 oranına yaklaştığı Tablo 3.'de gözlemlenmiştir.

Durum	Sistem Debisi(l/h)	em Debisi (m^3/s)	Besleme Borusu Hızı (m/s)	rifis İçi Akış Hızı (m/s)	Kavitasyon Sayısı (σ)
1	2500	6,944x10^{-4}	1,21	35,37	0,16
2	3000	8,333x10^{-4}	1,45	42,45	0,11
3	3500	9,722x10^{-4}	1,70	49,50	0,08

Tablo 3. Farklı Debi değerlerine Göre Orifis Hızı ve Kavitasyon Sayısı Değişim Tablosu

2.2.3. Reaktörün Termal İşletme Koşulları

Deneysel çalışmalar sırasında hidrodinamik kavitasyon reaktörünün güvenli ve kararlı çalışma koşullarının belirlenmesi amacıyla akışkan sıcaklığı sürekli olarak takip edilmiştir. Sistemde meydana gelen hidrolik kayıplar, orifis plakasında oluşan yerel basınç düşüşleri ve pompanın mekanik çalışma etkileri nedeniyle akışkan sıcaklığında zamanla artış meydana gelmektedir. Bu nedenle deney süresince sıcaklık, besleme tankına yerleştirilen dijital gıda termometresi ile belirli zaman aralıklarında ölçülmüş ve kayıt altına alınmıştır.

Deney protokolü oluşturulurken, mikroalglerden elde edilen omega-3 yağ asitlerinin yüksek sıcaklıklarda oksidatif ve termal bozunmaya uğrayabileceği dikkate alınmış ve sistem için üst işletme sıcaklık sınırı 50 °C olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda deneyler, akışkan sıcaklığı bu sınır değere ulaşmadan önce sonlandırılacak şekilde planlanmıştır. Böylece hem sistemin güvenli işletilmesi hem de ekstrakte edilen ürünün kimyasal yapısının korunması amaçlanmıştır.

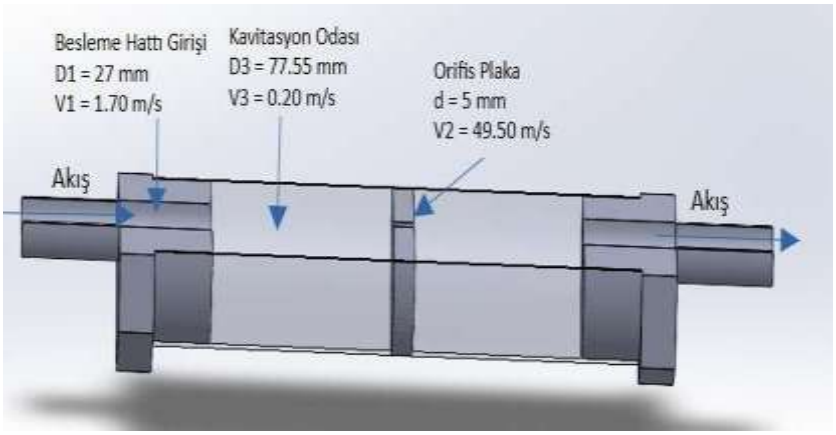
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 Orijinal Geometrinin Karakteristikleri

Çalışmanın bu bölümünde, kavitasyon bölgesi içerisindeki akışkanın hareketini ve akış istikametini belirlemek için akış hatları boyunca süreklilik denklemleri işletilmiştir. Elde edilen teorik modelde, akışkanın 27 mm çapındaki besleme borusundan çıktıktan sonra aniden 77.55 mm çapındaki kavitasyon bölgesine girdiği ve toplam uzunluğu 232,65 mm olan bu kavitasyon odasının tam orta aksına yani 116,325 mm'ye konumlandırılan 5 mm'lik tek delikli orifis yapısı, akışkanın dar delikten geçerek kavitasyon bölgesine nasıl ilerlediği ve reaktör içindeki genel dağılımı fiziksel olarak ortaya koymaktadır. Kavitasyon bölgesindeki hidrodinamik özellikler ve sistem dengesinin daha net değerlendirilebilmesi amacıyla, reaktörün ana geçiş noktalarındaki kesit alanları ile akışkan hızları arasındaki doğrusal ilişki süreklilik formülleri üzerinden incelenmiştir. Bu analitik hesaplama, akışkanın 27 mm besleme borusundan çıktıktan sonra orifis plakasındaki 5 mm'lik dar alandan geçerken maruz kaldığı hız artışını ve bu esnada basınça bağlı olarak sistemin verdiği hidrolik tepkiyi net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Akış Bölgesi (Kesit Alanı)	**kteristik Çap**	**simum Hız**
Besleme Borusu	27,00	1,70
Orifis Plakası	5,00	49,50
avitasyon Bölgesi	77,55	0,20

Tablo 4. Reaktöre Ait Karakteristik Çap Ve Maksimum Hız Değerleri



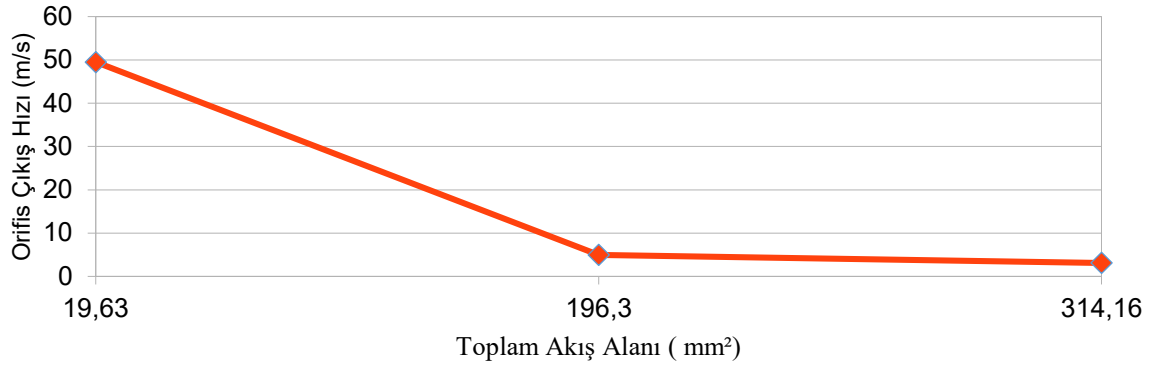
Şekil 8. Kavitasyon Reaktör Geometrisinin Kesit Şeması Ve Akış Parametreleri

Şekil 8. de kavitasyon reaktör geometrisinin kesit şeması ve akış parametreleri incelendiğinde, sistemin kavitasyon oluşturma mekanizması net bir şekilde görülmektedir. 27 mm çapındaki besleme hattından 1,70 m/s'lik hızla giren sıvı, toplam uzunluğu 232,65 mm olan kavitasyon bölgesine tam orta noktasındaki 5 mm'lik tek delikli orifis plakasından geçmektedir. Bu ani daralma, yerel akış hızı değerini ani bir şekilde 49,50 m/s seviyesine ulaştırırken, Bernoulli prensibi gereği statik basıncı sıvının buhar basıncı sınırının altına düşürerek kavitasyon oluşmasını sağlamaktadır. Plaka çıkışındaki ikinci yarım kesitte ise akış alanı 77,55 mm kavitasyon odası çapına aniden genişlemekte, hızın 0,20 m/s seviyesine düşmesi ile yükselen basınç alanı, delikten geçtikten sonra oluşan kabarcıkların şiddetle patlamasına yol açmaktadır. Bu mikroskobik patlamalar, mikroalglerinin hücre duvarlarını parçalayacak mekanik şok dalgalarını odanın bu ikinci bölgesinde serbest bırakmaktadır.

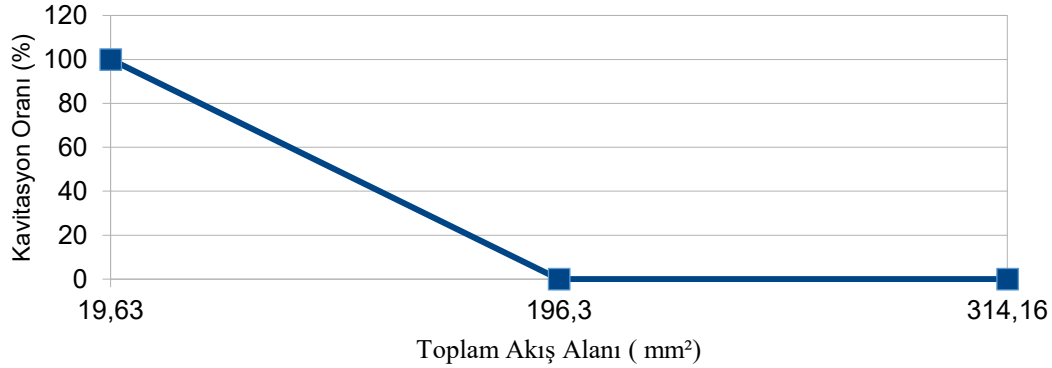
3.2 Farklı Orifis Geometrilerinin ve Delik Sayılarının Kavitasyon Performansına Etkisi

Farklı delik çapı ve sayılarına sahip orifis plakalarının hidrodinamik ve kavitasyonel performansları, sistemde kullanılan 800 W gücündeki pompanın sağladığı sabit debi 3500 l/h ve işletme basıncı koşulları altında analitik olarak karşılaştırılmıştır. Akışkanlar mekaniğinin temel yapı taşı olan süreklilik denklemi uyarınca, belirli bir debide akışkanın geçmesi gereken toplam kesit alanı büyüdükçe, daralan kesitteki yerel akış hızı doğrusal olarak azalmaktadır. Yapılan parametrik hesaplamalar neticesinde;

20 mm tek delikli plakada toplam akış alanı 314,16 mm^2 seviyesine çıkmaktadır. Kesitteki 5mm delikli plakaya göre bu genişleme, orifis içerisindeki akış hızı kavitasyonel eşik değerlerin çok altına düşerek 3,10 m/s seviyesine gerilemektedir. Benzer şekilde, kavitasyon oranını arttırmak için düşünülen 5 mm çapındaki 10 delikli plaka tasarımında ise toplam akış alanı, seçilen tek delikli tasarıma kıyasla tam 10 kat artarak 19,63mm'den 196,30 mm^2'ye ulaşmaktadır. Toplam alanın bu denli büyümesi, mevcut hidrolik gücün bölünmesine yol açmakta ve delik çıkış hızını 4,95 m/s seviyesine düşürmektedir. Mevcut 800 W motor kapasitesi ve sistem kısıtları dahilinde, hidrodinamik kavitasyonu başlatacak kritik hız sınırını aşarak akışkanı 49,50 m/s hıza ulaştıran en optimum geometrik yapının 5 mm tek delikli plaka olduğu analitik olarak ispatlanmıştır. Eğer 5 mm 10 delikli plaka varyasyonunda da aynı kavitasyonel akış hızına ulaşılmak istenseydi, Süreklilik Denklemi gereği sistem debisinin de 10 kat artırılması gerekecekti. Bu senaryoda mevcut 800 W'lık pompa tamamen yetersiz kalacak ve sistemde endüstriyel ölçekli, yaklaşık 8 kW ila 10 kW gücünde bir hidrolik pompa kullanılması gerekirdi.



Şekil 9. Farklı Orifis Geometrelerinde Çıkış Hızı ve Kavitasyon Oranlarının Karşılaştırılması



Şekil 10. Farklı Orifis Geometrelerinde Kavitasyon Oranlarının Karşılaştırılması

3.3. Devre Akış Döngüsü ve Termal İşletme Sınırlarının Analizi

Tasarlanan hidrodinamik kavitasyon reaktöründe, sistemin düzgün ürün verebilmesi için işletme parametrelerinin belirlenmesinde, zamana bağlı sıcaklık artışı ve bunun hücre duvarını bozulumunu ve kararlılığı üzerindeki etkileri temel kriter olarak baz alınmıştır. Deney boyunca boru cidarlarındaki hidrolik kayıplar, lokal geometrik daralmalar ve mekanik sürtünmeler sebebiyle akışkan sıcaklığının sürekli yükseldiği gözlemlenmiştir. Yapılan deneysel analizlerde, tasarlanan model üzerinde gıda termometresi ile ölçüm yapılmış ve akış süresinin 12. dakikasına ulaşıldığında akışkan sıcaklığının 42 °C seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir. Literatür verileri ve mikroalg bozulmaları sınırları incelendiğinde, 50 °C sıcaklığı mikroalglerin Omega-3 yağ asitlerinin kimyasal bozulmaya başladığı kritik sıcaklık değeridir. Bu sınırın üstüne cıkılması, ekstraksiyon verimini artırmak yerine çıkan ürünün kalitesini düşüreceğinden reaktörün kesintisiz güvenli çalışma süresi 12 dakika ile sınırlandırılmıştır. Bu aşamadan sonra sirkülasyona devam edilmesi kavitasyon şiddetini artırıyor olsa bile, depolama kapına giden Omega-3 yağ asitlerini yakacağından ürün kalitesini bozar, reaktörün kesintisiz güvenli işletme süresi 12 dakika olarak belirlenmiş ve deney bu noktadan sonra devam etmiyerek sonlandırılmıştır.

4. SONUÇ

Bu çalışma, kavitasyonel ekstraksiyonun temel prensiplerini ve reaktör bileşenlerini kapsamlı bir şekilde incelemekte; mikroalglerin hücre duvarlarının parçalanması için optimize edilmiş, üretim amacı ile kolayca taşınabilen bir sistem sunmaktadır. Araştırmalar sonucunda, hidrodinamik kavitasyonun diğer ekstraksiyon yöntemlerine kıyasla daha kısa sürede, daha az enerji sarfiyatıyla ve gıda güvenliğine uygun şekilde sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Tasarım aşamasında, kavitasyon reaktörünün kritik bileşenleri belirlenmiş; orifis plakası geometrisi, reaktör gövdesi, sızdırmazlık elemanları, motor, besleme boruları ve besleme tankı seçimi üzerinde durulmuştur. Tasarımda orifis plaka kullanımı tercih edilme sebepleri teknik verilerle açıklanmış. Uygulama gereksinimleri ve Omega-3 verimlilik hedefleri doğrultusunda sistem optimize edilmiştir. Araştırmamız sonucunda, hidrodinamik kavitasyon teknolojisinin gelişim ve geliştirmeye açık, biyoteknoloji ve gıda mühendisliği alanlarında geniş uygulama alanı bulabilecek bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir.

Özellikle yerli üretim imkanlarıyla geliştirilen bu reaktörün, dışa bağımlılığı azaltacak yüksek katma değerli ürün eldesinde oldukça etkili olacağı sonucuna varılmıştır. Tasarımın daha verimli olabilmesi için, uzman kişiler ile seçilmiş farklı alg türleri ve farklı orifis geometrileri ile yapılacak deneysel çalışmalar neticesinde elde edilecek verilerle; debi, basınç farkı ve kavitasyon sayısı parametreleri bakımından sistemin yeniden optimize edilmesinin teknolojik ilerlemeye katkı sağlayacağı kanaatine varılmıştır. Gelecekte bu alanda yapılacak akademik çalışmalara ve endüstriyel ölçek büyütme projelerine yönelik şu öneriler sunulmaktadır; çok delikli tasarımlar için pompa modifikasyonu, tezde modellenen ve alanı geniş olduğu için mevcut sistemde kavitasyon üretemeyen 5 mm 10 delikli plaka tasarımı ile kavitasyon reaksiyon hacmini genişletmek amacıyla, sistemdeki 800 W'lık pompanın yerine minimum 8 kW - 10 kW gücünde endüstriyel motor entegre edilerek deneysel çalışmalar genişletilebilir. Aktif Soğutma Sistemi Entegrasyonu, proses süresince meydana gelen termal artışı 42 dereceyi baskılamak ve deney süresini daha uzun tutarak ekstraksiyon verimini artırmak amacıyla, kapalı devre akış hattına bir soğutma sistemi ilave edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Badve, M., Gogate, P. R., Pandit, A. B., & Csoka, L. (2015). Hydrodynamic cavitation as a novel approach for modification of cellulose fibers. Ultrasonics Sonochemistry, 24, 165-174.

Barnaby, S. W., & Thornycroft, J. I. (1895). Torpedo-boat destroyers. Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 122(1895), 51-103.

Bernoulli, D. (1738). Hydrodynamica, sive De viribus et motibus fluidorum commentarii. Strasbourg: J.R. Dulsecker.

Brennen, C. E. (1995). Cavitation and Bubble Dynamics. Oxford University Press.

Chaos-Hernández, J., et al. (2023). Extraction methods of algae oils for the production of third-generation biofuels: A review. Chemosphere.

Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. McGrawHill Higher Education.

Gogate, P. R. (2011). Hydrodynamic cavitation for food and water processing. Food and Bioprocess Technology, 4(6), 996-1007.

Gogate, P. R., & Pandit, A. B. (2005). A review and assessment of hydrodynamic cavitation as a technology for the future. Ultrasonics Sonochemistry, 12(1-2), 21-27.

Karrar, E., Ashraf, A., Sheth, S., Wei, W., & Wang, X. (2024). Docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid from microalgae: Extraction, purification, separation, and analytical methods. Algal Research, 76, 103365.

Kumari, A., et al. (2024). Recent advances in enhancing the production of long-chain omega-3 fatty acids in microalgae. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.

Knapp, R. T., Daily, J. W., & Hammitt, F. G. (1970). Cavitation. McGraw-Hill.

Lee, I., & Han, J. I. (2015). Simultaneous recovery of lipids and carbohydrates from wet microalgae using hydrodynamic cavitation. Algal Research, 12, 356-362.

Lei, E., Yuan, X., Xiang, K., Shao, Z., Hong, F., & Huang, Y. (2024). Research progress of hydrodynamic cavitation reactors in the field of water treatment: A review. Journal of Water Process Engineering, 66, 105997.

Mason, T. J., & Lorimer, J. P. (2002). Applied sonochemistry: The uses of power ultrasound in chemistry and processing. Wiley-VCH.

Mittal, S., & Ranade, V. V. (2023). Bioactives from microalgae: A review on process intensification using hydrodynamic cavitation. Journal of Applied Phycology, 35, 2977–3001.

Ozonek, J. (2012). The application of hydrodynamic cavitation in environmental engineering. CRC Press.

Patil, P. D., Gude, V. G., Mannarswamy, A., Cooke, P., Munson-McGee, S., Nirmalakhandan, N., ... & Deng, S. (2011). Optimization of direct conversion of wet algae to biodiesel under supercritical methanol conditions. Bioresource Technology, 102(1), 118-122.

Ranade, V. V., Bhandari, V. M., Nagarajan, S., Sarvothaman, V. P., & Simpson, A. T. (2022). Hydrodynamic Cavitation: Devices, Design and Applications. Wiley-VCH.

Senthil Kumar, P., Kumar, M. S., & Pandit, A. B. (2000). Experimental quantification of chemical effects of hydrodynamic cavitation. Chemical Engineering & Technology, 23(11), 979-984.

Sivakumar, M., & Pandit, A. B. (2002). Wastewater treatment: A novel energy efficient hydrodynamic cavitation technique. Ultrasonics Sonochemistry, 9(3), 123-131.

Suslick, K. S. (1990). Sonochemistry. Science, 247(4949), 1439-1445.

Vichare, N. P., Gogate, P. R., & Pandit, A. B. (2000). Optimization of hydrodynamic cavitation reactors using a simplified approach. Chemical Engineering & Technology, 23(8), 683-690.

Yu, J.-X., Wang, X.-Y., Shen, J.-W., Hu, J.-S., Zhang, X.-Q., He, D.-Q., et al. (2024). Physics of cavitation near particles. Journal of Hydrodynamics, 36, 102–118.

White, F. M. (2011). Fluid mechanics (7th ed.). McGraw-Hill.

FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE GÜNLÜK KÜRESEL GÜNEŞ IŞINIMI TAHMİNİNDE STACKİNG ENSEMBLE YAKLAŞIMI*

Beyza ERCAN 1/ Ahmet KABUL 2

1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, 2330127007@ogr.mehmetakif.edu.tr, 0009-0006-2805-7393

2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, ahmetkabul@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-9579-2757

Özet

Günlük küresel güneş ışınımının (Global Horizontal Irradiance, GHI) doğru tahmin edilmesi, güneş enerjisi santrallerinin planlanması, enerji üretiminin öngörülmesi ve enerji yönetimi süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Güneş ışınımı; atmosferik koşullar, mevsimsel değişimler ve coğrafi özellikler gibi birçok çevresel etkenden doğrudan etkilendiğinden, güvenilir tahmin modellerinin geliştirilmesi yenilenebilir enerji sistemlerinin verimli işletilmesine katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada günlük GHI tahmini amacıyla Stacking Ensemble tabanlı bir makine öğrenmesi modeli oluşturulmuş ve farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerdeki tahmin performansı değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında Türkiye'nin farklı iklim özelliklerini temsil eden Aydın, Burdur ve Batman illeri çalışma alanı olarak seçilmiş; analizlerde NASA POWER veri tabanından elde edilen 2022-2024 dönemine ait günlük meteorolojik veriler kullanılmıştır. Model yapısında farklı makine öğrenmesi algoritmalarından elde edilen temel öğrenici çıktıları bir meta-öğrenici aracılığıyla birleştirilmiştir. Çalışmada, temel meteorolojik değişkenler ile gecikmeli güneş ışınımı değerlerini içeren ilk senaryonun yanı sıra atmosfer basıncı, maksimum ve minimum sıcaklıklar ile hareketli ortalama gibi zaman serisi tabanlı ek özniteliklerin dâhil edildiği ikinci senaryo değerlendirilmiştir. Model performansları Belirlilik Katsayısı (R^2), Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MAE) ve Kök Ortalama Kare Hatası (Root Mean Square Error, RMSE) metrikleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, genişletilmiş öznitelik setinin tüm çalışma alanlarında tahmin performansını iyileştirdiğini ve oluşturulan Stacking Ensemble modelinin farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerde tutarlı ve yüksek doğrulukta tahminler üretebildiğini göstermektedir. Çalışmanın bulgularının, güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi ile üretim planlaması ve enerji yönetimine yönelik karar destek süreçlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Işınımı Tahmini, Stacking Ensemble, Öznitelik Mühendisliği, Küresel Güneş Işınımı

*Bu çalışma, Beyza ERCAN tarafından Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yürütülmekte olan yüksek lisans tez çalışmasından türetilmiştir.

STACKING ENSEMBLE APPROACH FOR DAILY GLOBAL SOLAR IRRADIANCE PREDICTION ACROSS DIFFERENT CLIMATE REGIONS*

Beyza ERCAN 1/ Ahmet KABUL 2
1Department of Electrical and Electronics Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, 2330127007@ogr.mehmetakif.edu.tr, 0009-0006-2805-7393
2Department of Electrical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, ahmetkabul@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-9579-2757

Abstract

Accurate prediction of daily Global Horizontal Irradiance (GHI) is of critical importance for the planning of solar power plants, forecasting energy generation, and the effective management of energy systems. Since solar irradiance is directly influenced by various environmental factors, including atmospheric conditions, seasonal variations, and geographical characteristics, the development of reliable prediction models contributes significantly to the efficient operation of renewable energy systems. In this study, a Stacking Ensemble-based machine learning model was developed for daily GHI prediction, and its predictive performance was evaluated across regions with different climatic characteristics. Within the scope of the study, the provinces of Aydın, Burdur, and Batman, representing distinct climatic conditions in Türkiye, were selected as the study areas. Daily meteorological data for the period 2022-2024, obtained from the NASA POWER database, were used in the analyses. The proposed model combined the outputs of multiple base learners through a meta-learner to generate the final prediction. In addition to the first scenario, which included fundamental meteorological variables and lagged solar irradiance values, a second scenario incorporating additional time series-based features, including atmospheric pressure, maximum and minimum temperatures, and moving averages, was also evaluated. Model performances were compared using the Coefficient of Determination (R^2), Mean Absolute Error (MAE), and Root Mean Square Error (RMSE) metrics. The results demonstrate that the extended feature set improved prediction performance across all study areas and that the proposed Stacking Ensemble model was capable of producing consistent and highly accurate predictions under different climatic conditions. The findings of this study are expected to contribute to the assessment of solar energy potential as well as to the development of decision-support processes for energy production planning and energy management.

Keywords: Solar Irradiance Prediction, Stacking Ensemble, Feature Engineering, Global Horizontal Irradiance

*This study was derived from the M.Sc. thesis being conducted by Beyza ERCAN in the Department of Electrical and Electronics Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Burdur Mehmet Akif Ersoy University.

Lİ-İYON BATARYA PAKETİ ÜRETİMİNDE RİSK TABANLI KALİTE KONTROL VE TEST TAKSONOMİSİ

Öğr.Gör., Emre ÇAKIR[1]

[1]Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, ecakir@nny.edu.tr, 0009-0007-4330-1558

Özet

Li-iyon batarya paketleri, elektrikli araçlar ve sabit enerji depolama sistemlerinde güvenlik ve performans açısından kritik bileşenler olup, ürün güvenilirliği yalnızca hücre kimyası ve tasarımla değil, üretim sürecinde uygulanan kalite kontrol (QC) yaklaşımlarının etkinliğiyle de belirlenmektedir. Üretim kaynaklı küçük sapmaların dahi erken yaşam arızaları, kapasite kaybı ve güvenlik risklerine yol açabilmesi, QC süreçlerinin yalnızca son ürün kabulüyle sınırlı kalmayıp tüm üretim zincirine entegre bir risk yönetimi mekanizması olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada, li-iyon batarya paketi üretiminde kullanılan QC yöntemleri sistematik bir derleme yaklaşımıyla incelenmiş; literatürden kalite metrikleri, kusur türleri ve test yöntemleri çıkarılarak üretim sürecindeki konumları ve uygulama seviyelerine göre sınıflandırılmıştır. QC metrikleri OCV, DCIR, EIS, self discharge ve BMS doğrulaması üzerinden ele alınırken; kusurlar üretim, tedarik lojistik ve tasarım kaynaklı olmak üzere ana gruplar altında değerlendirilmiştir. Kalite kontrol testleri, hızlı tarama, doğrulama, teşhis ve güvenlik doğrulama amaçlarına göre yapılandırılmış ve kusur sınıfları ile test yöntemleri arasında eşleştirme mantığı geliştirilmiştir. Bu çerçeve doğrultusunda, seri üretim için çok katmanlı kontrol noktalarını içeren risk tabanlı bir QC planı ve ölçüme dayalı aksiyon üreten karar ağaçları önerilmiştir. Ayrıca Ar-Ge odaklı QC yaklaşımı, tasarım doğrulama ve ileri teşhis yöntemleri kapsamında ayrı bir risk tabanlı yapı olarak konumlandırılmıştır. Sonuç olarak, sunulan taksonomi ve QC planı; test maliyeti, üretim verimliliği ve saha güvenilirliği arasında denge kurarak daha izlenebilir ve güvenlik odaklı kalite kontrol stratejileri için bütüncül bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lityum-iyon batarya, Kalite kontrol, Test taksonomisi, Risk tabanlı QC.

RISK-BASED QUALITY CONTROL AND TEST TAXONOMY FOR LITHIUM-ION BATTERY PACK MANUFACTURING

Lecturer, Emre ÇAKIR[1]

[1]Nuh Naci Yazgan University, Electrical and Electronic Engineering, ecakir@nny.edu.tr, 0009-0007-4330-1558

Abstract

Lithium-ion battery packs are critical components in electric vehicles and stationary energy storage systems in terms of safety and performance, and product reliability is directly related to the effectiveness of quality control (QC) approaches applied during the manufacturing process. The fact that even minor production induced deviations can lead to early life failures and safety risks necessitates that QC processes be considered as a risk based structure integrated throughout the entire production chain. In this study, QC methods used in lithium-ion battery pack manufacturing are examined through a systematic review approach; quality metrics, defect types, and test methods are extracted from the literature and classified according to their position within the production process and their application levels. QC metrics are discussed based on key indicators such as OCV, DCIR, EIS, self discharge, and BMS verification, while defects are evaluated under the main categories of manufacturing-related, supply logistics related, and design related origins. Test methods are structured according to their intended purposes screening, verification, diagnostics, and safety validation and a defect test matching framework is developed. Within this framework, a risk based QC plan incorporating multi layer control points for mass production, along with measurement driven decision trees, is proposed. In addition, an R&D oriented QC approach is positioned as a separate risk management framework encompassing design verification and advanced diagnostic methods. Overall, the study presents a holistic and safety oriented quality control approach aimed at balancing test cost, manufacturing efficiency, and field reliability.

Keywords: Lithium-ion battery, Quality control, Test taxonomy, Risk-based QC.

TEKSTİL VE MODA SEKTÖRÜNDE ATIK YÖNETİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Dr. Öğr. Üye., Onur Tekoğlu [1]/ Öğr. Gör., Nurdan KUMAŞ ŞENOL[2]

[1]Giresun Üni., Tekstil Mühendisliği, onur.tekoglu@giresun.edu.tr. ORCID: 0000-0002-3608-7801

[2]Giresun Üni., Moda Tasarım, nurdan.senol@giresun.edu.tr. ORCID: 0000-0002-1161-266

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de tekstil ve moda sektöründe atık yönetimi sorunlarını ve çözüm önerilerini ele almaktadır. Tekstil ve hazır giyim endüstrisi, Türkiye ekonomisinin lokomotif sektörlerinden biri olup, istihdam yaratma kapasitesi, ihracat hacmi ve katma değer açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak son yıllarda küresel "hızlı moda" anlayışının yaygınlaşmasıyla birlikte üretim ve tüketim döngüsü hızlanmış, bu durum da tüketici sonrası tekstil atıklarının hızla artmasına yol açmıştır. Bu atıklar, çöp sahalarında uzun yıllar çözünmeden kalabilmekte, çevresel sürdürülebilirliği ciddi biçimde tehdit etmekte ve ekosisteme zarar vermektedir. Çalışmanın önceliğini oluşturan Türkiye'de yürürlükte olan Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015) ve belediyeler ile özel sektör tarafından gerçekleştirilen giysi toplama kampanyaları incelenmiş; ancak ulusal düzeyde bütüncül bir sistemin henüz oluşturulmadığı tespit edilmiştir. Araştırmanın bulguları, tekstil üretiminin yüksek su tüketimi, karbon emisyonları ve mikroplastik kirliliği gibi çevresel etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, döngüsel ekonomi modelinin benimsenmesi, genişletilmiş üretici sorumluluğu uygulamalarının hayata geçirilmesi, tüketici bilincinin artırılması ve teknolojik yatırımların geliştirilmesi çözüm önerileri olarak sunulmuştur. Sonuç olarak, Türkiye'de tekstil ve moda sektöründe atık yönetimi konusunda mevcut girişimler umut verici olsa da, sürdürülebilir bir gelecek için ulusal politikaların güçlendirilmesi ve sektörün çevresel etkilerini azaltacak yenilikçi uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tekstil sektörü, moda endüstrisi, atık yönetimi, Türkiye.

WASTE MANAGEMENT İN THE TEXTİLE AND FASHİON INDUSTRY: THE CASE OF TURKEY AND SOLUTİON SUGGESTİONS

Dr. Öğr. Üye., Onur Tekoğlu [1]/ Öğr. Gör., Nurdan KUMAŞ ŞENOL[2]

[1]Giresun Üni., Tekstil Mühendisliği, onur.tekoglu@giresun.edu.tr. ORCID: 0000-0002-3608-7801

[2]Giresun Üni., Moda Tasarım, nurdan.senol@giresun.edu.tr. ORCID: 0000-0002-1161-2665

Abstract

This study addresses the issues of waste management and possible solutions in Turkey's textile and fashion industry. The textile and ready-to-wear sector is one of the driving forces of the Turkish economy, being very important in terms of job creation, export volume, and added value. However, in recent years, with the rise of the global 'fast fashion' trend, the production and consumption cycle has accelerated, leading to a rapid increase in post-consumer textile waste. This waste can remain unresolved in landfills for many years, seriously threatening environmental sustainability and harming the ecosystem. The study examined the Waste Management Regulation (2015) currently in force in Turkey, which forms the priority of the study, as well as clothing collection campaigns carried out by municipalities and the private sector; however, it was determined that a comprehensive national-level system has not yet been established. The findings of the research reveal that textile production creates environmental impacts such as high water consumption, carbon emissions, and microplastic pollution. In this context, the adoption of a circular economy model, the implementation of extended producer responsibility practices, the raising of consumer awareness, and the development of technological investments have been presented as proposed solutions. In conclusion, although current initiatives in waste management in the textile and fashion sector in Turkey are promising, it is necessary to strengthen national policies and promote innovative practices that will reduce the environmental impact of the sector for a sustainable future.

Keywords: Textile sector, fashion industry, waste management, Turkey.

GİRİŞ

Son yıllarda tekstil ve moda sektöründe sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi ve atık yönetimi konularına yönelik akademik çalışmaların sayısında önemli bir artış yaşanmıştır. Özellikle 2021 sonrasında yayımlanan araştırmalar, tekstil atıklarının yalnızca çevresel bir sorun olmadığını; aynı zamanda ekonomik, sosyal ve yönetsel boyutları bulunan çok disiplinli bir konu olduğunu ortaya koymaktadır (Shamsuzzaman vd, 2025). Döngüsel ekonomi yaklaşımı, tekstil ürünlerinin kullanım ömrünün uzatılması, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve kaynak verimliliğinin artırılması yoluyla doğrusal üretim modeline alternatif sunmaktadır. De Felice vd. (2025), 212 bilimsel çalışmayı kapsayan sistematik literatür incelemelerinde, tekstil sektöründe döngüsel ekonominin başarılı olabilmesi için yalnızca geri dönüşüm teknolojilerinin değil; aynı zamanda sürdürülebilir ürün tasarımı, dijital izlenebilirlik sistemleri ve tüketici davranışlarının birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Shamsuzzaman vd. (2025), moda sektöründe atık yönetimine ilişkin sistematik derlemelerinde, tekstil atıklarının azaltılmasında en etkili uygulamaların ürün ömrünün uzatılması, ikinci el kullanımının teşvik edilmesi, yeniden üretim ve geri dönüşüm sistemleri olduğunu belirtmektedir.

Tekstil atıklarının çevresel etkileri üzerine yapılan güncel araştırmalar, sektörün iklim değişikliği üzerindeki etkisinin giderek arttığını göstermektedir. Wojnowska-Baryła vd. (2024), Scopus veri tabanında yer alan 2.000'den fazla yayını inceleyerek tekstil atığı yönetimi alanındaki akademik çalışmaların büyük bölümünün 2020 sonrasında yayımlandığını ve araştırmaların ağırlıklı olarak tekstil geri dönüşümü, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir üretim konularına odaklandığını ortaya koymuştur. Araştırmada Avrupa Birliği'nin tekstil atıklarının ayrı toplanmasına yönelik düzenlemelerinin bilimsel çalışmaları hızlandırdığı belirtilmektedir. Tekstil atıklarının geri dönüşümünde karşılaşılan temel sorunlardan biri, farklı lif türlerinin ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesindeki teknik güçlüklerdir. Güncel araştırmalar, yapay zekâ destekli ayırma sistemleri, dijital ürün pasaportları ve otomatik sınıflandırma teknolojilerinin geri dönüşüm verimliliğini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir (De Felice vd, 2025; Shamsuzzaman vd, 2025).

Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar ise daha çok tekstil işletmelerinin atık yönetimi uygulamaları ve sürdürülebilir moda tasarımı üzerine yoğunlaşmaktadır. Aykol ve Demirdöğen (2025), Tekirdağ'da faaliyet gösteren tekstil işletmeleri üzerinde yaptıkları araştırmada, ISO 14001 çevre yönetim sistemi uygulamalarının ve üretim süreçlerinde hammadde kullanımını azaltmaya yönelik uygulamaların kaynak verimliliğini anlamlı biçimde artırdığını belirlemiştir. Buna karşın, birçok işletmede tekstil atıklarının yönetimine ilişkin sistematik veri kayıtlarının yetersiz olduğu ifade edilmektedir. Sürdürülebilir moda tasarımı alanında gerçekleştirilen güncel TR Dizin çalışmaları ise sıfır atık tasarım yaklaşımının önemini vurgulamaktadır. Gözene ve Halaçeli Metlioğlu (2025), geleneksel kalıp hazırlama yöntemleri yerine dijital kalıp sistemleri, üç boyutlu modelleme ve minimum kumaş kaybı sağlayan tasarım tekniklerinin üretim öncesi tekstil atıklarını önemli ölçüde azaltabileceğini belirtmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, 2021–2025 yılları arasında yayımlanan Scopus ve TR Dizin kapsamındaki çalışmalar, tekstil atıklarının yalnızca geri dönüştürülmesinin yeterli olmadığını; sürdürülebilir üretim, döngüsel ekonomi, çevre dostu tasarım, dijital teknolojiler, üretici sorumluluğu ve tüketici farkındalığının birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Türkiye'nin bu alandaki dönüşümünü hızlandırabilmesi için Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ile uyumlu ulusal politikalar geliştirmesi, geri dönüşüm altyapısını güçlendirmesi ve tekstil sektöründe sürdürülebilir inovasyonu desteklemesi önem taşımaktadır.

KURAMSAL ÇERÇEVE

1.Tekstil Atıklarının Sınıflandırılması

Tekstil değer zincirinde atıklar temel olarak iki ana grupta incelenir (Akan ve Çelik, 2020):

- Üretim Öncesi Atıklar: Bu atıklar; iplik, kumaş kırpıntıları, elyaf kalıntıları ve üretim esnasında ortaya çıkan hatalı ürünler olarak sıralanmaktadır. Türkiye'de bu atıklar genellikle sanayi sitelerinde toplanıp mekanik geri dönüşüme (telef iplik üretimi vb.) görece daha kolay dahil edilmektedir (Gülümser ve Balcı, 2021).
- Tüketim Sonrası Atıklar: Tüketiciler tarafından kullanım ömrünü tamamlamış veya gardıroplarda atıl kalmış giysilerin oluşturduğu atık grubudur. Bu atıkların toplanması, ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesi lojistik ve teknolojik yetersizlikler nedeniyle çok daha karmaşıktır (Durur ve Ertuğrul, 2022).

2.Türkiye'de Tekstil Atık Yönetiminin Mevcut Durumu

Küresel ölçekte "hızlı moda" anlayışının egemen olması, tekstil ürünlerinin yaşam döngüsünü dramatik bir şekilde kısaltarak büyük çapta bir atık krizini de ortaya çıkarmıştır Niinimäki vd., 2020). Dünyanın en büyük tekstil ve hazır giyim üreticilerinden biri olan Türkiye, bu küresel krizin hem ekonomik hem de ekolojik olarak en doğrudan muhataplarından biridir (Eryuruk, 2012). Ülkede tekstil atık yönetimi, yalnızca yerel bir çevre problemi değil, aynı zamanda en büyük ihracat pazarı olan Avrupa Birliği'nin döngüsel ekonomi standartlarına uyum sağlama zorunluluğu nedeniyle kritik bir ekonomik sürdürülebilirlik meselesidir (Yıldız, 2021).

Türkiye'de tekstil atıklarının yönetimi, Atık Yönetimi Yönetmeliği kapsamında genel atık yönetim sistemi içerisinde değerlendirilmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019). Son yıllarda belediyeler tarafından tekstil kumbaraları kurulmuş ve kullanılabilir giysilerin yeniden değerlendirilmesine yönelik çeşitli projeler uygulanmaya başlanmıştır. Bunun yanında birçok özel sektör kuruluşu eski giysi toplama kampanyaları düzenleyerek geri dönüşüme katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte mevcut uygulamalar ulusal düzeyde standartlaşmış bir sistem oluşturmaktan uzaktır. Tekstil atıklarının büyük bir bölümü evsel atıklarla birlikte bertaraf edilmekte ve geri kazanım potansiyeli yeterince değerlendirilememektedir (EEA, 2022).

2.1. Altyapı ve Ayrıştırma Yetersizliği

Türkiye'de evsel atıkların kaynağında ayrıştırılması mekanizması henüz tam anlamıyla olgunlaşmamıştır. Tüketim sonrası tekstil atıklarının büyük kısmı evsel atıklarla karışarak düzenli depolama sahalarına gitmekte ve doğada bozunumu yüzlerce yıl süren mikroplastik kirliliğine yol açmaktadır (TSKB, 2022).

1) *2.2. Mevzuat ve Uygulamadaki Boşluklar*

Türkiye'de "Sıfır Atık Yönetmeliği" ve "Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (GÜS)" gibi yasal düzenlemeler bulunsa da tekstil özelinde yaptırımlar ve teşvikler henüz AB standartlarında değildir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019). Sektörün dönüşümü için hazırlanan ulusal stratejiler, mevzuatların daha spesifik yaptırımlarla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (İTHİB, 2021).

2) *2.3. Teknolojik Bariyerler ve Karışık Lif Sorunu*

Moda sektöründe yaygın olarak kullanılan pamuk-polyester gibi karışık lifli kumaşların kimyasal veya mekanik olarak birbirinden ayrılması oldukça zordur. Türkiye'deki geri dönüşüm tesisleri ağırlıklı olarak mekanik geri dönüşüm yapmakta, bu da lif kalitesini düşürerek "aşağı dönüşüme" neden olmaktadır (Gülümser ve Balcı, 2021).

2.4. Hızlı Moda Akımı

Hızlı moda, düşük maliyetli ve kısa sürede piyasaya sunulan ürünlerle tüketicilerin sık alışveriş yapmasına neden olmaktadır. Kıyafetlerin ömrünün kısalması ve sık değişmesi, büyük miktarda tekstil atığı oluşumunu hızlandırmaktadır. Türkiye' de de hızlı moda markalarının yaygınlaşması, tekstil atıklarının yıldan yıla artmasına sebep olmaktadır (Çoban ve Karaca, 2021).

2.5. Aşırı Üretim ve Tüketim

Moda endüstrisi, talebi karşılamak için sıklıkla aşırı üretim yapmaktadır. Satılamayan ürünler ise genellikle imha edilmekte veya depolarda bekletilmektedir. Özellikle ülkemizde sezon sonu stokların yönetilememesi, tekstil atıklarının önemli kısmını oluşturmaktadır (Yıldız, 2022). Ayrıca, tüketicilerin sık sık kıyafet değiştirme alışkanlığı da atık miktarını artırmaktadır.

2.6. Üretim Süreçlerindeki Verimsizlik

Tekstil üretiminde, kumaş kesimi ve dikimi sırasında ortaya çıkan fireler önemli bir atık kaynağıdır. Türkiye'deki üretim tesislerinde, fire yönetimi ve atık azaltma stratejilerinin yeterince uygulanmaması bu sorunu derinleştirmektedir (Erdoğan ve Demir, 2020). Ayrıca, üretim süreçlerinde kullanılan su, kimyasal ve enerji miktarının fazlalığı da çevresel yükü artırmaktadır.

2.7.Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanımın Yetersizliği

Kullanılmış tekstil ürünlerinin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı konusunda hem altyapı eksikliği hem de toplumsal bilinç düzeyinin yetersizliği söz konusudur. Türkiye'de tekstil atıklarının büyük çoğunluğu düzenli depolama sahalarına gönderilmekte, etkin bir toplama ve ayrıştırma sistemi ise henüz yaygınlaşmamıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).

3.Döngüsel Moda ve Çözüm Önerileri

Türkiye'de tekstil atıklarının etkin şekilde yönetilebilmesi için genişletilmiş üretici sorumluluğu uygulamalarının hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu sistemde üreticiler, ürünlerinin kullanım ömrü sonunda ortaya çıkan atıklardan da sorumlu tutulmaktadır (OECD, 2016). Ayrıca tekstil atıklarının kaynağında ayrı toplanması, geri dönüşüm teknolojilerine

yatırım yapılması ve tüketicilerin sürdürülebilir tüketim konusunda bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır (UNEP, 2020). Kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler ve özel sektörün ortak çalışmalar yürütmesi sürdürülebilir tekstil yönetiminin başarısını artıracaktır (EEA, 2022).

Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörünün küresel pazardaki rekabetçi gücünü koruması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı normlarına uyum sağlaması için lineer modelden döngüsel ekonomiye geçişi hızlandıracak somut politika ve uygulamalar ise şunlardır;

3.1. Sürdürülebilir Üretim ve Tasarım

Değişken ve kısa ömürlü olarak algılanan moda, genellikle tek kullanımlı olmaya ilişkilendirilir. Modanın temelinde değişime duyulan ihtiyaç yatar; endüstri büyümeyi talep eder ve kışkırtır böylece tüketici yeniyi arzular. Var olanı eskitmeye yönelik planlı bir şekilde oluşturulan yenilikler ve özgünlük, her ne kadar cazip görünse de modanın bu tutumu artan kaygılara neden olmaktadır. Bu duruma karşılık olarak, 21. Yüzyıl modası, artık sürdürülebilirlikle anılmayı ve etik olarak gelişmiş pazarlama stratejilerine duyulan gereksinimin bilinciyle kıyafet üretme becerisini göstermeyi amaçlamaktadır (Fogg, 2014: 14).

Sürdürülebilir moda kavramı, tüketim çılgınlığına karşı gelmeyi, daha yavaş tüketim ve daha doğru üretimi kapsayan bir moda anlayışını, çevre ve insan dostu olmayı hedeflemektedir. Moda alanındaki hızlı tüketim ve sürekli değişim ile sürdürülebilirlik kavramının içinden çıkan muhafaza etme ve koruma fikri bir araya geldiğinde gelecek için daha doğru ve dünya için daha yararlı bir yaklaşıma sahip olunabilir (Odabaşı, 2023: 29).

Çevre dostu materyallerin kullanılması, üretim süreçlerinde enerji ve su tasarrufu sağlanması, atık yönetimi ve geri dönüşüm odaklı tasarım yöntemlerinin benimsenmesi gereklidir. Türkiye'de sürdürülebilir tekstil uygulamalarının geliştirilmesi için üniversite-sanayi iş birlikleri ve teşvik mekanizmalarının güçlendirilmesi önerilmektedir (Kaya, 2023).

3.2 Döngüsel Ekonomi Modelinin Benimsenmesi

Kıyafetlerin ömrünü uzatan, yeniden kullanım ve geri dönüşümü destekleyen döngüsel ekonomi uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır. Türkiye'de tekstil sektöründe döngüsel ekonomi modellerinin uygulanması için pilot projeler ve kamu destekli girişimler başlatılmalıdır (Tekstil Mühendisliği Dergisi, 2023).

- Belediye-Sanayi İş Birlikleri: Belediyeler, tekstil atıkları için özel "Ayrı Toplama Kumbaraları" ağını genişletmeli ve bu atıkların evsel çöplerle kirlenmesini önlemelidir.
- Otomasyonlu Ayrıştırma Tesisleri: Toplanan tekstil ürünlerinin lif içeriğine (pamuk, polyester, akrilik vb.) ve rengine göre optik/yakın kızılötesi (NIR) tarama teknolojileriyle ayrıştırılacağı bölgesel pilot tesisler kurulmalıdır. Bu, mekanik ve kimyasal geri dönüşüm tesislerinin ihtiyaç duyduğu standartta hammadde akışını güvence altına alacaktır (TSKB, 2022).

3.3 Tüketici Bilincinin Artırılması

Tüketicilerin sürdürülebilir alışkanlıklar geliştirmeleri, gereksiz tüketimin önüne geçilmesi ve geri dönüşüme katkı sağlamaları için eğitim ve farkındalık çalışmaları

yapılmalıdır. Özellikle ilkokuldan itibaren çevre eğitiminin ve tekstil atıklarının geri dönüşümü konularının müfredata girmesi, toplumsal bilincin artırılmasında etkili olacaktır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2022).

3.4 Yasal Düzenlemeler ve Teşvikler

Devletler ve ilgili kurumlar, tekstil atıklarının azaltılmasına yönelik yasal düzenlemeler getirmeli, sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmelidir. Türkiye'de 2021 yılında yürürlüğe giren Sıfır Atık Yönetmeliği, tekstil atıklarının azaltılması ve geri kazanımı için yasal bir çerçeve sunmaktadır. Sektörün bu mevzuat çerçevesinde daha etkin denetlenmesi gerekmektedir (Resmî Gazete, 2021).

- **Mali Sorumluluk ve Fon Yönetimi:** Türkiye'de faal olan giyim markalarına ve ithalatçılara, piyasaya sürdükleri ürün miktarı oranında bir atık yönetim bedeli yüklenmelidir. Toplanan bu fonlar, yalnızca tekstil geri dönüşüm altyapısının finanse edilmesinde kullanılmalıdır.
- **Vergilendirme ve Teşvikler:** Bünyesinde belirli bir oranda geri dönüştürülmüş elyaf kullanan üreticilere KDV indirimi veya kurumlar vergisi muafiyeti gibi finansal teşvikler sunulmalıdır (İTHİB, 2021).

Tablo 1. Atık Yönetim Stratejilerinin Karşılaştırılması

Atık Yönetim Stratejisi	Çevresel Etki Azaltımı	Ekonomik Maliyet / Yatırım	Uygulanabilirlik Süresi
Eko-Tasarım (Akan ve Çelik, 2020)	Yüksek	Düşük	Kısa Vadeli
Kaynağında Ayrıştırma (TSKB, 2022)	Çok Yüksek	Orta	Orta Vadeli
Kimyasal Geri Dönüşüm (Gülümser ve Balcı, 2021)	En Yüksek	Yüksek	Uzun Vadeli

SONUÇ

Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörü; yarattığı istihdam, ihracat hacmi ve endüstriyel birikimiyle ülke ekonomisinin omurgasını oluştururken, lineer ekonomik modelin getirdiği ekolojik sınırların sonuna gelmiştir. Küresel ölçekte her yıl üretilen milyonlarca ton tekstil atığının ve Türkiye özelinde vahşi depolama sahalarına giden ya da düşük katma değerli alanlarda eritilen kaynakların yarattığı ekonomik kayıp, artık sürdürülebilir değildir. Bu çalışma, Türkiye'deki tekstil ve moda sektöründeki atık yönetiminin yalnızca çevresel bir zorunluluk değil, aynı zamanda sektörel bir varoluş ve rekabetçilik mücadelesi olduğunu ortaya koymaktadır.

Mevcut bulgular ışığında, Türkiye'nin tekstildeki yeşil dönüşümü tek bir aktörün ya da tek bir mevzuatın sırtına yüklenemeyecek kadar katmanlı bir yapıya sahiptir. Bu yapı, ham

maddenin tedarikinden tasarım süreçlerine, tüketici alışkanlıklarından yerel yönetimlerin atık toplama altyapılarına kadar uzanan bütüncül bir ekosistem mimarisini gerektirmektedir. Tekstil ve moda sektöründeki atıkların azaltılması, hem çevresel hem de ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de sektörün sürdürülebilirlik odaklı dönüşüm süreci için tüm paydaşların (kamu, özel sektör, STK'lar ve akademi) iş birliği içinde olması gereklidir. Türkiye'de tekstil atıklarının etkin şekilde yönetilebilmesi için genişletilmiş üretici sorumluluğu uygulamalarının hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu sistemde üreticiler, ürünlerinin kullanım ömrü sonunda ortaya çıkan atıklardan da sorumlu tutulmaktadır. Ayrıca tekstil atıklarının kaynağında ayrı toplanması, geri dönüşüm teknolojilerine yatırım yapılması ve tüketicilerin sürdürülebilir tüketim konusunda bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır. Kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler ve özel sektörün ortak çalışmalar yürütmesi sürdürülebilir tekstil yönetiminin başarısını artıracaktır.

Türkiye'nin önümüzdeki dönemlerde atık yönetimini optimize etmesi ve döngüsel modaya öncülük edebilmesi için; Ulusal döngüsel tekstil konsorsiyumunun kurulması, genişletilmiş üretici sorumluluğunun (GÜS) yasalaşması, mekanik dönüşümden kimyasal dönüşüme geçiş teşviklerinin arttırılması, kamu ihalelerinde yeşil kriterlerin çoğalması, tüketici bilinci ve yaşam döngüsü eğitimleri gibi makro politikaların hayata geçirmesi kritik önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, tekstil atıklarını bir "çöp" veya "yük" olarak değil, endüstriyi besleyecek stratejik birer "ikincil hammadde" kaynak havuzu olarak konumlandırmak Türkiye için kaçınılmazdır. Türkiye, sahip olduğu entegre üretim gücü, coğrafi yakınlık avantajı ve esnek üretim kabiliyeti sayesinde bu krizi bir fırsata çevirme potansiyeline fazlasıyla sahiptir. Eko-tasarım ilkelerinin standartlaşması, dijital ürün pasaportlarının blokzincir altyapısıyla entegre edilmesi ve teknolojik ayrıştırma tesislerinin kurulmasıyla birlikte Türkiye; küresel pazarda sadece bir "fason üretim üssü" olarak değil, sürdürülebilir, izlenebilir ve döngüsel tekstil ekonomisinin dünyadaki lider oyun kurucularından biri olarak konumlanacaktır. Bu dönüşümün gecikmesi, Türk tekstil sektörünün küresel tedarik zincirlerinden dışlanması riskini doğuracak; zamanında atılacak kararlı adımlar ise sektörü önümüzdeki yarım yüzyıl boyunca küresel zirvede tutacaktır.

KAYNAKLAR

Akan, M. ve Çelik, P. (2020). Tekstil sektöründe sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi yaklaşımları. *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, *30*(2), 115-128.

Avrupa Çevre Ajansı. (2022). *Textiles and the environment: The role of design in Europe's circular economy*. European Environment Agency.

Aykol, S. ve Demirdöğen, O. (2025). Tekirdağ tekstil endüstrisindeki işletmelerin atık yönetimi uygulamaları ve kaynak verimliliği ilişkisi üzerine bir araştırma. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (38), 374–388.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı. (2020). *Sustainability and circularity in the textile value chain*.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019, 12 Temmuz). Sıfır atık yönetmeliği. *T.C. Resmî Gazete* (Sayı: 30829).

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). Atık yönetimi raporu. https://csb.gov.tr

Çoban, S. ve Karaca, E. (2021). Hızlı moda ve çevresel sonuçları: Türkiye'deki durum. *Tekstil ve Mühendis*, *28*(123), 44–56.

De Felice, F., Fareed, A. G., Zahid, A., Nenni, M. E. ve Petrillo, A. (2025). Circular economy practices in the textile industry for sustainable future: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, *486*, Makale 144547.

Durur, G. ve Ertuğrul, S. (2022). Hazır giyim sektöründe tüketim sonrası tekstil atıklarının yönetimi ve Türkiye için bir model önerisi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *21*(41), 45–62.

Erdoğan, H. ve Demir, F. (2020). Tekstil üretiminde atık yönetimi: Türkiye uygulamaları. *Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırmaları Dergisi*, *27*(1), 71–82.

Eryuruk, S. H. (2012). Greening of the textile and clothing industry. *Tekstil ve Konfeksiyon*, *22*(3), 153–159.

Fogg, M. (2014). *Modanın tüm öyküsü* (E. Gözgü, Çev.). Hayalperest Yayınevi.

Gözene, H. Y. ve Halaçeli Metlioğlu, H. (2025). Zero waste approach in sustainable fashion design: Designer perspective for pre-consumer waste management. *Tekstil ve Mühendis*, *32*(137), 79–93.

Gülümser, T. ve Balcı, O. (2021). Tekstil geri dönüşümünde mekanik ve kimyasal yöntemlerin karşılaştırılması ve Türkiye'deki mevcut altyapı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *27*(3), 310–322.

İstanbul Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği. (2021). *Türk tekstil sektörü sürdürülebilirlik eylem planı*. İTHİB Yayınları.

Kaya, A. (2023). Türkiye'de sürdürülebilir tekstil uygulamaları ve üniversite-sanayi iş birlikleri. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *21*(2), 193–210.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2022). *Çevre eğitimi ve sürdürülebilirlik dersi müfredatı*. https://mufredat.meb.gov.tr

Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*, *1*(4), 189–200.

Odabaşı, S. (2023). *Sürdürülebilir moda tasarımı: Kavramlar ve uygulamalar* (2. bas.). Nobel Akademik Yayıncılık.

Sıfır atık yönetmeliği. (2021, 12 Temmuz). T.C. Resmî Gazete (Sayı: 31539). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/07/20210712-2.htm

Shamsuzzaman, M., Islam, M., Mamun, M. A. A., Rayyaan, R., Sowrov, K., Islam, S. ve Sayem, A. S. M. (2025). Fashion and textile waste management in the circular economy: A systematic review. *Cleaner Waste Systems*, *11*, Makale 100268.

Tekstil Mühendisliği Dergisi. (2023). *Döngüsel ekonomi ve Türk tekstil sektörü özel sayısı* [Özel Sayı]. *30*(130).

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası. (2022). *Döngüsel ekonomi ekseninde tekstil ve hazır giyim sektörü raporu*. TSKB Ekonomik Araştırmalar.

Wojnowska-Baryła, I., Bernat, K., Zaborowska, M. ve Kulikowska, D. (2024). The growing problem of textile waste generation—The current state of textile waste management. *Energies*, *17*(7), Makale 1528.

Yıldız, Z. (2021). Sürdürülebilir tekstil için döngüsel ekonomi yaklaşımları ve Türkiye'deki yasal yükümlülükler. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, *9*(3), 740–755.

Yıldız, M. (2022). *Moda endüstrisinde stok yönetimi ve atık sorunu*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.

KÜRESEL SAVUNMA SANAYİNİN YAPISAL DÖNÜŞÜMÜ: DÜNYANIN İLK 100 SAVUNMA SANAYİ ŞİRKETİNİN KARŞILAŞTIRILMASI (2002-2024)

İktisat Doktora Öğrencisi, Ardahan Batuhan BALCİ[1]/ Prof. Dr. Üzeyir AYDIN[2]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisat, ardahanbatuhanbalci@gmail.com, 0000-0002-8696-8252

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisat, uzeyir.aydin@deu.edu.tr, 0000-0003-2777-6450

Özet

Devletler, ulusal hedeflerini gerçekleştirmek ve uluslararası arenada varlıklarını sürdürebilmek için birçok alana ve bu alanlar içerisinde de belirli stratejik sektörlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu doğrultuda, savunma sanayi sektörü devletlerin varlıklarını sürdürebilmeleri için stratejik öncelikleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Savunma sanayi sektörü, politika yapıcılar tarafından belirlenen askeri, siyasi, ekonomik hedeflerin gerçekleştirilmesiyle devletlerin stratejik hedefleri için kritik bir yapıda bulunmaktadır. Savunma sanayi şirketleri, devletlerin stratejik hedeflerini gerçekleştirebilmek için kullandıkları ve küresel anlamda rekabet edebilmeleri için önem arz eden bir yapıdadır. Ülkelerin stratejik hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için savunma sanayi sektörü ve ilgili sektörün firmalarının uluslararası rekabet ortamına uygun bir yapıda olması da önem arz etmektedir. Çalışmada SIPRI (Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü) verileri kullanılarak 2002-2024 yılları arasında Dünyadaki ilk 100 savunma sanayi şirketinin gelişimi karşılaştırmalı olarak incelenecektir. Çalışmanın küresel savunma sanayi şirketlerinin gelişimini göstermesiyle beraber ülkelerin güvenlik politikalarının ve yıllar içerisinde değişen stratejik ve taktik önceliklerinin belirlenerek devletlerin ulusal hedeflerinin uluslararası rekabet ortamına ekonomik olarak yansımalarına dair çıkarımlar yapılmasına olanak sağlaması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Savunma Sanayi, Savunma Sanayi Şirketleri, SIPRI, Stratejik Sektörler, Uluslararası Rekabet

THE STRUCTURAL TRANSFORMATION OF THE GLOBAL DEFENCE INDUSTRY: A COMPARISON OF THE WORLD'S TOP 100 DEFENCE COMPANIES (2002–2024)

PhD Student in Economics, Ardahan Batuhan BALCİ[1]/ Prof. Üzeyir AYDIN[2]

[1]Dokuz Eylul University, Economics, ardahanbatuhanbalci@gmail.com, 0000-0002-8696-8252

[2]Dokuz Eylul University, Economics, uzeyir.aydin@deu.edu.tr, 0000-0003-2777-6450

Abstract

States require a wide range of sectors and, within these, specific strategic sectors in order to achieve their national objectives and maintain their presence on the international stage. In this regard, the defence industry sector occupies a prominent place amongst the strategic priorities necessary for states to sustain their existence. The defence industry sector plays a critical role in achieving the strategic objectives of states through the realisation of military, political and economic goals set by policymakers. Defence industry companies form a structure that states utilise to achieve their strategic objectives and which is vital for them to compete on a global scale. It is also important for the defence industry sector and the firms within it to be structured in a manner suited to the international competitive environment in order for countries to realise their strategic objectives. This study will use data from SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute) to conduct a comparative analysis of the development of the world's top 100 defence industry companies between 2002 and 2024. In addition to illustrating the development of global defence industry companies, the study aims to facilitate the identification of countries security policies and their evolving strategic and tactical priorities over the years, thereby enabling conclusions to be drawn regarding how states national objectives are economically reflected in the international competitive environment.

Keywords: Defence Industry, Defence Industry Companies, SIPRI, Strategic Sectors, International Competition

GİRİŞ

Savunma sanayi, ülkelerin milli güvenlik politikalarının uygulanmasında önemli bir yer tutmaktadır. Ülkelerin savunma sanayi alanına dair hedefledikleri politikaların gerçekleşmesinde savunma sanayi firmalarının önemli bir rolü bulunmaktadır. Savunma sanayi firmaları özellikleri itibariyle; ülkelerin savunma sanayi hedeflerinin gerçekleştirilmesi, ekonomiye istihdam sağlamak, diğer sektörlere kaynak aktarımı, teknoloji transferi, AR-GE (Araştırma Geliştirme) faaliyetlerinin yaygınlaşması vb. gibi birçok özelliği taşımaktadır.

Savunma sanayi firmalarının rolü son yıllarda belirgin bir şekilde öne çıkmaktadır. Özellikle Soğuk Savaş sonrası dönemde meydana gelen gelişmeler bu süreci hızlandırmıştır. Rusya'nın Kırım'ı ilhakı, Rusya-Ukrayna Savaşı ve diğer bölgesel çatışmalar da savunma sanayi firmalarının öneminin artması üzerinde etkileyici olmuştur.

Küresel savunma sanayinin gelişimini inceleyebilmek için SIPRI veri tabanından elde edilen ilk 100 savunma sanayi firmasının gelişimini 2002-2024 yıllarını kapsayacak şekilde

inceleyerek ilgili şirketlerin ve bu şirketlerin mensubu oldukları ülkelerin savunma politikalarına dair çıkarımlar yapılabilir. İlgili çıkarımların ülkeler özelinde ve coğrafi ölçekte değerlendirilmesi günümüzün savunma sanayi politikalarının değerlendirilmesinde önem taşımaktadır.

Küresel düzeyde değişen güvenlik ortamı sadece savunma harcamalarının değil, savunma sanayii şirketlerinin yapısının da önemli ölçüde değişmesine yol açmıştır. SIPRI tarafından yayımlanan çalışmalara göre son yıllarda uluslararası sistemde çatışma ortamı yeniden belirginleşmiş, silahlı çatışmaların hem küresel hem de bölgesel olarak sayısında artışla birlikte güvenlik riskleri önemini artırmıştır. Bu gelişmeler savunma sanayine yönelik yatırımların hızlanmasına ve savunma üretim kapasitesinin artırılmasına yönelik politikaların önem kazanmasına neden olmuştur (SIPRI, 2025).

Dünya üzerindeki kolektif güvenlik örgütleri de değişen küresel ortama dair stratejilerini geliştirmektedirler. NATO, değişen güvenlik ortamı karşısında savunma yatırımlarının artırılması, savunma sanayi üretim kapasitesinin genişletilmesi ve savunma sanayi alanında müttefikleriyle iş birliğinin geliştirilmesini temel öncelikleri arasında tutmaktadır (NATO, 2026). Son yıllarda küresel ekonomide meydana gelen değişim, savunma sanayinin sadece güvenlik politikalarının değil aynı zamanda ekonomik rekabetin de önemli unsurlarından biri durumuna geldiğini ortaya koymaktadır. Özellikle BRICS ülkelerinin genişleme süreci küresel ekonomi içerisindeki ağırlıklarını artırarak; nüfus, üretim kapasitesi, sanayi altyapısı ve ekonomik büyüklük bakımından uluslararası sistemde daha belirleyici aktörler hâline gelmişlerdir. (BRICS, 2025).

Çalışmada, 2002-2024 yılları arasında SIPRI tarafından yayımlanan Dünyanın ilk 100 savunma sanayi şirketinin gelişimi incelenmiştir. İnceleme savunma sanayi firmalarının yıllar içerisindeki değişimi, ülkelere göre dağılımı ve bölgesel dağılımları içermektedir. Çalışma içerisinde küresel savunma sanayinde meydana gelen değişim ve yaklaşımların savunma sanayi firmaları örneğiyle açıklanması güvenlik politikalarının anlaşılması üzerinde açıklayıcı bir etkiye sahip olacağı düşünülmektedir.

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde savunma sanayi ve savunma sanayi firmaları üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. İlgili çalışmaların savunma sanayi sektörünün sadece güvenlik politikalarına yönelik ihtiyaçlar için kullanılmadığı; sosyo-ekonomik, uluslararası rekabet vb. çeşitli alanlarda etkisi bulunmaktadır.

Temiz (2012), çalışmasında Türk savunma sanayisinin gelişimini incelemiştir. İncelemesinde genel bilgilere yer vererek, sektör içerisindeki gelişmelerin istenilen düzeye gelmemesi üzerine çözüm önerilerinde bulunmaktadır.

Demir (2022), çalışmasında BIST 100'de işlem gören savunma sanayi şirketleriyle Defense 100 listesinde yer alan savunma sanayi şirketlerinin bilanço ve gelir tablolarında meydana gelen değişmeleri trend analizi yöntemiyle incelemiştir.

Kudar (2021), çalışmasında Türk savunma sanayi şirketlerinin 1997-2019 dönemine ait satış hasılatı, ihracat gelirleri ve AR-GE harcamalarının Granger nedeni olduğu şeklinde incelemelerde bulunmuştur.

Can & Arıkan (2014), çalışmasında savunma sanayi sektöründe faaliyet gösteren firmaların AR-GE çalışmaları ve yatırımlarında alt yüklenici firma ve seçim değerlendirme sorunlarını incelemiştir.

Şahbaz & Keçili (2025), çalışmalarında Türk savunma sanayisinin 2000 yılından itibaren geliştirilen stratejilerin, yeni savunma sistemlerinin ve askeri teknolojilerin gelişim seyrini incelemiştir.

Gül & Bayraktar (2025), çalışmalarında Türk savunma sanayisinin tarihsel gelişimini incelemişlerdir. Çalışmada Türkiye'deki savunma sanayi yatırımlarının gelişimi, yüksek teknoloji ve AR-GE harcamalarının ilgili sektör üzerindeki gelişimine dair öneriler sunulmaktadır.

Febrianto & Soediantono (2022), çalışmalarında savunma sanayi sektöründe ERP sistemlerinin savunma sanayi işletmelerinde karar alma süreçlerini hızlandırdığını ve kaynak kullanımı üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymaktadırlar.

Ngelyaratan & Soediantono (2022), çalışmalarında savunma sanayi sektöründe CRM sistemlerinin savunma sanayi sektöründe kurumsal sürdürülebilirlik ve rekabet avantajı için önemli bir yönetim yaklaşımı olduğunu ortaya koymaktadırlar.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde görülmektedir ki; savunma sanayinin tarihsel gelişimi, AR-GE faaliyetleri, finansal analizler ve yönetim süreçleri üzerinde durulmaktadır. Buna karşın, SIPRI tarafından yayımlanan Dünyanın İlk 100 Savunma Sanayi Şirketi verileri kullanılarak şirketlerin 2002-2024 dönemindeki ülkesel ve bölgesel dağılımını karşılaştırmalı olarak inceleyen çalışmaların literatürde sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğun giderilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. KÜRESEL SAVUNMA SANAYİNİN YAPISAL DÖNÜŞÜMÜ: DÜNYANIN İLK 100 SAVUNMA SANAYİ ŞİRKETİNİN KARŞILAŞTIRILMALI ANALİZİ

Çalışmada, Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü (SIPRI) tarafından yayımlanan Dünyanın İlk 100 Savunma Sanayi Şirketi veri seti kullanılarak 2002-2024 yılları arasında savunma sanayi şirketlerinin savunma gelirleri temel alınarak hazırlanan yıllık veriler kullanılmıştır. Çalışma içerisinde, şirketlerin faaliyet gösterdikleri ülkeler, bölgesel dağılımları ve savunma gelirlerindeki değişimler dikkate alınmıştır.

TABLO 1. DÜNYANIN İLK 10 SAVUNMA SANAYİ ŞİRKETİNİN SEÇİLİ YILLARA GÖRE SIRALAMASI (2002, 2010, 2020, 2023)

2002	2010	2020	2023
Boeing	Lockheed Martin	Lockheed Martin	Lockheed Martin
Northrop Grumman	BAE Systems	RTX	RTX
Lockheed Martin	Boeing	Northrop Grumman	Northrop Grumman
BAE Systems	Northrop Grumman	Boeing	Boeing
Raytheon	General Dynamics	AVIC	General Dynamics
General Dynamics	Raytheon	General Dynamics	BAE Systems
EADS	Finmeccanica	NORINCO	Rostec
United Technologies	L-3 Communications	BAE Systems	AVIC
Thales	EADS	Aviation Industry Corp.	NORINCO
SAIC	United Technologies	CETC	CETC

Kaynak: SIPRI

Tablo 1'e göre; 2002-2023 yılları arasında Dünya'daki ilk 10 savunma sanayi şirketlerinin gelişimi görülmektedir. ABD'li şirketlerin ilgili dönem boyunca ilk sıralarda yer almaktadır. Lockheed Martin 2010 yılından sonra sektör içerisinde ağırlığını ortaya koymaktadır. Diğer firmalar ise; RTX, Northrop Grumman, Boeing ve General Dynamics vb. ABD'li savunma sanayi şirketlerinin gelişimi dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, 2020 ve 2023 yıllarında Çin merkezli AVIC, NORINCO ve CETC gibi şirketlerin ilk 10 içerisinde yer almaya başlaması, küresel savunma sanayi sektöründe Asya ülkelerinin artan üretim kapasitesini ve teknolojik gelişimini göstermektedir. Sonuç itibariyle, savunma sanayi sektörünün çok kutuplu bir yapıya ve daha rekabetçi bir şekle büründüğü görülmektedir.

TABLO 2. DÜNYANIN İLK 100 SAVUNMA SANAYİ ŞİRKETİNİN ÜLKELERE GÖRE DAĞILIMI (2002, 2010, 2020, 2023)

ÜLKE	2002	2010	2020	2023
ABD	42	43	41	41
İngiltere	11	10	7	7
Fransa	8	6	6	5
Almanya	5	4	4	4
Japonya	6	5	5	5
Çin*	-	-	8	9
Güney Kore	2	4	4	4
Türkiye	0	0	2	3
İsrail	5	3	3	3

Hindistan	3	3	3	3

Kaynak: SIPRI

Tablo 2'ye göre; Dünya'daki ilk 100 savunma sanayi şirketinin ülkelere göre dağılımı içerisinde en fazla şirket sayısına sahip ülkenin tüm dönem boyunca ABD olduğu görülmektedir. Avrupa ülkeleri içerisinde; İngiltere, Fransa ve Almanya gibi ülkeler savunma sanayi sektörü üzerinde etkinliğini korurken, son yıllarda Çin'in ilk 100 listesinde yer alan şirket sayısındaki artış dikkat çekmektedir. Güney Kore ve Türkiye'nin de özellikle son yıllarda ilk 100 listesinde yer alan savunma sanayi şirketlerinin artması, bu ülkelerin savunma sanayi sektöründeki kurumsal ve teknolojik kapasitelerini geliştirdiklerini göstermektedir. Sonuç itibariyle, Dünya'daki ilk 100 savunma sanayi şirketinin ülkelere göre dağılımında Batılı ülkelerin ağırlığı sürmekle birlikte yükselen ekonomilerin küresel savunma sanayi sektörü içerisindeki payının artış gösterdiği ve çok kutupluluk yaklaşımlarının belirginliği göze çarpmaktadır.

TABLO 3. DÜNYANIN İLK 100 SAVUNMA SANAYİ ŞİRKETİNİN BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI (2002, 2010, 2020, 2023)

BÖLGE	2002	2010	2020	2023
Kuzey Amerika	43	44	42	42
Avrupa	35	30	27	26
Asya-Pasifik	14	15	23	24
Orta Doğu	5	3	3	3
Diğer	3	8	5	5

Kaynak: SIPRI

Tablo 3'te Dünyadaki ilk 100 savunma sanayi şirketinin bölgelere göre dağılımı gösterilmektedir. 2002-2023 dönemi arasında Kuzey Amerika, özellikle ABD'nin etkisiyle en fazla şirkete sahip bölge konumundadır. Avrupa'nın şirket sayısında zaman içerisinde kısmi bir azalma görülürken, Asya-Pasifik bölgesinin şirket sayısında önemli bir artış meydana gelmiştir. İlgili artışın Çin, Güney Kore ve diğer Asya ülkelerinde faaliyet gösteren savunma sanayi şirketlerinin Dünya'daki ağırlıklarının belirginliği etkili olmuştur. Tablo 3'teki bölgesel dağılım, savunma sanayi sektöründe üretim kapasitesinin ve rekabetin gittikçe daha da çok kutuplu bir yapıya evrildiğini göstermektedir.

SONUÇ

Çalışmada, SIPRI tarafından yayınlanan Dünya'daki ilk 100 Savunma Sanayi Şirketinin 2002-2024 yılları arasındaki gelişimi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışma içerisinde Dünya'daki savunma sanayi şirketlerinin 2002, 2010, 2020 ve 2023 yılları arasında; ilk 10 ülkenin yıllara göre dağılımı, ülkelere göre dağılımı, bölgesel dağılımı karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir.

Savunma sanayi sektörü içerisinde yer alan firmaların içerisinde ABD'nin yıllara göre lider konumunu sürdürdüğü görülmektedir. Avrupa ülkeleri de sektör içerisindeki konumlarını korumaktadır. Sektör içerisindeki Asya-Pasifik bölgesindeki ülkelerin ise son yıllarda belirgin bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum ise çok kutuplu dünya ve rekabetçi yapının korunduğu yönündeki temel görüşleri destekler niteliktedir. Türkiye'nin ise son yıllarda savunma sanayi sektörüne yaptığı yatırımların küresel rekabet düzeyinde belirgin bir şekilde

görüldüğü ve Dünya'daki ilk 100 savunma sanayi şirketi içerisindeki konumunun güçlendiği görülmektedir.

Sonuç itibariyle, savunma sanayi sektörünün sadece ülkelerin güvenlik politikaları ve savunma perspektifiyle değerlendirilmemesi; ekonomik, teknolojik, araştırma geliştirme faaliyetleri ve küresel rekabet düzeyinde de değerlendirilmesi gerektiği göz önüne çıkmaktadır. Çalışmada, Dünya'daki savunma sanayi sektörünün gelişiminin 2002-2024 yılları arasındaki gelişiminin ortaya koyularak Dünya'daki değişen güvenlik politikalarının ve çok kutuplu sistemin belirginleşmesine dair dönüşümü ortaya koyarak savunma sanayi ve güvenlik politikalarına yönelik yaklaşımların belirginleştirilmesi amaçlanmaktadır.

KAYNAKÇA

BRICS. (2025). *Snapshot BRICS joint statistical publication 2025* (2nd ed.). Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE).

Can, Ş., & Arıkan, F. (2014). Bir Savunma Sanayi Firmasında Çok Kriterli Alt Yüklenici Seçim Problemi Ve Çözümü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29*(4). https://doi.org/10.17341/gummfd.51445

Demir, Z. (2022). Türk Savunma Sanayi Şirketleri İle Defense 100 Şirketlerinin Trend Analizi İle Karşılaştırılması: Örnek Uygulama. *Journal of Management and Economics Research, 20*(1), 168-195. https://izlik.org/JA28HZ72YF

Febrianto, T., & Soediantono, D. (2022). Enterprise Resource Planning (ERP) and Implementation Suggestion to the Defense Industry: A Literature Review. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, *3*(3), 1 - 16. https://doi.org/10.7777/jiemar.v3i3.278

Gül, K., & Bayraktar, B. (2025). Türk Savunma Sanayisinin Tarihsel Gelişimi. *Balıkesir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6*(2), 199-214. https://izlik.org/JA69EF62WZ

Kudar, A. (2021). Türk Savunma Sanayi Firmalarında İhracat, Satış Hasılatı ve Ar-Ge Harcamaları Arasındaki Nedensellik İlişkisi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi, 6*(IERFM Özel Sayısı), 157-171. https://doi.org/10.30784/epfad.1021787

Ngelyaratan, D., & Soediantono, D. (2022). Customer Relationship Management (CRM) and Recommendation for Implementation in the Defense Industry: A Literature Review. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, *3*(3), 17 - 34. https://doi.org/10.7777/jiemar.v3i3.279

North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2026). *The Secretary General's annual report 2025.* NATO.

Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2025). *SIPRI yearbook 2025: Armaments, disarmament and international security.* SIPRI.

Şahbaz, A., & Keçili, M. F. (2025). 2000 Yılı Sonrası Türk Savunma Sektörü ve Geliştirilen Stratejilerin İncelenmesi. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, 6*(11), 62-76. https://izlik.org/JA26BD35ZH

Temiz, D. (2012). Ekonominin Önemli Bir Parçası: Savunma Sanayii. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (33).

ASKERİ HARCAMALAR VE EKONOMİK BÜYÜME: NATO ÜLKELERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ (1990-2023)

İktisat Doktora Öğrencisi, Ardahan Batuhan BALCİ[1]/ Prof. Dr. Üzeyir AYDIN[2]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisat, ardahanbatuhanbalci@gmail.com, 0000-0002-8696-8252

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisat, uzeyir.aydin@deu.edu.tr, 0000-0003-2777-6450

Özet

Devletlerin uluslararası arenada varlıklarını sürdürebilmeleri ve ulusal güvenliklerini sağlayabilmeleri açısından savunma ve güvenlik politikaları stratejik öneme sahiptir. Savunma politikalarının uygulanması ve ulusal çıkarların korunabilmesi açısından askeri harcamalar kritik bir araçtır. Askeri harcamaların ekonomik etkileri, ulusal ve uluslararası literatürde önemini korumaktadır. Uluslararası çatışmalar, stratejik rekabet ortamı, bölgesel krizler ve değişen güç dengeleri hem makroekonomik göstergeler hem de askeri harcamalar üzerinde belirleyici etkiler yaratmaktadır. Çalışmada Soğuk Savaş sonrası dönemi kapsayan 1990-2023 referans dönemi esas alınmış; bu süreçte 11 Eylül saldırıları, Kırım'ın ilhakı ve Rusya-Ukrayna Savaşı gibi güvenlik ortamını değiştiren gelişmeler dikkate alınmıştır. İlgili dönem içerisinde NATO (Kuzey Atlantik Antlaşması Teşkilatı) ülkelerinin askeri harcamalarının gelişim seyriyle birlikte ekonomik büyüme göstergelerinde meydana gelen değişiklikler de incelenecektir. Çalışmada SIPRI (Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü) ve Dünya Bankası veri tabanlarından elde edilen veriler kullanılarak ilgili dönem karşılaştırmalı olarak incelenecektir. Çalışmanın amacı, 1990-2023 yılları arasında NATO ülkelerinde askeri harcamalar ile ekonomik büyümenin gelişimini karşılaştırmalı olarak inceleyerek savunma ekonomisi literatürüne katkı sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Askeri Harcamalar, Ekonomik Büyüme, NATO, Savunma Ekonomisi, SIPRI

MILITARY EXPENDITURE AND ECONOMIC GROWTH: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATO COUNTRIES (1990–2024)

PhD Student in Economics, Ardahan Batuhan BALCİ[1]/ Prof. Üzeyir AYDIN[2]

[1]Dokuz Eylul University, Economics, ardahanbatuhanbalci@gmail.com, 0000-0002-8696-8252

[2]Dokuz Eylul University, Economics, uzeyir.aydin@deu.edu.tr, 0000-0003-2777-6450

Abstract

Defence and security policies are of strategic importance for states to maintain their presence on the international stage and ensure their national security. Military expenditure is a critical tool for the implementation of defence policies and the protection of national interests. The economic impacts of military expenditure continue to be a significant topic in both national and international literature. International conflicts, the strategic competitive environment, regional crises and shifting balances of power exert a decisive influence on both macroeconomic indicators and military expenditure. This study takes the reference period of 1990–2023, covering the post-Cold War era, as its basis; developments that altered the security environment during this period, such as the 11 September attacks, the annexation of Crimea and the Russia–Ukraine War, have been taken into account. The study will examine the trends in military expenditure among NATO (North Atlantic Treaty Organisation) member states during this period, alongside changes in economic growth indicators. Data obtained from the SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute) and World Bank databases will be used to conduct a comparative analysis of the relevant period. The aim of this study is to contribute to the literature on defence economics by conducting a comparative analysis of the development of military expenditure and economic growth in NATO countries between 1990 and 2023.

Keywords: Military Expenditure, Economic Growth, NATO, Defence Economics, SIPRI

GİRİŞ

Askeri harcamalar, ülkelerin güvenlik politikaları, stratejik hedefleri ve milli egemenliklerini sürdürebilmeleri için önemli bir harcama kalemi olarak görülmektedir. Ülkelerin ulusal güvenliklerinin sağlanabilmesi ve barış ortamının tesisi için askeri harcamalar önemli bir yer tutmaktadır. Askeri harcamalar sadece stratejik hedeflerle sınırlı olmamakta geniş bir kapsam alanı bulunmaktadır. Askeri harcamalar, politika yapıcılar tarafından belirlenen ulusal hedeflerin gerçekleştirilmesi için uygulanan ve etkileri hem dolaylı hem de doğrudan bir şekilde diğer sektörlere de yansıyan harcamalar olarak değerlendirilmektedir. Askeri harcamaların araştırma geliştirme faaliyetleri, yüksek teknoloji ve makro ekonomik değişkenlerle ilişkisini inceleyen çalışmalar literatür üzerinde önemini korumaktadır.

Askeri harcamaların meydana getirdiği ekonomik sonuçların incelenmesi literatürde geniş bir yer tutmaktadır. Ulusal ve uluslararası literatürde askeri harcamaların ekonomik sistem üzerindeki etkilerine dair yapılan çalışmalarda temel makro ekonomik büyüklükleri artırıcı yönde etkileyebilecek bir harcama kalemi olduğu üzerinde çalışmalar mevcuttur. (Benoit, 1973). İlgili çalışmalar içerisinde askeri harcamaların makro ekonomik değişkenler üzerinde etkisinin sınırlı ve hatta hiç etkisinin bulunmadığı yönünde çalışmalar da mevcuttur.

Askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesinde NATO ülkeleri referans alınmıştır. NATO ülkelerinin referans alınmasıyla ilgili olarak NATO'nun Dünya üzerindeki en büyük kolektif güvenlik örgütü olması ve üyelerinin dünyanın önde gelen gelişmiş ülkeler olarak GSYH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla) büyüklükleri ve piyasa kapasiteleri itibariyle önde gelen ülkeler olması nedeniyle referans olarak alınmıştır.

Dünya üzerindeki güvenlik ortamı dönemlere göre değişiklik göstermektedir. İkinci Dünya Savaşı sonrası küresel ortamın Soğuk Savaş döneminde NATO ağırlıklı olması ve son yıllarda meydana gelen Rusya-Ukrayna savaşı, bölgesel çatışmalar, yükselen ekonomiler ve BRICS+ vb. diğer kolektif oluşumların askeri harcamalarını artırmasıyla ilgili ülkelerin ve oluşumların ekonomik kapasitelerinin büyüklükleri göz önüne alındığı zaman askeri harcamaların ekonomik değişkenlerle ilişkisinin incelenmesi önemli bir araştırma sorusu haline gelmektedir.

Çalışmada NATO ülkelerinin içinde yer alan en çok askeri harcamaya sahip ülkeler referans alınmıştır. İlgili ülkelerin ekonomik büyüklükleri, piyasa kapasiteleri ve gelişmişlik düzeyleri göz önüne alınarak bulgular kısmında incelenmiştir. Çalışma içerisinde NATO ülkelerinin askeri harcamalarının gelişimi ve ekonomik büyüklüklerinin ilgili dönem içerisindeki seyri karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir.

Çalışmanın amacı, NATO ülkelerinin 1990-2023 yılları arasındaki askeri harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı bir şekilde incelemektir. Çalışma içerisinde NATO ülkelerinin askeri harcamaları ve GSYH büyüme oranları karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada SIPRI (Stockholm Barış Araştırmaları Enstitüsü) ve Dünya Bankası veri tabanı üzerinden elde edilen veri setleri kullanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle literatür araştırması yapılmıştır. Ardından NATO üyesi ülkelerin askeri harcamaları ve GSYH büyüklükleri arasındaki ilişki istatistiki göstergelerle incelenmiştir.

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde askeri harcamalar ve ekonomik büyüme ilişkisi geniş bir yer kaplamaktadır. Bu çalışmalar içerisinde NATO, G-8, D-8 vb. diğer kolektif güvenlik oluşumları yer almaktadır. Kolektif oluşumların yanı sıra ülkeler özelinde de geniş bir çalışma alanı mevcuttur.

Askeri harcamalar ve ekonomik büyüme ilişkisinin NATO ülkeleri çerçevesinde incelenmesinde üç temel yaklaşım bulunmaktadır. İlk olarak NATO ülkeleri üzerine yapılan çalışmalar, ikinci olarak askeri büyüme ve ekonomik büyümenin pozitif yönlü ilişkisi, son çalışmalar ise askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasında nedensellik bağının zayıf bulunduğu çalışmalar şeklindedir.

Askeri harcamalar ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ilk inceleyen çalışmalar arasında Benoit (1973) yer almaktadır. İlgili çalışmaya göre gelişmekte olan ülkelerde askeri harcamaların artışı ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilere sahiptir. Bu etkinin oluşmasında askeri harcamaların sadece stratejik yönü ile değil; aynı zamanda ekonomik değişkenler üzerindeki etkilerinin de önemli olduğu üzerinde durmuştur. Benoit (1978)'e göre ise askeri harcamalar ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğunu ve diğer çeşitli değişkenleri de etkilediğini ortaya koymuştur.

Akcan (2019) çalışmasında, Türkiye'de yatırım ve askeri harcamaların ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1982-2017 yıllarını referans alarak ARDL yöntemiyle incelemiştir. İncelemeye göre askeri harcamalar ekonomik büyüme üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Destek (2016) çalışmasında, 1988-2014 yılları arasında seçili 14 NATO üyesi ülkenin (Kanada, ABD, Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, Türkiye, İngiltere) askeri harcamalarıyla ekonomik büyümeleri arasındaki ilişkiyi panel birim kök testi, panel eşbütünleme testi ve panel nedensellik testiyle incelemiştir. İncelemeye göre ABD, Kanada, İngiltere, İtalya ve Norveç'in askeri harcamalarının ekonomik talebi artırdığı görülmektedir. Türkiye açısından ise askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Korkmaz & Bilgin (2017), çalışmalarında 1961-2015 yılları arasındaki dönemde Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nin askeri harcamalarıyla ekonomik büyümeleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada Johansen-Juselius eşbütünleme ve Granger nedensellik analizleri kullanılarak inceleme yapılmıştır. Çalışmaya göre Amerika Birleşik Devletleri için ekonomik büyüme ve askeri harcamalar arasında nedensel ilişki tespit edilemezken; Türkiye için ise çift yönlü nedensel ilişkinin olduğunu ortaya koymaktadırlar.

Çetinkaya & Çetinkaya & Aksoy (2017) çalışmalarında Türkiye'de 1960-2014 yılları arasında ARDL sınır testi yaklaşımıyla incelenen analizde kısa dönemde askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmazken; uzun dönemde ise pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Ayla (2020), çalışmasında D-8 ülkelerinde 1997-2018 yılları arasında askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analizi yöntemiyle incelemiştir. Askeri harcamaların GSYH içerisindeki payının ekonomik büyüme üzerinde istatistiki olarak anlamlı

bir etkisi bulunmazken; askeri harcamaların ithalat içerisindeki payının artması durumunda büyüme üzerinde negatif bir etkisinin olduğunu tespit etmiştir.

Topal (2018), çalışmasında Türkiye'de 1960-2016 yılları arasında askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi çoklu yapısal kırılmalı eşbütünleme ve zamanla değişen nedensellik analizleri uygulanmıştır. Askeri harcamaların uzun dönemde kişi başına düşen milli geliri negatif etkilediğini ortaya koymaktadır. Bir diğer analizinde ise askeri harcamalarla kişi başına düşen gelir arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını ortaya koymaktadır.

Özşahin & Şahin (2023), çalışmalarında Türkiye'de 1960-2022 yılları arasında askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik olarak incelemiştir. İnceleme sonuçlarına göre askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Yolal & Kocarık Gacar (2026), çalışmalarında 1960-2024 döneminde Türkiye'deki savunma harcamaları ile kişi başına düşen GSYH arasındaki ilişkiyi zaman serisi yöntemleriyle incelemişlerdir. Çalışmada Vektör Otoregresif (VAR) modeli ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışmada savunma harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yurttançıkmaz & Yurttançıkmaz & Aalı & Emsen (2012) çalışmalarında, askeri harcamalarla ekonomik ambargonun ekonomik büyüme üzerine etkisini İran örneği üzerinden incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre uzun dönemde askeri harcamaların ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkide bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Efe & Aydın (2023), çalışmalarında Türkiye'nin savunma harcamalarının makroekonomik değişkenler ve jeopolitik risk endeksinden etkilenme düzeyini ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik analiziyle incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre işsizlik, ekonomik büyüme, enflasyon, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme arasında negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Jeopolitik risk endeksinden savunma harcamalarına doğru ise istatistiksel olarak anlamlı nedensel ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kılıç & Açdoyuran & Beşer (2018), çalışmalarında G-8 ülkelerinde askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada 1992-2016 döneminde Pesaran (2004) CDLM testi uygulanmış; aynı zamanda nedensellik testi için Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) nedensellik testi uygulanmıştır. Çalışmaya göre serilerin durağan olduğu ve G-8 ülkelerinde askeri harcamalardan ekonomik büyümeye doğru çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Yıldız & Yıldız (2019) çalışmasında 1990-2015 döneminde seçili Orta Doğu ülkelerinin (İran, İsrail, Suudi Arabistan, Umman ve Türkiye) askeri harcamalarla ekonomik büyümeleri arasındaki ilişkiyi Panel Bootstrap Nedensellik Analizi yardımıyla incelemişlerdir. Değişkenler arasındaki ilişki ise Konya (2006) tarafından geliştirilen panel nedensellik analizi yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmada ilgili ülkeler içerisinde İran'ın çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Diğer ülkelerde ise ekonomik büyümeden askeri harcamalara tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Has & Çinar (2022), çalışmalarında 1975-2019 yılları arasında Türkiye'de askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yapısal kırılmalı eşbütünleme yöntemiyle incelemiştir. Çalışmaya göre ekonomik büyüme, askeri harcamalar ve döviz kurunun eşbütünleşik bir ilişkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Literatür araştırması incelendiği zaman görülmektedir ki askeri harcamalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye yönelik ortak bir görüş bulunmamaktadır. İlgili değişkenlerin ülke gruplarına, veri setlerine, incelenen döneme göre farklı sonuçlarının olduğu görülmektedir.

2. SEÇİLİ NATO ÜLKELERİNİN ASKERİ HARCAMALARI İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Çalışmada, seçili NATO ülkelerinin askeri harcamaları ile ekonomik büyümeleri arasındaki ilişki 1990-2023 yılları arasında karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veri setleri SIPRI (Stockholm Barış Araştırmaları Enstitüsü) ile Dünya Bankası verilerinden derlenmiştir.

TABLO 1. SEÇİLİ NATO ÜLKELERİNİN ASKERİ HARCAMALARININ GELİŞİMİ (MİLYON ABD DOLARI, SABİT 2023 FİYATLARI, 1990-2023)

YILLAR	ABD	TÜRKİYE	BİRLEŞİK KRALLIK	ALMANYA	FRANSA	İTALYA	POLONYA	KANADA
1990	758,217	6,924	70,701	68,933	55,895	31,834	7,824	19,780
1991	669,787	7,117	71,517	63,794	56,259	32,283	5,509	18,268
1992	705,820	7,486	66,799	60,671	54,489	31,355	5,337	18,066
1993	668,047	8,277	63,748	54,542	53,886	31,522	5,850	18,020
1994	633,319	8,093	61,994	50,866	54,163	30,743	5,840	17,759
1995	591,580	8,314	58,146	50,029	51,482	28,077	5,876	16,738
1996	559,401	9,304	57,591	49,051	50,257	30,938	6,184	15,371
1997	556,507	9,697	55,545	47,241	50,439	32,440	6,776	14,164
1998	543,941	10,161	55,727	47,404	49,098	33,513	7,038	14,654
1999	545,280	11,219	55,430	48,362	49,511	34,824	6,929	15,287
2000	566,381	10,858	56,546	47,599	48,951	37,147	6,735	15,036
2001	570,981	9,953	58,786	46,817	48,800	36,537	6,945	15,435

2002	641,103	10,591	62,280	46,944	49,803	37,535	7,065	15,513
2003	729,681	9,849	66,715	46,303	51,305	37,841	7,351	15,799
2004	795,294	9,152	67,542	44,884	52,706	37,965	7,700	16,397
2005	831,924	8,821	68,174	44,186	51,625	36,525	8,225	17,118
2006	843,912	9,234	68,487	43,400	51,863	35,342	8,743	17,914
2007	866,430	8,904	70,351	43,466	51,844	34,333	9,877	19,530
2008	929,458	9,032	73,431	44,494	51,467	35,755	8,984	21,047
2009	1,002,596	9,664	74,608	46,179	55,275	34,583	9,476	22,009
2010	1,031,257	9,493	73,354	46,291	52,655	33,595	9,928	19,878
2011	1,019,046	9,575	70,874	45,353	51,089	32,900	10,067	20,550
2012	962,443	9,810	68,906	46,649	50,304	30,411	10,155	19,541
2013	888,413	10,074	66,387	44,924	49,978	29,247	10,073	18,064
2014	833,765	10,148	65,200	44,977	50,848	26,999	11,206	18,358
2015	814,831	10,442	62,693	45,750	52,239	25,853	13,336	21,092
2016	812,331	12,243	62,475	47,735	52,354	29,287	12,598	21,372
2017	803,961	13,140	62,589	49,104	53,226	30,129	12,882	25,816
2018	828,158	16,679	63,060	50,459	53,530	30,430	14,591	25,697
2019	875,217	17,730	65,680	55,351	54,873	29,598	14,837	25,427
2020	916,417	15,070	66,723	58,976	56,796	36,337	16,980	26,296
2021	906,594	15,334	67,750	58,458	59,214	37,829	17,836	26,132
2022	896,121	16,429	68,878	61,110	58,904	37,639	18,057	25,598
2023	916,015	19,578	75,303	67,285	59,492	36,933	26,343	27,228

Kaynak: SIPRI (Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü)

Tablo 1'de seçili NATO ülkelerinin 1990-2023 yılları arasındaki askeri harcama miktarlarının gelişim seyri gösterilmektedir. Tablo 1'e göre ilgili dönem içerisinde ABD diğer ülkelere göre

önemli bir farkla önde görülmektedir. Avrupa'daki NATO üyesi seçili ülkelerin askeri harcamaları ise istikrarlı bir şekilde artış göstermiştir. Avrupa'da son yıllarda meydana gelen çatışma riskleri, jeopolitik riskler ve belirsizliklerin de bu artış üzerinde etkili olduğu söylenebilmektedir. Türkiye'nin ise ilgili dönem boyunca askeri harcamalarını belirli yıllar harici düzenli olarak artırdığı görülmektedir. Türkiye'nin son yıllardaki savunma sanayi gelişmelerinin askeri harcamaların artışıyla eş değer bir seyirde ilerlemesi bu durumu desteklemektedir. Polonya'nın askeri harcamalarının gelişim seyrinin de Türkiye gibi artan bir şekilde devam etmesi değişen güvenlik ortamının meydana getirdiği korumacı politikaların başka bir boyutunu sergilemektedir. Kanada'da ilgili dönem boyunca askeri harcamalarında düzenli bir artış göstermiştir.

Tablo 1'e genel itibariyle bakıldığı zaman görülmektedir ki; 1990-2023 yılları arasında Soğuk Savaş döneminin sona erişi, tek kutuplu bir Dünya düzeninin tesisi, ardından gelen çok kutuplu Dünya denemeleri ve NATO'ya alternatif diğer kolektif savunma teşkilatlarının varlığını artırması ve Dünya üzerinde söz sahibi olmasıyla birlikte NATO ülkelerinin değişen güvenlik ortamına askeri harcamalarla uyum sağladığı görülmektedir.

TABLO 2. SEÇİLİ NATO ÜLKELERİNİN GSYH BÜYÜKLÜKLERİNİN GELİŞİMİ (MİLYAR ABD DOLARI, SABİT 2015 FİYATLARI, 1990-2023)

YILLAR	ABD	TÜRKİYE	BİRLEŞİK KRALLIK	ALMANYA	FRANSA	İTALYA	POLONYA	KANADA
1990	9785	291	1722	2364	1631	1567	195	878
1991	9775	293	1699	2485	1651	1591	181	859
1992	10119	307	1721	2535	1676	1604	186	867
1993	10397	331	1781	2510	1670	1591	193	890
1994	10816	316	1870	2576	1710	1625	203	930
1995	11107	340	1936	2614	1749	1672	219	955
1996	11526	365	1986	2641	1774	1694	232	971
1997	12038	392	2083	2690	1819	1727	247	1013
1998	12578	399	2151	2747	1881	1758	258	1052
1999	13180	387	2214	2805	1945	1787	271	1106
2000	13718	414	2314	2886	2026	1857	283	1163
2001	13849	391	2370	2933	2064	1894	287	1185
2002	14084	416	2410	2926	2086	1899	292	1221
2003	14478	441	2488	2911	2107	1900	302	1243
2004	15035	484	2546	2945	2167	1929	318	1281
2005	15559	529	2617	2971	2208	1943	328	1322
2006	15992	566	2674	3086	2268	1978	349	1357
2007	16313	595	2752	3175	2325	2007	372	1385
2008	16331	600	2751	3203	2334	1987	388	1399
2009	15910	571	2625	3026	2268	1881	399	1358
2010	16339	620	2684	3151	2314	1910	411	1400
2011	16595	688	2707	3269	2370	1923	433	1444
2012	16975	721	2748	3284	2374	1863	439	1469
2013	17334	782	2796	3297	2393	1829	442	1503
2014	17772	818	2884	3369	2417	1829	460	1546
2015	18295	865	2946	3425	2442	1845	480	1557

2016	18628	894	3011	3501	2463	1868	495	1573
2017	19086	964	3102	3599	2515	1898	520	1620
2018	19652	998	3150	3640	2556	1914	553	1665
2019	20160	1011	3189	3676	2608	1922	578	1697
2020	19740	1029	2869	3524	2414	1752	566	1611
2021	20954	1150	3114	3662	2580	1908	605	1707
2022	21483	1213	3274	3728	2650	2000	637	1787
2023	22114	1274	3283	3695	2688	2019	639	1822

Kaynak: Dünya Bankası

Tablo 2'de seçili NATO ülkelerinin 1990-2023 yılları arasındaki GSYH büyüklüklerinin gelişim seyri karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir. İlgili dönem içerisinde en yüksek GSYH kapasitesine sahip ülke ABD'dir. Avrupa'nın seçili NATO üyesi ülkelerinde ise ilgili dönem boyunca artış eğilimi görülmektedir. Türkiye'nin ise GSYH büyüklüğü ilgili dönem içerisinde istikrarlı bir şekilde artış göstermektedir. Polonya ve Kanada'da da benzer bir durum söz konusudur.

Tablo 2'ye bakıldığı zaman görülmektedir ki 1990-2023 aralığında uzun dönemde ekonomik büyüme eğilimi seçili NATO ülkelerinde görülmektedir. ABD'nin ilgili dönem içerisinde diğer seçili NATO ülkelerine kıyasla önemli bir farkla önde olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Çalışmada, seçili NATO ülkelerinin 1990-2023 yılları arasındaki askeri harcamaları ve GSYH büyüklüklerinin gelişimi karşılaştırmalı analiz şeklinde incelenmiştir. Çalışmada yer alan seçili NATO ülkelerinin içerisinde ABD'nin askeri harcamaları ve GSYH büyüklüğü itibariyle önde gelen ülke olduğu görülmektedir. Seçili diğer NATO üyesi Avrupa ülkelerinin de ilgili dönem içerisinde hem askeri harcamalarında hem de GSYH büyüklüklerinde artış görülmektedir. Özellikle Türkiye ve Polonya gibi gelişmekte olan ülkeler ise ilgili dönem içerisinde önemli bir artış göstermişlerdir. Çalışma, Soğuk Savaş sonrası dönemden başlayarak 11 Eylül Krizi, Rusya'nın Kırım'ı ilhakı ve Rusya-Ukrayna savaşı gibi önemli jeopolitik gelişmelerin askeri harcamalar ve ülkelerin GSYH büyüklükleri üzerindeki etkilerini inceleyerek askeri harcamaların ile ekonomik göstergelerin birlikte değerlendirilmesinin önemine dikkat çekmektedir.

KAYNAKÇA

Akcan, A. T. (2019). Türkiye'de Yatırım Ve Askeri Harcamalarının Ekonomik Büyümeye Etkisi: 1982-2017 ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 15*(2), 359-369. https://doi.org/10.17130/ijmeb.2019252099

Ayla, D. (2020). D-8 Ülkelerinde Askeri Harcamalar ve Ekonomik Büyüme Üzerine Panel Veri Analizi. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4*(1), 141-169. https://doi.org/10.33399/biibfad.748492

Benoit, E. (1973). *Defense spending and economic growth in developing countries*. Lexington Books.

Benoit, E. (1978). Growth And Defense Expenditure. *Economic Development and Cultural Change, 26*(2), 271-280.

Çetinkaya, M., Çetinkaya, A. T., & Aksoy, E. (2017). Askeri Harcamalar Özelinde Kamu Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 17*(33), 210-225. https://doi.org/10.30976/susead.327658

Destek, M. A. (2016). NATO Ülkelerinde Askeri Harcamalar Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Veri Analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 12*(28), 209-223. https://doi.org/10.17130/ijmeb.20162819853

Efe, E., & Aydın, Ü. (2023). Makroekonomik Değişkenlerin ve Jeopolitik Risk Endeksinin Savunma Harcamalarına Etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 24*(3), 692-707. https://doi.org/10.17494/ogusbd.1317847

Emirmahmutoğlu, F., & Köse, N. (2011). Testing for Granger causality in heterogeneous mixed panels. *Economic Modelling, 28*(3), 870-876. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.10.018

Has, B., & Çinar, S. (2022). Türkiye'de Askeri Harcamalar Ve Ekonomik Büyüme: Eşbütünleme Ve Nedensellik Analizi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 9*(2), 256-270. https://izlik.org/JA62PR54YA

Özşahin, Ş., & Şahin, T. (2023). 1960 Sonrası Türkiye Ekonomisinde Askeri Harcamalar ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Nedensellik Analizi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 5*(Özel Sayı), 52-76.

Kılıç, N. Ö., Açdoyuran, B., & Beşer, M. (2018). G-8 Ülkelerinde Askeri Harcamalar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi*. *Girişimcilik Ve Kalkınma Dergisi, 13*(2), 136-146. https://izlik.org/JA86AB37DU

Korkmaz, Ö., & Bilgin, T. (2017). Askeri Harcamalar İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nin Karşılaştırmalı Analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi,* 18, 289-316. https://doi.org/10.18092/ulikidince.279835

Pesaran, M. H. (2004). *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels*. CESifo Working Paper No. 1229.

Topal, M. (2018). Türkiye'de Askeri Harcamalar İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Bir Analizi (1960- 2016). *Maliye Dergisi,* 174, 175-202.

Yıldız, B., & Akbulut Yıldız, G. (2019). Ortadoğu Ülkelerinde Askeri Harcamalar ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Bootstrap Panel Granger Nedensellik Analizi. *Sayıştay Dergisi,* 112, 53-74. https://izlik.org/JA32PE24CM

Yolal, M., & Kocarık Gacar, B. (2026). Türkiye'de Savunma Harcamaları ile Ekonomik Büyüme İlişkisi: Vektör Otoregresif (VAR) Analizi ve Granger Nedensellik Testi. *Yüzüncü*

Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 71, 301-320. https://doi.org/10.53568/yyusbed.1850834

Yurttançıkmaz, Z., Yurttançıkmaz, Z. Ç., Aalı, A., & Emsen, Ö. (2012). Askeri Harcamalar, Ambargo Ve Ekonomik Büyüme: İran Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26*(2), 171-190. https://izlik.org/JA73PX22BS

ULUSLARARASI TİCARETİN KOLAYLAŞTIRILMASI POLİTİKALARI KAPSAMINDA TİCARİ SÜREÇLERDE BLOKZİNCİR TABANLI ÇÖZÜMLER

Dr.Öğr.Üyesi Neslihan ÇELİK

Marmara Üni. S.B.M.Y.O. Dış Ticaret, neslihan.celik@marmara.edu.tr ORCID: 0000-0002-2329-1782

Özet

Uluslararası ticaret politikaları, küresel ticaret sisteminde yaşanan ekonomik, teknolojik ve kurumsal gelişmeler doğrultusunda önemli bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Geleneksel olarak gümrük tarifeleri ve tarife dışı önlemler üzerine şekillenen ticaret politikaları; günümüzde ticari süreçlerin hızlandırılması, işlem maliyetlerinin azaltılması ve sınır ötesi işlemlerin daha etkin yürütülmesini hedefleyen ticaretin kolaylaştırılması politikalarına ağırlık vermiştir. Bu bağlamda Dünya Ticaret Örgütü Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması ile OECD ve UN/CEFACT tarafından geliştirilen politika ve uygulamalar; gümrük süreçlerinin modernizasyonu, elektronik belge kullanımının yaygınlaştırılması, kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesi ve dijital uygulamaların geliştirilmesi açısından önemli bir çerçeve oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; uluslararası ticaretin kolaylaştırılması politikalarının gelişimini ve temel bileşenlerini inceleyerek, ticari süreçlerin dijitalleşmesi kapsamında blokzincir tabanlı çözümlerin olası katkılarını kavramsal açıdan değerlendirmektir. Bu kapsamda ticaretin kolaylaştırılması politikalarının tarihsel gelişimi, temel politika araçları ve uluslararası düzenlemeler ile blokzincir teknolojisinin ticari süreçlerde kullanım alanları incelenmektedir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş; konuya ilişkin akademik literatür ile uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanan rapor ve belgelerden yararlanılmıştır. Çalışmada, ticaretin kolaylaştırılması politikalarının dijital dönüşüm süreciyle birlikte yeni bir boyut kazandığı vurgulanmakta olup; bu çerçevede blokzincir tabanlı çözümlerin ticari süreçlerde şeffaflık, güvenilirlik, izlenebilirlik ve süreç etkinliğine sağlayabileceği katkılar ele alınmaktadır. Ayrıca bu çözümlerin ticaretin kolaylaştırılması hedeflerinin desteklenmesi ve uluslararası ticari süreçlerin daha etkin yürütülmesi açısından taşıdığı potansiyel değerlendirilmektedir. Çalışmanın, uluslararası ticaretin dijital dönüşümüne ilişkin literatüre kavramsal katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uluslararası Ticaret Politikaları, Ticaretin Kolaylaştırılması, Blokzincir Tabanlı Çözümler, Dijital Ticaret.

BLOCKCHAIN-BASED SOLUTIONS IN COMMERCIAL PROCESSES WITHIN THE FRAMEWORK OF TRADE FACILITATION POLICIES IN INTERNATIONAL TRADE

Dr.Öğr.Üyesi Neslihan ÇELİK

Marmara Üni. S.B.M.Y.O. Dış Ticaret, neslihan.celik@marmara.edu.tr ORCID: 0000-0002-2329-1782

Abstract

International trade policies have undergone a significant transformation in response to economic, technological, and institutional developments in the global trading system. Traditionally shaped by customs tariffs and non-tariff measures, trade policies have increasingly placed greater emphasis on trade facilitation policies aimed at accelerating commercial processes, reducing transaction costs, and improving the efficiency of cross-border transactions. In this context, the World Trade Organization's Trade Facilitation Agreement (TFA), together with the policies and practices developed by the OECD and UN/CEFACT, provides an important framework for the modernization of customs procedures, the wider use of electronic documents, strengthened inter-agency coordination, and the development of digital applications.

The aim of this study is to examine the development and main components of trade facilitation policies and to conceptually evaluate the potential contributions of blockchain-based solutions within the digitalization of commercial processes. Accordingly, the historical development of trade facilitation policies, their main policy instruments, international regulations, and the application areas of blockchain technology in commercial processes are examined. The study adopts a qualitative research approach and draws upon national and international academic literature, as well as reports and documents published by international organizations. It emphasizes that trade facilitation policies have gained a new dimension through digital transformation and discusses the potential contributions of blockchain-based solutions to transparency, reliability, traceability, and process efficiency in commercial processes. Furthermore, the potential of these solutions to support the objectives of trade facilitation and enhance the efficiency of international commercial processes is addressed. The study is expected to make a conceptual contribution to the literature on the digital transformation of international trade

Keywords: International Trade Policies, Trade Facilitation, Blockchain-Based Solutions, Digital Trade.

GİRİŞ

Uluslararası ticaret, küreselleşme, dijitalleşme ve tedarik zincirlerinin giderek daha karmaşık hâle gelmesiyle birlikte önemli bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu dönüşüm, uluslararası ticaret politikalarının yalnızca gümrük tarifeleri ve tarife dışı önlemlere odaklanan geleneksel yapısından uzaklaşarak, ticari süreçlerin daha hızlı, güvenli ve düşük maliyetle yürütülmesini amaçlayan ticaretin kolaylaştırılması politikalarına yönelmesine neden olmuştur. Bu kapsamda gümrük işlemlerinin modernizasyonu, elektronik belge kullanımı, kurumlar arası veri paylaşımı ve dijital uygulamalar ticaret politikalarının temel bileşenleri hâline gelmiştir.

Küresel ticaret süreçlerinin dijitalleşmesine rağmen belge sahteciliği, veri güvenilirliği, kurumlar arası birlikte çalışabilirlik ve sınır ötesi koordinasyon gibi sorunlar önemini korumaktadır. Bu nedenle blokzincir teknolojisi; güvenli veri paylaşımı, değiştirilemez kayıt yapısı, izlenebilirlik ve süreç otomasyonu sağlayan özellikleriyle ticaretin kolaylaştırılması hedeflerini destekleyebilecek önemli dijital teknolojilerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, uluslararası ticaretin kolaylaştırılması politikaları çerçevesinde blokzincir teknolojisinin ticari süreçlerde sunduğu çözüm araçları ve uygulama örnekleri literatür temelinde değerlendirilmektedir. Bu yönüyle çalışmanın, ticaretin kolaylaştırılması ile blokzincir tabanlı çözümler arasındaki ilişkinin bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmasına katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

1. ULUSLARARASI TİCARET POLİTİKALARI

Uluslararası ticaret politikası, devletlerin uluslararası mal ve hizmet ticaretini yönlendirmek amacıyla uyguladıkları politika ve düzenlemeler bütününü ifade etmektedir. Bu politikalar; dış ticaret hacmini geliştirmeyi, kaynak tahsisini iyileştirmeyi, uluslararası rekabet gücünü artırmayı, ekonomik büyümeyi desteklemeyi ve ulusal kalkınma hedeflerine ulaşmayı amaçlamaktadır (Sorsa, 1994).

Ticaret politikaları yalnızca ekonomik sonuçlar doğuran paradigmalar olmayıp, aynı zamanda uluslararası ekonomik ilişkilerin hukuki, siyasi ve kurumsal yapısını şekillendiren önemli politika alanlarından birini oluşturmaktadır. Bu yönüyle uluslararası ticaret politikası; ekonomi, hukuk, siyaset bilimi ve uluslararası ilişkiler gibi farklı disiplinlerin kesişiminde yer alan çok boyutlu bir çalışma alanını ifade eder (Grimwade, 1996).

Genel olarak ticaret politikalarının uygulanmasında gümrük tarifeleri, kotalar, sübvansiyonlar, tarife dışı önlemler ve çeşitli düzenleyici araçlar kullanılmaktadır. Uygulanacak politika araçlarının seçimi ülkelerin ekonomik yapısına, kalkınma düzeyine ve uluslararası ekonomik koşullara göre farklılık gösterebilmektedir (Sorsa, 1994).

Başlangıçta ticaret politikalarının temel gündemini ağırlıklı olarak gümrük tarifeleri oluştururken; küresel ticaretin gelişmesi, dijital dönüşüm ve uluslararası ekonomik ilişkilerin karmaşıklaşmasıyla birlikte tarife dışı önlemler, damping ve sübvansiyon uygulamaları, bölgesel ticaret anlaşmaları, hizmet ticareti, fikri mülkiyet hakları, yatırım tedbirleri ve çevre gibi yeni politika alanları da uluslararası ticaret müzakerelerinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir (Grimwade, 1996).

Çok taraflı ticaret müzakereleri sonucunda gümrük tarifelerinde önemli düşüşler yaşanmasına rağmen, uluslararası ticaretin önündeki engeller tamamen ortadan kalkmamıştır. Tarife

oranlarının azalmasıyla birlikte, sağlık ve bitki sağlığı önlemleri, ticarette teknik engeller, ithalat lisansları, kotalar ve diğer tarife dışı önlemler uluslararası ticaret politikalarının daha görünür unsurları hâline gelmiştir. Özellikle küresel ekonomik krizler sonrasında birçok ülke, yerli üreticileri korumak veya kamu yararını gözetmek amacıyla tarife dışı önlemlere daha fazla başvurmuştur. Bu gelişme, ticaret politikalarının yalnızca gümrük vergileriyle açıklanamayacağını; piyasa erişimini etkileyen düzenleyici ve idari uygulamaların da uluslararası ticaret üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir (Basu vd., 2012).

Küresel ticaret sisteminde yaşanan dönüşüm, uluslararası ticaret politikalarının amaç ve uygulama alanlarını önemli ölçüde genişletmiştir. Günümüzde ticaret politikaları yalnızca korumacı araçların uygulanmasına değil; ticaret maliyetlerinin azaltılması, sınır işlemlerinin kolaylaştırılması, düzenleyici uyumun güçlendirilmesi, dijitalleşmenin desteklenmesi ve uluslararası iş birliğinin geliştirilmesine de odaklanmaktadır. OECD'ye göre, bu alanlarda eş zamanlı ve bütüncül politikaların uygulanması, yalnızca tarifelerin düşürülmesine kıyasla ekonomik büyüme, üretim, dış ticaret hacmi ve refah üzerinde daha yüksek kazanımlar sağlamaktadır. Bu nedenle günümüzde ticaret politikaları, sınır ötesi ticari süreçlerin etkinliğini artırmaya yönelik yapısal reformları da içeren kapsamlı bir politika çerçevesi olarak değerlendirilmektedir (OECD, 2019).

Uluslararası ticaret politikalarının zaman içerisinde yalnızca kullanılan politika araçları bakımından değil, aynı zamanda odaklandığı öncelikler açısından da önemli bir dönüşüm geçirdiği söylenebilir. Gümrük tarifelerinin belirleyici olduğu geleneksel yaklaşım, küresel ticaretin değişen dinamikleriyle birlikte daha geniş bir politika çerçevesine evrilmiş; düzenleyici ve idari uygulamalar da uluslararası ticaret politikalarının önemli unsurları arasında yer almaya başlamıştır. Ticaretin etkin bir şekilde sürdürülebilmesi için sınır geçişlerinde karşılaşılan idari işlemlerin, belge süreçlerinin ve kurumsal uygulamaların ticaret performansı üzerinde etkili olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu bağlamda, ticari süreçlerin daha hızlı, öngörülebilir ve düşük maliyetli bir şekilde yürütülmesine yönelik politika yaklaşımları ön plana çıkmış; bu yaklaşımla ticaretin kolaylaştırılması politikaları uluslararası ticaret politikalarının öne çıkan uygulama alanlarından biri hâline gelmiştir.

2. DÜNYA EKONOMİSİNDE TİCARETİN KOLAYLAŞTIRILMASI POLİTİKALARI: TARİHSEL GELİŞME VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Uluslararası ticaret politikaları, tarihsel süreç içerisinde gümrük tarifelerinin belirlenmesine odaklanan dar bir çerçeveden çıkarak daha kapsamlı bir yapıya dönüşmüştür. Özellikle II. Dünya Savaşı sonrasında kurulan çok taraflı ticaret sistemi ile birlikte ticaretin serbestleştirilmesine yönelik önemli adımlar atılmış, ancak küresel ekonomide yaşanan değişimler ticaret politikalarının kapsamını giderek genişletmiştir. Dijital ekonominin gelişmesi, Çin'in küresel ticarette artan etkisi ve ticaret ilişkilerinin daha karmaşık hâle gelmesi sonucunda, ticaret politikaları yalnızca sınırda uygulanan önlemleri değil, sınır ötesindeki düzenleyici uygulamaları ve kurumsal uyumu da kapsayan çok boyutlu bir yapıya evrilmiştir (Jansen vd., 2020).

Uluslararası ticaret politikalarında son kırk yılda yaşanan önemli yapısal değişimlerle birlikte ülke ekonomileri daha fazla tarife dışı politika araçlarına yönelmiştir. Özellikle ithalat kotaları, gönüllü ihracat kısıtlamaları, anti-damping uygulamaları ve diğer tarife dışı önlemler, gelişmiş ekonomilerde ticaret politikalarının temel araçları hâline gelmiştir. Teknolojik gelişmeler,

döviz kuru dalgalanmaları, küresel rekabetin artması ve sanayi sektörlerinde yaşanan gelişmeler, ülkelerin ticaret politikalarını yeniden şekillendirmesine neden olmuştur. Bu süreçte ticaret politikalarında ticari operasyonların daha etkin yönetilmesi, uluslararası rekabet gücünün artırılması ve piyasa işleyişini destekleyen düzenleyici mekanizmaların geliştirilmesi ön plana çıkmıştır. Bu dönüşüm, daha sonraki yıllarda ticaretin kolaylaştırılması politikalarının uluslararası ticaret gündeminde önemli bir yer edinmesine zemin hazırlamıştır (Lloyd, 1987).

Uluslararası ticaret anlaşmaları zaman içerisinde yalnızca gümrük vergilerinin azaltılmasını hedefleyen klasik serbest ticaret anlaşmaları olmaktan çıkarak daha kapsamlı içeriklere sahip "derin ticaret anlaşmaları" hâline gelmiştir. Özellikle 1995 sonrasında imzalanan tercihli ticaret anlaşmalarında hizmet ticareti, yatırımlar, teknik engeller, sağlık ve bitki sağlığı önlemleri, fikri mülkiyet hakları, kamu alımları ve rekabet politikaları gibi alanlara daha fazla yer verildiği görülmektedir (Jansen vd., 2020).

Uluslararası ticarette gümrük tarifeleri ve tarife dışı engellerin azaltılmasının ardından ülkelerin odaklandığı temel alanlardan biri ticaret maliyetlerinin düşürülmesi olmuştur. Bu kapsamda ortaya çıkan ticareti kolaylaştırma politikaları; uluslararası ticaret süreçlerinin daha etkin, hızlı ve düşük maliyetli bir şekilde yürütülmesini sağlamak amacıyla ihracat, ithalat ve transit işlemlerinin basitleştirilmesi, modernleştirilmesi ve uyumlaştırılmasına yönelik uygulamaları ifade etmektedir. Bu politikalar; gümrük prosedürlerinin iyileştirilmesi, ticaret engellerinin azaltılması, şeffaflığın artırılması, modern teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması ve lojistik süreçlerin etkinleştirilmesi gibi unsurları kapsamaktadır. Gereksiz bürokratik işlemlerin, belge yükünün ve sınır geçişlerindeki gecikmelerin azaltılması yoluyla mal hareketlerinin hızlandırılması, işlem maliyetlerinin düşürülmesi ve işletmelerin rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir (World Trade Organization (WTO), 2024).

Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ), ticaretin kolaylaştırılmasını uluslararası ticaret prosedürlerinin basitleştirilmesi ve uyumlaştırılması olarak tanımlarken, UN/CEFACT bu kavramı malların satıcıdan alıcıya ulaşması ve ödemelerin gerçekleştirilmesi için gerekli işlem ve bilgi akışlarının sadeleştirilmesi, standartlaştırılması ve uyumlaştırılması şeklinde açıklamaktadır. Günümüzde ticareti kolaylaştırma politikalarının kapsamı; gümrük prosedürleri, menşe kuralları, tarife sınıflandırması, sağlık ve güvenlik standartları, sınır kontrolleri, muayene süreçleri, vergi ve harç tahsilatı, ulaştırma altyapısı, lojistik hizmetleri, sınır güvenliği uygulamaları, bilgi teknolojilerinin kullanımı gibi unsurları içermektedir (Deliçay, 2015). Özellikle elektronik veri değişimi sistemleri, tek pencere uygulamaları, gümrük otomasyonu, risk yönetimine dayalı denetim sistemleri, elektronik belge ve beyan uygulamaları ile modern liman ve ulaştırma altyapıları ticaretin kolaylaştırılmasında yaygın olarak kullanılan araçlar arasında yer almaktadır. Bu politikalar sayesinde ticaret maliyetlerinin azalması, işlem sürelerinin kısalması, firmaların rekabet gücünün artması, ihracat performansının yükselmesi, küresel değer zincirlerine katılımın kolaylaşması ve ekonomik kalkınmanın desteklenmesi hedeflenmektedir (Deliçay, 2015).

Kısaca ticaretin kolaylaştırılması, malların sınırlar arasında daha hızlı, düşük maliyetli ve öngörülebilir biçimde hareket etmesini sağlamak amacıyla gümrük ve sınır işlemlerinin basitleştirilmesi, uyumlaştırılması ve dijitalleştirilmesini ifade eder. Kavram, üreticiden nihai tüketiciye kadar uzanan tüm tedarik zincirini kapsayan geniş bir çerçevede ele alınmaktadır (Czapnik & Saeed, 2016).

OECD'ye göre ticareti kolaylaştırma politikaları; bilgiye erişimin artırılması, belgelerin sadeleştirilmesi, sınır süreçlerinin otomasyonu, tek pencere sistemlerinin yaygınlaştırılması, gümrük idareleri arasındaki iş birliğinin geliştirilmesi ve risk temelli denetim mekanizmalarının uygulanmasını kapsamaktadır. OECD Ticareti Kolaylaştırma Göstergeleri (Trade Facilitation Indicators-TFI) verilerine göre, 2022-2024 döneminde tüm bölgelerde ticareti kolaylaştırma performansı iyileşmiş, bürokratik engeller ve sınır işlemlerindeki gecikmeler azalmış; son on yılda gerçekleştirilen reformların küresel ticaret maliyetlerini ortalama %5 oranında düşürdüğü, kapsamlı reformlarla ise bu oranın %12'ye kadar ulaşabileceği belirtilmiştir (OECD, 2025). Bu gelişmeler, ticaretin kolaylaştırılmasının uluslararası ticaret politikalarının stratejik bileşenlerinden biri hâline geldiğini ve dijital dönüşümle birlikte kapsamının daha da genişlediğini göstermektedir.

Bu dönüşüm sürecinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkin kullanımı, ticaretin kolaylaştırılması politikalarının başarısını belirleyen temel unsurlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Ticareti kolaylaştırma politikalarının günümüzdeki en önemli boyutlarından biri dijitalleşmedir. Blokzincir teknolojisi, elektronik belgeler ve akıllı sözleşmeler sınır ötesi işlemlerin daha güvenli, şeffaf ve otomatik biçimde yürütülmesine katkı sağlayarak ticari süreçlerin dönüşümünde önemli rol oynamaktadır. UN/CEFACT'e göre bu dönüşüm; gereksiz maliyet ve gecikmelere yol açan prosedürlerin, belge gereksinimlerinin ve resmi işlemlerin basitleştirilmesi, uyumlaştırılması, standartlaştırılması ve bilgi teknolojileriyle desteklenmesini gerektirmektedir (UN/CEFACT, 2001).

Şekil 1. Ticareti Kolaylaştırma Politika Araçları (UN/CEFACT, 2001)

***Kaynak**: United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT). (2001). Recommendation No. 18: Facilitation measures related to international trade procedures (ECE/TRADE/271).* United Nations Economic Commission for Europe.

Şekil 1, UN/CEFACT tarafından önerilen ticareti kolaylaştırma politika araçlarının temel sınıflandırmasını göstermektedir. Buna göre ticareti kolaylaştırma uygulamaları; ticari önlemler, uluslararası ödeme önlemleri, resmi kontrol önlemleri ve taşımacılık önlemleri olmak üzere dört ana grupta ele alınmaktadır. Ticari önlemler, ticari belgelerin standartlaştırılması,

elektronik veri değişimi (EDI), uluslararası ticaret terimlerinin (INCOTERMS) kullanımı ve lojistik entegrasyonu gibi uygulamaları kapsamaktadır. Uluslararası ödeme önlemleri ise elektronik ödeme sistemlerinin kullanımı, ödeme süreçlerinin standardizasyonu, kredi bilgi sistemlerinin geliştirilmesi ve ödeme gecikmelerinin azaltılmasına yönelik uygulamalardan oluşmaktadır. Resmi kontrol önlemleri; tek pencere sistemleri, ön beyan uygulamaları, risk temelli denetim mekanizmaları, veri ve belge gereksinimlerinin azaltılması ile kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesini içermektedir. Taşımacılık önlemleri de elektronik taşıma belgeleri, multimodal taşımacılık belgeleri, kargo izleme sistemleri, ön varış bildirimi ve elektronik veri değişimine dayalı taşıma işlemleri gibi uygulamalara işaret eder. Söz konusu politika araçları, uluslararası ticarette işlem maliyetlerinin azaltılması, sınır işlemlerinin hızlandırılması ve ticari süreçlerin daha etkin yürütülmesi amacıyla geliştirilmektedir (UN/CEFACT, 2001).

2.1. Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması

DTÖ ticaret prosedürlerinin basitleştirilmesi ve sınır ötesi mal hareketlerini yavaşlatan bürokratik engellerin azaltılması amacıyla ticaretin kolaylaştırılması konusunu ilk kez 1996 yılında Singapur Bakanlar Konferansı'nda gündemine almış, 2001 yılında ise konu Doha Kalkınma Gündemi kapsamına dâhil etmiştir. Ticaretin kolaylaştırılmasına ilişkin müzakereler 2005 yılında başlamış; müzakereler, GATT 1994'ün transit serbestisini düzenleyen V. Maddesi; ücretler, harçlar ve formalitelere ilişkin VIII. maddesi ve ticaret mevzuatının şeffaflığını düzenleyen X. maddesi çerçevesinde yürütülmüştür. Ayrıca gümrük idareleri ile diğer yetkili kurumlar arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesi, gelişmekte olan ve en az gelişmiş ülkelerin yükümlülüklerini yerine getirebilmelerine yönelik teknik yardım ve kapasite geliştirme mekanizmalarının oluşturulması da müzakere sürecinin temel unsurları arasında yer almıştır (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2017; World Trade Organization (WTO), 2014).

Bu müzakereler sonucunda 2013 yılında DTÖ Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması (Trade Facilitation Agreement-TFA) kabul edilmiş ve bu anlaşma DTÖ'nün kuruluşundan sonra sonuçlandırılan ilk çok taraflı ticaret anlaşması olmuştur. Anlaşmanın DTÖ hukuk sistemine dâhil edilmesini sağlayan değişiklik protokolü 2014 yılında kabul edilmiş, yürürlüğe girmesi ise üye ülkelerin üçte ikisinin onay sürecini tamamlamasıyla mümkün olmuştur. TFA; malların sınırlar arasındaki hareketini hızlandırmayı, gümrük işlemlerini basitleştirmeyi ve özellikle gelişmekte olan ve en az gelişmiş ülkelerin anlaşmayı uygulayabilmeleri için teknik yardım ve kapasite geliştirme desteği sağlamayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda anlaşma, ülkelerin uygulama kapasitelerine göre A, B ve C olmak üzere üç farklı yükümlülük kategorisi öngörmektedir. Dünya Ticaret Örgütü, TFA'nın tam olarak uygulanması hâlinde ticaret maliyetlerinin düşük gelirli ülkelerde %14'ten, alt orta gelirli ülkelerde %15'ten ve üst orta gelirli ülkelerde ise %13'ten fazla azalmasının beklendiğini belirtmektedir (World Trade Organization (WTO), 2015).

Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması, yalnızca gümrük işlemlerinin hızlandırılmasını hedefleyen bir düzenleme olmayıp, aynı zamanda uluslararası ticaret süreçlerinin daha şeffaf, öngörülebilir ve dijital bir yapıya kavuşturulmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda anlaşma; gümrük işlemlerinin sadeleştirilmesi, sınır kontrollerinin hızlandırılması, ön karar mekanizmalarının uygulanması, gümrük idareleri arasında iş birliğinin güçlendirilmesi, transit

geçişlerin kolaylaştırılması ve modern teknolojilerin kullanımının teşvik edilmesine yönelik hükümler içermektedir. Ayrıca ticaret süreçlerinin dijitalleştirilmesi, elektronik belge kullanımının yaygınlaştırılması, kâğıtsız ticaret uygulamalarının geliştirilmesi ve lojistik süreçlerin daha verimli hâle getirilmesi de ticaretin kolaylaştırılması politikalarının temel unsurları arasında yer almaktadır. Bu yönüyle TFA, uluslararası ticaret işlemlerinin daha etkin ve düşük maliyetle yürütülmesine katkı sağlayan önemli bir kurumsal çerçeve oluşturmakta ve dijital ticaret uygulamalarının yaygınlaşmasını desteklemektedir (World Trade Organization (WTO), 2024).

Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması üç bölüm ve yirmi dört maddeden oluşmaktadır. Birinci bölümde ticaretin kolaylaştırılmasına yönelik teknik düzenlemeler; ikinci bölümde gelişmekte olan ve en az gelişmiş ülkelere yönelik özel ve lehte muamele hükümleri ile teknik yardım ve kapasite geliştirme mekanizmaları; üçüncü bölümde ise kurumsal düzenlemeler ve nihai hükümler yer almaktadır. Anlaşmanın temel teknik hükümleri arasında dış ticaret mevzuatının yayımlanması, danışma mekanizmalarının oluşturulması, elektronik ödeme sistemlerinin kullanılması, ön varış işlemleri, risk yönetimi, tek pencere sistemi, sonradan kontrol, yetkilendirilmiş yükümlü uygulamaları, elektronik belge kullanımı, belge ve formalitelerin sadeleştirilmesi, kurumlar arası iş birliği ve transit geçişlerin kolaylaştırılması gibi ticaret süreçlerini hızlandırmaya yönelik düzenlemeler bulunmaktadır (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2017).

Anlaşmanın birinci bölümü, uluslararası ticari işlemlerinin daha şeffaf, öngörülebilir, hızlı ve düşük maliyetli yürütülmesini sağlayacak teknik düzenlemeleri ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Bu kapsamda bilgi ve mevzuatın kamuoyuna açık şekilde yayımlanması, ön karar mekanizmalarının oluşturulması, itiraz ve gözden geçirme usullerinin geliştirilmesi ile ücret ve cezaların şeffaf biçimde uygulanması öngörülmektedir. Ayrıca malların serbest bırakılması ve gümrükten çekilmesi süreçlerinin hızlandırılması amacıyla ön varış işlemleri, elektronik ödeme sistemleri, risk yönetimi, sonradan kontrol, yetkilendirilmiş yükümlü uygulamaları ile sınır kurumları arasında iş birliği, tek pencere sistemi, transit serbestisi ve gümrük idareleri arasında bilgi paylaşımına yönelik düzenlemelere yer verilmektedir (World Trade Organization (WTO), 2014).

Söz konusu düzenlemeler, ticaret süreçlerinin yalnızca hızlandırılmasını değil, aynı zamanda dijitalleşmesini de hedeflemektedir. Elektronik belge kullanımının yaygınlaştırılması, belge ve formalitelerin azaltılması, kurumlar arası veri paylaşımının güçlendirilmesi ve modern bilgi teknolojilerinden yararlanılması, ticaretin kolaylaştırılması politikalarının temel bileşenleri arasında yer almaktadır (World Trade Organization (WTO), 2024). Nitekim küresel ticaretin dijitalleşmesiyle birlikte veri akışları, elektronik ticaret, dijital hizmetler ve yeni teknolojiler uluslararası ticaret politikalarının öncelikli gündemlerinden biri hâline gelmiş; bu gelişmeler ticari süreçlerin daha güvenli, şeffaf ve etkin biçimde yürütülmesini sağlayacak teknolojilere duyulan ihtiyacı artırmıştır (Jansen vd., 2020).

Bu çerçevede Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması'nın özellikle bilgiye erişim ve şeffaflığı düzenleyen Madde 1, ön karar mekanizmalarını içeren Madde 3, malların serbest bırakılması ve gümrükten çekilmesine ilişkin Madde 7, sınır kurumları arasında iş birliğini düzenleyen Madde 8, belge ve formalitelerin sadeleştirilmesini öngören Madde 10, transit serbestisine ilişkin Madde 11 ve gümrük iş birliğini düzenleyen Madde 12 hükümleri, ticari süreçlerin

dijitalleşmesini destekleyen önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bu düzenlemelerin etkin biçimde uygulanabilmesi; güvenilir veri paylaşımını, elektronik belge yönetimini ve süreçlerin izlenebilirliğini sağlayabilecek teknolojik altyapılara duyulan ihtiyacı artırmıştır.

Bu noktada blokzincir teknolojisi ve blokzincir tabanlı akıllı sözleşmeler; değiştirilemez kayıt yapısı, şeffaflık, izlenebilirlik, gerçek zamanlı doğrulama ve güvenli veri paylaşımı gibi özellikleri sayesinde Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması'nın öngördüğü ticaretin kolaylaştırılması hedeflerini destekleyebilecek yenilikçi dijital çözümler arasında değerlendirilmektedir (World Trade Organization (WTO), 2014).

Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması ile uluslararası ticaret süreçlerinin daha şeffaf, hızlı, öngörülebilir ve düşük maliyetli yürütülmesine yönelik önemli bir kurumsal çerçeve oluşturulmuştur. Ancak anlaşmanın öngördüğü elektronik belge kullanımı, güvenilir veri paylaşımı, süreçlerin izlenebilirliği, gümrük işlemlerinin otomasyonu ve kurumlar arası koordinasyon gibi hedeflerin etkin biçimde gerçekleştirilebilmesi, güçlü bir dijital altyapıyı gerekli kılmaktadır. Küresel ticaret süreçlerinin giderek dijitalleşmesiyle birlikte de, mevcut bilgi sistemlerinin veri güvenliği, doğrulanabilirlik ve birlikte çalışabilirlik konularındaki sınırlılıkları daha belirgin hâle gelmiştir. Bu bağlamda blokzincir teknolojisi; değiştirilemez kayıt yapısı, dağıtık veri tabanı, şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenli veri paylaşımı gibi özellikleriyle, Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması'nın öngördüğü hedeflerin gerçekleştirilmesini destekleyebilecek yenilikçi teknolojilerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

3. TİCARİ SÜREÇLERDE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE KULLANIM ALANLARI

Blokzincir, para, mal, mülkiyet, emek veya oy gibi herhangi bir değere sahip işlemleri kaydedebilen merkezi olmayan (dağıtık) elektronik bir defter sistemidir. Aynı zamanda eşler arası (peer-to-peer) bir ağ üzerinde güvenli biçimde saklanan, birbirine bağlı ve sürekli genişleyen kayıtlar dizisinden oluşmaktadır. Sisteme erişim yetkisine sahip tüm katılımcılar aynı bilgilere eş zamanlı olarak ulaşabilmekte ve merkezi bir otoriteye ihtiyaç duyulmaksızın sistem genelinde güven oluşturulmaktadır. (World Economic Forum (WEF), 2018).

Blokzincir teknolojisi son yıllarda uluslararası ticaret ve lojistik süreçlerinde önemli bir dijital çözüm olarak öne çıkmasına rağmen, her ticari sürecin blokzincir tabanlı bir altyapı gerektirdiği söylenemez. Teknoloji seçiminin, çözülmek istenen iş probleminin niteliğine göre yapılması gerekmektedir. Bu nedenle blokzincirin sağlayacağı katma değerin; güven eksikliği, çok paydaşlı veri paylaşımı, kayıtların değiştirilemezliği, izlenebilirlik ve doğrulanabilirlik gibi ihtiyaçların bulunduğu süreçlerde değerlendirilmesi daha uygun olacaktır. Nitekim Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) tarafından hazırlanan Blockchain in Trade Facilitation raporunda da blokzincirin yalnızca gerekli olduğu iş süreçlerinde tercih edilmesi, aksi durumda ise geleneksel veri tabanı çözümlerinin daha uygun olabileceği vurgulanmaktadır (UNECE, 2020, s. 22–23).

Blokzincir teknolojisi, uluslararası ticaret süreçlerinde güvenilir ve doğrulanabilir bir dijital kayıt altyapısı oluşturmasını sağlayan çeşitli özelliklere sahiptir. Değiştirilemez kayıt yapısı, şeffaf ve denetlenebilir veri paylaşımı ile merkezi olmayan güven mekanizması, taraflar arasında ortak ve güvenilir bir kayıt sistemi oluştururken; akıllı sözleşmeler belirli ticari

işlemlerin otomatik olarak yürütülmesine, tokenizasyon ise elektronik konşimento ve elektronik menşe şahadetnamesi gibi ticaret belgelerinin güvenli biçimde oluşturulmasına, devredilmesine ve doğrulanmasına olanak sağlamaktadır (ESCAP, 2025, s. 6–9).

Bu özellikler sayesinde blokzincir, uluslararası ticaret süreçlerinde güven, şeffaflık ve koordinasyonun güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Teknoloji; çok paydaşlı veri paylaşımını kolaylaştırmakta, doğrulanabilir ve değiştirilemez kayıt yapısıyla veri bütünlüğünü korumakta, işlemlerin uçtan uca izlenebilirliğini desteklemekte ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla belirli süreçlerin otomatik olarak yürütülmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle UNECE, blokzinciri ticaretin kolaylaştırılması uygulamalarında önemli bir dijital altyapı olarak değerlendirmektedir (UNECE, 2020, s. 10–18; s. 30–32).

Blokzincir teknolojisinin ticaretin kolaylaştırılması açısından öne çıkan temel özellikleri şöyle özetlenebilir:

- ✓ Çok paydaşlı veri paylaşımı
- ✓ Güven ve doğrulanabilirlik
- ✓ Kayıtların değiştirilemezliği
- ✓ İzlenebilirlik
- ✓ Akıllı sözleşmeler yoluyla süreç otomasyonu (UNECE, 2020, s. 10–18; s. 30–32).

Blokzincir teknolojisi, uluslararası ticaret süreçlerinde dijital belge yönetiminin daha güvenli ve etkin biçimde yürütülmesine olanak sağlar. Bu teknoloji sayesinde ticari belgeler güvenli biçimde oluşturulabilmekte, devredilebilmekte ve doğrulanabilmekte; böylece belge sahteciliği riski azalırken işlem süreleri kısalmakta ve idari süreçler daha verimli hâle gelmektedir. Ayrıca önceden belirlenen koşulların otomatik olarak yerine getirilmesi, ticari işlemlerde insan müdahalesini azaltarak süreçlerin daha hızlı ve etkin şekilde yürütülmesini desteklemektedir. Bu yönleriyle blokzincir, paydaşlar arasındaki koordinasyonu güçlendiren ve ticaretin kolaylaştırılması hedeflerine katkı sağlayan önemli bir dijital altyapı olarak değerlendirilmektedir (ESCAP, 2025, s. 6–9). Bu kapsamda dijitalleşme ve otomasyon çözümleri, ticaretin kolaylaştırılması politikalarının önemli bileşenleri arasında yer almaya başlamış; blokzincir teknolojisi ise güvenli veri paylaşımı, süreçlerin otomasyonu ve paydaşlar arasında koordinasyonun güçlendirilmesi bakımından öne çıkan dijital teknolojilerden biri olmuştur (UNCTAD, 2023, s. 2–3).

Bununla birlikte, blokzincir teknolojisinin ticaretin kolaylaştırılması alanında yaygın biçimde kullanılabilmesi yalnızca teknolojik gelişmelere değil, aynı zamanda uygun hukuki ve kurumsal altyapının oluşturulmasına da bağlıdır. ESCAP'a göre farklı blokzincir platformları arasında birlikte çalışabilirliğin tam olarak sağlanamamış olması, elektronik ticaret belgelerinin hukuki statüsüne ilişkin belirsizlikler, yüksek işlem hacimlerinde ortaya çıkan ölçeklenebilirlik sorunları, dijital altyapı eksiklikleri ve nitelikli insan kaynağı ihtiyacı teknolojinin yaygın kullanımının önündeki başlıca engeller arasında yer almaktadır (ESCAP, 2025, s. 8–9).

UNCTAD'a göre blokzincir teknolojisi; sınır ötesi gümrük işlemleri, kamu ve özel sektör paydaşları arasındaki koordinasyon, ticaret finansmanı ve ödeme sistemleri, ticari risk yönetimi, ticaret verilerinin güvenilir biçimde yönetilmesi, menşe kurallarının doğrulanması, Yetkilendirilmiş Yükümlü (AEO) uygulamaları ile tedarik zincirlerinde şeffaflık ve izlenebilirliğin artırılması gibi birçok alanda ticaretin kolaylaştırılmasına katkı sağlayabilecek

potansiyele sahiptir. Bu uygulamalar, ticaret süreçlerinin dijitalleşmesini destekleyerek işlem maliyetlerinin azaltılmasına, süreçlerin hızlandırılmasına ve kamu- özel sektör arasındaki koordinasyonun güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte UNCTAD, blokzincirin her ticari süreç için uygun bir çözüm olmadığını; teknoloji seçiminin çözülmek istenen iş probleminin niteliği, paydaş sayısı, veri paylaşımı ihtiyacı ve beklenen verimlilik kazanımları dikkate alınarak yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Yani blokzincir, uygun hukuki düzenlemeler, kurumsal kapasite ve dijital altyapıyla desteklendiğinde ticaretin kolaylaştırılmasına önemli katkılar sağlayabilecek tamamlayıcı bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Blokzincirin uluslararası ticarette öne çıkan başlıca kullanım alanları Tablo 1'de özetlenmiştir (UNCTAD, 2023, s. 12–43).

Tablo 1. Blokzincir Teknolojisinin Uluslararası Ticarette Başlıca Kullanım Alanları

Kullanım Alanı	**Ticaretin Kolaylaştırılmasına Katkısı**
Sınır ötesi gümrük işlemleri	Belge doğrulama, veri paylaşımı ve süreç otomasyonu sayesinde işlem sürelerini ve idari maliyetleri azaltmaktadır
Paydaş koordinasyonu	Kamu kurumları ile özel sektör arasında güvenilir veri paylaşımını sağlayarak koordinasyonu ve iş sürekliliğini güçlendirmektedir.
Ticaret finansmanı ve ödeme sistemleri	Ödeme süreçlerini hızlandırmakta, güveni artırmakta ve finansman işlemlerinin daha etkin yürütülmesini desteklemektedir.
Ticari risk yönetimi	Veri manipülasyonu, sahtecilik ve yanlış beyan risklerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.
Ticaret verilerinin yönetimi	Ticaret verilerinin güvenilir biçimde toplanması, paylaşılması ve analiz edilmesini desteklemektedir.
Tedarik zinciri şeffaflığı ve izlenebilirliği	Ürünlerin üretimden nihai teslimata kadar izlenebilmesini sağlayarak menşe ve kalite bilgilerinin doğrulanmasını kolaylaştırmaktadır.
Kargo bütünlüğü	IoT ile birlikte kullanıldığında yüklerin fiziksel bütünlüğünün ve taşıma koşullarının izlenmesini mümkün kılmaktadır.
Koridor yönetimi	Gerçek zamanlı veri paylaşımı ve otomatik mutabakat yoluyla transit süreçlerindeki gecikmeleri azaltmaktadır.
Yetkilendirilmiş Yükümlü (AEO) uygulamaları	Güvenilir ticaret aktörlerinin doğrulanmasını ve ülkeler arasındaki iş birliğini desteklemektedir.
Menşe kuralları	Menşe bilgilerinin doğrulanmasını sağlayarak tercihli ticaret uygulamalarının güvenilirliğini artırmaktadır.

Kaynak: UNCTAD (2023, s. 14–31)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1'de görüldüğü üzere blokzincir teknolojisi, uluslararası ticaretin yalnızca belirli bir aşamasında değil; gümrük işlemlerinden ticaretin finansmanına, tedarik zinciri yönetiminden menşe doğrulamasına kadar ticaret zincirinin farklı süreçlerinde uygulanabilmektedir. Bu durum, blokzincirin yalnızca güvenli veri paylaşımını sağlayan bir teknoloji olmanın ötesinde, ticaret süreçlerinin dijitalleşmesini destekleyen, kurumlar arası koordinasyonu güçlendiren ve

ticaretin kolaylaştırılması hedeflerine çok yönlü katkılar sunan bütüncül bir dijital altyapı niteliği taşıdığını göstermektedir.

3.1. Ticari Süreçlerde Blokzincir Tabanlı Çözümler

Asya Kalkınma Bankası (ADB) (2020), uluslararası ticaret süreçlerinde karşılaşılan temel sorunları; ticari belge sahteciliği, belge ve süreç tekrarları, sınır ötesi iş birliği eksikliği, veri güvenilirliği ve standardizasyon sorunları, süreç şeffaflığının yetersizliği ile manuel ödeme ve mutabakat süreçlerinin devam etmesi şeklinde özetlemektedir. Bu sorunlar, yalnızca işlem sürelerini uzatmakta ve maliyetleri artırmakla kalmamakta; aynı zamanda veri güvenilirliği, kurumlar arası koordinasyon ve sınır ötesi bilgi paylaşımını da olumsuz etkilemektedir. Uluslararası ticaret süreçlerinde karşılaşılan başlıca sorunlar Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Uluslararası Ticaret Süreçlerinde Karşılaşılan Başlıca Sorunlar

Sorun Alanı	Açıklama
Ticari belge sahteciliği	Manuel belge doğrulama süreçleri nedeniyle sahte veya değiştirilmiş belgelerin kullanılabilme riski bulunmaktadır.
Belge ve süreç tekrarları	Aynı bilgi ve belgelerin farklı kurumlara tekrar sunulması zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.
Sınır ötesi iş birliği eksikliği	Kurumlar arasında güvenli dijital veri paylaşımının sınırlı olması süreçleri yavaşlatmaktadır.
Veri güvenilirliği sorunları	Aynı verinin farklı sistemlerde bulunması tekrar doğrulama ihtiyacını artırmaktadır.
Veri standardizasyonu eksikliği	Ortak veri standartlarının bulunmaması sistemlerin birlikte çalışmasını güçleştirmektedir.
Süreç şeffaflığının yetersizliği	Belgelerin ve yüklerin gerçek zamanlı izlenememesi karar alma süreçlerini olumsuz etkilemektedir.
Manuel ödeme ve mutabakat süreçleri	Manuel ödeme işlemleri ve ön finansman uygulamaları işlem sürelerini uzatmakta ve maliyetleri artırmaktadır.

Kaynak: ADB (2020, s. 2–4) temel alınarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 2'de özetlenen sorunlar, ticaretin kolaylaştırılması kapsamında yalnızca işlemlerin dijital ortama aktarılmasının yeterli olmadığını; aynı zamanda güvenilir veri paylaşımını, kurumlar arası koordinasyonu ve sınır ötesi süreçlerin bütünleşik biçimde yönetilmesini sağlayacak bir dijital altyapıya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Bu doğrultuda ADB (2020), etkin bir dijital ticaret sisteminin; ticaret belgelerinin tek bir sürüm üzerinden yönetilmesini sağlayan tek belge görünümünü, kurumların verileri üzerindeki kontrolünü koruyan veri sahipliği ilkesini, ortak iş akışlarını, akıllı sözleşmeler yoluyla süreç otomasyonunu, veri gizliliği ve güvenliğini, ödeme ve işlem yönetimini, değiştirilemez kayıt yapısını, sınır ötesi süreçlerde birlikte çalışabilirliği, ürün menşeinin izlenebilirliğini, otomatik mutabakat mekanizmalarını ve mevzuata uyumu destekleyen bütünleşik bir yapıya sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu gereksinimlerin karşılanmasında blokzincir teknolojisi, ticari süreçlerin farklı aşamalarına yönelik çeşitli çözüm araçları sunmaktadır.

Uluslararası ticarette karşılaşılan sorunların giderilmesi ve etkin bir dijital ticaret sistemine ilişkin gereksinimlerin karşılanması amacıyla blokzincir teknolojisi; elektronik ticaret belgeleri,

akıllı sözleşmeler, ticaret finansmanı, ödeme sistemleri, gümrük ve sınır yönetimi, tedarik zinciri izlenebilirliği ile dijital kimlik doğrulama gibi alanlarda çeşitli çözüm araçları sunmaktadır. Uluslararası ticarette öne çıkan başlıca blokzincir tabanlı çözüm araçları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Uluslararası Ticarette Blokzincir Tabanlı Çözüm Araçları

Çözüm Aracı	Örnek Uygulamalar / Kapsamı
Elektronik ticaret belgeleri	Elektronik konşimento (eBL), elektronik menşe belgesi (eCO), elektronik ticari belgelerin doğrulanması
Akıllı sözleşmeler (Smart Contracts)	Ticari koşullar gerçekleştiğinde ödeme, teslimat veya onay süreçlerinin otomatik yürütülmesi
Blokzincir tabanlı ticaret finansmanı	Akreditif, banka garantileri, tedarik zinciri finansmanı, fatura finansmanı
Blokzincir tabanlı ödeme sistemleri	Sınır ötesi ödemeler, gerçek zamanlı mutabakat, dijital ödeme altyapıları
Uluslararası ticaret platformları	TradeTrust vb.
Gümrük ve sınır yönetimi çözümleri	Gümrük bilgi paylaşımı, izin ve ruhsat süreçleri, sınır kurumları arasında koordinasyon
Tedarik zinciri izlenebilirliği	Ürün hareketlerinin, menşe bilgilerinin ve lojistik süreçlerin izlenmesi
Dijital kimlik ve belge doğrulama	Kimlik doğrulama, elektronik imza, belge doğrulama altyapıları

Kaynak: UNCTAD (2023), WEF ve IDB (2019), ADB (2020), UNECE (2020), ESCAP (2025) ve TradeTrust teknik dokümanlarından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3'te yer alan çözüm araçlarından ilki olan elektronik ticaret belgeleri, dış ticaret işlemlerine ilişkin bilgi ve belgelerin elektronik ortamda oluşturulmasını, paylaşılmasını ve doğrulanmasını mümkün kılarak ticari süreçlerin dijitalleşmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Bu kapsamda Dünya Ticaret Örgütü Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması'nın 10.4. maddesi doğrultusunda geliştirilen Tek Pencere (Single Window) sistemleri, bilgi ve belgelerin tek bir elektronik platform üzerinden sunulmasını ve ilgili kamu kurumları arasında paylaşılmasını amaçlamaktadır.

Bu sistemler sınır işlemlerini hızlandırması ve kurumlar arası koordinasyonu güçlendirmesi bakımından önemli kazanımlar sağlamakla birlikte; ulusal sistemler arasında birlikte çalışabilirliğin sınırlı olması, manuel belge işleme süreçleri, veri güvenilirliği, dijital kimlik yönetimi ve tedarik zinciri boyunca izlenebilirlik gibi sorunlarla da karşı karşıyadır (WEF & IDB, 2019, s. 7–9).

Blokzincir teknolojisi ise dağıtık kayıt yapısı, değiştirilemez kayıtlar, akıllı sözleşmeler ve güvenli veri paylaşımı gibi özellikleri sayesinde bu eksikliklerin giderilmesine katkı sağlayan tamamlayıcı bir dijital altyapı sunmaktadır. Elektronik belgeler, dijital kimlik sistemleri ve uygun hukuki düzenlemelerle birlikte değerlendirildiğinde, Tek Pencere sistemlerinin

etkinliğini artırarak ticaretin kolaylaştırılması hedeflerine daha güçlü katkı sağlayabilmektedir (WEF & IDB, 2019, s. 10–15).

3.1.1 Bazı Örnek Uygulamalar

Blokzincir teknolojisinin uluslararası ticarette sunduğu çözüm araçları, son yıllarda çeşitli ülkeler ve uluslararası kuruluşlar tarafından geliştirilen uygulamalar aracılığıyla hayata geçirilmeye başlanmıştır. Bu uygulamalar; elektronik ticaret belgelerinin güvenli yönetimi, gümrük idareleri arasında veri paylaşımı ve sınır ötesi birlikte çalışabilirliğin geliştirilmesi gibi alanlarda blokzincirin pratik kullanımına örnek oluşturmaktadır.Bu kapsamda öne çıkan bazı uygulama örnekleri Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Blokzincir Tabanlı Uygulama Örnekleri

Uygulama	Kullanım Alanı	Sağladığı Temel Katkı
CADENA	Gümrük idareleri arasında Yetkilendirilmiş Yükümlü (AEO) bilgilerinin paylaşımı	Güvenli veri paylaşımı, AEO bilgilerinin doğrulanması, sınır ötesi gümrük iş birliğinin güçlendirilmesi
TradeTrust	Elektronik ticaret belgelerinin (eBL, eCO vb.) oluşturulması, doğrulanması ve paylaşılması	Güvenilir belge doğrulama, platformlar arasında birlikte çalışabilirlik, elektronik mülkiyet devri

Kaynak: WEF ve IDB (2019), ESCAP (2025), IMDA (2025) ve TradeTrust Docs (2025)'ten yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Tabloda görüldüğü üzere, blokzincir tabanlı uygulamalar uluslararası ticarette farklı süreçlere odaklanmakla birlikte güvenli veri paylaşımı, elektronik belge yönetimi ve sınır ötesi birlikte çalışabilirliğin geliştirilmesi gibi ortak hedeflere hizmet etmektedir. Bu uygulamalardan CADENA, gümrük idareleri arasında güvenli veri paylaşımını destekleyen blokzincir tabanlı bir iş birliği platformu olarak öne çıkmaktadır.

CADENA, Inter-American Development Bank (IDB) tarafından geliştirilen blokzincir tabanlı bir gümrük iş birliği platformudur. Platform, ülkeler arasında Yetkilendirilmiş Yükümlü (Authorized Economic Operator-AEO) bilgilerinin güvenli, doğrulanabilir ve gerçek zamanlı olarak paylaşılmasını amaçlamaktadır. İlk aşamada Kosta Rika, Meksika ve Peru'nun, daha sonra ise Şili gümrük idarelerinin katılımıyla uygulamaya geçirilen sistem, her ülkenin kendi verileri üzerindeki kontrolünü korurken diğer ülkelerin gerekli bilgileri güvenli biçimde doğrulayabilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede AEO statüsünün doğrulanma süresi kısalmakta, belge sahteciliği riski azalmakta, gümrük idareleri arasındaki güven güçlenmekte ve sınır geçişlerinin daha hızlı gerçekleştirilmesine katkı sağlanmaktadır (WEF & IDB, 2019, s. 13–15).

TradeTrust ise Singapur tarafından geliştirilen blokzincir tabanlı açık kaynaklı bir dijital ticaret çerçevesidir. Platform, elektronik konşimento (e-Bill of Lading), elektronik menşe şahadetnamesi (e-Certificate of Origin) ve diğer elektronik ticaret belgelerinin güvenli biçimde oluşturulmasını, paylaşılmasını, doğrulanmasını ve devredilebilir belgelerde mülkiyet transferini desteklemektedir. W3C Verifiable Credentials (VCs), Decentralised Identifiers (DIDs) ve UNCITRAL Elektronik Devredilebilir Kayıtlara İlişkin Model Kanunu (MLETR) ile uyumlu olarak geliştirilen TradeTrust, mevcut dijital ticaret altyapılarının yerine geçmek yerine bu altyapılarla entegre çalışmakta ve farklı dijital platformlar arasında güvenilir şekilde

birlikte çalışabilirliği sağlamaktadır (ESCAP, 2025, s. 11–21; IMDA, 2025; TradeTrust Docs, 2025).

TradeTrust kapsamında elektronik ticaret belgeleri dijital ortamda oluşturulup dijital olarak imzalanmakta, belge bütünlüğünün doğrulanmasına ilişkin kriptografik bilgiler blokzincir altyapısına kaydedilmektedir. Ardından belgeler gümrük idareleri, bankalar, taşıyıcılar ve diğer yetkili paydaşlarla elektronik ortamda paylaşılmakta; alıcı taraflar belgenin yetkili kurum tarafından düzenlenip düzenlenmediğini, sonradan değiştirilip değiştirilmediğini ve geçerliliğini doğrulayabilmektedir. Elektronik konşimento gibi devredilebilir belgelerde hak sahipliği de güvenli biçimde aktarılabilmektedir. Bu yapı, belge doğrulama süreçlerini hızlandırırken belge sahteciliği riskini azaltmakta ve sınır ötesi ticarette güvenilir ortamda birlikte çalışabilirliği desteklemektedir (ESCAP, 2025, s. 11–21; IMDA, 2025; TradeTrust Docs, 2025).

CADENA ve TradeTrust uygulamaları, blokzincir teknolojisinin uluslararası ticarette güvenli veri paylaşımı, elektronik belge yönetimi ve sınır ötesi birlikte çalışabilirliğin geliştirilmesine yönelik somut çözümler sunduğunu göstermektedir. İncelenen uygulama örnekleri, blokzincir tabanlı çözümlerin ticaretin kolaylaştırılması hedefleri doğrultusunda gümrük işlemleri ve ticari belge yönetiminde kullanılabilirliğini ortaya koyarken, dijital ticaret ekosisteminin geliştirilmesine yönelik önemli bir potansiyel taşıdığını da göstermektedir.

SONUÇ

Küresel ekonomide yaşanan teknolojik gelişmeler ve ticaret süreçlerinin karmaşıklaşmasıyla birlikte uluslararası ticaret politikaları da önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Geleneksel olarak gümrük tarifeleri ve tarife dışı önlemler üzerine şekillenen ticaret politikaları, günümüzde ticaret maliyetlerinin azaltılması, sınır işlemlerinin hızlandırılması ve ticari süreçlerin dijitalleştirilmesini amaçlayan ticaretin kolaylaştırılması politikalarına yönelmiştir. Bu süreçte Dünya Ticaret Örgütü Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması ile OECD ve UN/CEFACT tarafından geliştirilen politika araçları ve standartlar, ticaretin kolaylaştırılmasına yönelik uluslararası düzenleyici çerçevenin güçlenmesine önemli katkı sağlamıştır. Böylece ticaretin kolaylaştırılması, yalnızca sınır işlemlerinin hızlandırılmasını değil; elektronik belge yönetimi, veri paylaşımı, süreçlerin dijitalleştirilmesi ve kurumlar arası koordinasyonun geliştirilmesini de kapsayan bütüncül bir yaklaşıma dönüşmüştür.

Bu dönüşüm sürecinde blokzincir teknolojisi; güvenli veri paylaşımı, değiştirilemez kayıt yapısı, şeffaflık, izlenebilirlik ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla süreç otomasyonu sağlayan özellikleriyle ticaretin kolaylaştırılması hedeflerini destekleyebilecek önemli dijital çözümlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Özellikle elektronik konşimento, elektronik menşe şahadetnamesi, Tek Pencere Sistemleri, gümrük işlemleri, tedarik zinciri izlenebilirliği ve dış ticaret finansmanı gibi alanlarda blokzincir tabanlı uygulamaların; işlem sürelerinin kısaltılması, belge güvenliğinin artırılması ve taraflar arasında güvene dayalı veri paylaşımının güçlendirilmesi bakımından önemli fırsatlar sunduğu görülmektedir. Bunun yanında TradeTrust ve CADENA gibi uygulamalar, blokzincir teknolojisinin uluslararası ticarette uygulanabilirliğini gösteren güncel örnekler arasında yer almaktadır.

Blokzincir teknolojisinin ticari süreçlerde yaygın biçimde kullanılabilmesi; teknolojik altyapının geliştirilmesinin yanı sıra hukuki düzenlemelerin güncellenmesine, uluslararası

standartların uyumlaştırılmasına, farklı ülkelerin dijital sistemleri arasında birlikte çalışabilirliğin sağlanmasına ve kamu ile özel sektör arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesine bağlıdır. Bu koşulların sağlanması, blokzincir tabanlı çözümlerin ticaretin kolaylaştırılması politikalarına sağlayabileceği katkının daha etkin biçimde hayata geçirilmesini destekleyecektir.

Sonuç olarak blokzincir teknolojisi, uluslararası ticarette güven, şeffaflık ve verimliliğin artırılmasına yönelik önemli bir dijital çözüm potansiyeli taşımaktadır. Ticaretin kolaylaştırılması politikalarıyla uyumlu biçimde geliştirilecek blokzincir tabanlı uygulamalar, ticari süreçlerin daha güvenli, hızlı ve etkin yürütülmesine katkı sağlayabilecek niteliktedir.

KAYNAKLAR

Asian Development Bank. (2020). *Blockchain technology for paperless trade facilitation in Maldives*. Asian Development Bank. https://doi.org/10.22617/TCS200403-2

Basu, S. R., Kuwahara, H., & Dumesnil, F. (2012). *Evolution of non-tariff measures: Emerging cases from selected developing countries* (Policy Issues in International Trade and Commodities Study Series No. 52). United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD).

Czapnik, B., & Saeed, M. (2016). *Trade facilitation: Making trade more efficient*. In *Asia–Europe Connectivity Vision 2025: Challenges and opportunities* (pp. 97–107). Asia-Europe Foundation (ASEF).

Deliçay, M. (2015). *Dünyada ve Türkiye'de dış ticareti kolaylaştırmaya yönelik ulusal koordinasyon çalışmaları*. T.C. Kalkınma Bakanlığı Yayın No: 2943.

Grimwade, N. (1996). *International trade policy: A contemporary analysis*. Routledge.

Infocomm Media Development Authority (IMDA). (2025). *TradeTrust*. https://www.imda.gov.sg/how-we-can-help/digital-utilities/tradetrust

Jansen, M., Klotz, S., & Virdee, J. (2020). Regional integration: The next wave. In A. Klasen (Ed.), *The handbook of global trade policy* (pp. 271–306). John Wiley & Sons.

Lloyd, P. J. (1987). Trade policies and their impact on individual economies. In A. M. El-Agraa (Ed.), *Protection, cooperation, integration and development* (pp. 8–26). International Monetary Fund.

OECD. (2025). *OECD Trade Facilitation Indicators: Monitoring Policies Up to 2025*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/fd6f27dc-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *Trade policy and the global economy: Synopsis – The case for comprehensive trade policy reform*. OECD Publishing.

Sorsa, P. (1994). *The Uruguay Round agreement on agriculture and processed agricultural products*. International Monetary Fund.

T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2017). *Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ), DTÖ Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşması ve Türkiye Cumhuriyeti Ulusal Ticaretin Kolaylaştırılması Kurulu hakkında merak edilen her şey.*

TradeTrust Documentation. (2025). *What is TradeTrust?* https://docs.tradetrust.io/docs/introduction/what-is-tradetrust/

United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT). (2001). *Recommendation No. 18: Facilitation measures related to international trade procedures* (ECE/TRADE/271). United Nations Economic Commission for Europe.

United Nations Conference on Trade and Development. (2023). *Global report on blockchain and its implications on trade facilitation performance* (UNCTAD/TCS/DTL/INF/2023/1). United Nations.

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2025). *Blockchain technology for paperless trade facilitation in Mongolia: A feasibility study report*. United Nations.

United Nations Economic Commission for Europe. (2020). *Blockchain in trade facilitation* (Version 2). United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT).

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2020). *White Paper on Blockchain in Trade Facilitation* (ECE/TRADE/457). Geneva: United Nations.

World Economic Forum. (2018). *Building Block(chain)s for a Better Planet*. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Building-Blockchains.pdf

World Economic Forum, & Inter-American Development Bank. (2019). *Windows of opportunity: Facilitating trade with blockchain technology*. World Economic Forum.

World Trade Organization. (2014). *Protocol amending the Marrakesh Agreement establishing the World Trade Organization: Agreement on Trade Facilitation*. WTO.

World Trade Organization. (2015). *World Trade Report 2015: Speeding up trade – Benefits and challenges of implementing the WTO Trade Facilitation Agreement*. WTO.

World Trade Organization. (2024). *Trade facilitation*. In *Trade policy tools for climate action* (pp. 13–15). WTO.

TÜRK KATILIM BANKACILIĞINDA FİYATLAMA DİNAMİKLERİNİN EVRİMİ: BANKALARARASI KORELASYON AĞLARI ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ

Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa ÇELİK[1]

[1]T.C. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, mcelik@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6222-9076

Özet

Türkiye'de katılım bankacılığı sektörü, banka sayısı, aktif ve özkaynak büyüklüğü, çalışan ve şube sayılarının hızla arttığı bir büyüme dönemi içerisindedir. Söz konusu dönemde katılım bankalarının katılma hesapları fiyatlama stratejilerinin ve fiyatlama ilişkilerinin tespiti, bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu amaç kapsamında Türkiye'de faaliyet gösteren katılım bankalarının 2009 Ocak – 2026 Haziran arası aylık katılma hesabı kâr payları verisi üzerinden korelasyona dayalı bir ağ analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz, 2009-2014 arası, 2015-2022 arası ve 2023-2026 arası üç döneme ayrılarak fiyatlama stratejileri ve banka ilişkileri yönünden dönem karşılaştırmasına gidilmiştir. Analiz neticesinde, 2023 öncesi dönemde katılım hesabı fiyatlandırmasında sürü hareketinin bulunduğu, bankalar arası kümelenmelerin ve stratejik yönden niş fiyat uygulamasına sahip bankaların var olmadığı gözlemlenmiştir. 2023 sonrası dönemde yeni nesil küçük ve dijital odaklı katılım bankalarının sektöre girişiyle birlikte, fiyatlamada sürü hareketinin azaldığı, bankaların stratejik kümeler oluşturduğu, farklı fiyatlama kimliklerine sahip bankaların belirginleştiği ve bazı bankaların ağ içinde stratejik roller edindiği görülmüştür. Çalışma, bankacılık literatüründe sıklıkla risk yönetimi ve şüpheli işlem tespiti alanlarında kullanımı bulunan ağ analizi yöntemini fiyatlama ilişkilerinin tespitine entegre ederek, literatüre yöntemsel bir katkı vermektedir. Ayrıca çalışma, elde edilen bulgular ışığında, takipçi ve stratejik ayrışma gösteren bankalara rekabet ve risk yönetimi odaklı; katılım bankacılığı sektörü düzenleyicilerine düzenleme ve denetleme odaklı kullanışlı öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Katılım Bankacılığı, Kâr Payı Fiyatlaması, Katılma Hesapları, Ağ Analizi

THE EVOLUTION OF PRICING DYNAMICS IN TURKISH PARTICIPATION BANKING: AN EMPIRICAL ANALYSIS ON INTERBANK CORRELATION NETWORKS

Asst. Prof. Dr., Mustafa ÇELİK[1]

[1]T.C. Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences Business Management Department , mcelik@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6222-9076

Abstract

The participation banking sector in Turkey is experiencing a period of rapid growth, with increasing numbers of banks, assets and equity, employees, and branches. This study aims to identify the pariticipation acoounts pricing strategies and relationships of participation banks during this period. To this end, a correlation-based network analysis was conducted using monthly participation accounts profit share data from participation banks operating in Turkey between January 2009 and June 2026. The analysis was divided into three periods: 2009-2014, 2015-2022, and 2023-2026, to compare pricing strategies and bank relationships. The analysis revealed that in the period before 2023, herd behavior was observed in participation account pricing, and interbank clusters and banks with strategically niche pricing practices were absent. In the post-2023 period, with the entry of new generation small and digitally focused participation banks into the sector, it has been observed that herd behavior in pricing has decreased, banks have formed strategic clusters, banks with different pricing identities have become more distinct, and some banks have acquired strategic roles within the network. This study provides a methodological contribution to the literature by integrating the network analysis method, frequently used in risk management and suspicious transaction detection in the banking literature, into the identification of pricing relationships. Furthermore, based on the findings, the study offers competition and risk management recommendations to banks and to participation banking sector regulators, focusing on regulation and supervision.

Keywords: Participation Banking, Profit Share Pricing, Participation Acoounts, Network Analysis

YEŞİL FİNANSIN GÖLGESİNDE: GREENWASHİNG OLGUSU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK SÖYLEMİNİN DÖNÜŞÜMÜ

Lisans Öğrencisi, Fatma CEYHAN 1

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Mert TÜRK 2

Uluslararası Ticaret ve Lojistik, fatmaceyhan638@gmail.com, 0009-0007-9499-8631

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisat Politikası- Makro İktisat, mehmetmert.turk@gop.edu.tr, 0000-0002-0164-2131

Özet

Bu bildiri, yeşil finans ile greenwashing arasındaki ilişkiyi teorik bir çerçevede incelemekte ve greenwashing'in etik sapmadan çok finansallaşmış sürdürülebilirlik anlayışının yapısal sonucu olduğunu savunmaktadır. Küresel yüzey sıcaklığının 2011–2020 döneminde sanayi öncesi seviyenin yaklaşık 1.1 °C üzerine çıkması ve 2024 yılında küresel enerji yatırımlarının 3 trilyon ABD dolarını aşarak yaklaşık 2 trilyon dolarının temiz enerjiye yönelmesi, sürdürülebilirlik gündeminin finansal sistemde merkezileştiğini göstermektedir (IPCC, 2023; IEA, 2024). Ancak söylemsel genişleme, reel dönüşümü kendiliğinden garanti etmemektedir. Çalışma, bilgi asimetrisi, ahlaki tehlike ve sinyal teorisini birlikte kullanarak çevresel iddiaların neden düşük maliyetli sembolik sinyallere dönüştüğünü açıklamaktadır. Ayrıca Environmental, Social and Governance (ESG) ölçütlerinin kurumsal etkiyi doğrudan ölçen nötr araçlar değil, ölçüm tercihleri ve normatif ağırlıklar içeren tartışmalı derecelendirme teknolojileri olduğu gösterilmektedir. Sonuç olarak yalnızca açıklama yükümlülüklerini artıran bir rejimin yetersiz kalacağı; etki, doğrulama ve kamusal yönlendirmeyi birleştiren daha güçlü bir kurumsal mimarinin gerektiği ileri sürülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil finans, Greenwashing, ESG, Finansallaşma, Sürdürülebilirlik, Bilgi asimetrisi

JEL Kodları: G10, G11, G14, Q01, Q56

IN THE SHADOW OF GREEN FINANCE: THE GREENWASHING PHENOMENON AND THE TRANSFORMATION OF SUSTAINABILITY DISCOURSE

Undergraduate Student, Fatma CEYHAN 1

Asst. Prof. Dr., Mehmet Mert TÜRK 2

International Trade and Logistics, fatmaceyhan638@gmail.com , 0009-0007-9499-8631

Tokat Gaziosmanpaşa University, Economic Policy - Macroeconomics, mehmetmert.turk@gop.edu.tr, 0000-0002-0164-2131

Abstract

This paper examines the relationship between green finance and greenwashing within a theoretical framework, arguing that greenwashing is a structural consequence of financialized sustainability rather than a mere ethical deviation. The fact that global surface temperatures rose approximately 1.1 °C above pre-industrial levels during the 2011–2020 period, coupled with global energy investments exceeding 3 trillion USD in 2024—with roughly 2 trillion dollars directed toward clean energy—demonstrates the centralization of the sustainability agenda within the financial system (IPCC, 2023; IEA, 2024). However, discursive expansion does not inherently guarantee real transformation. By integrating information asymmetry, moral hazard, and signaling theory, this study explains why environmental claims often devolve into low-cost symbolic signals. Furthermore, it demonstrates that Environmental, Social, and Governance (ESG) metrics are not neutral tools that directly measure corporate impact, but rather contested rating technologies involving specific measurement preferences and normative weights. Ultimately, the paper asserts that a regime focused solely on increasing disclosure requirements will remain insufficient; instead, it calls for a more robust institutional architecture that integrates impact, verification, and public guidance.

Keywords: Green finance, Greenwashing, ESG, Financialization, Sustainability, Information asymmetry

JEL Codes: G10, G11, G14, Q01, Q56

GİRİŞ

İklim krizi ile finansal piyasaların sürdürülebilirlik söylemi arasındaki yakınlaşma, son on yılın en dikkat çekici dönüşümlerinden biridir. Bunun nedeni, iklim değişikliği ve ekolojik bozulmanın artık dışsal çevre sorunları olarak değil, makroekonomik istikrarı, şirket değerlemelerini ve portföy tahsisini etkileyen sistemik risk alanları olarak okunmasıdır. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tarafından yayımlanan sentez raporu, insan faaliyetlerinin 2011–2020 döneminde küresel yüzey sıcaklığını sanayi öncesi seviyelerin yaklaşık 1.1 °C üzerine taşıdığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, International Energy Agency (IEA) verileri, 2024 yılında toplam enerji yatırımlarının 3 trilyon ABD dolarını aşacağını ve bunun yaklaşık 2 trilyon dolarının temiz enerjiye yönelmesinin beklendiğini göstermektedir (IPCC, 2023; IEA, 2024). İlk bakışta bu görünüm, finansal sistemin iklim hedefleriyle giderek daha fazla uyum sağladığı izlenimini yaratmaktadır.

Ancak sürdürülebilir finansal araçların niceliksel büyümesi ile sürdürülebilir dönüşümün niteliksel derinliği arasında doğrudan bir özdeşlik kurmak mümkün değildir. Tam da bu nedenle, yeşil finansın yükselişi ile *greenwashing* (yeşil aklama) olgusunun eşzamanlı olarak güç kazanması tesadüf değildir. European Securities and Markets Authority (ESMA) bulgularına göre, Environmental, Social and Governance (ESG) ile ilişkili sözcükleri adında taşıyan Avrupa Birliği yatırım fonlarının payı 2013 yılında yüzde 3'ün altındayken 2023 yılında yüzde 14'e yükselmiştir (ESMA, 2023). Bu artış, sürdürülebilirlik dilinin piyasalarda hızla yaygınlaştığını göstermekte; ancak aynı zamanda çevresel iddianın pazarlama, fon akışı ve yatırımcı ilgisi üretme kapasitesini de ortaya koymaktadır. Sorun tam da burada düğümlenmektedir: sürdürülebilirlik, çevresel dönüşümün maddi koşullarını dönüştüren bir koordinasyon ilkesi olmaktan çıkıp finansal varlıkların sınıflandırılması, derecelendirilmesi ve pazarlanmasına hizmet eden bir söylemsel enstrümana dönüştüğünde, *greenwashing* (yeşil aklama) istisna değil, sistemin öngörülebilir bir çıktısı hâline gelmektedir.

Bu bildirinin temel tezi, greenwashing'in etik dışı bireysel sapmalarla açıklanamayacağıdır. Asıl olarak greenwashing, sürdürülebilirliğin finansallaştırılması sürecinde oluşan yapısal teşviklerin ürünüdür. Sürdürülebilirlik göstergeleri portföy seçiminde, fon isimlendirmesinde ve kurumsal iletişimde merkezi hâle geldikçe aktörler, gerçek çevresel etki üretmekten çok güvenilir görünen sürdürülebilirlik sinyalleri üretmeye yönelmektedir. Bu nedenle mesele, sadece "yanlış beyan" değil, çevresel değerin finansal piyasalarda nasıl temsil edildiği sorunudur.

Bu çalışma üç açıdan literatüre katkı sunmaktadır. İlk olarak, greenwashing'i etik bir sapma olarak değil, finansallaşma sürecinin yapısal bir sonucu olarak konumlandırmaktadır. İkinci olarak, ESG ve sürdürülebilirlik ölçüm araçlarını nötr teknik araçlar olarak değil, normatif tercihler içeren derecelendirme teknolojileri olarak eleştirel biçimde yeniden yorumlamaktadır. Üçüncü olarak ise greenwashing olgusunu piyasa başarısızlığı çerçevesinde analiz ederek politika tartışmasına teorik bir derinlik kazandırmaktadır.

İzleyen bölümlerde önce yeşil finans ve greenwashing kavramları tanımlanmakta, ardından olgunun ortaya çıkış dinamikleri, finansallaşma ile ilişkisi, ekonomik ve toplumsal sonuçları ile politika seçenekleri tartışılmaktadır. Sonuç bölümünde ise sürdürülebilirliğin reel dönüşümünü önceleyen bir kurumsal mimarinin gerekliliği vurgulanmaktadır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Yeşil finans, çevresel amaçlarla uyumlu yatırımların finanse edilmesine, iklim ve çevreyle bağlantılı risklerin fiyatlanmasına ve sermaye akımlarının daha sürdürülebilir faaliyetlere yönlendirilmesine ilişkin araç ve kurumları ifade eder. OECD'ye göre sürdürülebilir finans tanımları ve taksonomileri (ekonomik faaliyetlerin hangi kriterlere göre "yeşil" veya "sürdürülebilir" olarak sınıflandırılacağını belirleyen standartlar), piyasa aktörleri açısından hangi yatırımların sürdürülebilir kabul edileceğine dair netlik üretir ve uygun tasarlandıklarında yatırımcı güvenini artırabilir (OECD, 2020). Dolayısıyla yeşil finans yalnızca belirli ürünlerden ibaret değildir; aynı zamanda sınıflandırma, doğrulama ve karşılaştırılabilirlik üreten bir bilgi altyapısıdır.

Burada kritik ayrım, "sermayenin yeşil alanlara yönelmesi" ile "ekonominin çevresel olarak dönüşmesi" arasındadır. Finansal akımların yeşil etiketi altında toplanması, kendiliğinden ekolojik etkinlik anlamına gelmez; yatırım nesnesinin yeşil olduğu iddiası ölçüm standartları, bağımsız doğrulama ve yaptırım kapasitesine bağlıdır. Bu nedenle yeşil finans, yalnızca bir yatırım tahsisi sorunu değil, aynı zamanda epistemik (bilginin nasıl üretildiği, temsil edildiği ve doğrulandığına ilişkin) bir temsil sorunudur.

Greenwashing, bu temsil sorununun bozulmuş biçimidir. Delmas ve Burbano'ya (2011) göre firmaların çevresel performansları hakkında yanıltıcı izlenim üretmelerine yol açan kurumsal, piyasa temelli ve bireysel dinamiklerin kesişiminde ortaya çıkar; Lyon ve Montgomery (2015) ise bunu, paydaşların bir kuruluşun çevresel uygulamaları hakkında aşırı olumlu kanaat oluşturmasına neden olan yanıltıcı iletişim biçimleri olarak tanımlar. Ortak nokta, çevresel iddianın gerçek performanstan ayrışabilmesidir.

Bu ayrım, ESG söyleminin eleştirel değerlendirilmesi bakımından merkezîdir. ESG çoğu zaman kurumsal sürdürülebilirliğin nötr ve ölçülebilir temsili olarak sunulsa da, çoğu durumda şirketlerin çevresel ve sosyal riskleri nasıl yönettiğine ilişkin dağınık veri kümelerini temsil eder. Berg, Kölbel ve Rigobon (2022), derecelendirmeler arasındaki farkların ölçüm, kapsam ve ağırlıklandırma tercihlerinden kaynaklandığını; OECD (2025) ise sekiz büyük ESG ürününde 2.000'den fazla metrik bulunduğunu ve bunların çok sınırlı bir bölümünün durum tespiti ile tedarik zinciri yönetimiyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla ESG, doğrudan etki ölçen saydam bir araç değil, farklı normatif tercihleri teknik bir nesnellik görünümü altında birleştiren bir derecelendirme teknolojisidir.

Bu kavramsal çerçeve, greenwashing'in sürdürülebilirlik söyleminin dışsal bir bozulması değil, sürdürülebilirliğin finansal biçimde temsil edilmesinin içkin riski olduğunu göstermektedir. Çevresel değer yatırımcılara doğrudan fiziksel etki üzerinden değil, adlandırma, puanlama ve açıklama gibi ara göstergeler üzerinden aktarıldıkça, bu göstergelerin yönetimi çevresel dönüşümün kendisinden daha belirleyici hâle gelebilmektedir.

Greenwashing'in Ortaya Çıkış Dinamikleri

Greenwashing'in ortaya çıkışında ilk unsur bilgi asimetrisidir. George Akerlof'un (1970) gösterdiği gibi, taraflardan birinin kalite hakkında daha fazla bilgiye sahip olduğu piyasalarda ters seçim riski doğar. Sürdürülebilir finans piyasalarında da bir fonun, tahvil ihracının ya da şirket stratejisinin ne ölçüde "yeşil" olduğu dışarıdan doğrudan gözlenemez; değerlendirme şirket beyanlarına, raporlama standartlarına ve üçüncü taraf puanlarına bağımlı kalır. Bu durum,

yüksek etkili projeler ile iyi paketlenmiş düşük etkili projelerin aynı kategoride toplanmasına yol açar. Böylece *greenwashing*, bilgiyi bütünüyle gizlemekten çok seçici biçimde kurgulama stratejisi olarak işler; standartlaşmamış açıklamalar, belirsiz vaatler ve kompozit (birden fazla göstergenin tek bir puanda birleştirilmesiyle oluşturulan) ESG skorları bu asimetrinin başlıca araçlarıdır.

İkinci dinamik ahlaki tehlikedir. Holmström'ün (1979) işaret ettiği üzere, eylemin tam gözlemlenemediği koşullarda vekiller görünürde uyum üretirken gerçek çabayı azaltabilir. Sürdürülebilir finans alanında portföy yöneticileri, kurumsal yöneticiler ve derecelendirme sağlayıcıları için bu risk yüksektir. Çünkü piyasa sürdürülebilirlik iddiasına prim verdiğinde, fon adını değiştirmek, sınırlı politika belgeleri yayımlamak ya da seçilmiş metrikleri öne çıkarmak, üretim süreçlerini dönüştürmekten çok daha düşük maliyetlidir. Bu nedenle sürdürülebilirlik primi ile reel dönüşüm arasındaki kopukluk yapısal bir ahlaki tehlike alanı yaratır.

Üçüncü dinamik yatırımcı davranışlarıdır. Riedl ve Smeets (2017), sosyal sorumlu yatırım kararlarının yalnızca getiri beklentisiyle değil, sosyal tercihler ve sosyal sinyal verme arzusuyla da şekillendiğini; Pedersen, Fitzgibbons ve Pomorski (2021) ise ESG skorlarının hem bilgi hem de tercih işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır. Bu nedenle "yeşil" etiketi, birçok yatırımcı için yalnızca bir portföy bileşeni değil, aynı zamanda kamusal meşruiyet ve kimlik göstergesidir. European Securities and Markets Authority (ESMA) analizleri, fon adlarında ESG teriminin kullanılmasının yatırımcı girişlerini artırabildiğini göstermektedir (ESMA, 2024a). Talep tarafının etiketlere ve isimlendirmelere bu denli duyarlı olduğu bir ortamda, arz tarafı da sürdürülebilirlik dilini stratejik biçimde üretmektedir.

Dördüncü dinamik sinyal teorisidir. Michael Spence'in (1973) çerçevesine göre güvenilir bir sinyal, taklit edilmesi maliyetli olan sinyaldir. Ancak sürdürülebilir finans piyasalarında kullanılan birçok sinyal bu özelliği taşımamaktadır. Örneğin, bir fonun adına "sustainable(sürdürülebilirlik)" ibaresi eklemek, ESG raporu yayımlamak veya sınırlı taahhütlerde bulunmak, üretim teknolojisini dönüştürmeye kıyasla çok daha düşük maliyetlidir. Bu nedenle piyasa, çevresel açıdan gerçekten yüksek etki yaratan aktörlerle, yalnızca güçlü bir sürdürülebilirlik söylemi üreten ancak düşük etkiye sahip aktörleri ayırt etmekte zorlanmaktadır. Sonuç olarak, farklı kalite düzeyindeki aktörlerin benzer şekilde algılandığı bir denge yapısı ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak bilgi asimetrisi yatırımcıyı işaretlere bağımlı kılarken, ahlaki tehlike ve yatırımcı davranışı bu işaretlerin manipülasyonunu ödüllendirir; zayıf sinyal yapısı ise gerçek etki ile söylem arasındaki ayrışmayı kurumsallaştırır. Bu nedenle greenwashing, finansal sürdürülebilirlik piyasalarının öngörülebilir bir denge sonucudur.

Finansallaşma ve Greenwashing İlişkisi

Greenwashing'in neden sistematik biçimde üretildiğini anlamak için finansallaşma perspektifi gereklidir. Krippner (2005), finansallaşmayı kâr birikiminin giderek daha fazla finansal kanallar üzerinden yürütülmesi olarak tanımlar. Bu çerçevede çevresel sorunlar da kamu politikası ve üretim yapısı kadar finansal varlıkların sınıflandırılması, fiyatlanması ve portföylenmesi üzerinden yönetilmeye başlanmıştır. Ouma, Johnson ve Bigger'ın (2018) belirttiği gibi doğa ve çevre, ölçülebilir ve dolaşıma sokulabilir nesnelere dönüştürülmektedir.

Sürdürülebilirlik bu bağlamda reel dönüşümden ziyade finansal temsil biçimleri üzerinden işlem görür. Yeşil tahviller, sürdürülebilir fonlar, ESG derecelendirmeleri ve taksonomiler, çevresel sorunları finansal sistemin mevcut mantığına tercüme eden araçlardır. Lagoarde-Segot (2019, 2024), ana akım finans paradigmasının sürdürülebilirliği kısa dönemli finansal materyalite (çevresel ve sosyal unsurların yalnızca firma değeri ve finansal performans üzerindeki etkileri ölçüsünde dikkate alınması) filtresinden geçirerek *greenwashing* için yapısal bir zemin ürettiğini savunur. Çevresel zararların çok boyutlu ve tartışmalı doğası, finansın ihtiyaç duyduğu standartlaştırılmış göstergelere indirgenirken, çevresel içeriğin kendisi de sadeleşmekte ve kısmen görünmez hâle gelmektedir.

Berg, Kölbel ve Rigobon'un (2022) bulguları bu sorunun teknik boyutunu açığa çıkarmaktadır. Yazarlara göre ESG derecelendirmeleri arasındaki ayrışmanın yüzde 56'sı ölçüm farklılıklarından, yüzde 38'i kapsam farklılıklarından ve yüzde 6'sı ağırlıklandırmadan kaynaklanmaktadır. OECD'nin 2025 tarihli raporu ise sekiz büyük ESG derecelendirme ürününde 2.000'den fazla metrik kullanıldığını; bunların yüzde 5'inden azının şirket düzeyinde durum tespitiyle, yalnızca yüzde 7'sinin tedarik zinciri sürdürülebilirliğiyle bağlantılı olduğunu göstermektedir (OECD, 2025). Başka bir deyişle ESG ekonomisi, yüksek hassasiyetli çevresel etki ölçümünden çok, dağınık veri noktalarının finansal kullanıma elverişli biçimde paketlenmesi üzerinde yükselmektedir. Bu da sürdürülebilirlikten çok "sürdürülebilir görünebilirlik" üretmektedir.

Bu nedenle finansal piyasalarda fiyatlanan şey çoğu zaman çevresel etkinin kendisi değil, onu temsil ettiği varsayılan anlatılar, dereceler ve işaretlerdir. ESMA'nın bulguları, ESG sözcüklerinin kullanımındaki artışın piyasa çekiciliği yaratan stratejik bir varlık olduğunu göstermektedir (ESMA, 2023; ESMA, 2024a). Sürdürülebilirlik böylece reel ekonomiyi dönüştüren bir ilke olmaktan çıkıp finansal ürün farklılaştırmasının aracına dönüşmektedir.

Buradan çıkan sonuç açıktır: greenwashing, finansallaşmanın yan etkisi değil, onunla uyumlu bir stratejidir. Oehmke ve Opp'un (2025) teorik analizi, sosyal sorumlu yatırımın dışsallıkları azaltabilmesi için yatırımcının finansal performans ile sosyal maliyet azalımı arasında gerçek bir ödünleşmeyi kabul etmesi gerektiğini göstermektedir. Amaç yalnızca risk ayarlı getiri içinde daha "iyi" firmaları seçmek olduğunda, yatırımların reel etkisi zayıf kalmakta ve greenwashing rasyonel hâle gelmektedir.

Greenwashing'in Ekonomik ve Toplumsal Sonuçları

Greenwashing'in ilk ekonomik sonucu sermaye tahsisinin bozulmasıdır. Yeşil etiketin güvenilirliği azaldığında, finansal sistem kaynakları gerçekten dönüşüm yaratan projelere değil, sürdürülebilirlik sinyali üretme kapasitesi yüksek olan aktörlere yönlendirebilir. Bu, klasik ters seçim problemine benzer bir sonuç doğurur: yüksek etkili ve yüksek maliyetli çevresel yatırımlar ile düşük etkili fakat iletişim kabiliyeti yüksek yatırımlar aynı kategori içinde değerlendirilir. Sonuçta piyasa, gerçek çevresel kaliteyi değil, onu temsil etme becerisini ödüllendirir. Bu durum uzun vadede sürdürülebilir finans piyasasının kendi güvenilirliğini de aşındırır.

İkinci sonuç, şirketlerin ve fon yöneticilerinin teşvik yapısında meydana gelen kaymadır. Eğer piyasalar, belirli sürdürülebilirlik işaretlerini reel dönüşümden bağımsız olarak ödüllendiriyorsa, yöneticiler üretim teknolojisini dönüştürmektense açıklama rejimlerini

optimize etmeye yönelebilir. Gillan, Koch ve Starks'ın (2021) derleme çalışması, ESG ve kurumsal finans ilişkisine dair birçok bulgunun hâlâ çözülmemiş gerilimler içerdiğini göstermektedir. Bu belirsizlik, finansal piyasalarda sürdürülebilirlik performansının nasıl fiyatlandığına dair açık ve tutarlı bir çerçeve bulunmadığı anlamına gelir. Belirsizlik arttıkça görünür göstergelere aşırı bağımlılık artar; bu da greenwashing'e elverişli bir alan yaratır.

Üçüncü sonuç, sürdürülebilirlik piyasalarının toplumsal meşruiyetinin aşınmasıdır. Greenwashing yalnızca yatırımcıları yanıltmakla kalmaz; iklim politikalarına, şirketlerin çevresel taahhütlerine ve sürdürülebilir finans araçlarına duyulan güveni de zedeler. Bir çevresel söylem, tekrarlı biçimde düşük etkili ya da çelişkili pratiklerle birlikte anıldığında toplumsal karşılığı aşınır. Bu aşınma, piyasa bazlı iklim araçlarının siyasal meşruiyetini düşürür ve kamusal müdahale ihtiyacını artırır. Daha da önemlisi, sürdürülebilirlik söyleminin içinin boşalması, toplumun çevresel dönüşüm için gerekli maliyetleri üstlenmeye yönelik rızasını zayıflatabilir. Bu nedenle greenwashing, sadece bir iletişim sorunu değil, iklim yönetişimi açısından güven erozyonu problemidir.

Dördüncü sonuç dağılımsaldır. IEA'nın 2024 verileri, Çin dışındaki gelişmekte olan ve yükselen ekonomilerin küresel temiz enerji yatırımlarından yalnızca yaklaşık yüzde 15 pay aldığını göstermektedir (IEA, 2024). Bu durum, yeşil finansın çoğu zaman dönüşüm ihtiyacının en yüksek olduğu yerlere değil, ölçüm kapasitesinin, kurumsal güvenliğin ve finansal altyapının en gelişmiş olduğu alanlara yöneldiğini düşündürmektedir. Başka bir ifadeyle sürdürülebilirlik piyasaları, gezegensel önceliklere göre değil; finansal doğrulanabilirlik ve yatırım yapılabilirlik kriterlerine göre çalışmaktadır. Böylece greenwashing ile sermaye yetersizliği aynı sistem içinde bir arada var olabilir: bir yanda aşırı pazarlanan sürdürülebilir ürünler, diğer yanda dönüşüm için kritik bölgelerde kronik finansman açığı.

Beşinci sonuç zaman boyutuyla ilgilidir. *Greenwashing*, iklim eylemini doğrudan engellemese bile geciktirebilir. Çünkü sorun çözülüyormuş görüntüsü üretmek, daha radikal düzenleme ve kamusal yatırım ihtiyacını perdeleyebilir. Sürdürülebilirlik iddialarının geniş ölçekli dolaşımı, toplumsal ve siyasal düzeyde "gerekli dönüşüm zaten başlamış durumda" algısı yaratabilir. Oysa Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)'nin uyarıları ve International Energy Agency (IEA)'nın net sıfır patikasına ilişkin hesaplamaları, mevcut yatırım düzeyi ve coğrafi dağılımın hâlen yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır (IPCC, 2023; IEA, 2024). Bu nedenle *greenwashing* yalnızca yanlış temsil değil, gecikmiş dönüşümün ekonomik maliyetlerini büyüten bir mekanizmadır.

Son olarak toplumsal düzeyde *greenwashing*, sürdürülebilirliğin anlamını dönüştürür. Çevresel sorumluluk, üretim ve tüketim ilişkilerinin yeniden örgütlenmesiyle değil; doğru finansal ürünleri seçmek, doğru fonlara yatırım yapmak ve doğru şirket açıklamalarını izlemekle özdeşleştirilmeye başlanır. Böylece kolektif çevresel meseleler, bireysel portföy tercihleri ve kurumsal marka anlatılarına indirgenir. Bu daralma, sürdürülebilirliği kamusal bir dönüşüm projesi olmaktan çıkararak tüketilebilir bir finansal kimliğe dönüştürür.

2. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bildiri, yeşil finans ile *greenwashing* (yeşil aklama) arasındaki ilişkinin yüzeysel bir "yanlış beyan" problemine indirgenemeyeceğini ortaya koymaktadır. Temel argüman şudur: *greenwashing*, finansallaşmış sürdürülebilirlik anlayışının yapısal bir sonucudur.

Sürdürülebilirlik, finansal piyasalarda sınıflandırılabilir, derecelendirilebilir ve pazarlanabilir göstergeler aracılığıyla temsil edildikçe, aktörler gerçek çevresel dönüşüm üretmekten ziyade düşük maliyetli ve güvenilir görünen sürdürülebilirlik sinyalleri üretmeye yönelmektedir.

Çalışma boyunca bu tez dört düzeyde geliştirilmiştir. İlk olarak, yeşil finans ve *greenwashing* kavramlarının esasen temsil, ölçüm ve sınıflandırma sorunları içerdiği gösterilmiştir. İkinci olarak, bilgi asimetrisi, ahlaki tehlike, yatırımcı davranışı ve sinyal teorisinin birlikte işleyerek *greenwashing* için güçlü bir teşvik yapısı oluşturduğu ortaya konmuştur. Üçüncü olarak, finansallaşma sürecinin çevresel değeri reel etkiden koparak finansal göstergelere dönüştürdüğü; bunun da Environmental, Social and Governance (ESG) derecelendirmeleri, fon isimlendirmeleri ve sürdürülebilirlik anlatıları üzerinden işleyen bir "görünürlük ekonomisi" yarattığı savunulmuştur. Son olarak, bu yapının sermaye tahsisini bozduğu, güven aşınması yarattığı, dağılımsal eşitsizlikleri derinleştirdiği ve iklim dönüşümünü geciktirebildiği vurgulanmıştır.

Bu tespitler, yeşil finansın bütünüyle reddedilmesini gerektirmemekle birlikte, onun siyasal iktisadının eleştirel biçimde yeniden düşünülmesini zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilirlik, yalnızca finansal materyaliteye (çevresel ve sosyal unsurların firma değeri ve finansal performans üzerindeki etkileri ölçüsünde değerlendirilmesi) indirgenmiş bir yatırım kriteri olarak kaldığında, en iyi ihtimalle sınırlı etki üretmekte; en kötü ihtimalle ise bir dönüşüm yanılsaması yaratmaktadır.

Bu nedenle geleceğin araştırma ve politika gündemi, sürdürülebilirliği piyasa sinyallerine indirgemeyen; etkiyi, doğrulamayı ve kamusal yönlendirmeyi merkeze alan daha güçlü bir kurumsal mimari üzerine kurulmalıdır. Ancak bu koşul altında yeşil finans, *greenwashing*'in gölgesinden çıkarak ekolojik dönüşümün gerçek bir aracı hâline gelebilecektir.

KAYNAKLAR

Akerlof, G. A. (1970). The market for "lemons": Quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics, 84*(3), 488–500.

Berg, F., Kölbel, J. F., & Rigobon, R. (2022). Aggregate confusion: The divergence of ESG ratings. *Review of Finance, 26*(6), 1315–1344.

Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The drivers of greenwashing. *California Management Review, 54*(1), 64–87.

ESMA. (2023). *ESMA finds increase in use of ESG-related language in the EU fund industry*. European Securities and Markets Authority.

ESMA. (2024a). *Fund names: ESG-related changes and their impact on investment flows*. European Securities and Markets Authority.

ESMA. (2024b). *ESMA guidelines establish harmonised criteria for use of ESG and sustainability terms in fund names*. European Securities and Markets Authority.

Gillan, S. L., Koch, A., & Starks, L. T. (2021). Firms and social responsibility: A review of ESG and CSR research in corporate finance. *Journal of Corporate Finance, 66*, 101889.

Heinkel, R., Kraus, A., & Zechner, J. (2001). The effect of green investment on corporate behaviour. *Journal of Financial and Quantitative Analysis, 36*(4), 431–449.

Holmström, B. (1979). Moral hazard and observability. *The Bell Journal of Economics, 10*(1), 74–91.

IEA. (2024). *World energy investment 2024*. International Energy Agency.

IOSCO. (2021). *Recommendations on sustainability-related practices, policies, procedures and disclosure in asset management*. International Organization of Securities Commissions.

IPCC. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Krippner, G. R. (2005). The financialization of the American economy. *Socio-Economic Review, 3*(2), 173–208.

Lagoarde-Segot, T. (2019). Sustainable finance: A critical realist perspective. *Research in International Business and Finance, 47*, 1–9.

Lagoarde-Segot, T. (2024). Greenwashing and sustainable finance: An approach anchored in the philosophy of science. *Current Opinion in Environmental Sustainability, 66*, 101397.

Lyon, T. P., & Montgomery, A. W. (2015). The means and end of greenwash. *Organization & Environment, 28*(2), 223–249.

OECD. (2020). *Developing sustainable finance definitions and taxonomies*. OECD Publishing.

OECD. (2025). *Behind ESG ratings: Unpacking sustainability metrics*. OECD Publishing.

Oehmke, M., & Opp, M. M. (2025). A theory of socially responsible investment. *The Review of Economic Studies, 92*(2), 1193–1225.

Ouma, S., Johnson, L., & Bigger, P. (2018). Rethinking the financialization of "nature". *Environment and Planning A: Economy and Space, 50*(3), 500–511.

Pedersen, L. H., Fitzgibbons, S., & Pomorski, L. (2021). Responsible investing: The ESG-efficient frontier. *Journal of Financial Economics, 142*(2), 572–597.

Riedl, A., & Smeets, P. (2017). Why do investors hold socially responsible mutual funds? *The Journal of Finance, 72*(6), 2505–2550.

Spence, M. (1973). Job market signaling. *The Quarterly Journal of Economics, 87*(3), 355–374.

SOSYAL MEDYA ERİŞİM KISITLAMALARINA KULLANICI TEPKİLERİ: TÜRKİYE'DE INSTAGRAM ENGELİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ARAŞTIRMA

Dr. Arş. Gör. Zeynep ERDOĞAN

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Pazarlama, zeyneperdogan@ohu.edu.tr, 0000 0003 1712 3114

Özet

Dijitalleşmenin hız kazandığı günümüzde bireyler sosyal medya platformlarını farklı ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanmaktadır. Kullanıcılar bu platformlardan; arkadaşlık kurma, eğlenme, bilgi edinme, sosyal etkileşim sağlama, rahatlama ve günlük yaşamın stresinden uzaklaşma gibi çeşitli doyumlar elde etmektedir. Ancak bazı dönemlerde devletler ile sosyal medya platformları arasında yaşanan anlaşmazlıklar veya yasal düzenlemeler nedeniyle erişim engelleri uygulanabilmektedir. Bu tür kısıtlamalar, sosyal medyayı aktif olarak kullanan bireylerin platformlardan elde ettikleri doyumları kesintiye uğratmakta ve çeşitli tepkiler ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışma, Kullanımlar ve Doyumlar Teorisi çerçevesinde Instagram kullanım motivasyonlarını incelemekte ve Instagram'a yönelik erişim engeli sürecinde tüketicilerin algı ve davranış eğilimlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırma verileri, Instagram kullanıcılarından oluşan 512 katılımcıya uygulanan anket aracılığıyla toplanmış ve elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak betimleyici istatistik ile analiz edilmiştir.

Araştırma bulgularına göre kullanıcılar Instagram'ı en yoğun biçimde sosyal kaçış amacıyla kullanmaktadır. Bu motivasyonu sırasıyla sosyal etkileşim, bilgi edinme, arkadaşlık kurma ve eğlence takip etmektedir. Bunun yanı sıra, erişim engeli sürecinde kullanıcıların alternatif sosyal medya platformlarına yöneldiği ve bu platformlar arasında en fazla tercih edilen platformun X olduğu belirlenmiştir. Kullanıcıların X platformunu tercih etmelerinde kullanım kolaylığı, kullanıcı dostu arayüzü ve sosyal etkileşim olanaklarının etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca erişim engeli sürecinde kullanıcıların yaşadığı olumsuz duyguların temel nedenlerinden birinin, mevcut sosyal çevreleri ve bağlantılarıyla olan etkileşimlerini kaybetme korkusu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu süreçte işletmelerin ve markaların tüketicilerin bulunduğu alternatif platformlarda aktif olmaları önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu tür erişim kısıtlamaları yerli sosyal medya platformlarının geliştirilmesi ve dijital girişimlerin desteklenmesi açısından önemli bir pazar fırsatı sunmaktadır. Bu nedenle politika yapıcıların ve girişimcilerin, yerli sosyal medya ekosistemini güçlendirecek yenilikçi platformların geliştirilmesine yönelik yatırımları ve teşvik mekanizmalarını artırmaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Medya, Instagram, Kullanımlar ve Doyumlar Kuramı, Erişim Kısıtlamaları, Erişim Engelleri

USER REACTIONS TO SOCIAL MEDIA ACCESS RESTRICTIONS: AN EMPIRICAL STUDY ON THE INSTAGRAM BAN IN TÜRKİYE

Dr. Res.Ass. Zeynep ERDOĞAN

Niğde Ömer Halisdemir University, Marketing, zeyneperdogan@ohu.edu.tr, 0000 0003 1712 3114

Abstract

In today's rapidly digitalizing world, individuals use social media platforms to satisfy different needs. Users obtain various forms of gratification from these platforms, including making friends, entertainment, obtaining information, social interaction, relaxation, and escaping the stress of daily life. However, in certain periods, access restrictions may be imposed due to disagreements between governments and social media platforms or as a result of legal regulations. Such restrictions interrupt the gratifications that active social media users receive from these platforms and lead to various reactions. This study aims to examine Instagram usage motivations within the framework of the Uses and Gratifications Theory and to reveal consumers' perceptions and behavioral tendencies during the Instagram access restriction period. The research data were collected through a questionnaire administered to 512 Instagram users. The collected data were analyzed using descriptive statistics in the SPSS software.

The findings indicate that users primarily use Instagram for social escape. This motivation is followed by social interaction, information seeking, friendship, and entertainment. In addition, the results show that users turned to alternative social media platforms during the access restriction period, with X being the most preferred platform. Ease of use, a user-friendly interface, and opportunities for social interaction were identified as the main reasons for choosing X. Furthermore, one of the primary reasons for the negative emotions experienced during the restriction period was users' fear of losing interaction with their existing social networks and connections. The findings also suggest that businesses and brands should maintain an active presence on the alternative platforms where consumers migrate during periods of access restrictions. Moreover, such restrictions create a significant market opportunity for the development of domestic social media platforms and the promotion of digital entrepreneurship. Therefore, policymakers and entrepreneurs are encouraged to increase investments and support mechanisms aimed at strengthening the domestic social media ecosystem through the development of innovative platforms.

Keywords: Social Media, Instagram, Uses and Gratifications Theory, Access Restrictions, Access Blocking

GİRİŞ

Sosyal medya platformları, günümüzde bireylerin iletişim kurma, bilgi edinme ve eğlence gibi ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle akıllı telefon kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte sosyal medya, bireylerin günlük yaşamlarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Sadiku vd., 2024:138). İnsanların akıllı telefonlarını gün boyunca yanlarından ayırmaması ve sürekli internet erişimine sahip olması, sosyal medya platformlarının yaşamın her alanında daha görünür ve etkili olmasını kaçınılmaz hale getirmiştir (Polat, 2017:165; Erden, 2026:375). Ancak bireyleri sosyal medyaya yönelten unsur yalnızca teknolojik erişim kolaylığı değildir. Sosyal medya platformlarının kullanıcılar için cazip hale gelmesini sağlayan birçok özellik bulunmaktadır: İnsanlarla hızlı ve kolay bir şekilde iletişim kurabilme, görsel ve işitsel içerikler aracılığıyla etkileşim sağlayabilme, gündemdeki yenilikleri takip edebilme, haber ve bilgiye anlık ulaşabilme, eğlence ve merak ihtiyaçlarını karşılayabilme gibi faktörler bireylerin sosyal medya kullanımını artırmaktadır (van Deventer ve Saraiva, 2025:9; Lee, 2025:403; Apak, 2025:845). Sosyal medya kullanımından bireyler psikolojik ve sosyal açıdan belirli bir doyum elde etmektedir. Bu doyum; iletişim kurma, eğlenme, bilgi edinme, kendini ifade etme ve sosyal etkileşim ihtiyaçlarının karşılanmasıyla ortaya çıkmaktadır (Whiting ve Williams, 2013:364-635; Huang, 2008:406; Dolan vd., 2016:263). Sosyal medyanın sunduğu çok yönlü özellikler, kullanıcıların platformları tercih etmesinde ve bu kullanımdan çeşitli doyumlar elde etmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum, bireylerin medya araçlarını belirli ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak amacıyla kullandığını savunan Kullanımlar ve Doyumlar Teorisi (Uses and Gratifications Theory) ile açıklanabilmektedir. Kullanımlar ve doyumlar kuramı, iletişim literatüründeki kökenleri nedeniyle sosyal medya ile ilişkilidir (Whiting ve Williams, 2013:363). Sosyal medya platformlarından biri olan Instagram, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de kullanıcı sayısı ve etkileşim düzeyi her geçen gün artan, en yaygın kullanılan sosyal medya platformlarından biri haline gelmiştir. Özellikle mobil teknolojilerin gelişmesi ve görsel içerik tüketiminin yaygınlaşmasıyla birlikte Instagram, bireylerin günlük yaşamlarının önemli bir parçası durumuna gelmiştir. Başlangıçta yalnızca fotoğraf paylaşım platformu olarak öne çıkan Instagram, zaman içerisinde video paylaşımı, hikâye özelliği, canlı yayınlar, reels içerikleri, mesajlaşma ve markaların katılımı gibi birçok yeniliği bünyesine katarak çok yönlü bir dijital iletişim ve etkileşim ortamına dönüşmüştür (Eldridge, 2026:1-3). Özellikle Instagram, yalnızca bireysel kullanım amacıyla değil; işletmeler, markalar, içerik üreticileri ve girişimciler açısından da önemli bir dijital pazarlama ve ticaret aracı haline gelmiştir. Statista (2026) verilerine göre, Ocak 2025 itibarıyla dünya genelinde pazarlamacılar arasında en çok kullanılan sosyal medya platformlarında 1. sırayı %83 ile Facebook, 2. sırayı ise %78 ile Instagram almaktadır. Küçük işletmelerden büyük markalara kadar birçok işletme, hedef kitlelerine ulaşmak, marka bilinirliği oluşturmak, ürün ve hizmet tanıtımı yapmak ve tüketicilerle doğrudan iletişim kurmak amacıyla Instagram'ı aktif şekilde kullanmaktadır. Ayrıca influencer pazarlaması faaliyetlerinin yoğun olarak yürütüldüğü platformlardan biri olması da Instagram'ın ticari önemini artırmaktadır. Bu duruma örnek olarak Statista (2026a) verileri, Avrupa'da Influencer pazarlaması faaliyetlerinde en yaygın kullanılan sosyal medya platformunun Instagram olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de yakın zamanda yaşanan ve Instagram kullanıcılarını doğrudan etkileyen erişim kısıtlaması süreci, araştırmanın temel konusunu oluşturmaktadır. Araştırma, bireylerin Instagram kullanım motivasyonlarını, erişim engeli sürecinde karşılaştıkları deneyimleri,

alternatif platformlara yönelim nedenlerini ve bu süreçte ortaya çıkan davranışsal değişimleri anlamayı amaçlamaktadır. Araştırma problemi, Kullanımlar ve Doyumlar yaklaşımı çerçevesinde, kullanıcıların genel Instagram kullanım motivasyonları ile erişim kısıtlaması döneminde sergiledikleri platform değiştirme davranışları nasıl bir görünüm sergilemektedir? Bu doğrultuda çalışmanın temel araştırma soruları aşağıda sunulmaktadır:

1. Instagram kullanıcıları platformu en çok hangi motivasyonlarla kullanmakta ve hangi doyumları elde etmektedir?

2. Instagram'a erişim kısıtlaması sürecinde, kullanıcılar hangi alternatif sosyal medya platformlarını tercih etmiş ve bu platformları tercih etme nedenleri nelerdir?

3. Instagram'a erişim kısıtlaması döneminde kullanıcılar en çok hangi tür içeriklerle etkileşim kurmuştur?

4. Instagram erişim kısıtlaması sürecinin kullanıcılar tarafından neden yoğun ve belirgin bir şekilde hissedildiği nasıl açıklanabilir?

5. Instagram erişim kısıtlaması sürecine ilişkin genel değerlendirmeler nelerdir?

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Kitle iletişim çalışmalarında uzun süre boyunca izleyicilerin pasif rolde bulunduğu düşüncesi hakimdi, ancak Kullanımlar ve Doyumlar Teorisi bu yaklaşımın aksine bir anlayış olarak ortaya çıkmıştır (Küçükkurt vd., 2009:37). Ancak bireyler, medya içeriklerini tüketme sürecinde ihtiyaçlarını karşılayarak doyuma ulaşma amacıyla aktif bir rol üstlenmektedir. Tüketiciler, içerik seçimlerini, izleme tercihlerini ve tüketim süreçlerini bilinçli ve etkin bir şekilde gerçekleştirmektedir (Çağlar Demir, 2025:31). Bu yaklaşım, 1959 yılında Elihu Katz'ın medyanın insanlara ne yaptığına yerine, insanların medya ile ne yaptığı sorusuyla ilgilenilmesi gerektiği düşüncesiyle değişim yaratmıştır (Küçükkurt vd., 2009:38). Kuram, bireylerin medya içeriklerini seçerken belirli ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla seçtiğini ve bundan bir doyum elde ettiğini göstermektedir. Bazı motivasyonlar, bilgi arama, kendini ifade etme, dokümantasyon ve normları ile trendleri takip etme gibi bilişsel ihtiyaçlarla daha yakından ilişkilidir. Diğer motivasyonlar ise bireyin kendisiyle olan bağının zayıflamasıyla bağlantılı olup, gerçeklikten kaçış ve eğlence gibi amaçları kapsamaktadır (Aksoy vd., 2025:234). Bu doyumlar; sosyal etkileşim, eğlence, bilgi arama, boş zaman değerlendirme ve rahatlama gibi çeşitli faktörler bulunmaktadır (Whiting ve Williams, 2013:364). Kullanımlar ve doyumlar kuramı, diğer disiplinlerde yaygın olarak kullanılsa da sosyal medya kullanımını açıklamada da önemli bir rol oynayabilmektedir (Whiting ve Williams, 2013:364). Her bir sosyal medya aracı, kullanıcılarına farklı türde doyumlar sağlayabilmektedir. Bu doyumlar; bireylerin sosyal medyada geçirdikleri süreyi, platform tercihlerini ve kullanım motivasyonlarını önemli ölçüde etkileyen temel faktörler arasında yer almaktadır.

Cevher ve Ustakara (2019:828), bireylerin sosyal medya kullanımından elde ettiği 6 doyum ve motivasyon faktörlerini sosyal kaçış, bilgilenme, boş zaman/eğlence, gözetim ve ifade, ekonomik fayda ve sosyal etkileşim olarak tespit etmiştir. Bireylerin internet kullanım sıklığı, kullanıcıların yetiştikleri coğrafya, sosyal medya kullanım tecrübesi ve cinsiyet değişkenlerinin sosyal medya kullanımından elde edilen doyumlar noktasında farklılaşmalara sebep olduğunu belirtmektedir. Pelletier vd., (2020:279), tüketicilerin farklı sosyal medya platformlarını

kullanma motivasyonlarını anlamak amacıyla sosyal medya platformlarının kullanım amaçları ve ortak değer yaratma davranışları açısından anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bilgi edinme amacıyla tüketiciler çoğunlukla X'i tercih ettiği; sosyal etkileşim amacıyla ise X ve Instagramın öne çıktığı belirtilmiştir. Ayrıca eğlence motivasyonu ve markalarla sosyal medya üzerinden ortak değer yaratma açısından en çok tercih edilen platform Instagram olduğu tespit edilmiştir. Üçer (2016:22), doyumlar kategorisini sosyal etkileşim, bilgi arama, zaman geçirme, eğlence, rahatlama, düşüncelerin ifadesi, kullanım kolaylığı, gözetim ve beğenilme olmak üzere çeşitli boyutlar altında sınıflandırmıştır. Bu kapsamda elde edilen bulgular, öğrencilerin en yoğun şekilde Instagram'ı kullandıklarını ve bu platformdan özellikle eğlence, zaman geçirme ve gözetleme doyumlarını sağladıklarını ortaya koymaktadır. X'in kullanım motivasyonunun daha çok haber alma ve gündemden haberdar olma amacıyla şekillendiği; genç kullanıcıların özellikle X üzerinden güncel haberleri ve gelişmeleri takip ettikleri görülmüştür.

2. YÖNTEM

Araştırmanın amacına uygun olarak geliştirilen ölçek maddeleri doğrultusunda bir anket formu hazırlanmış ve Google Forms aracılığıyla çevrim içi kanallar üzerinden veri toplanmıştır. Araştırma kapsamında; katılımcıların demografik özelliklerinin yanı sıra, Yayla (2018:41) çalışmasından Kullanımlar ve Doyumlar Teorisi çerçevesinde ele alınan eğlence, sosyal kaçış, arkadaşlık, bilgi edinme ve sosyal etkileşim boyutlarına ilişkin ifadeler uyarlanmıştır. Ayrıca, Instagram kullanımına yönelik erişim kısıtları, bu kısıtların kullanıcı davranışları üzerindeki etkileri, platform değiştirme eğilimleri ve bu değişimin nedenlerine ilişkin sorular da ankete dâhil edilmiştir. Çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanarak, katılımcıların ilgili ifadelere verdikleri yanıtların genel düzeyi ve bu yanıtların ne ölçüde farklılaştığı değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Demografik Özellikler

Tablo 1. Katılımcıların demografik bilgileri

Değişken	Özellikler	Sıklık	Yüzde
Cinsiyet	Kadın	282	55,1
	Erkek	230	44,9
Yaş	18-25	182	35,5
	36-33	23	4,5
	34-41	89	17,4
	42-49	108	21,1
	50-57	65	12,7
	58 ve üzeri	45	8,8
Medeni Durum	Evli	252	49,2
	Bekar	260	50,8
Instagram Kullanım	Her Gün	213	41,6
Sıklığı	Haftada	156	30,5
	Ayda	143	27,9
	Toplam	512	100

Araştırmaya katılan bireylerin demografik özellikleri incelendiğinde, kadın katılımcıların (n=282; %55,1) erkek katılımcılara (n=230; %44,9) kıyasla görece daha yüksek oranda olduğu görülmektedir. Yaş dağılımına bakıldığında, katılımcıların en büyük bölümünü 18–25 yaş aralığındaki bireyler oluşturmakta (%35,5); bunu 42–49 yaş aralığındaki katılımcılar (n=108; %21,1) izlemektedir. Medeni durum açısından değerlendirildiğinde ise bekâr katılımcıların (n=260; %50,8) evli katılımcılara (n=252; %49,2) göre az da olsa daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Instagram kullanım sıklığı incelendiğinde, katılımcıların büyük çoğunluğunun platformu her gün kullandığı (n=213; %41,6) belirlenmiştir. Bunu haftalık kullanım (n=156; %30,5) ve aylık kullanım (n=143; %27,9) takip etmektedir. Bu bulgular, katılımcıların önemli bir kısmının Instagram'ı düzenli ve yoğun bir şekilde kullandığını göstermektedir (Bkz Tablo 1).

3.2. Kullanımlar ve Doyumlar Değişkenlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Araştırma sorusu 1'e yanıt vermek amacıyla tüm değişkenlere ilişkin betimleyici istatistikler hesaplanmıştır: Kullanımlar ve doyumlar ölçeğinin eğlence, sosyal kaçış/rahatlama, bilgi edinme, arkadaşlık, sosyal etkileşim faktörleri olarak adlandırılmıştır. Daha sonra her bir değişkenin ortalama puanına göre karşılaştırılmış ve katılımcılar tarafından en çok aranan doyumların belirlenmesi için değişkenler sıralanmıştır. En yüksek sayısal değere sahip değişken, katılımcılar arasında en çok aranan doyum olarak kabul edilmiştir

Tablo 2. Instagram kullanıcılarından tespit edilen kullanımlar ve doyumların özeti

Kullanımlar ve Doyumlar	Ortalama (*N=512*)	Standart Sapma
Eğlence	3,68	0,45
Sosyal Kaçış/Rahatlama	3,86	0,35
Bilgi Edinme	3,76	0,60
Arkadaşlık	3,73	0,52
Sosyal Etkileşim	3,81	0,60

İlk araştırma sorusu, "Instagram kullanıcıları, platformu kullanırken hangi doyumları en çok aramaktadır?" şeklindedir. Betimleyici istatistikler Tablo 2'de sunulmuştur. Elde edilen bulgular incelendiğinde, katılımcıların Instagram kullanımına ilişkin doyum düzeylerinin orta ve orta-üst seviyede yoğunlaştığı görülmektedir. En yüksek ortalama değer sosyal kaçış/rahatlama boyutuna aittir (ort = 3,86; ss = 0,35). Bunu sırasıyla sosyal etkileşim (ort = 3,81; ss = 0,60), bilgi edinme (ort = 3,76; ss = 0,60), arkadaşlık (ort = 3,73; ss = 0,52) ve eğlence (ort = 3,68; ss = 0,45) takip etmektedir (Bkz. Tablo 2).

3.3. Instagram Erişim Engeline İlişkin Betimsel İstatistikler

Bu araştırma kapsamında Instagram erişim engeli sürecine ilişkin kullanıcı deneyimleri çok boyutlu olarak ele alınmıştır. Bu doğrultuda, kullanıcıların erişim engeli sonrasında alternatif sosyal medya platformlarını tercih etme nedenleri, erişim kısıtlaması döneminde sosyal medya üzerinden ilgi gösterdikleri içerik türleri ve bu süreçte yaşanan kesintinin ne ölçüde yoğun hissedildiği ve buna yol açan nedenler incelenmiştir. Ayrıca, erişim kısıtlamalarına yönelik katılımcı değerlendirmeleri analiz edilerek genel tutumlar ortaya konulmuş ve Instagram erişim engeli sonrasında alternatif platformlara yönelme eğiliminin düzeyi değerlendirilmiştir.

Tablo 3. Instagram Erişim Engelinin Ardından Yönelinen Alternatif Platformları Tercih Etme Nedenleri

Faktör	Frekans (n)	Yüzde (%)
Kolay ve kullanıcı dostu arayüz	104	20,3
Sosyal bağlantı kurma imkânı ve etkileşim fırsatları	103	20,1
Hızlı ve kesintisiz erişim ile güvenlik ve gizlilik önlemleri	102	19,9
Çeşitli ve ilgi çekici içeriklerin bulunması	101	19,7
Toplam	**512**	**100,0**

Tablo 3, Instagram erişim engelinin ardından katılımcıların yöneldiği alternatif platformları tercih etme nedenlerine ilişkin bulgular incelendiğinde, katılımcıların %20,3'ü (n=104) kolay ve kullanıcı dostu arayüzün önemli bir tercih nedeni olduğunu belirtirken, %20,1'i (n=103) sosyal bağlantı kurma imkânı ve etkileşim fırsatlarının belirleyici olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, katılımcıların %19,9'u (n=102) hızlı ve kesintisiz erişim ile güvenlik ve gizlilik önlemlerini öncelikli tercih nedeni olarak belirtmiştir. Benzer şekilde, %19,7'si (n=101) ise çeşitli ve ilgi çekici içeriklerin bulunmasının alternatif platform tercihinde etkili olduğunu ifade etmiştir.Genel olarak bulgular, kullanıcıların alternatif platform seçiminde hem işlevsel özellikleri (hız, erişim, güvenlik) hem de içerik ve sosyal etkileşim imkânlarını birlikte değerlendirdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 4. Instagram Erişim Engeli Uygulandığında İlgilenilen İçerik Türleri

İçerik Türü	Frekans (n)	Yüzde (%)
Sosyal bağlantılar ve etkileşim	132	25,8
Haber ve güncel içerikler	131	25,6
Bilgilendirici içerikler	127	24,8
Eğlence ve video içerikleri	122	23,8
Toplam	**512**	**100,0**

Tablo 4, Instagram erişim engeli uygulandığında katılımcıların sosyal medya üzerinden ilgi gösterdikleri içerik türleri incelendiğinde, katılımcıların %25,8'i (n=132) sosyal bağlantılar ve etkileşim odaklı içeriklerle daha fazla ilgilendiğini belirtmiştir. Bunu takiben %25,6'sı (n=131) haber ve güncel içeriklere yöneldiğini ifade etmiştir. Katılımcıların %24,8'i (n=127) bilgilendirici içerikleri tercih ederken, %23,8'i (n=122) eğlence ve video içerikleriyle daha fazla ilgilendiğini bildirmiştir. Elde edilen bulgular, erişim kısıtı sürecinde kullanıcıların içerik tercihlerinin oldukça dengeli dağıldığını ve hem sosyal etkileşim hem de bilgi ve eğlence temelli içeriklerin birlikte önem kazandığını göstermektedir.

Tablo 5. Instagram Erişim Engeli Durumunu Yoğun Hissetme Nedenleri

Sorun	Frekans (n)	Yüzde (%)
Sosyal bağlantılarını kaybetme korkusu	89	17,4
Kişisel ve profesyonel kimlik arasındaki rol sorunları	83	16,2
Günlük rutin ve alışkanlıkların bozulması	82	16,0
Duygusal ve psikolojik etkiler	82	16,0
Sosyal medya üzerinden bilgi ve güncellemeleri takip edememe	67	13,1
Zaman geçirme ve eğlence kaynağının azalması	59	11,5
Başkalarıyla iletişim kurmada yaşanan zorluklar	50	9,8
Toplam	**512**	**100,0**

Tablo 5, Instagram erişim engeli veya çeşitli nedenlerle platforma erişimin sağlanamadığı durumlarda, bu durumun yoğun şekilde hissedilmesine yol açan nedenler incelendiğinde katılımcıların %17,4'ü (n=89) sosyal bağlantıları kaybetme korkusunu en temel neden olarak ifade etmiştir. Bunu %16,2'si (n=183) kişisel ve profesyonel kimlik/marka yönetimiyle ilgili sorunlar takip etmektedir. Katılımcıların %16'sı (n=82) günlük rutin ve alışkanlıkların bozulması ve yine %16'sı (n=82) duygusal ve psikolojik etkiler yaşadıklarını belirtmiştir. Ayrıca %13,1'i (n=67) sosyal medya üzerinden bilgi ve güncellemeleri takip edememe sorununu vurgulamıştır. Bunlara ek olarak katılımcıların %11,5'i (n=59) zaman geçirme ve eğlence kaynağının azalmasını önemli bir neden olarak belirtirken, %9,8'i (n=50) başkalarıyla iletişim kurmada yaşanan zorlukların bu durumu daha yoğun hissetmelerine yol açtığını ifade etmiştir. Genel olarak bulgular, erişim kısıtının katılımcılar üzerinde hem sosyal bağlantılar hem de bireysel kullanım alışkanlıkları açısından çok boyutlu etkiler yarattığını göstermektedir.

Tablo 6.Instagram Erişim Kısıtlamalarına İlişkin Katılımcı Değerlendirmeleri

Görüş	Frekans (n)	Yüzde (%)
Sosyal medya kısıtlamalarının toplumsal etkilerine ilişkin daha fazla kamuoyu tartışmasının yapılması gerektiğini vurgulayanlar	226	44,2
Devletin sosyal medya alanında dengeleyici uygulamalar geliştirerek kabul etmede birlikte mevcut uygulama biçimlerinin memnun olmadıklarını belirtenler	145	28,3
Bu tür kısıtlamaların kullanıcıların mevcut platformlardan alternatif platformlara yönelmesine neden olduğunu belirtenler	141	27,5
Toplam	**512**	**100,0**

Tablo 6, Instagram erişim kısıtlamalarına ilişkin katılımcı değerlendirmeleri incelendiğinde, katılımcıların %44,2'i (n=226), sosyal medya kısıtlamalarının toplumsal etkilerine ilişkin daha fazla kamuoyu tartışmasının yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca katılımcıların %28,3'ü (n=145), devletin sosyal medya alanında düzenlemeler yapması gerektiğini kabul etmekle birlikte, mevcut uygulama biçimlerinden memnun olmadıklarını ifade etmiştir. Katılımcıların %27,5'i (n=141), bu tür kısıtlamaların kullanıcıların mevcut platformlardan alternatif platformlara yönelmesine neden olduğunu belirtmiştir. Elde edilen bulgular, katılımcıların sosyal medya kısıtlamalarına yönelik değerlendirmelerinin tek boyutlu olmadığını; düzenleme ihtiyacının kabul edilmekle birlikte uygulama biçimi, kullanıcı davranışları ve toplumsal etkiler açısından farklı bakış açıları içerdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Instagram'a Erişim Engeli Sonrasında Alternatif Sosyal Medya Platformlara Eğilim Düzeyi

Sosyal Medya Platformu	Frekans (n)	Yüzde (%)
X	328	64,0
TikTok	99	19,4
YouTube	85	16,6
Toplam	**512**	**100,0**

Tablo 7, Instagram'a erişim engeli sonrasında kullanıcıların alternatif sosyal medya platformlarına eğilim düzeylerine göre katılımcıların büyük çoğunluğu %64,0 (n=328) ile X platformuna yönelmiştir. Bunu %19,4 (n=99) ile TikTok ve %16,6 (n=85) ile YouTube izlemektedir. Elde edilen veriler, kullanıcıların erişim engeli sonrasında alternatif platformlara yöneliminde temel motivasyonun sosyal bağlantıları sürdürme ve etkileşim ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda özellikle X platformunun, anlık iletişim, gündem takibi ve etkileşim olanakları sunması nedeniyle daha fazla tercih edildiği değerlendirilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Kullanımlar ve Doyumlar Yaklaşımı perspektifinden elde edilen bulgular, kullanıcıların Instagram kullanımında birden fazla doyum türü elde ettiğini ve bu doyumların ortalamalarının hiyerarşik bir yapı içinde şekillendiğini göstermektedir. Sheldon vd., (2021:6), her bir sosyal medya platformu, kendine özgü davranış biçimlerini ve etkileşim türlerini teşvik etmekte; bu durum da farklı kullanıcı motivasyonlarını yansıttığını belirtmektedir. Bulgulara göre Instagram kullanımında en baskın doyum türü *sosyal kaçış/rahatlama* olup, kullanıcıların günlük yaşamda karşılaştıkları iş, eğitim ve sosyal sorumluluklardan kaynaklanan stres ve baskıdan uzaklaşmak amacıyla platforma yöneldikleri anlaşılmaktadır. Bu durum, Instagram'ın yalnızca bir iletişim aracı değil, aynı zamanda psikolojik rahatlama sağlayan dijital bir "kaçış alanı" olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır. Kullanıcılar, bu ortamda gündelik baskılardan geçici olarak uzaklaşmakta ve zihinsel bir rahatlama deneyimi yaşamaktadır. Ramazanoğlu ve Toytok (2021:446), Kırcaburun ve Griffiths (2019:918) ve Davis vd. (2025:12), çalışmalarında bu durumu ortaya koymaktadır.

İkinci önemli doyum boyutunu sosyal etkileşim oluşturmaktadır. Bu boyut, bireylerin Instagram aracılığıyla hem mevcut sosyal çevreleriyle iletişimlerini sürdürme hem de yeni sosyal bağlantılar kurarak etkileşim ağlarını genişletme eğilimlerini ifade etmektedir. Bu kapsamda bireyler, fiziksel olarak bir arada olmadıkları ya da doğrudan ulaşamadıkları kişilerin yaşamlarını Instagram üzerinden takip edebilmekte, onların paylaşımlarını izleyebilmekte ve bu içeriklere beğeni veya yorum yoluyla etkileşimde bulunabilmektedir. Ayrıca bireyler, sosyal çevrelerindeki kişilerin günlük yaşamlarına ilişkin gelişmeleri merak etmekte ve bu içerikleri izleme eğilimi göstermektedir. Bu yönüyle Instagram, hem mevcut ilişkilerin sürdürülmesine hem de sosyal çevrenin genişletilmesine imkân tanıyan, etkileşimi sürekli ve kolay erişilebilir hale getiren önemli bir dijital platform olarak öne çıkmaktadır. İnsanlar hem ilişkilerini sürdürmek, hem meraklarını gidermek, hem de sosyal olarak bağlantıda kalmak için Instagram'ı doğal bir etkileşim alanı olarak kullanabilmektedir. Huang ve Su (2018:6), Sheldon vd. (2021:6) çalışmalarında bunu desteklemektedir.

Üçüncü sırada yer alan *bilgi edinme* doyumu, Instagram'ın işlevsel yönünü ortaya koymaktadır. Kullanıcılar, gündelik yaşamla ilgili kararlarında platformu bir bilgi kaynağı olarak kullanmakta ve bu süreçten fayda sağlamaktadır (Karaçar, 2025:1460). Sheldon ve Bryant, (2016:89), Mayangsari ve Salim (2021:175) çalışmasında bu durumu desteklemektedir.

Dördüncü önemli doyum türü *arkadaşlık* ile ilgilidir. Instagram, kullanıcıların hem yakın çevreleriyle ilişkilerini sürdürmesine hem de farklı coğrafyalardan ve kültürlerden bireylerle iletişim kurmasına imkân tanımaktadır. Al-Jbour vd. (2024:10), Sakinah (2021:95) çalışmasında arkadaşlık faktörünün önemi vurgulamaktadır. Son olarak *eğlence* doyumu, platform kullanımının önemli bir tamamlayıcı unsurunu oluşturmaktadır. Kullanıcılar, kısa video içerikleri, görsel paylaşımlar ve eğlenceli içerikler aracılığıyla günlük yaşamın monotonluğundan uzaklaşmakta ve zihinsel bir yenilenme deneyimi yaşamaktadır. Bu durum, Instagram'ın hem duygusal hem de bilişsel rahatlama sağlayan çok işlevli bir platform olduğunu göstermektedir. Yayla (2021:61) çalışmasında eğlence faktörünün önemini vurgulamaktadır.

Instagram kullanıcılarının erişim engelini yoğun bir şekilde hissetmelerinin temel nedeni, platformun onlar için yalnızca bir eğlence aracı değil, aynı zamanda önemli bir sosyal iletişim ve kimlik alanı olmasıdır. Kullanıcılar bu süreçte özellikle sosyal bağlantılarını kaybetme endişesi yaşamış; arkadaşlarıyla, takip ettikleri kişilerle ve sosyal çevreleriyle olan etkileşimlerinin kesintiye uğramasından olumsuz etkilenmişlerdir. Bunun yanında, Instagram'ın bireyler için kişisel ve profesyonel kimliklerini yönetmede önemli bir araç olması da bu etkiyi artırmıştır. Instagram yalnızca bireysel kullanıcılara değil, aynı zamanda markalara, işletmelere ve işini Instagram'a taşıyan endüstriyel üreticilere de faaliyetlerini sürdürme imkânı sağlamaktadır. Bu durum, Instagram'ın bir pazar yeri haline gelmesine katkıda bulunmaktadır (Garip, 2019:12). Instagram kullanıcılarının erişim kısıtlamalarına ilişkin değerlendirmeleri incelendiğinde, katılımcıların konuya hem toplumsal hem de yönetsel açıdan yaklaştıkları görülmektedir. Bulgulara göre çoğunluk, sosyal medya kısıtlamalarının yalnızca bireysel değil, aynı zamanda geniş toplumsal etkiler doğurduğunu ve bu nedenle bu konu hakkında daha fazla kamuoyu tartışmasının yapılması gerektiğini düşünmektedir. Katılımcılar, sosyal medya kısıtlamalarının ifade özgürlüğü, bilgiye erişim ve iletişim süreçleri üzerindeki etkilerinin daha açık ve kapsamlı şekilde tartışılmasının önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, kullanıcıların önemli bir kısmı devletin sosyal medya alanında düzenleyici rol üstlenmesini gerekli görmekte ve belirli çerçevelerde regülasyon yapılmasını desteklemektedir. Ancak bu desteğe rağmen, mevcut uygulama biçimlerine yönelik memnuniyetsiz olduğu belirtilmektedir. Sosyal medya platformlarının faaliyet gösterdikleri ülkelerde yalnızca teknik bir iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda toplumsal, hukuki ve kültürel bir aktör olarak da konumlandığı kabul edilmektedir. Bu nedenle platformların, hizmet sundukları ülkelerin anayasal düzenine, yürürlükteki yasalara ve kamu düzenini korumaya yönelik mevzuatına uygun şekilde hareket etmeleri beklenmektedir. Özellikle ifade özgürlüğü ile kamu güvenliği, kişisel hakların korunması ve ulusal güvenlik arasındaki denge gözetilerek oluşturulan düzenlemelere uyum, platformların sürdürülebilir faaliyetleri açısından kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede sosyal medya şirketlerinin, yerel hukuk sistemleriyle uyumlu içerik denetim mekanizmaları geliştirmeleri, yasa dışı veya zararlı içeriklere karşı hızlı müdahale etmeleri ve devletlerin yasal taleplerine (örneğin mahkeme kararları veya yetkili kurum bildirimleri) gerekli ölçüde karşılık vermeleri beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Al-Jbouri, E., Volk, A. A., Spadafora, N., & Andrews, N. C. (2024). Friends, Followers, Peers, And Posts: Adolescents' In-Person And Online Friendship Networks And Social Media Use İnfluences On Friendship Closeness Via The İmportance Of Technology For Social Connection. Frontiers İn Developmental Psychology, 2, 1-15.

Apak, D. (2025). Siyasi Düşüncelerin Sosyal Medyada Paylaşılmasında Motivasyonların Rolü. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 24(2), 837-856.

Cevher, R. & Ustakara, F., (2019). Kullanımlar Ve Doyumlar Teorisi Bağlamında Sosyal Medya Kullanımına Yönelik Bir Araştırma. Journal Of Social, Humanties and Administrative Sciences.

Davis, K., Landesman, R., Yoon, J., Kim, J., Munoz Lopez, D. E., Magis-Weinberg, L., & Hiniker, A. (2025, April). "You Go Through So Many Emotions Scrolling Through Instagram": How Teens Use Instagram To Regulate Their Emotions. In Proceedings Of The 2025 Chı Conference On Human Factors İn Computing Systems.1-16.

Dolan, R., Conduit, J., Fahy, J., & Goodman, S. (2016). Social Media Engagement Behaviour: A Uses And Gratifications Perspective. Journal Of Strategic Marketing, 24(3-4), 261-277.

Eldridge, A. (2026). Instagram. Britancca Money. Erişim Tarihi: 01.06.2026. https://www.britannica.com/money/ınstagram

Erden, N. K. (2026). Sosyal Medya Kullanımının Çalışanlar Arası Sözlü İletişime Etkileri. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 30(1), 373-390.

Garip, S. (2019). Instagramın Marka İletişiminde Kullanımı: Marka Kişiliği Göstergeleri Açısından Bir Değerlendirme. Uluslararası Sosyal Bilimler Akademik Araştırmalar Dergisi, 3(2), 11-22.

Huang, E. (2008). Use And Gratification In E-Consumers. Internet Research, 18(4), 405-426.

Huang, Y. T., & Su, S. F. (2018). Motives For Instagram Use and Topics Of Interest Among Young Adults. Future Internet, 10(8), 77.1-22.

Karaçar, E. (2025). Türkiye'deki Rekreasyon Temalı Instagram Hesaplarının İçerik Analizi Yöntemiyle İncelenmesi. Journal of Gastronomy, Hospitality And Travel, 8(4). 1459-1471.

Kırcaburun, K., & Griffiths, M. D. (2019). Problematic Instagram Use: The Role Of Perceived Feeling Of Presence And Escapism. International Journal of Mental Health And Addiction, 17(4), 909-921.

Küçükkurt, M., Murat Hazar, Ç., Çetin, M., & Topbaş, H. (2009). Kullanımlar Ve Doyumlar Yaklaşımı Perspektifinden Üniversite Öğrencilerinin Medyaya Bakışı. Selçuk İletişim, 6(1), 37-50.

Lee, S. (2025). What Triggers Customer Curiosity? Exploring The Role Of Branded Content Experience Design On Customer Response. Journal Of Hospitality & Tourism Research, 49(3), 403-416.

Mayangsari, D., & Salim, M. (2021, November). The Effectiveness of University Instagram Account As Information Media For Students. In 3rd Jogjakarta Communication Conference (Jcc 2021) (Pp. 175-178). Atlantis Press.

Pelletier, M. J., Krallman, A., Adams, F. G., & Hancock, T. (2020). One Size Doesn't Fit All: A Uses And Gratifications Analysis Of Social Media Platforms. Journal Of Research İn Interactive Marketing, 14(2), 269-284.

Polat, R. (2017). Dijital Hastalik Olarak Nomofobi. Yeni Medya Elektronik Dergisi, 1(2), 164-172.

Ramazanoğlu, M. & Toytok, E. H. (2021). An Investigation Of Pre-Service Teachers' Motives For Using Instagram: Pre-Service Teachers' Motives For Using Instagram. International Journal Of Curriculum And Instruction, 13(1), 437-449.

Sadiku, M., Kotteti, C., & Sadiku, J. O. (2024). Social Media In Entertainment. International Journal Of Multidisciplinary Research And Growth Evaluation, 5(1), 137-141.

Sakinah, S. (2021). Jurnal Pewarta Indonesia. Jurnal Pewarta Indonesia, 3(2-2021), 95-104.

Sheldon, P., Antony, M. G., & Ware, L. J. (2021). Baby Boomers' Use Of Facebook And Instagram: Uses And Gratifications Theory And Contextual Age Indicators. Heliyon, 7(4).

Sheldon, P., & Bryant, K. (2016). Instagram: Motives For Its Use And Relationship To Narcissism And Contextual Age. Computers İn Human Behavior, 58, 89-97.

Statista. (2016). Most Used Social Media Platforms By Marketers Worldwide As Of January 2025. Statista. Erişim Tarihi: 01.06.2026. https://www.statista.com/statistics/259379/social-media-platforms-used-by-marketers-worldwide/

Statista. (2026a). Most Used Social Media Platforms For İnfluencer Marketing According To Decision Makers In Selected Countries İn Western Europe As Of October 2025. Erişim Tarihi: 01.06.2026. https://www.statista.com/statistics/1557181/most-used-social-media-platforms-influencer-marketing-europe/?srsltid=afmboopss2aap_cgw1r0t0gekbxs9kfxpne_tiyge8dyy_dvwkpıycye

Üçer, N. (2016). Kullanımlar Ve Doyumlar Yaklaşımı Bağlamında Gençlerin Sosyal Media Kullanımına Yönelik Niteliksel Bir Araştırma. Global Media Journal: Turkish Edition, 6(12).

Van Deventer, M., & Saraiva, M. (2025). Antecedents Of Generation Y Consumers' Perceived Value Of Social Media Advertisements. Cogent Social Sciences, 11(1), 1-16.

Whiting, A., & Williams, D. (2013). Why People Use Social Media: A Uses And Gratifications Approach. Qualitative Market Research: An İnternational Journal, 16(4), 362-369.

Yayla, H. M. (2018). Kullanımlar ve Doyumlar Bağlamında Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Öğrencilerinin Sosyal Medya Kullanımı: Instagram Örneği. *Selçuk İletişim*, *11*(1), 40-65.

ENDÜSTRİYEL PAZARLAMA VE TEDARİKÇİ ARAŞTIRMALARINA BİBLİYOMETRİK BİR BAKIŞ (1970–2026)

Arş. Gör. İdil GÖKGÖZ1/ Dr. Öğr. Üyesi. Fatma Sena YAMAN2/ Doç. Dr. Mehmet GÖKERİK

1Karabük Üniversitesi İşletme Fakültesi Bankacılık ve Finans Bölümü, idilgokgoz@karabuk.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1571-5554

2Karabük Üniversitesi İşletme Fakültesi Halkla İlişkiler ve Tanıtım Bölümü, fatmasenayaman@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8131-6714

3Karabük Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, mehmetgokerik@karabuk.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0827-5805

ÖZET

Bu çalışma, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında üretilen bilimsel yazının bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, Scopus veri tabanından 1970-2026 yılları arasında yayımlanmış 184 bilimsel belge (makale, kitap, kitap bölümü, konferans bildirisi ve diğer akademik yayın türleri) derlenmiş ve R Studio ortamında analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, tablo ve grafikler aracılığıyla görselleştirilerek sunulmuştur. Analiz kapsamında öne çıkan yazarlar, en çok atıf alan yayınlar, etkili kurumlar ve ülke dağılımları detaylı biçimde değerlendirilmiştir. Bulgular, ilgili literatürün yıllık %3,54 oranında büyüme gösterdiğini ve toplam 9.826 atıf ile güçlü bir bilimsel görünürlüğe ulaştığını ortaya koymaktadır. Makale başına ortalama 36,57 atıf düzeyine ulaşılması, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında üretilen çalışmaların akademik yazında önemli bir karşılık bulduğunu göstermektedir. İncelenen belgelerin büyük bölümünün makale türünde yayımlanmış olması, alanın hakemli dergi yayınları etrafında gelişen güçlü bir araştırma zemini oluşturduğuna işaret etmektedir. Yayın üretiminin özellikle Industrial Marketing Management, Journal of Business and Industrial Marketing ve Journal of Business to Business Marketing gibi dergilerde yoğunlaştığı; yazar düzeyinde ise Holmen E., Johnsen R. E., Pedersen A., Ryu S. ve Wilkinson I. gibi araştırmacıların öne çıktığı tespit edilmiştir. Kurumsal ve coğrafi dağılım açısından Uppsala Üniversitesi, Vaasa Üniversitesi, Stockholm Ekonomi Üniversitesi ve Güney Danimarka Üniversitesi'nin önemli katkılar sunduğu; ülke bazında ise ABD, Birleşik Krallık, Çin ve İsveç'in literatürde belirgin bir görünürlüğe sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular bütünsel olarak değerlendirildiğinde, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları yazınının uzun dönemli, kademeli ve çok merkezli bir gelişim sergilediği; işletmeler arası ilişkiler, tedarikçi iş birliği, değer yaratımı ve tedarik zinciri etkileşimleri bağlamında güçlü bir akademik birikime ulaştığı söylenebilir. Bu çalışma, alanın mevcut eğilimlerini ortaya koyarak gelecekte yürütülecek araştırmalara kavramsal ve yöntemsel bir yol haritası sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel pazarlama, tedarikçi araştırmaları, pazarlama, bibliyometrik analiz, akademik eğilimler

A BIBLIOMETRIC OVERVIEW OF INDUSTRİAL MARKETİNG AND SUPPLIER RESEARCH (1970–2026)

ABSTRACT

This study aims to examine the scientific literature produced in the fields of industrial marketing and supplier research through bibliometric analysis. Within the scope of the research, 184 scientific documents, including articles, books, book chapters, conference papers, and other types of academic publications published between 1970 and 2026, were collected from the Scopus database and analyzed in the R Studio environment. The obtained data were visualized and presented through tables and graphs.

Within the scope of the analysis, prominent authors, the most cited publications, influential institutions, and country distributions were evaluated in detail. The findings reveal that the relevant literature has grown at an annual rate of 3.54% and has achieved strong scientific visibility with a total of 9,826 citations. The average citation rate of 36.57 citations per article indicates that studies produced in the field of industrial marketing and supplier research have received significant recognition in the academic literature.

The fact that the majority of the examined documents were published as articles suggests that the field has developed a strong research foundation centered on peer-reviewed journal publications. It was found that publication output is particularly concentrated in journals such as *Industrial Marketing Management*, *Journal of Business and Industrial Marketing*, and *Journal of Business to Business Marketing*. At the author level, researchers such as Holmen E., Johnsen R. E., Pedersen A., Ryu S., and Wilkinson I. were identified as prominent contributors.

In terms of institutional and geographical distribution, Uppsala University, the University of Vaasa, the Stockholm School of Economics, and the University of Southern Denmark were found to have made significant contributions. At the country level, the United States, the United Kingdom, China, and Sweden were determined to have a notable presence in the literature.

When the findings are evaluated holistically, it can be stated that the literature on industrial marketing and supplier research has demonstrated a long-term, gradual, and multi-centered development, reaching a strong academic accumulation in the context of business-to-business relationships, supplier collaboration, value creation, and supply chain interactions. This study aims to reveal the current trends in the field and to provide a conceptual and methodological roadmap for future research.

Keywords: Industrial Marketing, supplier research, marketing, bibliometric analysis, research trends

GİRİŞ

Küreselleşme, dijitalleşme ve tedarik zincirlerinin karmaşıklaşması, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmalarını işletme literatürünün önemli araştırma alanlarından biri haline getirmiştir (Möller ve Halinen, 2017; Pagani ve Pardo, 2017). Rekabet koşullarında işletmeler arası ilişkiler, tedarikçi seçimi, alıcı-satıcı etkileşimleri, değer yaratımı, uzun dönemli iş birlikleri ve tedarik zinciri ilişkileri daha stratejik bir konuma taşınmıştır (Cortez ve Johnston, 2017; Sjödin vd., 2020). Bu konum nedeniyle, endüstriyel pazarlamanın yalnızca ürün ve hizmetlerin örgütler arasında değişimini açıklayan dar kapsamlı bir alan olarak değil; aynı

zamanda güven, bağlılık, karşılıklı bağımlılık, bilgi paylaşımı ve ortak değer üretimi gibi çok boyutlu ilişkisel süreçleri inceleyen dinamik bir araştırma sahası olarak ele alınmasını gerekmektedir (Cortez ve Johnston, 2017; Möller ve Halinen, 2017).

Endüstriyel pazarlama bağlamında tedarikçiler, işletmelerin üretim, kalite, yenilik, maliyet avantajı ve pazara uyum sağlama süreçlerinde belirleyici aktörler olarak değerlendirilmektedir (Sjödin vd., 2020). Özellikle tedarik zincirlerinin uluslararasılaşması, dijital teknolojilerin işletmeler arası ilişkilere dâhil olması ve pazar belirsizliklerinin artması, tedarikçi ilişkilerinin yalnızca operasyonel bir satın alma faaliyeti olarak görülmesini yetersiz kılmıştır (Cortez ve Johnston, 2020; Pagani ve Pardo, 2017;). Bu kapsamda tedarikçi ilişkileri, işletmelerin sürdürülebilir rekabet üstünlüğü elde etmelerinde stratejik bir kaynak olarak ele alınmalıdır (Möller ve Halinen, 2017; Sjödin vd., 2020). İşletmeler arası pazarlama literatüründe tedarikçi iş birliği, ağ ilişkileri, dijital etkileşimler, ortak yenilik geliştirme ve değer yaratımı gibi konuların giderek daha fazla önem kazanması, alanın hem teorik hem de uygulamaya dönük açıdan genişleyen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Pagani ve Pardo, 2017; Paschen vd., 2019).

Son yıllarda pazarlama alanında dijitalleşme, yapay zekâ, büyük veri, kriz yönetimi ve ağ temelli iş birlikleri gibi konuların ön plana çıktığı görülmektedir (Holmlund vd., 2020; Paschen vd., 2019; Syam ve Sharma, 2018). Bu durum, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmalarının klasik alıcı-satıcı ilişkilerinin yanı sıra dijital iş modelleri, veri odaklı karar süreçleri ve işletmeler arası değer ortaklıkları bağlamında yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır (Pagani ve Pardo, 2017; Sjödin vd., 2020).

Endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında uzun yıllar boyunca üretilen bilimsel çalışmalar, kapsamlı bir literatür birikiminin oluşmasını sağlamıştır. Ancak bu birikimin zaman içinde genişlemesi, alanın yapısının, temel yayın mecralarının, öncü yazarlarının, hangi kurumların ya da ülkelerin akademik katkılar sunduğunu, yüksek atıf alan çalışmaları ve çalışmaların ne ölçüde etki yarattığını ve bütüncül biçimde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır (Donthu vd., 2021; Mukherjee vd., 2022). Bu nedenle, ilgili literatürün nicel göstergeler ve bilim haritalama yaklaşımları aracılığıyla analiz edilmesi önem taşımaktadır (Donthu vd., 2021). Bibliyometrik analiz yöntemi, geniş literatür yığınlarının sistematik biçimde incelenmesine, akademik üretim eğilimlerinin görünür kılınmasına ve alanın kavramsal ve yapısal özelliklerinin ortaya konulmasına olanak sağlaması bakımından önemli bir yöntemsel araç olarak değerlendirilmektedir (Donthu vd., 2021; Mukherjee vd., 2022).

Bu çalışmanın temel amacı, 1970-2026 yılları arasında endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında temel eğilimleri, öncü yazar ve çalışmaları bibliyometrik analiz yöntemiyle ortaya koymaktır.

Çalışmanın özgün değeri, 1970-2026 yıllarını kapsayan geniş bir tarihsel dönemde endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanındaki bilimsel üretimi bütüncül bir perspektifle değerlendirmesiyle oluşmaktadır. Elde edilen bulguların, alanın uzun dönemli gelişim çizgisini, akademik eğilimlerini, temel aktörlerini ve kavramsal yönelimlerini görünür kılması beklenmektedir. Bu yönüyle çalışmanın, endüstriyel pazarlama, tedarikçi ilişkileri, işletmeler arası pazarlama ve tedarik zinciri iş birliği konularında gelecekte yürütülecek araştırmalar için kavramsal ve yöntemsel bir yol haritası sunacağı değerlendirilmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında üretilen bilimsel yazının tarihsel gelişimini ve akademik eğilimlerini ortaya koymak amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi benimsenmiştir. Bibliyometrik analiz, geniş literatür kümelerinin nicel göstergeler aracılığıyla sistematik biçimde incelenmesine, bilimsel üretimin yıllar, yazarlar, kurumlar, ülkeler, yayın mecraları ve atıf ilişkileri bakımından değerlendirilmesine olanak sağlayan bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Donthu vd., 2021). Araştırma kapsamında 1970-2026 yılları arasında yayımlanmış 184 bilimsel belge ele alınmış ve elde edilen veriler belge türleri, yayınların tarihsel dağılımı, en çok çalışma yapılan dergiler, en çok yayın yapan ve en çok atıf alan yazarlar, alanda en çok yayın yapan üniversiteler ve ülkeler, en fazla atıf alan makaleler açısından analiz edilmiştir. Verilerin analiz edilmesi ve görselleştirilmesi sürecinde R tabanlı bibliometrix paketi ve bu paketin web arayüzü olan biblioshiny yazılımından yararlanılmıştır. Söz konusu yazılım, bibliyografik verilerin işlenmesi, tanımlayıcı istatistiklerin üretilmesi, bilimsel iş birliği örüntülerinin ve kavramsal yapıların haritalandırılması bakımından kapsamlı bir analiz zemini sunmaktadır (Aria ve Cuccurullo, 2017). Analiz sürecinde öncelikle veri seti gözden geçirilmiş, ardından bibliyometrik göstergeler üzerinden alanın genel yapısı değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular tablolar aracılığıyla yorumlanmıştır.

BULGULAR

Araştırma kapsamında, “industrial marketing” ve “supplier” anahtar kelimeleri kullanılarak Scopus veri tabanında gerçekleştirilen tarama sonucunda, 1970–2025 yılları arasındaki toplam 184 belge (makale, kitap, kitap bölümü, konferans bildirisi vb.) veri setine dâhil edilmiştir. Elde edilen veriler, açık kaynaklı R tabanlı bir paket olan Bibliometrix kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde, yıllara göre yayın eğilimleri, en üretken yazarlar, en çok atıf alan yayınlar, yayın yapılan dergiler, kurumlar ve ülkeler gibi göstergeler sistematik biçimde değerlendirilmiştir.

Bu yöntemsel yaklaşım, hem nicel veriye dayalı genel bir literatür haritası sunmakta hem de alandaki araştırma eğilimlerinin zamansal ve kurumsal dağılımını detaylandırarak literatürdeki boşlukların belirlenmesine katkı sağlamaktadır.

Tablo 1. Çalışmalar Hakkında Genel Bilgiler

Açıklama	**Sonuçlar**	**Açıklama**	**Sonuçlar**
Veri Hakkında Ana Bilgiler		**Çalışma Türleri**	
Zaman Aralığı	1970-2026	Makale	156
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar, vb.)	44	Kitap	1
Toplam Çalışma	184	Kitap Bölümü	12
Yıllık Büyüme Oranı (%)	3,54	Konferans Bildirisi	2
Makale Başına Ortalama Atıf	36,57	Düzeltme	3

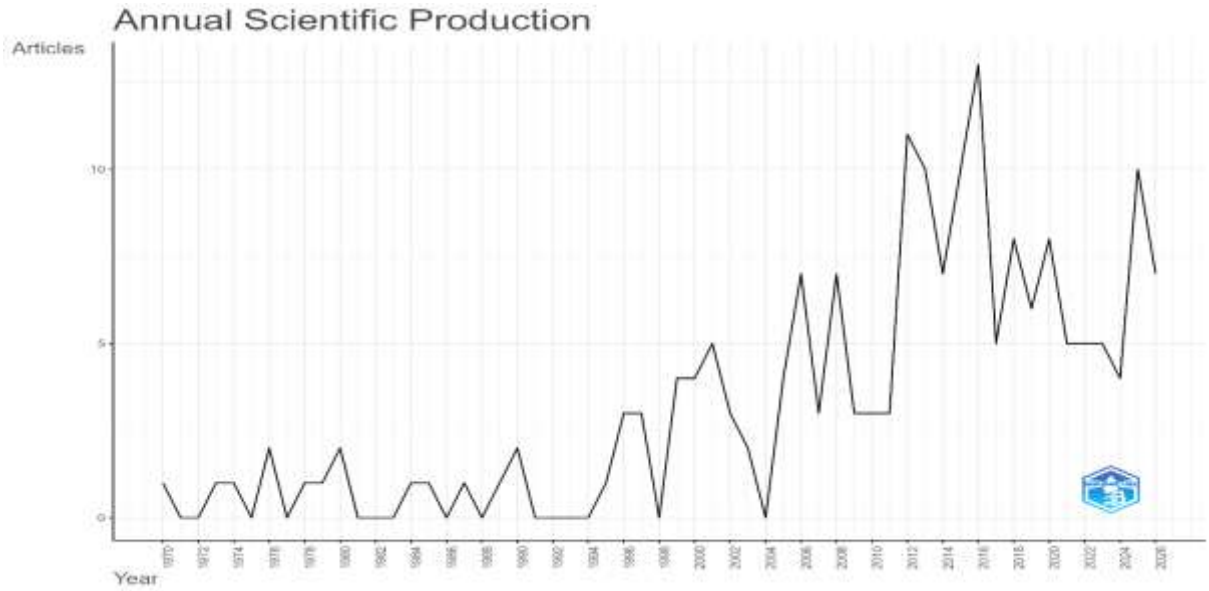
Toplam Atıf	9.826	İnceleme	10
Çalışma İçeriği			
Anahtar Kelime Plus (ID)	70		
Yazar Anahtar Kelimeleri (DE)	564		
Yazarlar Hakkında			
Yazarlar	402		
Yazar İş Birliği			
Tek yazarlı çalışmalar	41		
Makale başına ortalama ortak yazar sayısı	2,44		
Uluslararası ortak yazarlık oranı (%)	28,8		

Tablo 1'de, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında yer alan çalışmaların genel bibliyometrik görünümü sunulmaktadır. Elde edilen bulgulara göre, 1970-2026 yılları arasındaki geniş bir tarihsel dönemi kapsayan incelemede toplam 44 farklı kaynakta yayımlanmış olan 184 bilimsel çalışmaya ulaşıldığı söylenebilmektedir. İlgili literatürün yıllık %3,54 oranında büyüme göstermesi, alanın uzun dönemli ancak daha dengeli ve kademeli bir gelişim seyri izlediğini ortaya koymaktadır. Makale başına ortalama 36,57 atıf düzeyine ulaşılması ve toplam atıf sayısının 9.826 olarak belirlenmesi, incelenen çalışmaların akademik yazında güçlü bir bilimsel karşılık bulduğunu ve alanın belirli temel çalışmalar etrafında şekillenen etkili bir entelektüel birikime sahip olduğunu göstermektedir.

Çalışma türleri açısından incelendiğinde, akademik üretimin 156 çalışma ile ağırlıklı olarak makaleler üzerinden yürütüldüğü, bunu 12 kitap bölümü, 10 inceleme, 3 düzeltme, 2 konferans bildirisi ve 1 kitabın izlediği tespit edilmiştir. Bu dağılım, alanın büyük ölçüde hakemli dergi yayınları üzerinden geliştiğine ve ampirik araştırma geleneğinin güçlü olduğuna işaret etmektedir. Çalışma içeriğine ilişkin bulgular incelendiğinde, 70 Anahtar Kelime Plus ve 564 yazar anahtar kelimesinin belirlenmiş olması, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları literatürünün kavramsal açıdan oldukça zengin ve çeşitlenmiş bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Yazarlar açısından bakıldığında, toplam 402 farklı araştırmacının alana katkı sunduğu, tek yazarlı çalışma sayısının 41 ile sınırlı kaldığı ve makale başına ortalama ortak yazar sayısının 2,44 olarak gerçekleştiği saptanmıştır. Ayrıca uluslararası ortak yazarlık oranının %28,8 düzeyinde olması, alanın yalnızca yerel ya da tek merkezli bir araştırma sahası olmadığını; farklı ülkelerden araştırmacıların katkılarıyla gelişen, iş birliğine açık ve küresel ölçekte etkileşim üreten bir akademik ekosisteme dönüştüğünü göstermektedir.

Tablo 2. Yayınların Yıllara Göre Dağılımı Tablo



Tablo 2'de, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları literatürünün 1970-2026 yılları arasındaki yıllık bilimsel üretim seyri gösterilmektedir. Grafik incelendiğinde, alanın özellikle 1970'li yıllardan 1990'lı yılların ortalarına kadar oldukça sınırlı ve dalgalı bir yayın hacmine sahip olduğu görülmektedir. 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren literatürde kademeli bir hareketlilik yaşandığı, ancak bu artışın düzenli ve kesintisiz bir büyüme çizgisi oluşturmadığı gözlemlenmektedir. Özellikle 2000'li yılların başlarından sonra yayın üretiminde daha belirgin bir canlanma ortaya çıkmış; 2006, 2008 ve 2012 yıllarıyla birlikte alanın akademik ilgisinin güçlendiği bir döneme girilmiştir. Grafikte en dikkat çekici yükselişin 2010 sonrasında gerçekleştiği, 2012 yılında yıllık yayın sayısının 10'un üzerine çıktığı ve 2016 yılında en yüksek seviyeye ulaşıldığı görülmektedir. Bu durum, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi ilişkileri konusunun özellikle son on beş yıllık dönemde daha yoğun biçimde ele alındığını ve literatürde daha görünür bir araştırma alanına dönüştüğünü göstermektedir. 2016 sonrasında yayın sayılarında dönemsel düşüşler ve yeniden yükselişler yaşandığı söylenebilmektedir. Ancak genel eğilimin önceki dönemlere kıyasla daha yüksek bir üretim düzeyinde sürdüğü anlaşılmaktadır. 2024-2025 yıllarında gözlemlenen yeniden yükseliş, konuya yönelik güncel akademik ilginin devam ettiğine işaret ederken, 2026 yılındaki sınırlı düşüşün ilgili yılın henüz tamamlanmamış olması ve veri toplama sürecinin zaman sınırlarıyla ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları literatürünün uzun yıllar düşük hacimli bir gelişim sergilediği, ancak 2000'li yıllar sonrasında belirgin bir ivme kazandığı ve özellikle 2010 sonrası dönemde olgunlaşan, güncelliğini koruyan ve akademik ilgi düzeyi artan bir araştırma alanı haline geldiği söylenebilir.

Tablo 3. En Çok Çalışma Yapılan Dergiler

Kaynak	Çalışma Sayısı
Industrial Marketing Management	53
Journal of Business and Industrial Marketing	36
Journal of Business to Business Marketing	32
European Journal of Marketing	9
Developments in Marketing Science: Proceedings of the Academy of Marketing Science	5
Journal of Business Research	5
Supply Chain Management	3
European Management Journal	2
Journal of Business and Industrial Marketing	2
Journal of Product and Brand Management	2

Tablo 3'te, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında en fazla çalışma yayımlanan dergiler ve bu dergilerin alana sundukları yayın katkısı gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, literatürdeki akademik üretimin belirli yayın mecraları etrafında yoğunlaştığı ve özellikle endüstriyel pazarlama ile işletmeler arası pazarlama alanına odaklanan dergilerin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu kapsamda, 53 çalışma ile *Industrial Marketing Management* dergisinin açık ara en yüksek yayın hacmine sahip olduğu saptanmıştır. Bu dergiyi 36 çalışma ile *Journal of Business and Industrial Marketing* ve 32 çalışma ile *Journal of Business to Business Marketing* takip etmektedir. Bu bulgu, araştırma alanının ağırlıklı olarak B2B pazarlama, endüstriyel pazar yapıları ve tedarikçi temelli ilişkisel süreçler üzerinden şekillendiğine işaret etmektedir. Daha sınırlı olmakla birlikte, *European Journal of Marketing* dergisinin 9 çalışma ile alana katkı sunduğu, *Developments in Marketing Science: Proceedings of the Academy of Marketing Science* ve *Journal of Business Research* kaynaklarının ise beşer çalışma ile literatürde yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca *Supply Chain Management* dergisinin 3 çalışma ile tabloya dâhil olması, tedarikçi araştırmalarının yalnızca pazarlama alanıyla sınırlı kalmadığını, aynı zamanda tedarik zinciri yönetimi bağlamında da ele alındığını göstermektedir. Listenin devamında *European Management Journal*, *Journal of Business and Industrial Marketing* ve *Journal of Product and Brand Management* dergilerinin ikişer çalışma ile alandaki akademik birikime daha sınırlı düzeyde katkı sağladıkları görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, en çok çalışma yapılan dergilerin büyük ölçüde endüstriyel pazarlama, işletmeler arası pazarlama, işletme araştırmaları ve tedarik zinciri yönetimi ekseninde yoğunlaştığı; bu durumun ise incelenen literatürün hem pazarlama disiplini içinde güçlü bir uzmanlaşma alanı oluşturduğunu hem de tedarikçi ilişkileri ve değer yaratımı gibi konular üzerinden disiplinlerarası bir nitelik kazandığını ortaya koyduğu söylenebilir.

Tablo 4. En Çok Yayın Yapan Yazarlar

Yazarlar	Makale Sayısı
Holmen E.	3
Johnsen R.E.	3
Pedersen, A.	3
Ryu S.	3
Wilkinson I.	3
Banting P.M.	2
Buvik A.	2
Chang D.R.	2
Cunningham M.T.	2
Dzever S.	2

Tablo 4'te, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları literatüründe en fazla yayın yapan yazarlar ve bu yazarların alana sundukları akademik katkı düzeyleri gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, yayın üretiminin belirli araştırmacılar etrafında yoğunlaştığı; ancak bu yoğunlaşmanın çok yüksek makale sayıları üzerinden değil, görece dengeli bir dağılım üzerinden şekillendiği görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre, Holmen E., Johnsen R.E., Pedersen A., Ryu S. ve Wilkinson I. üçer makale ile alanda en üretken yazarlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, Banting P.M., Buvik A., Chang D.R., Cunningham M.T. ve Dzever S. tarafından ikişer makale ile literatüre katkı sağlandığı saptanmıştır.

Tablo 5. En Çok Atıf Alan Yazarlar

Yazarlar	Atıf Sayısı
Johnsen, R. E.	125
Buvik, A.	70
Cunningham, M.T.	59
Cunningham, M.T.	54
Buvik, A.	51
Johnsen, R. E.	47
Wilkinson, I.	44
Banting, P. M.	27
Banting, P. M.	22
Wilkinson, I.	17

Tablo 5'te, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları literatüründe en fazla atıf alan yazarlar ve bu yazarların bilimsel etki düzeyleri gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, alandaki atıf liderliğinin 125 atıf ile Johnsen, R. E.'ye ait olduğu görülmektedir. Bu bulgu, Johnsen'in ilgili literatürde yalnızca üretkenlik açısından değil, aynı zamanda çalışmalarının akademik görünürlüğü ve referans değeri bakımından da güçlü bir konuma sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Johnsen'i 70 atıf ile Buvik, A. ve 59 atıf ile Cunningham, M. T. takip etmektedir. Bununla birlikte tabloda Cunningham, Buvik, Johnsen, Banting ve Wilkinson gibi

bazı yazarların farklı atıf değerleriyle birden fazla kez yer aldığı görülmektedir. Bu durumun, veri tabanındaki isim yazım farklılıkları, kayıt varyasyonları ya da aynı yazara ait çalışmaların ayrı biçimde sınıflandırılmasından kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmektedir. Özellikle Johnsen, Buvik, Cunningham ve Wilkinson gibi isimlerin hem üretken yazarlar listesinde hem de atıf sıralamasında öne çıkması, bu araştırmacıların alanın teorik gelişiminde, ilişkisel pazarlama anlayışının şekillenmesinde ve tedarikçi-alıcı etkileşimlerinin açıklanmasında önemli referans noktaları oluşturduklarını göstermektedir.

Tablo 6. Alanda En Çok Yayın Yapan Üniversiteler

Kurum	Makale Sayısı
Uppsala Üniversitesi	6
Vaasa Üniversitesi	5
Stockholm Ekonomi Üniversitesi	4
Güney Danimarka Üniversitesi	4
Leeds Üniversitesi İşletme Okulu	3
Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi	3
Sungkyunkwan Üniversitesi	3
Temple Üniversitesi	3
Birmingham Üniversitesi	3
Uluslararası İşletme ve Ekonomi Üniversitesi	3

Tablo 6'da endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında en fazla yayın yapan üniversiteler ve bu kurumların literatüre sundukları katkı düzeyleri gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, 6 makale ile Uppsala Üniversitesi'nin en çok yayın yapan üniversite olduğu görülmektedir. Uppsala Üniversitesi'ni 5 makale ile Vaasa Üniversitesi takip etmekte; Stockholm Ekonomi Üniversitesi ve Güney Danimarka Üniversitesi ise dörder makale ile literatüre katkı sunan diğer öne çıkan kurumlar arasında yer almaktadır. Listenin devamında Leeds Üniversitesi İşletme Okulu, Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sungkyunkwan Üniversitesi, Temple Üniversitesi, Birmingham Üniversitesi ve Uluslararası İşletme ve Ekonomi Üniversitesi'nin üçer makale ile alandaki akademik birikimi desteklediklerini saptanmıştır. Kurumsal dağılım bütünsel olarak değerlendirildiğinde, yayın üretiminin özellikle Kuzey Avrupa ve Avrupa merkezli üniversitelerde yoğunlaştığı; bununla birlikte Asya ve Amerika'daki kurumların da alana katkı sunduğu görülmektedir. Bu durum, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmalarının belirli bölgesel akademik gelenekler içinde gelişmekle birlikte, giderek farklı coğrafyalardan kurumların dâhil olduğu çok merkezli ve uluslararası nitelik taşıyan bir araştırma alanına dönüştüğünü ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Alanda En Çok Yayın Yapan Ülkeler

Bölge	Sıklık
ABD	63
Birleşik Krallık	39
Çin	37
İsveç	31
Avustralya	19
Norveç	19
Almanya	18
Finlanda	16
Güney Kore	16
Fransa	13

Tablo 7'de, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında en fazla yayın yapılan ülkeler ve bu ülkelerin literatürdeki görünürlük düzeyleri gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, alandaki bilimsel üretimin 63 sıklık değeri ile en yüksek düzeyde ABD tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu durum, ABD'nin endüstriyel pazarlama, işletmeler arası pazarlama ve tedarikçi ilişkileri literatüründe merkezi ve yönlendirici bir akademik aktör olarak konumlandığını göstermektedir. ABD'yi 39 sıklık ile Birleşik Krallık ve 37 sıklık ile Çin'in takip ettiği gözlemlenmiştir Özellikle Çin'in üst sıralarda yer alması, endüstriyel pazarlar ve tedarikçi ilişkileri alanındaki akademik ilginin yalnızca Batı merkezli bir yapı göstermediğini, Asya merkezli araştırma üretiminin de güçlü bir biçimde literatüre dâhil olduğunu ortaya koymaktadır. İsveç'in 31 sıklık ile dördüncü sırada yer alması ise özellikle Kuzey Avrupa araştırma geleneğinin bu alandaki etkisini görünür kılmaktadır. Listenin devamında Avustralya ve Norveç'in 19 sıklıla, Almanya'nın 18 sıklıkla, Finlandiya ve Güney Kore'nin on altışar sıklıkla, Fransa'nın ise 13 sıklıkla alandaki bilimsel üretime katkı sunduğu belirlenmiştir. Bu dağılım bütünsel olarak değerlendirildiğinde, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmalarının Kuzey Amerika ve Avrupa merkezli güçlü bir akademik zemine sahip olduğu; bununla birlikte Çin, Güney Kore ve Avustralya gibi farklı coğrafyalardan gelen katkılarla küresel, çok merkezli ve disiplinlerarası bir araştırma alanı niteliği kazandığı söylenebilir.

Tablo 8. En Fazla Atıf Alan Makaleler

Makale	DOI	Toplam Atıf
Sport Tourism as the Celebration of Subculture	10.1016/s0160-7383(97)00073-x	262
The Effect of Facebook Users' Arousal and Valence on Intention to Go to the Festival: Applying an Extension of the Technology Acceptance Model	10.1016/j.ijhm.2011.09.018	257
Event Studies: Theory, Research and Policy for Planned Events	10.4324/9781315708027	230

Leveraging Subculture and Identity to Promote Sport Events	10.1016/S1441-3523(01)70067-8	193
Impacts of Environmental Values on Tourism Motivation: The Case of FICA, Brazil	10.1016/j.tourman.2005.09.007	191
Building Supply Chain Collaboration: A Typology of Collaborative Approaches	10.1108/09574090710816922	179
Comparing Trail Runners and Mountain Bikers: Motivation, Involvement, Portfolios, and Event-Tourist Careers	10.1080/15470148.2013.834807	94
Historical and Geographical Context in Festival Tourism Development	10.1080/1743873X.2011.611595	70
Bidding to Host a Major Sports Event: The Local Organising Committee Perspective	10.1108/09513550210430255	62
Events and the Social Sciences	10.4324/9780203070741	61

Tablo 8'de, incelenen literatürde en fazla atıf alan makaleler ve bu çalışmaların bilimsel etki düzeyleri gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, en yüksek atıf sayısına 262 atıf ile *Sport Tourism as the Celebration of Subculture* başlıklı çalışmanın ulaştığı görülmektedir. Bu çalışmayı 257 atıf ile *The Effect of Facebook Users' Arousal and Valence on Intention to Go to the Festival: Applying an Extension of the Technology Acceptance Model* ve 230 atıf ile *Event Studies: Theory, Research and Policy for Planned Events* başlıklı çalışmalar takip etmektedir. İlk sıralarda yer alan çalışmaların özellikle spor turizmi, festival katılımı, etkinlik çalışmaları, alt kültür, kimlik ve teknoloji kabulü gibi temalar etrafında yoğunlaştığı görülmekte olup, bu durum ilgili literatürde etkinlik, deneyim ve katılım odaklı araştırmaların güçlü bir bilimsel görünürlüğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanında, *Leveraging Subculture and Identity to Promote Sport Events* başlıklı çalışmanın 193 atıf, *Impacts of Environmental Values on Tourism Motivation: The Case of FICA, Brazil* başlıklı çalışmanın ise 191 atıf aldığı belirlenmiştir. Listede yer alan *Building Supply Chain Collaboration: A Typology of Collaborative Approaches* başlıklı çalışmanın 179 atıf ile öne çıkması ise tedarik zinciri iş birliği ve iş birlikçi yaklaşımlar bağlamında literatüre güçlü bir katkı sağlandığını göstermektedir. Daha alt sıralarda yer alan çalışmaların koşu, dağ bisikleti, festival turizmi gelişimi, büyük spor etkinliklerinin yerel örgütlenme süreçleri ve sosyal bilimler bağlamındaki etkinlik araştırmaları üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, en fazla atıf alan makalelerin yalnızca belirli bir teknik ya da operasyonel çerçevede değil; kimlik, alt kültür, motivasyon, çevresel değerler, etkinlik yönetimi ve iş birliği gibi çok boyutlu kavramlar etrafında şekillendiği söylenebilir. Bu durum, incelenen literatürün disiplinlerarası bir nitelik taşıdığını ve yüksek atıf alan çalışmaların alanın kavramsal yönelimlerini belirleyen temel referans kaynakları olarak kabul edildiğini göstermektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları alanında 1970-2026 yılları arasında yayımlanan 184 bilimsel belge bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiş ve alanın tarihsel gelişimi, yayın dinamikleri, etkili yazarları, öncü dergileri, kurumları, ülke dağılımları ve yüksek atıf alan çalışmaları bütüncül biçimde değerlendirilmiştir. Bulgular, alanın uzun bir tarihsel geçmişe sahip olmakla birlikte özellikle 2000'li yıllardan sonra daha görünür hale geldiğini ve 2010 sonrası dönemde belirgin bir ivme kazandığını göstermektedir. Yıllık büyüme oranının %3,54 olması, literatürün ani sıçramalar yerine kademeli ve istikrarlı bir gelişim izlediğine işaret ederken; toplam 9.826 atıf ve makale başına ortalama 36,57 atıf düzeyi, alanda üretilen bilimsel bilginin güçlü bir akademik etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yayınların büyük çoğunluğunun makale türünde olması, alanın hakemli dergi yayınları ve ampirik araştırma geleneği etrafında geliştiğini göstermektedir. Özellikle *Industrial Marketing Management*, *Journal of Business and Industrial Marketing* ve *Journal of Business to Business Marketing* gibi dergiler, literatürün temel yayın mecraları olarak öne çıkmaktadır.

Yazar, kurum ve ülke dağılımlarına ilişkin bulgular, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları literatürünün çok merkezli ve uluslararası nitelik taşıyan bir yapıya dönüştüğünü göstermektedir. Holmen E., Johnsen R. E., Pedersen A., Ryu S. ve Wilkinson I. gibi yazarlar üretkenlik açısından; Johnsen R. E., Buvik A., Cunningham M. T. ve Wilkinson I. gibi yazarlar ise atıf görünürlüğü bakımından öne çıkmaktadır. Kurumsal düzeyde Uppsala Üniversitesi, Vaasa Üniversitesi, Stockholm Ekonomi Üniversitesi ve Güney Danimarka Üniversitesi'nin katkıları dikkat çekerken; ülke düzeyinde ABD, Birleşik Krallık, Çin ve İsveç belirgin bir görünürlüğe sahiptir. Sonuç olarak, endüstriyel pazarlama ve tedarikçi araştırmaları literatürünün işletmeler arası ilişkiler, tedarik zinciri iş birliği, değer yaratımı ve ilişkisel pazarlama bağlamında güçlü bir entelektüel birikime ulaştığı; bu çalışmanın ise alanın mevcut durumunu, temel eğilimlerini ve gelecekteki araştırmalar için olası yönelimleri ortaya koyarak literatüre yol gösterici bir katkı sunduğu değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Andrews, H., ve Leopold, T. (2013). *Events and the social sciences*. Routledge.

Aria, M., ve Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics, 11(4), 959–975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Cortez, R. M., ve Johnston, W. J. (2017). The future of B2B marketing theory: A historical and prospective analysis. *Industrial Marketing Management, 66*, 90–102.

Cortez, R. M., ve Johnston, W. J. (2020). The coronavirus crisis in B2B settings: Crisis uniqueness and managerial implications based on social exchange theory. *Industrial Marketing Management, 88*, 125–135.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., ve Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 133*, 285–296.

Emery, P. R. (2002). Bidding to host a major sports event: The local organising committee perspective. International Journal of Public Sector Management, 15(4), 316-335.

Getz, D., ve McConnell, A. (2014, January). Comparing trail runners and mountain bikers: Motivation, involvement, portfolios, and event-tourist careers. In *Journal of Convention & Event Tourism* (Vol. 15, No. 1, pp. 69-100). Taylor & Francis Group.

Green, B. C. (2001). Leveraging subculture and identity to promote sport events. *Sport Management Review*, *4*(1), 1-19.

Green, B. C., ve Chalip, L. (1998). Sport tourism as the celebration of subculture. Annals of tourism research, 25(2), 275-291.

Holmlund, M., Van Vaerenbergh, Y., Ciuchita, R., Ravald, A., Sarantopoulos, P., Villarroel Ordenes, F., ve Zaki, M. (2020). Customer experience management in the age of big data analytics: A strategic framework. *Journal of Business Research, 116*, 356–365.

Kim, H., Borges, M. C., ve Chon, J. (2006). Impacts of environmental values on tourism motivation: The case of FICA, Brazil. Tourism management, 27(5), 957-967.

Lee, W., Xiong, L., ve Hu, C. (2012). The effect of Facebook users' arousal and valence on intention to go to the festival: Applying an extension of the technology acceptance model. International Journal of Hospitality Management, 31(3), 819-827.

Ma, L., ve Lew, A. A. (2012). Historical and geographical context in festival tourism development. *Journal of Heritage tourism*, *7*(1), 13-31.

Möller, K., ve Halinen, A. (2017). Managing business and innovation networks: From strategic nets to business fields and ecosystems. *Industrial Marketing Management, 67*, 5–22.

Mukherjee, D., Lim, W. M., Kumar, S., ve Donthu, N. (2022). Guidelines for advancing theory and practice through bibliometric research. *Journal of Business Research, 148*, 101–115.

Pagani, M., ve Pardo, C. (2017). The impact of digital technology on relationships in a business network. *Industrial Marketing Management, 67*, 185–192.

Page, S. J., ve Getz, D. (2016). *Event studies: Theory, research and policy for planned events*. Routledge.

Paschen, J., Kietzmann, J., ve Kietzmann, T. C. (2019). Artificial intelligence (AI) and its implications for market knowledge in B2B marketing. *Journal of Business & Industrial Marketing, 34*(7), 1410–1419.

Sjödin, D. R., Parida, V., Kohtamäki, M., ve Wincent, J. (2020). An agile co-creation process for digital servitization: A micro-service innovation approach. *Journal of Business Research, 112*, 478–491.

Syam, N., ve Sharma, A. (2018). Waiting for a sales renaissance in the fourth industrial revolution: Machine learning and artificial intelligence in sales research and practice. *Industrial Marketing Management, 69*, 135–146.

Whipple, J. M., ve Russell, D. (2007). Building supply chain collaboration: a typology of collaborative approaches. *The international journal of logistics management*, *18*(2), 174-196.

ƏBDÜLHƏMİD ZİYA PAŞANIN HƏYATI VƏ YARADICILIĞI
LIFE AND CREATION OF ABDULHAMID ZIYA PASHA

Prof. Dr. Elman Quliyev

Azərbaycan, Bakı
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Türkoloji mərkəzin Türk ədəbiyyatı bölməsinin müdiri
Orcid: 0000-0001-5413-9479

elman.guliyev1958@gmail.com

ÖZET

Ziya Paşa Tənzimat ədəbiyyatının əsas simalarından biridir. Şair Tənzimat ədəbiyyatının nümayəndəsi olmaq etibarilə divan şeirinin də inkişafında xidmətləri olansənətkarlardandır. Ziya Paşa" Tərcibənd", "Tərkibbənd", "Zəfərnamə şərhi", "Röya", "Vərasəti səltənəti seniyə", "Ərzi-hal" və s. əsərlərin, bir çox tərcümələrin və dil-ədəbiyyatla bağlı məqalələrin müəllifidir. Ziya Paşanın "Külliyatı Ziya Paşa" adlı şeirlər toplusu 1924-cü ildə İstanbulda çap olunmuşdur. Divan adlandırılan həmin şeirlər toplusunaŞeyx Qalib, Füzuli, Nədim, Nabi kimi klassik şeir ustadları üslubunda yazılmış minacat, nət, mərsiyə, qəsidə, qəzəl və s. nümunələr daxil edil-mişdir. Lakin Ziya Paşa yaradıcılığında klassik şeir ənənəsi mühafizə olunsa da, bu şeirlərin bir çoxu mövzu və ideya baxımından avropayön-lü ədəbiyyat nümunələrinə yaxındır. Çünki bu nümunələr forma etibarıilə köhnə, məzmun etibarı ilə yeni şeirlər hesab olunurdu.

Anahtar kelimeler: Z.Paşa, Tənzimat ədəbiyyatı, şeir, türk , milli

ABSTRACT

Ziya Pasha is one of the main figures of Tanzimat literature. As a representative of the Tanzimat literature, the poet is also one of the artists who contributed to the development of divan poetry. Ziya Pasha" Tarjiband", "Tarkibband", "Commentary of Victory", "Dream", "Inherit the kingdom to you", "Arzi-hal", etc. He is the author of works, many translations and articles related to language and literature. Ziya Pasha's collection of poems called "Külliyati Ziya Pasha" in 1924

It was printed in Istanbul. The collection of poems called Divan includes minajat, nat, lamentation, ode, ghazal, etc., written in the style of classical poetry masters such as Sheikh Ghalib, Fuzuli, Nadim, Nabi. examples are included. However, although the classic poetry tradition is preserved in Ziya Pasha's work, many of these poems are close to European literary examples in terms of themes and ideas. Because these examples were considered to be old poems based on their form and new poems based on their content.

Key words: Z. Pasha, Tanzimat literature, poetry, Turkish, national

GİRİŞ

Türkiyə türk ədəbiyyatının Avro- pa meyilli nümayəndələrindən biri Əbdülhəmid Ziya Paşadır. Ziya Paşa

eyni zamanda siyasi düşüncələr baxımından da Avropa meylli şəxsiyyətlərdəndir. O, 1829-cu ildə İstanbulda doğulmuşdur. Atası Fəridəd- din əfəndi dövrünün tanınmış adamı olmuşdur. Ziya Paşa uşaqlıqdan elmlərə yiyələnməyə xü- susi maraq göstərmiş, bir sıra dillərlə yanaşı,

fars dilini öyrənə bilmişdir. O, əvvəlcə məhəllə məktəbində oxumuş, sonra təhsilini "Məktəbi- ədəbiyyə''də davam etdirmişdir. "Məktəbi-ədə- biyyə" 1839-cu ildə dövlət idarələrinə kadr ha zırlamaq məqsədilə açılmışdı.

Ziya Paşa bu məktəbdə ən tanınan şagirdlərdən biri olmuşdur.Müəllimlərindən Nüman və İsa əfəndilər Ziya Paşanın xüsusi qabiliy- yətə malik olduğunu duymuş, ona qayğı ilə yanaşmışlar. İsa əfəndi ZiyaPaşaya fars dilinin incəliklərini öyrətmiş, onun fars ədəbiyyat və mədə- niyyətinə yiyələnməsində böyük rol oynamışdır. Ziya Paşa bu məktəb- də ərəb ədəbiyyatına da maraq göstərmişdir.

Ziya Paşa 17 yaşından etibarən tanınmış yazıçı və şairlərin təmsil olunduğu cəmiyyətlə bağlanmış, xüsusilə, divan ədəbiyyatı nümayən- dələri ilə yaxınlıq etmişdir. Daha sonra o, Arif Hikmətbəyin evində ya-radılan "Əncümanü-şüəra" cəmiyyətinə daxil olur. "Əncümanü-şüəra" 1861-ci ildə divan şeirini inkişaf etdirmək məqsədilə yaradılmış birlik hesab edilirdi. Dövrün bir çox şairləri bu birlikdə təmsil olunurdular. Hətta sonralar divan şeirinə kəskin hücumları ilə tanınan Namiq Ka- mal da "Əncümanü-şüəra''da fəaliyyət göstərirdi. Ziya Paşa burada öz qabiliyyətini nümayiş etdirir və ayrı-ayrı şəxslərin diqqətini özünə cəlbedir. Onun istedadlı adam olması "qabiliyyət tanımaqda müstəsna bir şəxsiyyət olan Mustafa Rəşid Paşanın da gözündən qaçmamışdır." O, Ziya Paşanı saraya aparmış və onu dövlət katibliyində işə düzəltmiş-

dir. Ziya Paşa sarayda fransız dilini öyrənir. Nəticədə Avropa ədəbiy- yatına, xüsusilə fransız ədəbiyyatına yaxından bələd olur. Ziya Paşanınxeyirxahı Rəşid Paşanın ölümü sarayda onun çətinliklərlə üzləşməsinəgətirib çıxarmışdır. Saray ziddiyyətləri Ziya Paşanın saraydan uzaqlaş-dırılmasına səbəb olmuşdur. Siyasi çəkişmə və gərginlik Ziya Paşanın Türkiyədə qalmasına imkan verməmiş, o, 1867-ci ildə Avropaya get- məyə məcbur olmuşdur. Şair əvvəlcə Parisdə məskunlaşmışdır. SultanƏbdüləzizin Fransa səfəri onun Parisdən Londona getməsinə səbəb ol- muşdur. Türk ədəbiyyat tarixlərində birmənalı şəkildə göstərildiyi kimi Sultan Əbdüləzizin Fransaya səfəri bu dövlətin, dolayısı ilə Ziya Paşa-nın ölkədə sərt münasibətlərlə qarşılaşmasına gətirdi. Ona görə də, şairyaşamaq üçün Londona getmək məcburiyyətində qalır. Ziya Paşa bu şəhərdə geniş fəaliyyət göstərir. 1867-ci ildə "Müxbir'', 1868-ci ildə "Hürriyyət" qəzetlərini çap etdirir. Onu da qeyd edək ki, "Hürriyyət" qəzetinin əsasını Namiq Kamal qoymuş və onun 64 sayından sonra Namiq Kamal bu mətbu orqandan könüllü olaraq uzaqlaşmış, qəzetin bundan sonrakı fəaliyyəti Ziya Paşanın üzərinə düşmüşdür. Ziya Paşa "Hürriyyət" qəzetində Türkiyə siyasi rejimini tənqid edən yazılar dərc etdirir, hakimiyyətə olan nifrətini gizlətmirdi. Buna görə o, məhkəməyəverilir. Təqib və ittihamlardan yaxa qurtarmaq məqsədilə Ziya Paşa Pa-risə gəlir, oradan da Cenevrəyə qaçır. "Hürriyyət" qəzeti bundan sonra Cenevrədə çap olunur. Qəzet 1871-ci ildə fəaliyyətini dayandırır.

Ziya Paşa II Əbdülhəmidin hakimiyyəti dövründə bir sıra işlərdən

sonra, 1877-ci ildə Suriya valiliyinə işə göndərilir. O, 1878-ci ildə Kon-yaya, oradan da Adanaya vali təyin olunur. Ziya Paşa 1880-ci ildə 51 yaşında Konyada vəfat etmişdir.

YÖNTEM

Ziya Paşanın yaradıcılığı olduqca zəngin və maraqlıdır. O, Tənzimatədəbiyyatının əsas simalarından biridir. Şair Tənzimat ədəbiyyatının nü-mayəndəsi olmaq etibarilə divan şeirinin də inkişafında xidmətləri olan sənətkarlardandır. Ziya Paşa" Tərcibənd", "Tərkibbənd", "Zəfərnamə şərhi", "Röya", "Vərasəti səltənəti seniyə", "Ərzi-hal" və s. əsərlərin, bir çox tərcümələrin və dil-ədəbiyyatla bağlı məqalələrin müəllifidir. Ziya Paşanın "Külliyatı Ziya Paşa" adlı şeirlər toplusu 1924-cü ildə

İstanbulda çap olunmuşdur. Divan adlandırılan həmin şeirlər toplusuna Şeyx Qalib, Füzuli, Nədim, Nabi kimi klassik şeir ustadları üslubunda yazılmış minacat, nət, mərsiyə, qəsidə, qəzəl və s. nümunələr daxil edil-mişdir. Lakin Ziya Paşa yaradıcılığında klassik şeir ənənəsi mühafizə olunsa da, bu şeirlərin bir çoxu mövzu və ideya baxımından avropayön-lü ədəbiyyat nümunələrinə yaxındır. Çünki bu nümunələr forma etibarıilə köhnə, məzmun etibarı ilə yeni şeirlər hesab olunurdu. Ziya Paşa- nın qəsidələrində İran, qəzəllərində isə türk şeir ənənələrinə bağlandı- ğı qeyd olunsa da, bir tənzimatçı kimi yaradıcılığındakı üstünlük Qərb ədəbi ənənələrinin xeyrinə inkişaf edirdi. Ziya Paşanın qəzələ gətirdiyiyeni məna və ifadələr şairin Avropa ədəbi dəyərlərinə verdiyi üstünlüyünnəticəsi idi. Konkret desək, Ziya Paşa ilk növbədə qəzəldəki lirik duyğuifadəsini ictimai-siyası düşüncə ifadəsi ilə əvəzləyə bildi. Bu səbəbdən,şairin yaradıcılığında ictimai-siyasi səciyyə genişlənməyə başladı.

Ziya Paşa divan ədəbiyyatındakı məhəlliləşmə cərəyanının fəalüzvlərindən biri kimi tanınmışdır. Divan ədəbiyyatındakı məhəlliləş- dirmə cərəyanı aşıq tərzi ilə divan tərzinin birləşməsindən yaranan bir ədəbi hərəkatdır. Ona görə də, Ziya Paşanın belə bir üslubda yazılmış şeirləri dil baxımından sadə və anlaşıqlıdır:

Dağları duman bürüdü, əğyar seçilməz,Ovçu qurmuş tuzağını yarə keçilməz.

Vəfasızın məclisində badə içilməz.

Gir sürüyə qurd qapmasın, gəl quzucağım.Sonra yardan ayrılarsan ah yavrucağım.

Ziya Paşanın bir çox şeirləri dil və ifadə baxımından xalq yaradıcı-lığı ənənəsinə uyğun olaraq daha çox diqqəti cəlb edir:

Neçün naləndəsən böylə, Könül, dərdin nədir söylə,Səni mən istəməm öylə, Könül, dərdin nədir, söylə.

Havalandın bu günlərdə,Nə yel əsdi əcəb sərdə.

Dəva olmazmı bu dərdə? Könül, dərdin nədir, söylə.

Yaxud:

Aşıqları inandırır, Yalan vədəylə qandırır,Bu huy səni utandırır, Çox naz aşiq usandırır.

Ziya Paşanın ədəbi görüşlərində Avropa meyilli dəyərlər özünə yer tapandan sonra

əsərləri ideoloji baxımdan yeni mahiyyət kəsb etməyə başladı. Bu da bilavasitə tənzimatın hürriyyət, məşrutə istəyi və tələbi ilə bağlı idi.

BULGULAR

Lakin burada bir incə məqama nəzər yetirmək lazımdır. Ziya Paşa Tənzimat ədəbiyyatının nümayəndəsi kimi Avropa dəyərlərinə hörmət-lə yanaşır, Avropa ədəbiyyatının öyrənilməsini təbliğ edirdi. O, Avropadillərinin öyrənilməsinə zəruri ehtiyacın olduğunu xüsusi olaraq nəzərəçarpdırırdı. Lakin Ziya Paşa bunların müqabilində doğma dilə, doğma ədəbiyyata ögey münasibət bəsləməyin əleyhinə çıxırdı. Daha doğrusu, onun nəzərincə Avropa mədəniyyətinə yaxınlaşmaq, bütün milli-mənə-vi dəyərlərə xor baxmaq deyil, əksinə onu daha da inkişaf etdirməkdir.

İstər isən, anlamaq cahanı,Öyrənməli Avropa lisanı.

Bilmək gərək ordakı fununu,Tərk eylə təəssübü cününu. Təqlid ilə əslini unutma, Milliyyətini xakir tutma.

Ziya Paşa yaradıcılığında məsələlərə hərtərəfli munasibət bildiri- lir. İlk olaraq, onu qeyd edək ki, şairin sənətində həyatın bir çox prob- lemləri özünə yer tapmışdır. Qeyd olunan problemlərə bəzən üstüör- tülü, bir çox məqamlarda isə birbaşa, konkret münasibət bildirilir. ZiyaPaşa Avropaya getməzdən əvvəl divan şeir tərzində "Tərcibənd" adıilə 3 məşhur əsər yazmışdır. Bu əsərlər məzmun və ideya baxımından eyni olsalar da, ifadə tərzinə, beyt və bənd saylarına görə fərqlənirlər. 1859-cu ildə yazılmış "Tərcibənd" dini-təsəvvüf görüşləri əks etdirən hikmət dolu bir əsərdir. 12 bənddən ibarət olan bu əsərdə şairin kainat barədə düşüncələri, təbiət sirləri qarşısında insanın acizliyi, yer üzündə

mövcud olan nizamsızlıq, haqsızlıq, ədalətsizlik və s. məsələlər yer alır.Ziya Paşanın "Tərcibənd" əsərində klassik İslam fəlsəfəsi ilə modern Qərb fəlsəfəsi, o cümlədən, Kopernik düşüncə sistemi qarşılaşdırılır. Prof. Mehmet Kaplan Ziya Paşanın bu cür yanaşmasını yüksək qiymət-ləndirmiş və "əski ədəbiyyatımızda kainat və həyat haqqında bu qədər geniş, bu qədər sistemli yazılmış bir mənzumə yoxdur"– demişdir. 12 bəndlik bu əsərdə cəmiyyətlə bağlı bir sıra problemlərə aydınlıq gətir- mək, onları izah etmək əsas məqsəd olsa da, bunların izahında insan düşüncə və ağlının yetərsiz olduğu bildirilir. Çünki kainatda mövcud olan bütün səbəb və nəticələr Allaha məxsusdur. Allaha məxsus olanlarıinsan ağlı dərk etməz. Ona görə də, əsərdə dünya əcaib bir dərshanəyə,məkana bənzədilir və o, fəlakət çarxı ətrafında fırlanan dəyirman kimi təqdim edilir. Müəllif dünyada baş verən ədalətsizliklərin, hərisliklə- rin, fəlakətlərin, mənəm-mənəmliyin, ağıllı insanların ağılsızlara, savad əhlinin nadanlara möhtac olmasının kökündə dayanan səbəbləri öyrən-məyə çalışır.

Yarəb, nədir bu keşməkeşi dərdi-ehtiyac,İnsanın ehtiyacı ki bir loxma nanədir.

Yarəb, nədir bu dəhrdə hər mərdi züfünunOlmuş bəlayi ağıl ilə aramdan məsun.

Yarəb, neçün bu arsada hər şəxsi arifinMiqdari fəzlinə görə dərdi olur füzun.

Bu suallara cavab tapılmadıqca, biz əsərdə dünyanın qeyri-bəra- bərliyi, ədalətsizliyi və s. barədə sadalanan fikirlərlə rastlaşırıq. Şair dünyanın cahil insanların nəzarətində olması, könül sahiblərinin, bilgili insanların mənəvi sarsıntıya düçar olması, insanlarda varlanmaq həris- liyinin çoxalması, pisin yaxşıya qalib gəlməsi və s. kimi fikirlərlə cə- miyyətdəki

pisliklərin ümumi mənzərəsini yarada bilir. Ziya Paşa "Tər-cibənd"də bunun səbəbini ürəkağrısı ilə cahanda ağıllı ilə dəlini, haqq ilə nahaqqı ayıracaq tərəzinin yoxluğunda görür. Şair Şərq dünyasının özünəməxsus qüsurlarından danışarkən müsəlmanlarda əvvəlki qeyrət,

səy, namus və təmizliyinin qalmamasını, insanlarda milli qürur, dövlətə sədaqətin azalmasını mənəvi eybəcərlik hesab edir və əsərdə bunları narahatçılıq hissi ilə aşağıdakı şəkildə qələmə alır:

Milləti-islamda əvvəlki qeyrət qalmamış,

Əski iffət, əski namus, əski himmət qalmamış.

Əski məcnunlardakı qeyrət, həmiyyət qalmamış,İndi hər kəs aqil olmuşlar, o cinnət qalmamış.

Kimsədə əvvəlki ikdam, o sədaqət qalmamışHasili əxlaq bitmiş, mülki millət qalmamış.

Lakin Ziya Paşa mənəvi eybəcərliklərdən narahat olduğunu bildirsədə, üzünü insanlara tutub "namus və insanlığı əsla xəyal edib düşünmə"deməklə Allahın iradəsindən kənarda heç nəyin dayanmadığı qənaətiniortaya qoyur. Şairə görə, dünya təkcə gözəllikləri ilə deyil, hətta bü- tün mənəvi eybəcərlikləri ilə də Allaha məxsusdur. Çünki bu dünya- nın eyiblərini də, gözəlliklərini də Allah yaradıb. Ancaq bunları Allah yaratsa da, Allahın özü hər cür qüsur, eyib və nöqsanlardan uzaqdır, böyük qüdrət sahibidir:

Subhanə mən tahayyare fi sunihil-ukül, Subhanə mən bi kudretihi ya cüzül-fuhül.

(Uca qüdrəti ilə Allahı təsbih edərəm. Onun hər cür qüsur, eyib və nöqsanlardan uzaq olduğunu qəbul edər və söylərəm). Əsərdə irəli sü- rülən ideya budur ki, kainatda hər şey Allahın əlindədir və insan iradə-si Allahın yaratdıqları qarşısında acizdir. Bütün bunları Ziya Paşa bir islahatçı olaraq yeni hökumət qurmaq, cəmiyyətdə dəyişiklik etmək, xalqı xoşbəxtliyə qovuşdurmaq üçün atılan addımların faydasız oldu- ğunu gördükdən sonra yazmaq məcburiyyətində qalmışdır. Şair bunları mövcud mərhələdə insanın hələlik nəyəsə nail olmasının qeyri-müm- künlüyünü dərk etdikdən sonra qələmə almışdır. Lakin bunlar o demək deyildir ki, Ziya Paşa əsərdə irəli sürdüyü ideya ilə cəmiyyətdə insan təşəbbüskarlığı qarşısında sədd çəkir, onun həyatdakı fəaliyyət və rolu-

nu əhəmiyyətsizləşdirir. Çünki modern ədəbiyyatın nümayəndəsi kimi Ziya Paşa yaradıcılığında cəmiyyət dəyişkənliyi ideyası öndə olmuş, insan cəmiyyətdə aparıcı və aktiv rolda təqdim edilmişdir.

Ziya Paşanın 1870-cı ildə İsveçrədə qələmə aldığı "Tərkibbənd" mənzuməsi Ruhi Bağdadinin (XVI əsr) "Tərkibbənd"inə nəzirədir. Şai-rin bu əsəri ilə 1859-cu ildə yazdığı "Tərcibənd" arasında mövzu, ideya və forma baxımından müəyyən yaxınlıq vardır (Ziya Paşanın digər iki "Tərcibənd" və "Tərkibbənd"i mövzu və ideya baxımından eyni olsalarda, bənd saylarına görə fərqlənirlər). Hər iki əsər gerçək həyat həqiqət- lərini əks etdirən yarımsatirik tərzdə yazılmış 12 bəndlik hikmətli şeir parçalarından ibarətdir. Şeir Avropada yazıldığı üçün buradakı Qərb tə-siri digər əsərlərdən fərqlənir. Buna görə də, əsərdəki əxlaqi-didaktika və estetiklik daha güclü hiss olunur. "Tərcibənd"də olduğu kimi, "Tər-kibbənd"də də göstərilir ki, Allah qüdrətlidir, o, külli-ixtiyar sahibidir. Günəşin meydana çıxması, Ayın

nurlanması, göydəki quşların uçması,dəryalardakı balıqların suda yaşaması və s. hamısı Allahın hikmətin- dəndir. Şair yer üzündə, dəryada və göydə olan hər şeyin Allahın əmri ilə yarandığını qeyd edir. Bu səbəbdən o, yer üzündəki fitnə və fəsad- ların da Allahın hökmündə olduğunu bildirir. "Tərkibbənd"in 2-ci bən-dində bu barədə belə deyilir:

Səndədir ilahi yenə bu məkrü, bu fitnə, Bu məkrü, bu fitnə yenə səndəndir, İlahi.

"Tərkibbənd"də əxlaqi-didaktik fikirlərə əhəmiyyətli dərəcədə yer verilir. Bu fikirlərdə Ziya Paşanın bir növ dini-təsəvvüfi görüşləri ilə yanaşı, ictimai baxışları da əksini tapır. Əsərdəki ağıllı insanla ağılsız insanın fərqi, var-dövlətin müvəqqəti sərvət olması, sərvət sahiblərininqəlbinin yox, üzünün gülməsi, insanlığın əsas məqsədinin xeyirxahlıq olması, dövlət və səltənətin insana daimi bağışlanmaması, əsli pis olan- ların xarakterinin içki məclisində bilinməsi və s. kimi fikirlər həm real-lıqları əks etdirir, həm də insan düşüncəsində təsirli iz buraxır.

"Tərkibbənd"dəki saray məmurları, zalımlar, rüşvət alanlar və s. iləbağlı nümunələrdə ictimai-siyasi məzmun daha güclüdür. Məsələn, şairxalqına əzab verən valinin istər bu dünyada, istərsə də axirətdə çəkəcə-yi əziyyətlərə işarə edərək yazırdı:

Qəddarlıq edə rəiyyətinə valiyi-əyalət, Dünyada və axirətdə nə zillət, nə rəzalət.

Avropada kapitalizmin sürətlə inkişafı onun iqtisadi yüksəlişi ilə yanaşı, siyasi gücünü də artırırdı. İnkişaf etmiş Avropanın Şərqə marağıonun bir sıra məqsədlərinin reallaşmasına xidmət göstərirdi. Osmanlı imperiyasını dağıtmaq və Şərqdə yeri müstəmləkələr əldə etmək Av-ropanın Şərq maraqları sırasında birinci yerdə dayanırdı. XIX əsrdən başlayaraq Avropanın Osmanlı dövlətinə siyasi və iqtisadi baxımdan təzyiq və təsiri güclənməyə başladı.

Tənzimat islahatı (1839) və Tənzimat fərmanından (1856) sonra Osmanlı dövlətinin siyasət və iqtisadiyyatında avropasayağı tənzim- ləmələrə geniş şərait yarandı. Avropasayağı tənzimləmələrin uğurları ilə yanaşı, qüsurları da var idi. Bu barədə kitabın Tənzimat ədəbiyyatı- nın xüsusiyyətlərindən bəhs edən hissəsində məlumat verilmişdir. La- kin Tənzimatın mədəni və iqtisadi pərdəsi arxasında Avropanın siyasi məkri gizlənirdi. Avropadan gələn bütün siyasi ideyalara şübhəsiz ya- naşan və onu Türkiyədə tətbiq etməyə çalışanlar əslində bu məkrlərin mahiyyətini dərk etmir, pərdə arxasında gizlənənləri görə bilmirdilər. Məhz bu cür qüvvələr Türkiyənin və ümumən Şərqin geriliyini İslam dini ilə bağlayır, Qərbə uyaraq milli-mənəvi dəyərlərimizə etinasızlıq göstərirdilər. Ziya Paşa əsərdə bu cür fikir sahiblərini tənqid edir, insan-ları kökə, milliliyə bağlanmağa səsləyirdi:

İslam imiş dövlətə pabəndi tərəqqi, Əvvəl yox idi iş, bu rivayət yeni çıxdı.

Milliyəti nisyan edərək hər işimizdəƏfkari firəngə tabeiyyət yeni çıxdı.

Eyvah, bu oyunlarda bizlər yenə yandıq, Zira ki, ziyan ortada, bilməm nə qazandıq.

"Ərzi-hal" Ziya Paşanın realist nəsr üslubunda yazdığı tərcümeyi- hal xarakterli əsəridir. Əsər 1867-ci ildə yazılmış və Parisdə səfərdə olan

Sultan Əbdüləzizə təqdim olunmuşdur. Əsərdə Osmanlı məmləkətininbu günkü durumu ilə bağlı maraqlı fikirlər diqqəti cəlb edir. Bununla yanaşı, əsərdə Ziya Paşanın nəyə görə saraydan çıxarılması və Avropa-ya getməsi və s. tərcümeyi-hal xarakterli məlumatlar da yer almışdır.

Məktub şəklində yazılmış "Vərasəti səltənəti seniyə" (1868) əsəri daha çox "Vərasət məktubları" adı ilə tanınır. Əsər iki məktubdan ibarət-dir. Avropada yazılmış bu məktublar Mustafa Fazil Paşanın hüquqlarınıqorumaq məqsədi daşıyır. Şair guya məktubları Avropadan İstanbulda-kı dostuna göndərir. Məqsəd Fazil Paşanın hüquqlarının müdafiəsi olsada, Sultan Əbdülməcidin qardaşı Əbdüləzizi taxtdan uzaqlaşdırması və oğlu V. Muradı vəliəhd təyin etməsi məsələsi də əsərdə yer alır.

Yaradıcılığının dərinliklərinə endikcə oxucu Ziya Paşanı gah nə- sihətçi, gah kinayəçi, gah da zəmanə ittihamçısı kimi görür. Təxmini ardıcıllığı izləsək, görərik ki, Ziya Paşa nəsihətçiliyi son anda qəzəbə, etiraza, barışmazlığa çevrilir.

Bir yerdə ki, yox nəğməni təqdir edəcək guş,Təzyiyi-nəfəs eyləmə, təbdili məqam et.

Arvad kimi məğlubi-həva olma, ər ol, ər! Nəfsin səni ram etməyə, sən nəfsini ram et.

Göründüyü kimi, Ziya Paşa hər bir şəxsin cəmiyyətdə özünün yeri-ni bilməyə, mövqeyini müəyyənləşdirməyə səsləyir. Lakin onu da qeydedək ki, Ziya Paşa sarayda olduqca ziddiyyətli bir siyasi burulğanlar şə-raitində yaşamış, müəyyən qrup saray rəsmiləri ilə qarşılaşmış, nəticə-də qarşı tərəfin güclü təzyiqləri ilə saraydan uzaqlaşdırılmışdır. Maraqlıfaktdır ki, o, sədrəzəm kimi dövlətdə böyük bir postu tutmaq arzusundaolsa da, istəyinə çata bilməmişdir. Təbii olaraq, bu proseslərin də onunyaradıcılığının siyasi və ideoloji xüsusiyyətlərinin artmasına təsiri az olmamışdır.

Ziya Paşa şeirlərində zəmanədən şikayət, dövrə qarşı etiraz özünə-məxsus bir deyimdə əksini tapa bilir. Əslində bu cür deyimlərdə zülm altında inildəyənlərin həyatının ümumi bir mənzərəsi diqqəti cəlb edir.

Bibəxt olanın bağına bir qətrəsi düşməz, Baran yerinə dürrü gövhər yağsa səmadan,

Ərbabi kəmali çəkəməz naqis olanlar.Rəncidə olur dideyi huffaş ziyadan.

Ziya Paşa bir maarifçi və demokratik görüşlü şəxsiyyət kimi cəmiy-yətdə hökm sürən sosial ədalətsizliklə barışmamış, həmişə zəhmətkeş-lərin haqqını müdafiə etmişdir. Lakin zalımların haqqa etinasızlığını, insanlara qəddar münasibətini görəndə Allaha üz tutur, haqq ilə divan etməsini arzulayır:

Zalımları ədlin nə zaman haqq edəcəkdir?Məzlumların çıxmaqdadır göylərə ahı.

Şair yaşadığı cəmiyyətdə hər cür eyib və qüsurlara qarşı barışmaz mövqe tutur. Ziya Paşa nəinki öz ölkəsində, bütün dünyada zülmün ic-raçısı olan zalımların məhvinə inam nümayiş etdirir.

Zalım yenə bir zülmə giriftar olur axır,Əlbəttə olur, ev yıxanın xanəsi viran.

Digər bir şeirində isə şairin bu məsələyə münasibəti başqa bir for- mada əksini tapır:

Daşlar yedirtdi nan yerinə bir zaman fələk,Nan verdi şimdi də ah ki, dəndanə qalmadı.

Nikübəd hər kəs bulur aləmdə, bir gün etdiyin,Kəndi çəkməzsə cəza miras qalır övladına.

Ziya Paşa bu inamın davamı kimi hələlik mövcud olan, sadə və işgüzar xalqın başına

gətirilən olmazın müsibətləri müvəqqəti hesab edir. Onun inamı belədir ki, hər bir şey həyatda ömrünü başa vurduğu kimi, zülmün də, zülmkarın da həyatda yaşamaq, mövcud olmaq müddəti vardır. O nə qədər "fəaliyyətdə" olsa da, "atdığı hər bir addımla" özünün sonuna doğru gedir:

Çox müqbili gördüm ki, gülər, içi qan ağlar, Xəndan görünən hər kəsi xürrəmmi sanırsan?

Ziya Paşa əsərlərində xalqın haqq işinin qalib gələcəyinə inamını bildirsə də, faktiki vəziyyət onu daim narahat etmiş, zülmdən əzab-ə- ziyyət çəkənlərin halına acımış, xarabazara çevrilmiş əyalətlərin mən- zərəsinə, müsəlman dünyasının inkişaf və tərəqqi baxımından "küfür diyarı" hesab etdiyi Avropadan geri qalmasına təəssüf etmişdir.

Diyari-küfri gəzdim, bəldələr, kaşanələr gördüm,Dolaşdım mülki-islamı, bütün viranələr gördüm.

Başqa bir nümunədən göründüyü kimi, "mülki-İslam" dövlətləri sı- rasında Osmanlı dövlətinin mövcud durumu şairi narahat etmiş və ZiyaPaşa doğma vətəninin pərişanlığını əks etdirən ictimai-siyasi düşün- cələrini aşağıdakı şəkildə qələmə almışdır:

Deyildi dövlətin əvvəldə halı gerçi çox yaxşı, Yazıqlar, ah kim oldu yamanlardan yaman şimdi.

Həyatından məlumdur ki, Ziya Paşa dövlət daxili ictimai-siyasi pro-seslərin avropasayağı təkmilləşdirilməsinin tərəfdarı olmuş, bir məna- da bu səbəbdən sarayda müəyyən qrup şəxslərlə mübarizə aparmışdır. Onun ciddi şəkildə rəqabətdə olduğu şəxs sədrəzəm Ali Paşa olmuşdur.Qeyd edildiyi kimi, şair onun bu vəzifədən uzaqlaşdırılmasını və özü- nün sədrəzəm olmasını istəsə də, buna nail ola bilməmişdir.

Şairin həyatının və ölkədaxili siyasi proseslərin müəyyən cəhətlərini əks etdirmək baxımından xarakterik olan əsərlərdən biri də "Röya''dır.Əsər 1869-cu ildə Londonda yazılmış və həmin ildə "Hürriyyət" qə- zetinin 68 və 69-cu saylarında dərc olunmuşdur. Mənsur və fantastik olan bu əsər bir növ xəyali formada yazılmışdır. Lakin əsərin ən başlıcaxüsusiyyəti şəxsi məsələlər deyil, məhz Ziya Paşa üçün aktual görünənTürkiyənin problemlərinin əks etdirilməsidir. Əsərdə göstərilir ki, Lon-donda qəriblikdə olan şair parkda gəzir və yorulduqdan sonra bir otura-caqda oturaraq yuxuya gedir. Yuxuda vətəni görür. İşlədiyi sarayı gəzir.Elə olur ki, o, Sultan Əbdüləzizlə görüşür. Türkiyənin problemlərini açıqlayır. Türkiyənin düşdüyü vəziyyətin ağırlığı, səbəbkarların kim ol-ması barədə Sultana məlumat verir. Şair Sultana bu səbəblərin bir neçə-

sini sadalayır və əsas səbəb kimi Türkiyədə yüksək məmurların dövlətxəyanət etməsini göstərir. Bu məsələdə Ziya Paşa Sultana Ali Paşanın daha çox günahı olduğunu söyləyir. Çıxış yolunu onu sədrəzəm vəzifə-sindən azad etmək və Kiprə vali təyin etməkdə görür. Sultan ƏbdüləzizZiya Paşa ilə razılaşır və onun Kiprə vali təyin edilməsi barədə fərmanverir. Artıq Ali Paşa möhürü təhvil vermiş, onun Kiprə yola salınması baş tutmuşdur.

SONUÇ

Ziya Paşa möhürü Sultan Əbdüləzizə gətirir. Onu Sultana təhvil vermək istərkən yuxudan oyadıldığını görür. Və əsər bu şəkildə tamam-lanır. Məzmundan göründüyü kimi, əsər yarı

fantastik, yarı xəyali bir formada yazılmış, lakin saf və real düşüncələri ifadə etmişdir. Əslində, şair yuxu prosesindən bir vasitə kimi istifadə edir. O, hadisələrəöz maraqları daxilində müdaxilə edir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, bu maraqlar dövlət maraqları daxilində özünə yer tapan, bir növ onu tamamlayan maraqlardır. Elə bu səbəbdəndir ki, əsərdə Türkiyə-Avropa,Türkiyə Rusiya münasibətlərinə, Türkiyənin nüfuzunun artırılması məsələsinə geniş yer verilir. Krit adasında və Misirdə Türkiyə əleyhinəbaş vermiş üsyanların yatırılması, onlara dəstək verən xarici dövlət və daxili casuslara qarşı planların müzakirəsi daha çox maraq doğurur. Ziya Paşanın Sultan Əbdüləzizlə mükaliməsində Yeni Osmanlılar Cə- miyyətinin yaranması və onun qarşıya qoyduğu məqsədi də müzakirə- dən yan keçmir. Əslində, Türkiyənin qarşılaşdığı problemlər və onlar- dan qurtarmaq məqsədilə yaradılan bu cəmiyyət Türkiyə həyatında eləbir mühüm işlər görməsə də, demokratik bir təşkilat idi.

Yeni Osmanlılar Cəmiyyətinin planlarının şair tərəfindən hökmdara

çatdırılması fərdi yox, ictimai səciyyə daşıyır.

Ziya Paşa yaradıcılığında vətənpərvərlik motivi əsas yerlərdən biri-ni tutur. Türkiyənin zəfər tarixi bu yaradıcılıq üçün həmişə aparıcı möv-zuya çevrilmiş və şairin hadisələrə birbaşa müdaxiləsi şəklində əksini tapmışdır. Düzdür, bu cür nümunələrdə də şairin sənəti üçün səciyyəviolan tənqiddən yan keçilmir, ayrı-ayrı şəxslər tənqid obyektinə məruz qalır. Məsələn, mövzusu 1866-cı ildə Krit üsyanı zamanı baş vermiş hadisələrdən götürülmüş "Zəfərnamə" belə əsərlərdəndir.

Tarixdən məlumdur ki, Rusiya və Yunanıstanın dəstək və himayəsinəticəsində 1866-cı ildə Krit adasında Türkiyənin əleyhinə üsyan edil-

miş, yalnız onlara muxtariyyət verildikdən sonra üsyan yatırılmışdır. Əlbəttə, bunu türk tarixində ağıllı və uğurlu siyasət kimi qəbul etmək olar. Çünki İngiltərə, Fransa, Rusiya, Yunanıstan və s. dövlətlərin anti- türk birliyi mövcud Krit üsyanının başqa cür yoluna qoyulmasını qey- ri-mümkün edirdi.

Əsərə verilən ad ilk anda adamda elə bir fikir oyadır ki, "Zəfər- namə''də Türkiyənin böyük uğur və qələbəsi öz bədii əksini tapmışdır.Lakin Ziya Paşa bu əsərdə öz yaradıcılıq üslubuna uyğun olaraq satiriktərzi ön plana çıxarmış, Krit adasına muxtariyyət vermək plan və layihə-sinin memarı olan sədrəzəm Ali Paşanı tənqid obyektinə çevirmişdir. Bumənada qəbul olunan qərar müəllifin nəzərində sətiraltı mənada, dır- naqarası zəfər qiymətini alır, mənfi şəkildə ifadəsini tapır. Deyilən cəhətəsərdə müəllifin müqayisə və münasibətində aşkar şəkildə üzə çıxır:

Kimsələr olmadı bu fəthi mübinə məzhər, Nə İsgəndər, nə Hülaki, nə Sezarü Anibal.
Kriti aldı geri savleti-seyfü qələmi, Xalqına gəlmiş ikən dayəyi-istiqbal.

Bu nə qeyrət, nə həmiyyət, nə cəsarətdir bu,Heç görülmüşmü təvarixi seleftə əmsal.

Ziya Paşanın lirikasında fəlsəfi dərinlik mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu səbəbdəndir ki, onun poeziyasında adi lirizm müxtəlif çalar komponentinə çevrilir.

Şairin nəzərində insan heç vaxt vəzifə və sərvətinə, gənclik və sağ- lamlığına güvənməməlidir. Bunların hamısı ötəridir. İnsan öz xeyirxahəməllərinə güvənməlidir.

Bir gün gələcək sən də pərişan olacaqsan, Ey qönçə, bu cəmiyyəti hər dəmmi sanırsan?

Ziya Paşa əsl insanlığın şərtini dünya malından əl çəkməkdə, sadə,təbii olmaqda, yalnız xeyirxahlıq göstərməkdə görür. Ona görə də, şai-rin bu ideyalarının təbliği kimi səslənən bir çox şeiri insan probleminə, onun cəmiyyətdə yeri və rolu məsələlərinə fəlsəfi münasibət bildirməkbaxımından xarakterikdir:

Hürr olmaq istər isən, olma cahanın, Zövqündə, səfasında, qəmində, kədərində. Ayinesi işdir kişinin, lafa baxılmaz, Şəxsin görünür rübteyi-ağlı əsərində.

İnsana sədaqət yaraşır, görsə də ikrah,Yardımçısıdır doğruların həzrəti Allah.

Ziya Paşa həyatını yalnız və yalnız xalqının xoşbəxtliyinə həsr etmişvə yaradıcılığını da bu istiqamətdə davam etdirmişdir.Aydın məsələdirki, şair bu yolda böyük əziyyətlər çəkmiş, xalqa əks olan qüvvələrin təqiblərinə məruz qalmışdır. Lakin tutduğu yolun haqq olduğu üçün inamını itirməmiş və mübarizəsindən dönməmişdir:

Bir zamanlar mən daha düşdüm bəlayi-qeyrətə,Doğruluqla uğradım min türlü dərdi-zəhmətə. Gah vətəndən ayrılıb, getdim diyari-qürbətə, Aqibət oldum giriftar, işbu mühlik illətə.

Yaxud:

Xanumanım tarümar oldu həmiyyət uğruna, Bərkü barım həp pərişan oldu qeyrət uğruna, Nəfsimə zülm eylədim xalqa ədalət uğruna, Cismücan etdim fəda bu mülkü millət uğruna.

Qeyd etmək lazımdır ki, Ziya Paşa divan ədəbiyyatı üslubunda yaz-dığı şeirlərində də klassik ənənənin çətin söz və ifadə deyimlərindən uzaqlaşmış, nisbətən sadə deyimlərdən istifadə etmişdir.

Yaxud:

Əksər kişinin surətinə surəti uymaz, Yarəb, bu nə hikmətdir, ilahi, bu nə halət.

Dərdə uğrar kim sədaqət etsə, əlbət, dövlətə,İstiqamət məhzi cənnətdir bu mülkü millətə

Ziya Paşa XIX əsrin elə bir sənətkarıdır ki, yaradıcılığında istər klassik, istərsə də Tənzimat ədəbiyyatının xüsusiyyətlərini paralel ola-raq inkişaf etdirmiş, sənətdə uğurlar qazanmışdır.

KAYNAKLAR

1. Ziya Paşa. Zəfərnamə, İstanbul, 1909.
2. Ziya Paşanın şeirləri. Ankara, 1959.
3. Ziya Paşa. Əsərləri, Ankara, 1963.
4. Ziya Paşa. Əsərlərindən seçmələr. İzmir, 1987.

BEYOND POINT PREDICTIONS: AN UNCERTAINTY-AWARE DATA SCIENCE FRAMEWORK FOR CUSTOMER BEHAVIOR PREDICTION IN TELECOM

Frida ZISKO[1] / Besjana MEMA[2]

[1]Department of Business Informatics, Faculty of Informatics, Mediterranean University of Albania, Tirana, Albania; frida.zisko@umsh.edu.al;

[2]Department of Information Technology, Faculty of Informatics, Mediterranean University of Albania, Tirana, Albania; besjana.mema@umsh.edu.al;

Abstract

Machine-learning studies of telecom customer behavior usually report point predictions and aggregate metrics, although operational retention decisions are made for individual customers under changing data conditions. A predicted churn probability does not by itself reveal whether a case is familiar to the model, whether alternative outcomes remain plausible, or whether the system should decline to automate the decision. This paper presents a structured review of uncertainty quantification (UQ), conformal prediction, out-of-distribution detection, dataset-shift monitoring, and selective classification, and translates these methods into a telecom-specific framework. Five sources of uncertainty are distinguished: aleatoric, epistemic, distributional, label-temporal, and decision uncertainty. The proposed Uncertainty-Aware Customer Analytics for Telecom (U-CAT) framework integrates a base predictor with model-based UQ, conformal prediction sets, shift and OOD safeguards, and an accept–review–abstain decision layer. A reporting protocol is also introduced that extends conventional F1-score and AUC evaluation with coverage, set efficiency, risk–coverage, subgroup validity, shift sensitivity, and operational review load. The framework is conceptual and does not claim empirical superiority; instead, it specifies testable design requirements for future data-driven studies. U-CAT extends calibrated churn prediction toward instance-level reliability and deployment-aware decision support, providing a Data Science foundation for customer analytics systems that can express uncertainty, detect unfamiliar conditions, and avoid unsupported automated actions.

Keywords: uncertainty quantification; conformal prediction; customer behavior prediction; customer churn; telecommunications

1. INTRODUCTION

Telecommunication operators increasingly use machine learning to predict customer churn, service adoption, complaints, payment risk, and responses to retention actions. The dominant research pattern is model-centric: a fixed customer dataset is preprocessed, several classifiers are compared, and the best model is selected through accuracy, F1-score, or area under the receiver operating characteristic curve. Recent reviews show substantial growth in ensemble and deep-learning approaches, but also identify persistent gaps in concept drift, real-world deployment, interpretability, and business-aligned evaluation (Imani et al., 2025; Manzoor et al., 2024). Representative telecom studies demonstrate the predictive value of behavioral, usage, billing, and social-network features (Ahmad et al., 2019; Xu et al., 2021), yet their outputs are still commonly summarized as a class label or a single probability.

A point prediction is insufficient for many operational decisions. Two customers may receive

the same estimated churn probability even though one closely resembles the training population and the other belongs to a new tariff, geographic region, or digital-service segment. The probability may also conceal disagreement among plausible models, ambiguous customer behavior, delayed or noisy churn labels, and changes in the relationship between predictors and outcomes. Calibration addresses whether predicted probabilities agree with empirical frequencies at an aggregate level, but it does not fully answer whether a particular prediction is reliable, whether the case is out of distribution, or whether automation should be refused (Gneiting & Raftery, 2007; Guo et al., 2017).

This distinction is important in telecom because the data-generating process is dynamic. Pricing revisions, network incidents, competitor campaigns, migration to digital channels, regulatory interventions, and retention offers can alter both the customer population and the meaning of observed behavior. Research on predictive uncertainty has shown that uncertainty quality can degrade under dataset shift even when a method performs well on independent and identically distributed test data (Ovadia et al., 2019), Koh et al. (2021). A customer analytics system should therefore be able not only to predict but also to express ambiguity, detect unfamiliar conditions, and route uncertain cases to alternative procedures.

This paper addresses four research questions:

- RQ1: Which sources of uncertainty are most relevant to machine-learning-based customer behavior prediction in telecom?
- RQ2: What can Bayesian approximations, ensembles, conformal prediction, OOD detection, and selective classification contribute to instance-level reliability?
- RQ3: How can these components be integrated into a coherent Data Science lifecycle for telecom customer analytics?
- RQ4: Which metrics and reporting practices are required to evaluate uncertainty-aware customer prediction without relying only on conventional discrimination metrics?

The contributions are fourfold. First, the paper develops a telecom-specific taxonomy separating aleatoric, epistemic, distributional, label-temporal, and decision uncertainty. Second, it provides a structured synthesis of major UQ method families and clarifies their assumptions and limitations. Third, it proposes U-CAT, an integrated framework combining uncertainty estimation, conformal validity, shift safeguards, and selective decision routing. Fourth, it introduces an evaluation and reporting protocol for future empirical studies. The work is deliberately conceptual and does not report synthetic or invented experimental results.

2. BACKGROUND AND CONCEPTUAL FOUNDATIONS

2.1 Customer Behavior Prediction as a Probabilistic Task

Customer churn is usually formulated as binary classification, where a model estimates the probability that customer i will discontinue the relationship within a defined prediction horizon. The same formulation can be extended to upselling, service migration, late payment, complaint escalation, and campaign response. The resulting probability is useful for ranking customers, selecting thresholds, and estimating expected costs. However, its interpretation depends on label semantics, sampling design, temporal alignment, model specification, and the stability of the deployment environment.

A probability near 0.50 is often treated as uncertain, while probabilities near 0 or 1 are treated as confident. This interpretation can be misleading. Modern classifiers may be overconfident, especially under shift, and a high probability may reflect a strong model output rather than reliable knowledge about the case (Guo et al., 2017; Ovadia et al., 2019; Hendrycks & Gimpel, 2017). Conversely, a probability near 0.50 may accurately represent irreducible behavioral ambiguity. Reliable customer analytics therefore requires separating predicted probability, calibration, uncertainty, and decision risk.

2.2 Calibration, Confidence, and Uncertainty

Calibration is a population-level correspondence property. If predictions of 0.70 are calibrated, approximately 70% of comparable cases should experience the event. Proper scoring rules such as the Brier score assess the quality of probabilistic forecasts and reward both calibration and discrimination (Gneiting & Raftery, 2007). Post-hoc procedures can improve calibration on held-out data (Guo et al., 2017), but their guarantees are generally tied to the validation distribution and may weaken when the deployment population changes (Ovadia et al., 2019).

Uncertainty quantification is broader. It aims to represent what is not known about an individual prediction, the model, or the data-generating process. Some techniques produce a scalar uncertainty score, some estimate a predictive distribution, and conformal methods construct sets or intervals with coverage guarantees under stated assumptions (Shafer & Vovk, 2008; Angelopoulos & Bates, 2023). Selective prediction adds an operational mechanism: the model acts only on a subset of cases and rejects the rest, thereby trading coverage for lower risk (Geifman & El-Yaniv, 2017; Geifman & El-Yaniv, 2019).

2.3 Sources of Uncertainty in Telecom Analytics

The common division between aleatoric and epistemic uncertainty is useful but incomplete for production customer analytics. Hüllermeier and Waegeman (2021) dhe Kendall and Gal (2017).Telecom applications also involve distributional, label-temporal, and decision uncertainty. Table 1 summarizes the proposed taxonomy.

Table 1. Sources of uncertainty in telecom customer behavior prediction

Uncertainty source	Telecom interpretation	Typical indicators	Potential response
Aleatoric	Inherent ambiguity in behavior: customers with similar observed profiles may make different decisions	High class overlap; unstable outcomes despite rich data; prediction sets containing both classes	Represent ambiguity; avoid forcing certainty; use set-valued predictions.
Epistemic	Limited knowledge caused by sparse segments, short histories, missing features, or model underspecification	Ensemble disagreement; posterior variance; sensitivity to retraining samples.	Acquire data; simplify or regularize; route to review.
Distributional	The current customer or period differs from training conditions.	OOD score; drift tests; new categories; changed tariff or channel mix.	Abstain, reweight, recalibrate, retrain, or redesign validation.
Label-temporal	Churn labels are delayed, censored, inconsistently defined, or altered by interventions.	Recent cases lack mature outcomes; conflicting cancellation definitions; treatment-induced labels.	Define horizons; use delayed evaluation; document intervention and label logic.
Decision	Uncertainty about the correct action, costs, budget, or consequences even when the prediction is stable.	Competing thresholds; uncertain retention value; high review burden or fairness risk.	Use cost-sensitive routing, scenario analysis, and accountable human oversight.

3. STRUCTURED REVIEW METHOD

A structured qualitative review was conducted to connect the telecom churn literature with methodological research on uncertainty quantification. The protocol was informed by the transparency principles of PRISMA 2020 (Page et al., 2021), but the study is not presented as an exhaustive systematic review or meta-analysis. Its purpose is conceptual integration rather than estimating pooled effects or ranking algorithms by reported performance.

Searches were performed in publisher and proceedings repositories, including JMLR, PMLR, NeurIPS, ICLR/OpenReview, IEEE Xplore, SpringerLink, and selected multidisciplinary journal platforms. Searches were last updated in June 2026 and primarily covered publications from 2016 onward, while retaining earlier foundational studies. Search expressions combined terms such as “predictive uncertainty,” “aleatoric epistemic uncertainty,” “conformal prediction classification,” “selective classification reject option,” “out-of-distribution detection,” “dataset shift,” “label shift,” “customer churn prediction,” and “telecom customer behavior.”

Studies were included when they: (i) introduced or evaluated a method directly relevant to

predictive uncertainty, conformal inference, shift detection, or abstention; (ii) provided an authoritative tutorial or theoretical treatment; or (iii) documented methodological gaps in customer churn or telecom prediction. Papers were excluded when uncertainty referred only to descriptive variability, when the method could not plausibly transfer to supervised customer analytics, or when the source did not provide enough methodological detail. The selected literature was coded by uncertainty target, output type, assumptions, validation metrics, shift sensitivity, computational requirements, and possible telecom role. The synthesis was then used to construct the taxonomy, method comparison, framework, and research agenda.

4. UNCERTAINTY QUANTIFICATION METHODS FOR CUSTOMER ANALYTICS

4.1 Probabilistic Scoring and Calibration

Probabilistic evaluation is the minimum requirement for uncertainty-aware classification. Proper scoring rules evaluate the full probability forecast rather than only the final class (Gneiting & Raftery, 2007). Calibration diagnostics identify systematic overconfidence or underconfidence, and methods such as temperature scaling can improve aggregate correspondence on validation data (Guo et al., 2017). However, calibration should not be equated with instance-level certainty. A globally calibrated model can remain unreliable for small subgroups, unfamiliar customers, or shifted periods. In U-CAT, calibration is therefore a prerequisite diagnostic rather than the final uncertainty mechanism.

4.2 Approximate Bayesian Methods and Monte Carlo Dropout

Bayesian modeling represents uncertainty through a posterior distribution over parameters or functions. Exact Bayesian inference is often computationally difficult for modern models. Monte Carlo dropout provides an approximate alternative by retaining dropout at inference time and using repeated stochastic forward passes to characterize predictive variation (Gal & Ghahramani, 2016). The approach is accessible for neural models and can indicate epistemic uncertainty, but its quality depends on architecture, dropout configuration, and approximation assumptions. For the predominantly tabular data used in churn prediction, it is most relevant when neural networks or temporal deep-learning models are justified by the data volume and structure.

4.3 Deep and Heterogeneous Ensembles

Ensembles quantify uncertainty through disagreement among independently trained models. Deep ensembles are simple to parallelize and have shown strong uncertainty performance relative to several approximate Bayesian alternatives (Lakshminarayanan et al., 2017). Large-scale evaluations under dataset shift found that uncertainty quality generally declines as shift increases, although deep ensembles were comparatively robust across many settings (Ovadia et al., 2019). In telecom, ensemble disagreement may reveal customers for whom model specifications produce materially different risk estimates. The main limitations are computation, storage, and the possibility that similarly trained models share the same blind spots.

4.4 Conformal Prediction

Conformal prediction converts the output of an arbitrary base model into a prediction set with a user-defined error level. For binary churn prediction, the result may be the singleton set

{churn}, the singleton set {no churn}, or the ambiguous set {churn, no churn}. Let s(x,y) be a nonconformity score and q_(1−α) an empirical quantile estimated from a calibration set. Sadinle et al. (2019), Cauchois et al. (2021) dhe Bates et al. (2021). The conformal prediction set is:

$C_\alpha(x) = \{ y \in Y : s(x, y) \leq q_(1-\alpha) \}.$

Under exchangeability and the standard split-conformal construction, the marginal coverage satisfies:

$P\{Y \in C_\alpha(X)\} \geq 1 - \alpha.$

The principal advantage is model agnosticism: logistic regression, random forest, gradient boosting, and neural networks can all serve as the base predictor (Shafer & Vovk, 2008; Angelopoulos & Bates, 2023). Adaptive classification scores can improve efficiency while retaining marginal validity (Romano et al., 2020). Nevertheless, marginal coverage does not guarantee equally valid predictions for every customer segment, and ordinary guarantees may fail when the data are non-exchangeable. Weighted, adaptive, and beyond-exchangeability methods address covariate shift, online drift, and dependent observations (Tibshirani et al., 2019; Gibbs & Candès, 2021; Gibbs & Candès, 2024; Oliveira et al., 2024; Barber et al., 2023). These extensions are highly relevant to telecom, where customer observations and market conditions evolve over time.

4.5 Out-of-Distribution and Dataset-Shift Detection

OOD detection evaluates whether a new input resembles the training distribution. Maximum softmax probability is a simple baseline, but high confidence on unfamiliar data remains a known failure mode (Hendrycks & Gimpel, 2017). Dataset-shift detection operates at batch level and asks whether the incoming population differs significantly from the reference population. Two-sample tests, classifier-based shift detection, feature monitoring, and label-shift estimation can provide warnings before downstream performance is fully observable (Rabanser et al., 2019; Lipton et al., 2018). These mechanisms should complement, not replace, outcome-based monitoring: a statistically detectable shift may be harmless, while a subtle shift can be operationally important.

4.6 Selective Classification and Abstention

Selective classification introduces a selection function g(x) that determines whether the model predicts or abstains. If g(x)=1 denotes acceptance, coverage is the fraction of accepted cases and selective risk is the expected loss among those cases:

$\text{Coverage} = E[g(X)], \quad R_\text{selective} = E[L(f(X),Y)g(X)] / E[g(X)].$

A lower-risk system can be obtained by accepting only cases that satisfy a reliability criterion, although this reduces coverage. Selective classifiers can be constructed after training or optimized jointly with the predictor (Geifman & El-Yaniv, 2017; Geifman & El-Yaniv, 2019). In telecom, abstention need not mean permanent inaction. It can trigger a rule-based fallback, delayed scoring after more history becomes available, analyst review for high-value customers, or a conservative non-targeting policy. The reject option must therefore be evaluated together with review cost, customer value, fairness, and operational capacity.

Table 2. Comparison of uncertainty-aware method families

Method family	Primary output	Main assumption or dependency	Strength for telecom	Key limitation
Calibration / proper scoring	Adjusted probability; calibration curve; Brier score	Representative labeled validation data	Improves interpretation of risk probabilities and expected-cost calculations	Does not establish individual reliability or OOD safety
MC dropout / Bayesian approximation	Distribution of stochastic predictions	Model architecture and approximation quality	Accessible epistemic signal for neural or temporal models	Sensitive to implementation; not naturally applicable to every tabular model
Ensembles	Mean prediction and model disagreement	Diversity among fitted models	Model-agnostic in spirit; robust baseline for disagreement	Computational cost; correlated models may share blind spots
Conformal prediction	Prediction set with target marginal coverage	Exchangeability or a justified shift-aware extension	Directly communicates ambiguity; works with any base classifier	Sets may be inefficient; marginal validity may hide subgroup failures
OOD / shift detection	Case-level OOD score or batch-level alarm	Reference representation and meaningful thresholds	Warns when new tariffs, channels, or market conditions differ	Detection does not automatically identify performance loss or corrective action
Selective classification	Accept/reject decision and risk–coverage curve	Reliable selection score and operational fallback	Prevents unsupported automation and manages review workload	Abstention can be unfair or impractical if concentrated in specific groups

5. THE U-CAT FRAMEWORK

The proposed Uncertainty-Aware Customer Analytics for Telecom (U-CAT) framework treats predictive uncertainty as an end-to-end Data Science concern rather than a post-processing visualization. It consists of seven connected stages and cross-cutting governance controls. Figure 1 presents the architecture, while Table 3 defines the expected output of each stage.

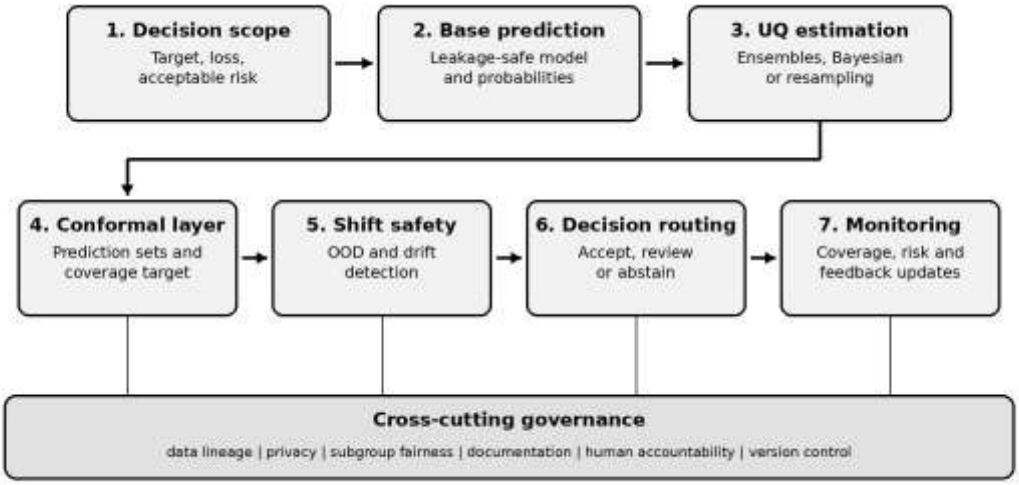


Figure 1. U-CAT: Uncertainty-Aware Customer Analytics for Telecom

5.1 Stage 1: Decision and Uncertainty Specification

The workflow begins by defining the target event, prediction horizon, action, error costs, and acceptable forms of uncertainty. A retention campaign may prioritize false negatives, while an automated contract intervention may require a strict abstention policy. The team should specify whether the desired output is a probability, a prediction set, a ranking, an OOD warning, or a routing decision. Without this step, uncertainty estimates can be technically valid but operationally irrelevant.

5.2 Stage 2: Base Predictive Model

The base model is developed using leakage-safe preprocessing, temporally valid splits, and appropriate metrics for imbalance. U-CAT does not prescribe one algorithm. Transparent models may be preferable when predictive performance is competitive; ensembles or neural models may be justified by scale, interactions, sequences, or unstructured customer interactions. The base model must preserve a separate calibration set if split conformal prediction or post-hoc calibration will be used.

5.3 Stage 3: Model-Based Uncertainty Estimation

A model-based uncertainty layer estimates instability or disagreement. Depending on the base learner, the layer may use bootstrap models, heterogeneous ensembles, deep ensembles, posterior approximations, or repeated resampling. The output should not be interpreted as a universal probability of error. Instead, it supplies comparative evidence about model sensitivity and limited knowledge, particularly for sparse customer segments.

5.4 Stage 4: Conformal Validity Layer

The conformal layer produces prediction sets at a selected miscoverage level α. In binary churn classification, singleton sets support a clear prediction, while two-class sets explicitly mark ambiguity. Coverage should be evaluated overall, by class, by time period, and across important

customer subgroups. Because churn is imbalanced, class-conditional or label-aware procedures may be preferable when overall marginal coverage conceals weak protection for churners.

5.5 Stage 5: Distribution-Safety Layer

Before a prediction is operationalized, the case and current scoring batch are checked for schema violations, missingness changes, unseen categories, feature drift, OOD behavior, and label shift. Podkopaev and Ramdas (2021) An OOD threshold should not be chosen in isolation; it should be linked to observed error, uncertainty, or business impact on validation stress tests. Batch alarms trigger investigation and may change the validity of conformal assumptions or the calibration of the base predictor.

5.6 Stage 6: Accept–Review–Abstain Routing

U-CAT combines the conformal set, uncertainty score, and OOD status into a routing policy. Let $|C_\alpha(x)|$ denote prediction-set size, $u(x)$ model disagreement, and $d(x)$ the OOD score. An illustrative policy is:

- Accept automated action when the prediction set is a singleton, $d(x)$ is below the validated OOD threshold, and $u(x)$ is below the accepted uncertainty level.
- Route to review when the conformal set is ambiguous or model disagreement is elevated but the case is not clearly out of distribution.
- Abstain or use a conservative fallback when schema checks fail, the case is strongly OOD, or a batch-level shift alarm invalidates normal operation.

These thresholds are not universal. They must be estimated from validation data and aligned with intervention cost, review capacity, customer value, and legal or ethical constraints. For high-volume low-value campaigns, “review” may mean batch-level policy analysis rather than manual inspection of every customer.

5.7 Stage 7: Monitoring and Feedback

Monitoring extends beyond model accuracy. U-CAT tracks conformal coverage, set size, selective risk, accepted-case volume, subgroup abstention, OOD prevalence, drift alarms, label delay, and post-intervention feedback. When labels become available, the system evaluates whether the original coverage and risk commitments were met. Retraining alone is not always the correct response; recalibration, conformal recalibration, feature redesign, threshold revision, or temporary suspension may be more appropriate.

Table 3. U-CAT stages, outputs, and validation questions

Stage	Core output	Validation question
1.Decision scope	Target, horizon, loss, action, uncertainty requirement	What uncertainty matters for the specific customer decision?
2.Base prediction	Probability or score from a leakage-safe model	Does the model generalize under deployment-aligned validation?
3. UQ estimation	Disagreement, posterior variation, or resampling variability	Does the score rise for sparse, perturbed, or difficult cases?
4.Conformal layer	Set-valued prediction at target coverage	Is coverage achieved overall, by class, time, and subgroup?
5. Shift safety	OOD score, drift alarm, schema and data-quality checks	Can the system identify cases or periods outside validated conditions?
6.Decision routing	Accept, review, or abstain decision	Does routing reduce accepted-case risk without excessive review burden?
7. Monitoring	Coverage, risk, drift, review load, feedback indicators	Are reliability commitments maintained after deployment and intervention?

6. EVALUATION AND REPORTING PROTOCOL

An uncertainty-aware study must evaluate several properties that conventional churn benchmarks omit. High discrimination is useful, but a method can achieve strong AUC while producing poorly calibrated probabilities, oversized conformal sets, unreliable OOD scores, or unfair abstention patterns. Table 4 proposes a minimum evaluation protocol.

Table 4. Minimum evaluation dimensions for uncertainty-aware telecom prediction

Dimension	Recommended measures	Interpretation
Point prediction	Recall, precision, F1-score, PR-AUC, ROC-AUC	Baseline ability to distinguish churners from non-churners.
Probability quality	Brier score, log loss, calibration plot, ECE with caveats	Quality of probabilistic forecasts on representative validation data.
Conformal validity	Marginal coverage, class-conditional coverage, subgroup coverage	Whether the observed outcome is contained at the promised rate.
Conformal efficiency	Mean set size, singleton rate, ambiguous-set rate	How informative the valid prediction sets are.
Selective prediction	Risk–coverage curve, area under risk–coverage curve, abstention rate	Error among accepted cases as automation coverage changes.
OOD / shift	AUROC or AUPR for known OOD tests; false-alarm rate; detection delay	Ability to warn about unfamiliar cases or changed scoring populations.

Robustness	Metric degradation under temporal, covariate, label, and missingness shifts	Whether uncertainty increases appropriately when predictive conditions deteriorate.
Operational impact	Review volume, accepted-action cost, missed churners, intervention capacity	Whether reliability controls are practical for the decision process.
Fairness	Coverage, set size, abstention, and selective risk by protected or relevant groups	Whether uncertainty safeguards distribute errors and refusals equitably.

Coverage must be interpreted together with efficiency. A conformal method can achieve high coverage by returning both classes for nearly every customer, which is valid but not actionable. Similarly, selective risk can be reduced by abstaining on most cases, creating an unusable system. Reporting should therefore show complete curves or several operating points rather than a single chosen threshold. Confidence intervals or repeated resampling should accompany the metrics where possible.

Stress testing is essential. Future empirical studies should evaluate gradual tariff changes, abrupt market shocks, new service categories, increased missingness, delayed labels, class-prevalence changes, and intervention feedback. UQ quality should improve failure awareness: as point performance degrades, uncertainty, set size, OOD scores, or abstention should increase rather than remain falsely confident. This requirement follows the broader evidence that uncertainty methods can degrade under distribution shift and must be evaluated explicitly in shifted environments (Ovadia et al., 2019; Rabanser et al., 2019).

7. ILLUSTRATIVE TELECOM SCENARIOS

The following scenarios demonstrate how U-CAT would structure analysis without claiming empirical results. They are design cases for future validation rather than evidence that a particular method will succeed.

Table 5. Illustrative uncertainty scenarios and U-CAT responses

Scenario	Uncertainty signature	U-CAT response
A new low-cost tariff attracts a younger, digital-only segment.	Feature and representation shift; sparse historical labels; ensemble disagreement.	Flag segment-level shift, widen or recalibrate sets, restrict automation until labels mature.
A network outage causes a temporary spike in complaints and churn intentions.	Abrupt covariate and label-prevalence shift; historical relationship may be invalid.	Trigger batch alarm, use incident-specific policy, evaluate adaptive conformal coverage.
A newly acquired customer has only one month of history.	Epistemic uncertainty and missing temporal aggregates.	Return ambiguity or review status; delay high-cost intervention until sufficient history exists.

A retention campaign changes outcomes for high-risk customers.	Feedback shift: observed labels depend on prior model decisions and treatments.	Log treatment assignment, separate untreated risk from intervention response, redesign evaluation.
A payment category is replaced after a billing-system migration.	Schema drift, unseen categories, missingness and encoding risk.	Fail schema checks, abstain, update feature mapping and revalidate the full pipeline.
One demographic subgroup receives disproportionate ambiguous sets.	Subgroup coverage or efficiency failure; possible representation gap.	Audit data support and subgroup validity; avoid using abstention as an unexamined fairness substitute.

8. DISCUSSION

8.1 From Reliable Probabilities to Reliable Actions

The main conceptual shift is from asking whether a churn probability is accurate on average to asking whether an individual customer prediction is sufficiently supported for a particular action. Calibration remains important, especially for expected-cost and threshold analysis, but it is only one layer. U-CAT adds evidence about model disagreement, set-valued ambiguity, distributional familiarity, and the option not to automate. In this sense, the framework extends threshold-aware decision support toward a richer reliability architecture rather than duplicating probability calibration research.

The framework also separates uncertainty from explanation. Explainability methods describe which variables influenced a prediction; they do not establish that the prediction is valid or familiar. A detailed SHAP explanation for an OOD customer may still explain an unsupported output. Conversely, a conformal set can be valid without explaining the business factors behind it. Production systems need both forms of information, but they answer different questions.

8.2 Applicability to Tabular Telecom Models

Although much UQ research has focused on deep neural networks and images, several components transfer directly to tabular customer data. Split conformal prediction is base-model agnostic. Bootstrap or heterogeneous ensembles can be built from logistic regression, random forests, gradient boosting, and other tabular learners. Drift detection can operate on raw variables, learned representations, or predicted scores. Selective routing can use conformal ambiguity, ensemble dispersion, data-quality rules, or combinations of these signals. The central research question is not whether every method can be imported unchanged, but which combination produces valid, efficient, and operationally meaningful uncertainty for tabular and temporal customer records.

8.3 Governance, Fairness, and Human Oversight

Abstention is sometimes presented as an inherently safer behavior, but it can transfer errors and workload to people or systematically exclude difficult groups. U-CAT therefore treats subgroup coverage, set size, and abstention rate as first-class evaluation measures. Human review must also be designed realistically. Reviewers require concise evidence, data lineage, reason codes, and explicit uncertainty sources; a raw entropy value or ensemble variance is rarely sufficient.

Audit logs should record which reliability condition triggered the route and what action followed.

Privacy and data minimization remain relevant because uncertainty estimation may encourage collecting additional variables or retaining longer behavioral histories. Any data expansion should be justified by measurable reduction in decision-relevant uncertainty, not by the assumption that more data are always better. Governance should connect uncertainty indicators to approved actions, escalation responsibilities, versioned thresholds, and retraining or suspension criteria.

9. RESEARCH AGENDA, LIMITATIONS, AND REPORTING CHECKLIST

9.1 Research Agenda

The review identifies six research directions for uncertainty-aware telecom analytics:

Class- and subgroup-conditional conformal methods for imbalanced churn prediction, with explicit analysis of coverage for churners rather than only overall coverage.
Adaptive and non-exchangeable conformal procedures for temporally ordered customer data, delayed labels, and rapidly changing commercial environments (Gibbs & Candès, 2021; Gibbs & Candès, 2024; Oliveira et al., 2024; Barber et al., 2023).
Cost-aware selective prediction that jointly optimizes accepted-case risk, retention value, customer-contact cost, and review capacity.
Fair abstention policies that prevent uncertainty controls from disproportionately withholding service or intervention from underrepresented groups.
Feedback-aware evaluation in which previous retention actions affect future labels, customer behavior, and the composition of available training data.
Multi-outcome uncertainty for joint prediction of churn, complaint escalation, upgrade, payment failure, and response to intervention rather than isolated binary tasks.

9.2 Minimum Reporting Checklist

Define the customer event, prediction horizon, observation window, label delay, and intervention context.

State which form of uncertainty is targeted and why the selected method is appropriate. Separate training, calibration, validation, and final test roles; prevent preprocessing leakage across all partitions.

Report conformal assumptions, miscoverage level, calibration-set size, conformity score, and any shift-aware modification.

Report coverage and efficiency overall, by outcome class, by time period, and by operationally important subgroups.

Report the complete risk–coverage relationship and the operational meaning of abstention or review.

Evaluate known shift or OOD scenarios and document false alarms, missed shifts, and corrective actions.

Document computational cost, random seeds, model versions, data lineage, thresholds, and monitoring triggers.

9.3 Limitations

This paper provides a structured conceptual synthesis rather than an exhaustive systematic review or an empirical benchmark. The proposed U-CAT framework has not yet been validated on telecom data, and no universal threshold values are claimed. Many foundational UQ methods were developed for deep learning and vision; their performance on imbalanced tabular customer data may differ. Conformal coverage guarantees depend on assumptions and on correct implementation of the calibration protocol. Marginal coverage alone does not guarantee conditional, subgroup, or temporal validity. Finally, accept–review–abstain routing may be difficult to operationalize at telecom scale unless review is prioritized by customer value and business risk. These limitations define concrete requirements for future empirical work.

10. CONCLUSION

Customer behavior prediction in telecom should not end with a class label, a calibrated probability, or a ranking of at-risk customers. Dynamic markets, incomplete histories, delayed labels, intervention feedback, and changing customer populations create uncertainty that conventional performance tables do not reveal. This paper distinguished five sources of uncertainty and reviewed complementary approaches based on probabilistic scoring, Bayesian approximations, ensembles, conformal prediction, OOD and shift detection, and selective classification.

U-CAT integrates these components into a seven-stage Data Science framework: specify the decision and uncertainty requirement, build a leakage-safe base model, estimate model uncertainty, construct conformal prediction sets, detect unfamiliar conditions, route cases through accept–review–abstain logic, and monitor reliability after deployment. The accompanying evaluation protocol emphasizes coverage, efficiency, selective risk, shift sensitivity, subgroup validity, and review burden. The framework does not replace empirical validation; it makes the required validation more explicit. Its intended contribution is a reproducible foundation for future telecom studies that move beyond accurate point predictions toward models that know when their outputs are ambiguous, unfamiliar, or unsuitable for automated action.

REFERENCES

Ahmad, A. K., Jafar, A., & Aljoumaa, K. (2019). Customer churn prediction in telecom using machine learning and social network analysis in big data platform. Journal of Big Data, 6, Article 28. https://doi.org/10.1186/s40537-019-0191-6

Angelopoulos, A. N., & Bates, S. (2023). Conformal prediction: A gentle introduction. Foundations and Trends in Machine Learning, 16(4), 494–591. https://doi.org/10.1561/2200000101

Barber, R. F., Candès, E. J., Ramdas, A., & Tibshirani, R. J. (2023). Conformal prediction beyond exchangeability. The Annals of Statistics, 51(2), 816–845. https://doi.org/10.1214/23-AOS2276

Bates, S., Angelopoulos, A., Lei, L., Malik, J., & Jordan, M. (2021). Distribution-free, risk-controlling prediction sets. Journal of the ACM, 68(6), Article 43. https://doi.org/10.1145/3478535

Cauchois, M., Gupta, S., & Duchi, J. C. (2021). Knowing what you know: Valid and validated confidence sets in multiclass and multilabel prediction. Journal of Machine Learning Research, 22(81), 1–42.

Gal, Y., & Ghahramani, Z. (2016). Dropout as a Bayesian approximation: Representing model uncertainty in deep learning. In Proceedings of the 33rd International Conference on Machine Learning (Vol. 48, pp. 1050–1059). PMLR.

Geifman, Y., & El-Yaniv, R. (2017). Selective classification for deep neural networks. In Advances in Neural Information Processing Systems 30.

Geifman, Y., & El-Yaniv, R. (2019). SelectiveNet: A deep neural network with an integrated reject option. In Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (Vol. 97, pp. 2151–2159). PMLR.

Gibbs, I., & Candès, E. J. (2021). Adaptive conformal inference under distribution shift. In Advances in Neural Information Processing Systems 34 (pp. 1660–1672).

Gibbs, I., & Candès, E. J. (2024). Conformal inference for online prediction with arbitrary distribution shifts. Journal of Machine Learning Research, 25, 1–36.

Gneiting, T., & Raftery, A. E. (2007). Strictly proper scoring rules, prediction, and estimation. Journal of the American Statistical Association, 102(477), 359–378. https://doi.org/10.1198/016214506000001437

Guo, C., Pleiss, G., Sun, Y., & Weinberger, K. Q. (2017). On calibration of modern neural networks. In Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning (Vol. 70, pp. 1321–1330). PMLR.

Hendrycks, D., & Gimpel, K. (2017). A baseline for detecting misclassified and out-of-distribution examples in neural networks. In International Conference on Learning Representations.

Hüllermeier, E., & Waegeman, W. (2021). Aleatoric and epistemic uncertainty in machine learning: An introduction to concepts and methods. Machine Learning, 110, 457–506. https://doi.org/10.1007/s10994-021-05946-3

Imani, M., Joudaki, M., Beikmohammadi, A., & Arabnia, H. R. (2025). Customer churn prediction: A systematic review of recent advances, trends, and challenges in machine learning and deep learning. Machine Learning and Knowledge Extraction, 7(3), Article 105. https://doi.org/10.3390/make7030105

Kendall, A., & Gal, Y. (2017). What uncertainties do we need in Bayesian deep learning for computer vision? In Advances in Neural Information Processing Systems 30.

Koh, P. W., et al. (2021). WILDS: A benchmark of in-the-wild distribution shifts. In Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning (Vol. 139, pp. 5637–5664). PMLR.

Lakshminarayanan, B., Pritzel, A., & Blundell, C. (2017). Simple and scalable predictive uncertainty estimation using deep ensembles. In Advances in Neural Information Processing Systems 30.

Lipton, Z. C., Wang, Y.-X., & Smola, A. (2018). Detecting and correcting for label shift with black box predictors. In Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning (Vol. 80, pp. 3122–3130). PMLR.

Manzoor, A., Qureshi, M. A., Kidney, E., & Longo, L. (2024). A review on machine learning methods for customer churn prediction and recommendations for business practitioners. IEEE Access, 12, 70434–70463. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3402092

Oliveira, R. I., Orenstein, P., Ramos, T., & Romano, J. V. (2024). Split conformal prediction and non-exchangeable data. Journal of Machine Learning Research, 25, 1–38.

Ovadia, Y., et al. (2019). Can you trust your model's uncertainty? Evaluating predictive uncertainty under dataset shift. In Advances in Neural Information Processing Systems 32.

Page, M. J., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Podkopaev, A., & Ramdas, A. (2021). Distribution-free uncertainty quantification for classification under label shift. In Proceedings of the 37th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (Vol. 161, pp. 844–853). PMLR.

Rabanser, S., Günnemann, S., & Lipton, Z. C. (2019). Failing loudly: An empirical study of methods for detecting dataset shift. In Advances in Neural Information Processing Systems 32.

Romano, Y., Sesia, M., & Candès, E. J. (2020). Classification with valid and adaptive coverage. In Advances in Neural Information Processing Systems 33 (pp. 3581–3591).

Sadinle, M., Lei, J., & Wasserman, L. (2019). Least ambiguous set-valued classifiers with bounded error levels. Journal of the American Statistical Association, 114(525), 223–234. https://doi.org/10.1080/01621459.2017.1395341

Shafer, G., & Vovk, V. (2008). A tutorial on conformal prediction. Journal of Machine Learning Research, 9, 371–421.

Tibshirani, R. J., Barber, R. F., Candès, E. J., & Ramdas, A. (2019). Conformal prediction under covariate shift. In Advances in Neural Information Processing Systems 32.

Xu, T., Ma, Y., & Kim, K. (2021). Telecom churn prediction system based on ensemble learning using feature grouping. Applied Sciences, 11(11), Article 4742. https://doi.org/10.3390/app11114742.

ENGINEERING STRUCTURE–PROPERTY RELATIONSHIPS IN EU3+-DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES FOR ADVANCED PHOTONIC AND PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

El Mahdi Bouabdalli [1, 2, *], Mohamed El Jouad [2], Samira Touhtouh [2], Ilyass El kadmiri [1,3], Nathalie Gaumer [4], Mostapha Siniti [5] and Abdelowahed Hajjaji [2]

[1]Laboratory of Computer Science and Interdisciplinary Physics (LIPI), Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

[2]Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

[3]Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Team of Acoustic, Photonic and Materials, Faculty of Sciences, University Mohamed First Oujda, Oujda, Morocco.

[4]Laboratoire de Photonique d'Angers (LPhiA – EA 4464), Université d'Angers, 2 Bd Lavoisier, F-49045 Angers Cedex 01, France.

[5]CUR''EnR&SIE'', Faculty of Sciences El Jadida – Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

***Email: elmahdi.bouabdalli@usmba.ac.ma**

Abstract

Europium-doped strontium phosphate glasses (PSrEux) were synthesized using the conventional melt-quenching technique with Eu_2O_3 concentrations of 0.0, 0.5, 1.0, and 1.5 mol. at. % to investigate the impact of Eu^{3+} incorporation on their structural, thermophysical, and photoluminescent properties. X-ray diffraction (XRD) confirmed that all compositions were fully amorphous. Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy revealed the characteristic vibrational modes of the phosphate network, including symmetric and asymmetric P–O–P stretching, symmetric stretching of $(PO_3)^{2-}$, and P=O bending vibrations. Physical measurements indicated a slight increase in density (from 2.059 to 2.082 g/cm^3) alongside a decrease in molar volume (from 62.441 to 62.083 cm^3/mol), suggesting progressive structural densification with increasing Eu_2O_3 content. Differential thermal analysis (DTA) demonstrated comparable thermal stability across the series, confirming that these materials are suitable for high-temperature and optoelectronic applications. Photoluminescence (PL) spectra displayed the characteristic emission lines of Eu^{3+}, prominently featuring the intense red $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ transition. Judd–Ofelt (J–O) analysis provided key intensity parameters (Ω_λ) and asymmetry ratios (R). The observed increases in Ω_2 and R-values indicated enhanced local structural asymmetry and stronger Eu^{3+}–O^{2-} covalent interactions. Radiative properties, including transition probabilities (A), stimulated emission cross-sections (σ_e), branching ratios (β), and radiative lifetimes, were derived using the J–O formalism. All samples exhibited single-exponential decay curves of the $^5D_0$ level, confirming homogeneous emission behavior. The CIE 1931 chromaticity coordinates ($x \approx 0.660$, $y \approx 0.340$) closely align with the standard red-emission target (0.67, 0.33). Overall, these findings demonstrate that Eu^{3+}-doped strontium phosphate glasses possess strong and stable red photoluminescence, combined with robust structural and thermal performance, making them promising candidates for next-generation photonic devices such as solid-state lasers, optical amplifiers, and advanced display technologies.

Keywords: Strontium phosphate glasses; Europium oxide; Melt-quenching technique; Structural characterization; FTIR spectroscopy; Photoluminescence properties; Thermophysical properties; Judd–Ofelt analysis; Radiative properties; CIE chromaticity; Red-emitting materials.

FROM STRUCTURE TO LUMINESCENCE: A SYNERGISTIC MULTIPHYSICS–JUDD–OFELT FRAMEWORK FOR HIGH-EFFICIENCY RED EMISSION IN EU3+-DOPED SILICOPHOSPHATE SOL–GEL GLASSE

El Mahdi Bouabdalli [1, 2, *], Mohamed El Jouad [2], Samira Touhtouh [2], Fouad Belhora [2], Nathalie Gaumer [3], El Kebir Hlil [4] and Abdelowahed Hajjaji [2]

[1]Laboratory of Computer Science and Interdisciplinary Physics (LIPI), Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

[2]Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

[3]Laboratoire POMA – UMR CNRS 6136, Université d'Angers, 2 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01, France.

[4]Institut Néel, CNRS et Université Grenoble Alpes, BP 166, 38042, Grenoble, France.

***Email: elmahdi.bouabdalli@usmba.ac.ma**

ABSTRACT

Europium-doped silicophosphate glasses have emerged as highly promising materials for next-generation photonic technologies, such as light-emitting diodes (LEDs), optoelectronic components, and laser systems. This study systematically investigates the effects of trivalent europium (Eu^{3+}) incorporation on the structural, physical, and optical properties of silicophosphate glasses synthesized through the sol-gel method. Both undoped and Eu^{3+}-doped compositions were thoroughly characterized using techniques including X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy, UV–visible absorption spectroscopy, steady-state photoluminescence (PL), and time-resolved luminescence decay measurements. XRD analysis confirmed that all prepared samples exhibited a fully amorphous structure. FTIR spectroscopy indicated that the incorporation of Eu^{3+} modifies the silicate phosphate network by disrupting Si–O–Si linkages, resulting in an increased optical band gap. Photoluminescence spectra displayed the characteristic $^5D_0 \rightarrow {}^7F_J$ (where J = 0–4) transitions of Eu^{3+} ions, with broadened emission bands typical of amorphous glass matrices. Judd–Ofelt (J-O) analysis facilitated the determination of optical intensity parameters (Ω_2 and Ω_4) and crucial radiative properties, including spontaneous emission probabilities (A), stimulated emission cross-sections (σ_e), calculated radiative lifetimes (τ_{cal}), and branching ratios (β_R). Notably, the high branching ratio of 52.71% for the hypersensitive $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ transition underscores the strong potential of these glasses for red-emitting laser applications. Moreover, the calculated CIE 1931 chromaticity coordinates (x = 0.63, y = 0.36) are situated close to the ideal red-emission point (0.67, 0.33), affirming the generation of bright and spectrally pure red light. Overall, these findings demonstrate that Eu^{3+}-doped silicophosphate sol-gel glasses exhibit excellent structural integrity alongside enhanced luminescent performance, rendering them highly suitable for red-emitting photonic devices and solid-state laser applications.

Keywords: Europium; Silicophosphate glasses; Sol–gel process; Optical properties; Structural properties; XRD; FTIR spectroscopy; Band gap energy; Photoluminescence; Luminescence decay; Judd–Ofelt analysis; Radiative properties; Photonic technologies.

AUTOMATION, ROBOTICS, AND PRECISION MATERIAL FABRICATION: EMERGING TECHNOLOGIES FOR ADVANCED MOLECULAR APPLICATIONS

Moses Adeolu AGOI1
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
agoi4moses@gmail.com, +2347062230778
https://orcid.org/ 0000-0002-8910-2876
Samuel Olayiwola AJAGA2
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
olayiwolaz@gmail.com, +2348108107705
Olajuwon Victor OLAYINKA3
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
olajuwonolayinka@gmail.com, +234901572215
&
Oluwanifemi Opeyemi AGOI4
Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.
oluwanifemiagoi@gmail.com, +2348029613397
https://orcid.org/%200009-0007-9461-8870

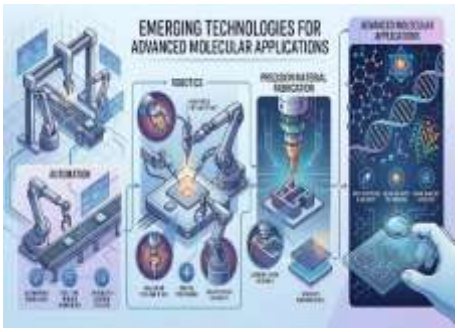
Abstract

The convergence of automation, robotics, artificial intelligence (AI), and precision material fabrication has fundamentally transformed molecular science by enabling the development of highly accurate, reproducible, and scalable manufacturing processes for advanced materials and molecular systems. These technological innovations facilitate unprecedented control over material composition, microstructural characteristics, and fabrication parameters, thereby supporting breakthroughs in nanotechnology, biomaterials, pharmaceuticals, tissue engineering, flexible electronics, and energy storage devices. The aim of this study is to critically examine emerging automation and robotic technologies that enhance precision material fabrication for advanced molecular applications while evaluating their implications for scientific innovation, industrial productivity, sustainability, and future manufacturing ecosystems. The methodology adopts a comprehensive narrative literature review, synthesizing findings from peer-reviewed journal articles, conference proceedings, industrial reports, and authoritative publications concerning intelligent manufacturing, robotic systems, additive manufacturing, cyber-physical systems, digital twins, machine learning, and molecular engineering. The review analyses technological developments, implementation strategies, and application domains to establish current research trends and identify future opportunities. The study's strengths lie in its interdisciplinary integration of automation engineering, robotics, molecular sciences, materials engineering, artificial intelligence, and smart manufacturing into a unified conceptual framework that demonstrates how intelligent fabrication systems improve precision, efficiency, product quality, and sustainability. The identified research gap concerns the limited integration of autonomous robotics, AI-driven adaptive manufacturing, and molecular-scale fabrication within unified production platforms, particularly in developing economies where technological infrastructure, workforce competencies, standardisation frameworks, and investment in intelligent manufacturing remain insufficient to support widespread industrial adoption.

Keywords: Artificial Intelligence; Automation; Precision Material Fabrication; Robotics.

INTRODUCTION

The convergence of automation, robotics, artificial intelligence (AI), and precision material



fabrication has fundamentally reshaped contemporary molecular sciences by enabling the intelligent design, synthesis, characterization, and manufacturing of advanced materials with unprecedented levels of precision, efficiency, reproducibility, and scalability. The rapid evolution of intelligent manufacturing technologies, including machine learning, cyber-physical systems (CPS), Digital Twins, the Industrial Internet of Things (IIoT), cloud computing, and advanced robotic systems, has transformed conventional production processes into adaptive, data-driven manufacturing environments capable of real-time monitoring, predictive optimization, autonomous decision-making, and continuous process improvement (Lee et al., 2015; Kusiak, 2018; Javaid et al., 2022). These technological advancements have become increasingly important in meeting the growing demand for high-performance molecular materials used in healthcare, pharmaceuticals, biotechnology, nanotechnology, aerospace, renewable energy, electronics, and biomedical engineering, where exceptional accuracy and stringent quality standards are indispensable. Precision material fabrication extends beyond traditional manufacturing by enabling the controlled manipulation of materials at the micro-, nano-, and molecular scales to produce components with tailored structural, mechanical, chemical, electrical, and biological properties. Recent innovations in additive manufacturing, robotic assembly, laser-assisted processing, nanofabrication, advanced lithography, and atomic layer deposition have significantly expanded the capability to engineer sophisticated functional materials for specialized scientific and industrial applications (Gibson et al., 2021). Furthermore, AI-driven computational modelling and machine learning algorithms have accelerated materials discovery by predicting molecular behaviour, optimizing fabrication parameters, improving quality assurance, and identifying defects before physical production, thereby reducing development time, production costs, and material waste (Butler et al., 2018). The integration of robotics with Digital Twins and intelligent control systems has further enhanced manufacturing resilience through virtual process simulation, predictive maintenance, adaptive resource allocation, and sustainable production practices, supporting the transition toward autonomous intelligent manufacturing ecosystems. Nevertheless, widespread implementation remains constrained by high capital investment, interoperability challenges, cybersecurity risks, workforce skill shortages, regulatory complexities, and limited interdisciplinary integration across engineering, materials science, and molecular technologies. Against this backdrop, this study critically examines the emerging role of automation, robotics, and precision material fabrication in advancing molecular applications by synthesizing current theoretical developments, technological innovations, industrial applications, sustainability considerations, implementation challenges, and future research directions, thereby providing an interdisciplinary perspective for the development of next-generation intelligent molecular manufacturing systems.

LITERATURE REVIEW

Automation, Robotics, and Precision Material Fabrication: Theoretical Foundations and Emerging Paradigms

Automation and robotics have become fundamental enablers of precision material fabrication, particularly in disciplines requiring exceptional control over material properties at micro- and molecular scales. The transition from conventional manufacturing to intelligent production systems has been driven by advances in computational technologies, embedded control systems, artificial intelligence (AI), and digital communication networks. According to Kusiak (2018), modern manufacturing is increasingly characterized by intelligent automation, where production systems continuously collect, analyse, and respond to operational data to improve productivity and product quality. Unlike traditional automated systems that execute predefined instructions, intelligent automation integrates adaptive algorithms capable of learning from process data and autonomously optimizing manufacturing operations. Precision material fabrication encompasses manufacturing techniques that achieve highly controlled structural, chemical, and functional properties through advanced processing technologies. Gibson et al. (2021) explain that additive manufacturing has revolutionized precision fabrication by enabling layer-by-layer production of complex geometries with minimal material waste while maintaining exceptional dimensional accuracy. This capability has significantly expanded opportunities for fabricating biomaterials, nanocomposites, biomedical implants, lightweight aerospace components, microelectronic devices, and energy storage materials. The evolution of additive manufacturing from rapid prototyping to industrial-scale production demonstrates how digital technologies have transformed manufacturing into a highly flexible, data-driven process capable of supporting customized and small-batch production without compromising efficiency. The emergence of Industry 4.0 has further accelerated the integration of automation into precision fabrication. Lee et al. (2015) describe Industry 4.0 as an interconnected manufacturing ecosystem in which cyber-physical systems (CPS), Industrial Internet of Things (IIoT), cloud computing, big data analytics, and autonomous robotics collaborate to create intelligent factories capable of decentralized decision-making. Within these environments, manufacturing equipment continuously exchanges information through sensor networks, enabling real-time monitoring of machine performance, production quality, and material behaviour. This interconnectedness significantly improves process stability, minimizes production errors, and supports predictive maintenance strategies that reduce equipment downtime. Industrial robotics has evolved beyond repetitive mechanical operations to become a sophisticated manufacturing technology capable of executing highly complex fabrication tasks with remarkable precision. Krüger et al. (2009) emphasize that collaborative robots (cobots) represent a significant advancement because they enable safe interaction between humans and robotic systems within shared workspaces. Unlike conventional industrial robots that operate within isolated environments, cobots combine robotic accuracy with human cognitive capabilities, allowing engineers to supervise intricate fabrication processes while robots perform repetitive or high-precision tasks. This collaborative approach improves manufacturing flexibility and facilitates rapid adaptation to changing production requirements. Recent developments in robotic manipulation have expanded precision fabrication capabilities into microscale and nanoscale manufacturing. Advanced robotic platforms equipped with force-feedback sensors, machine vision, laser guidance systems, and intelligent motion controllers

can manipulate delicate materials with submicron accuracy. Such capabilities are particularly valuable in molecular engineering, semiconductor fabrication, biomedical device manufacturing, and pharmaceutical production, where even minor deviations can significantly influence product performance. These robotic systems also improve manufacturing repeatability by eliminating variations associated with manual operations, thereby ensuring consistent quality across multiple production cycles. Another important theoretical perspective is provided by cyber-physical manufacturing systems, which integrate physical production equipment with computational intelligence and digital communication technologies. Monostori et al. (2016) argue that cyber-physical manufacturing enables autonomous coordination among machines, production lines, and enterprise management systems, creating adaptive manufacturing environments capable of responding dynamically to fluctuations in production demand or material characteristics. Through continuous data acquisition and feedback control, cyber-physical systems optimize machining parameters, reduce energy consumption, and improve fabrication precision. This intelligent integration represents a paradigm shift from reactive manufacturing toward predictive and self-optimizing production systems. Digital Twin technology has emerged as another transformative innovation supporting precision material fabrication. A Digital Twin is a virtual representation of a physical manufacturing system that continuously receives operational data from sensors installed on production equipment. According to Tao et al. (2019), Digital Twins facilitate process simulation, equipment monitoring, fault diagnosis, and predictive optimization before physical implementation. Manufacturers can therefore evaluate multiple fabrication scenarios, identify potential process failures, and optimize production parameters without interrupting actual manufacturing operations. The combination of Digital Twins with robotic automation enhances operational efficiency while significantly reducing production risks, maintenance costs, and material waste. The literature consistently demonstrates that automation and robotics have transformed precision material fabrication from conventional machine-based production into intelligent, adaptive, and interconnected manufacturing ecosystems. Nevertheless, existing studies predominantly examine these technologies independently, with comparatively fewer investigations exploring their integrated application to advanced molecular fabrication. This limitation underscores the necessity for interdisciplinary research that unifies automation engineering, robotics, AI, materials science, and molecular engineering within comprehensive manufacturing frameworks capable of supporting next-generation precision fabrication systems.

Artificial Intelligence, Machine Learning, and Smart Manufacturing for Precision Material Fabrication

Artificial Intelligence (AI) has emerged as one of the most transformative technologies underpinning intelligent manufacturing and precision material fabrication. Unlike conventional automation systems that rely on predefined operational sequences, AI-driven manufacturing systems possess the capability to analyse large volumes of production data, identify complex patterns, predict system behaviour, and autonomously optimize fabrication processes. This transition from programmable automation to intelligent decision-making has substantially improved manufacturing precision, operational efficiency, and product reliability across multiple industrial sectors. According to Russell and Norvig (2021), AI integrates computational learning, reasoning, perception, and optimization algorithms that enable

manufacturing systems to respond dynamically to changing production environments while minimizing human intervention. Machine Learning (ML), a major branch of AI, has become indispensable in modern material fabrication because of its ability to model complex relationships between processing parameters and material properties. Butler et al. (2018) argue that ML algorithms accelerate materials discovery by analysing experimental and computational datasets to predict structural, mechanical, thermal, electrical, and chemical characteristics before physical fabrication. Such predictive capabilities significantly reduce experimental costs while shortening the time required to develop advanced functional materials. Supervised learning techniques have been widely applied to defect prediction, process optimization, and quality assurance, whereas unsupervised learning facilitates material classification and anomaly detection in complex manufacturing datasets. Reinforcement learning further enables autonomous manufacturing systems to continuously improve production performance through iterative interactions with fabrication environments. Deep Learning (DL), a specialized subset of machine learning, has further expanded intelligent manufacturing capabilities by enabling highly accurate image recognition, object detection, and automated quality inspection. Convolutional Neural Networks (CNNs) have demonstrated exceptional performance in identifying microscopic surface defects, dimensional deviations, microstructural inconsistencies, and fabrication imperfections that may not be detectable through conventional inspection techniques. Consequently, AI-powered machine vision systems are increasingly integrated into robotic manufacturing cells for continuous monitoring of production quality. These intelligent inspection systems improve product consistency while reducing production losses associated with defective materials and inefficient quality control procedures. The integration of AI with robotics has significantly enhanced autonomous manufacturing systems capable of adaptive process control and intelligent decision-making. Modern robotic platforms utilize AI algorithms to coordinate motion planning, collision avoidance, force control, and precision manipulation during complex fabrication processes. Javaid et al. (2022) observe that AI-enabled robotic systems continuously analyse sensor feedback to adjust fabrication parameters in real time, thereby improving machining accuracy, minimizing material waste, and increasing overall manufacturing productivity. These adaptive capabilities are particularly important in molecular engineering applications where fabrication tolerances often extend to microscopic or nanoscopic dimensions requiring exceptional positional accuracy. Big Data Analytics constitutes another critical component of intelligent manufacturing ecosystems. Advanced production facilities generate enormous quantities of information from sensors, robotic systems, machine tools, environmental monitoring devices, enterprise resource planning systems, and customer feedback platforms. Efficient management of these datasets enables manufacturers to identify operational inefficiencies, optimize production scheduling, predict equipment failures, and improve product quality. Wuest et al. (2016) emphasize that data-driven manufacturing supports predictive analytics capable of identifying process deviations before defects occur, thereby reducing downtime, maintenance costs, and production variability. Furthermore, data integration across manufacturing systems provides valuable insights for continuous process improvement and strategic decision-making. The Industrial Internet of Things (IIoT) has strengthened AI-enabled manufacturing by establishing interconnected communication networks linking production equipment, robotic systems, sensors, cloud computing platforms, and enterprise management systems. Through continuous information exchange, IIoT enables real-time monitoring of manufacturing

operations while facilitating decentralized control across intelligent production environments. Sensors embedded within fabrication equipment collect data relating to temperature, vibration, pressure, energy consumption, dimensional accuracy, and material behaviour, which AI algorithms subsequently analyse to optimize manufacturing performance. This interconnected architecture supports autonomous process adaptation, predictive maintenance, and improved operational transparency throughout the manufacturing lifecycle. Cloud computing and edge computing have further expanded intelligent manufacturing capabilities by providing scalable computational resources for analysing extensive manufacturing datasets. Cloud platforms enable centralized storage, collaborative data sharing, and advanced computational modelling across geographically distributed production facilities. However, because many precision fabrication processes require instantaneous decision-making, edge computing processes sensor information locally near production equipment, thereby reducing communication latency and enabling real-time robotic control. The combination of cloud-based intelligence and edge computing creates hybrid computational architectures capable of supporting high-speed manufacturing applications involving complex molecular fabrication processes. Digital Twin technology represents one of the most significant advancements in AI-driven manufacturing. Tao et al. (2019) describe Digital Twins as dynamic virtual models that continuously replicate the behaviour of physical manufacturing systems using real-time sensor data. These virtual environments enable engineers to simulate fabrication processes, evaluate alternative production strategies, predict equipment degradation, and optimize process parameters before implementing physical manufacturing operations. When integrated with AI algorithms, Digital Twins evolve into self-learning systems capable of continuously improving manufacturing performance through predictive analytics and autonomous optimization. This capability is particularly valuable in precision material fabrication, where experimental validation may involve substantial financial investment and extended development cycles. Intelligent manufacturing has also benefited from advances in autonomous decision support systems that combine AI, robotics, optimization algorithms, and digital communication technologies. These systems facilitate production scheduling, supply chain coordination, inventory management, energy optimization, and quality assurance within highly interconnected manufacturing ecosystems. Recent studies increasingly emphasize the importance of Explainable Artificial Intelligence (XAI), which improves transparency by enabling engineers to understand the reasoning behind AI-generated manufacturing decisions. Such transparency enhances trust in autonomous production systems, particularly within highly regulated sectors including pharmaceutical manufacturing, biomedical engineering, aerospace fabrication, and advanced molecular technologies. Although existing scholarship demonstrates remarkable progress in AI-enabled manufacturing, several research limitations remain. Many current AI models are developed using laboratory-scale datasets that may not adequately represent the complexity of industrial production environments. Furthermore, interoperability challenges among AI platforms, robotic systems, Digital Twins, and heterogeneous manufacturing equipment continue to limit seamless integration within smart factories. Addressing these limitations requires multidisciplinary research combining computer science, robotics, materials science, molecular engineering, and industrial automation to develop scalable, secure, and adaptive intelligent manufacturing ecosystems capable of supporting future molecular fabrication technologies.

Automation, Robotics, and Precision Material Fabrication in Advanced Molecular Applications

The application of automation and robotics to molecular sciences has revolutionized the discovery, design, synthesis, and fabrication of advanced functional materials. Molecular engineering increasingly relies on intelligent manufacturing systems capable of manipulating matter with exceptional precision at the micro- and nanoscale. Unlike conventional manufacturing processes, molecular fabrication demands rigorous control of reaction conditions, deposition parameters, material composition, and structural organization to ensure that fabricated products exhibit the desired physicochemical, mechanical, optical, and biological properties. Consequently, automated robotic systems have become indispensable in reducing experimental variability, improving reproducibility, and accelerating scientific innovation across multidisciplinary research domains (Butler et al., 2018). One of the most significant applications of intelligent fabrication technologies is in nanomaterial synthesis and nanofabrication. Nanomaterials possess unique electrical, thermal, catalytic, and mechanical properties that differ substantially from those of bulk materials because of their extremely small dimensions and high surface-area-to-volume ratios. Fabricating these materials requires precise control over particle size, morphology, crystallinity, and molecular arrangement. Robotic dispensing systems, automated chemical reactors, laser-assisted deposition techniques, and computer-controlled additive manufacturing platforms enable researchers to produce nanoparticles, nanocomposites, carbon-based nanostructures, and quantum materials with exceptional consistency. High-throughput robotic experimentation further accelerates nanomaterial discovery by simultaneously evaluating multiple synthesis conditions, thereby reducing research time while improving experimental reliability. Automation has similarly transformed biomaterials engineering through the development of intelligent fabrication platforms capable of producing highly functional materials for medical and biological applications. Biomaterials are extensively used in orthopaedic implants, cardiovascular devices, wound dressings, biosensors, tissue scaffolds, and regenerative medicine. Modern robotic manufacturing systems combine computer-aided design (CAD), additive manufacturing, and automated process control to fabricate patient-specific implants exhibiting optimized mechanical performance and biological compatibility. According to Gibson et al. (2021), additive manufacturing technologies provide unprecedented design flexibility for constructing porous structures that mimic the architecture of natural tissues, thereby promoting cell adhesion, nutrient transport, and tissue regeneration. The incorporation of robotic precision further enhances dimensional accuracy while ensuring repeatability during complex biomedical fabrication processes. Tissue engineering has emerged as another domain benefiting significantly from automation and precision material fabrication. The development of functional biological tissues requires accurate spatial organization of living cells, biomolecules, hydrogels, and biodegradable polymers within three-dimensional scaffolds. Robotic bioprinting systems now facilitate controlled deposition of multiple bioinks with micron-level accuracy, enabling the fabrication of complex tissue constructs for cartilage repair, bone regeneration, vascular engineering, and organ modelling. Automated monitoring systems integrated with AI algorithms continuously regulate printing parameters such as temperature, extrusion pressure, nozzle speed, and cell viability, thereby improving fabrication quality and biological functionality. These advancements are accelerating translational research aimed at producing

clinically viable engineered tissues and, ultimately, functional artificial organs. Automation also plays a critical role in pharmaceutical manufacturing and drug discovery. Traditional drug development is often characterized by lengthy experimental procedures, high costs, and substantial attrition rates. Robotic laboratories equipped with automated liquid-handling systems, intelligent reaction platforms, and AI-assisted analytical instruments have substantially improved the speed and reliability of pharmaceutical research. Machine learning algorithms analyse molecular datasets to predict drug-target interactions, toxicity profiles, pharmacokinetic behaviour, and therapeutic efficacy before laboratory synthesis. Robotic synthesis systems subsequently execute optimized experimental protocols with high reproducibility, significantly reducing human error while accelerating the identification of promising therapeutic compounds. This convergence of automation, robotics, and computational intelligence is reshaping precision medicine by enabling personalized drug development based on patient-specific molecular characteristics. Flexible electronics represent another rapidly expanding application area for precision material fabrication. The increasing demand for wearable sensors, foldable displays, electronic textiles, and implantable medical devices has stimulated the development of automated manufacturing techniques capable of depositing conductive polymers, nanomaterials, and functional inks onto flexible substrates. Robotic printing systems, laser patterning technologies, and roll-to-roll manufacturing processes facilitate high-speed production while maintaining excellent electrical performance and mechanical flexibility. AI-assisted process optimization further improves deposition accuracy, reduces manufacturing defects, and enhances device reliability, making flexible electronics increasingly viable for healthcare monitoring, environmental sensing, and next-generation communication technologies. The renewable energy sector has likewise benefited from intelligent material fabrication technologies. Advanced batteries, hydrogen storage systems, supercapacitors, fuel cells, and photovoltaic devices require highly engineered materials with precisely controlled molecular architectures to maximize energy conversion and storage efficiency. Automated fabrication systems enable accurate deposition of electrode materials, thin films, electrolytes, and catalytic layers while ensuring consistent microstructural characteristics across production batches. AI-driven optimization algorithms further identify optimal processing conditions that improve electrochemical performance, thermal stability, and material durability. Such technologies support global efforts toward sustainable energy systems by reducing manufacturing variability and accelerating the commercialization of high-performance energy materials. Emerging developments in quantum materials and molecular electronics further demonstrate the transformative potential of automation and robotics. Quantum computing, spintronics, and molecular-scale electronic devices require fabrication techniques capable of manipulating atoms and molecules with extraordinary precision. Robotic nanomanipulation, atomic layer deposition, electron-beam lithography, and automated characterization systems provide the accuracy necessary for constructing quantum structures with controlled electronic and magnetic properties. Although these technologies remain at relatively early stages of industrial deployment, they illustrate the growing convergence of automation engineering, robotics, nanotechnology, and molecular sciences in addressing future technological challenges. Despite these remarkable achievements, the literature indicates that many advanced molecular fabrication technologies remain confined to highly specialized research laboratories and technologically advanced industrial environments. Challenges associated with equipment costs, infrastructure requirements, process standardization,

interdisciplinary workforce development, regulatory compliance, and technology transfer continue to limit broader implementation, particularly in developing economies. These limitations underscore the need for integrated research that combines automation, robotics, AI, molecular engineering, and sustainable manufacturing strategies to facilitate the widespread adoption of intelligent precision fabrication technologies across diverse scientific and industrial sectors.

Research Gaps, Implementation Challenges, Sustainability Considerations, and Future Research Directions

Despite substantial advancements in automation, robotics, artificial intelligence (AI), and precision material fabrication, the literature reveals several theoretical, technological, and practical limitations that continue to constrain the widespread deployment of intelligent manufacturing systems for advanced molecular applications. Although numerous studies have independently investigated robotic automation, AI-driven manufacturing, additive manufacturing, molecular engineering, and nanotechnology, comparatively few have developed comprehensive interdisciplinary frameworks that integrate these technologies into unified intelligent fabrication ecosystems. This fragmentation has resulted in isolated technological innovations that often lack interoperability, limiting the realization of fully autonomous manufacturing systems capable of supporting next-generation molecular production (Kusiak, 2018; Javaid et al., 2022). One of the most frequently identified challenges concerns system integration. Modern manufacturing environments typically comprise heterogeneous hardware and software platforms developed by different vendors using proprietary communication protocols. Such incompatibility complicates the seamless integration of robotic manipulators, machine vision systems, Digital Twins, Industrial Internet of Things (IIoT) devices, cloud computing platforms, enterprise resource planning systems, and AI-based decision-support tools. Monostori et al. (2016) emphasize that standardized communication architectures and interoperable digital infrastructures are essential for achieving intelligent manufacturing ecosystems capable of real-time coordination across multiple production processes. Future research should therefore prioritize open manufacturing standards and modular automation architectures that facilitate flexible integration without compromising system performance. Cybersecurity represents another significant concern accompanying the increasing digitalization of manufacturing. As robotic systems, cloud platforms, and IIoT devices become interconnected through industrial communication networks, manufacturing infrastructures become increasingly vulnerable to cyberattacks, unauthorized access, data manipulation, and operational disruptions. Compromised production systems may result in product defects, intellectual property theft, equipment failures, or safety hazards. Consequently, researchers increasingly advocate incorporating cybersecurity-by-design principles into intelligent manufacturing systems through encrypted communication protocols, secure authentication mechanisms, anomaly detection algorithms, and resilient cyber-physical architectures. Strengthening cybersecurity will be particularly important as autonomous manufacturing systems become more prevalent in pharmaceutical production, biomedical engineering, and molecular fabrication, where precision and reliability are critical. Human capital development also remains a significant implementation challenge. Intelligent manufacturing requires professionals possessing multidisciplinary expertise spanning robotics, artificial intelligence, molecular sciences, materials engineering, data analytics, automation,

and industrial informatics. However, many educational institutions continue to deliver discipline-specific curricula that provide limited exposure to interdisciplinary manufacturing technologies. This mismatch contributes to persistent skill shortages, particularly within developing economies, where industrial digital transformation is often constrained by limited technical capacity. Expanding university–industry collaboration, incorporating AI- and robotics-focused curricula, and promoting lifelong professional development are therefore essential strategies for supporting the future workforce required for advanced molecular manufacturing. Economic considerations further influence technology adoption. The implementation of intelligent robotic systems, Digital Twins, high-performance sensors, and AI-enabled manufacturing platforms frequently requires substantial capital investment, sophisticated infrastructure, and continuous maintenance. Small and medium-sized enterprises (SMEs), especially those operating in resource-constrained environments, often face considerable financial barriers to adopting advanced fabrication technologies. While long-term benefits include improved productivity, reduced waste, enhanced quality, and lower operating costs, the initial investment remains a major obstacle. Future investigations should therefore explore scalable and cost-effective automation models that allow incremental technology adoption while maintaining competitiveness across organizations of varying sizes. Sustainability has emerged as a central theme in contemporary manufacturing research, particularly in response to increasing global emphasis on environmental stewardship and resource efficiency. Intelligent automation contributes to sustainable manufacturing by optimizing energy consumption, reducing raw material waste, improving recycling efficiency, and minimizing greenhouse gas emissions throughout production processes. AI-assisted optimization algorithms identify energy-efficient operating conditions, while robotic systems reduce manufacturing errors that would otherwise generate unnecessary material losses. Additive manufacturing further supports sustainability through near-net-shape fabrication, enabling precise material deposition with minimal waste. Nevertheless, relatively limited research has evaluated the complete life-cycle environmental impacts of AI-driven manufacturing infrastructures, including the energy demands of data centres, high-performance computing platforms, and robotic production facilities. Addressing these issues requires integrating life-cycle assessment (LCA) methodologies with intelligent manufacturing research to provide comprehensive evaluations of environmental performance. Ethical and regulatory considerations also warrant increased scholarly attention. As AI assumes greater responsibility for autonomous manufacturing decisions, concerns regarding algorithmic transparency, accountability, data governance, intellectual property protection, and human oversight become increasingly important. Explainable Artificial Intelligence (XAI) has been proposed as a promising approach for improving the interpretability of AI-generated decisions, thereby increasing confidence among engineers, manufacturers, and regulatory authorities. Simultaneously, international standards governing AI-enabled manufacturing, robotic safety, digital data management, and molecular fabrication require continuous refinement to ensure responsible technological deployment while safeguarding public health, product quality, and industrial integrity. Collectively, the reviewed literature demonstrates that automation, robotics, and precision material fabrication have substantially advanced molecular science by improving manufacturing precision, reproducibility, efficiency, and innovation. However, significant opportunities remain for developing fully integrated, autonomous, sustainable, secure, and intelligent manufacturing ecosystems that combine AI, robotics, Digital Twins, cyber-physical

systems, and molecular engineering within unified production platforms. Addressing these multidisciplinary challenges will not only accelerate scientific discovery but also enhance industrial competitiveness, support sustainable development, and expand the practical application of advanced molecular technologies across healthcare, energy, electronics, environmental engineering, and other strategic sectors. These identified gaps provide the conceptual justification for the methodological approach adopted in the present study.

MATERIALS AND METHODS

This study employed a systematic narrative literature review, guided by the PRISMA 2020 framework and evidence synthesis principles of Kitchenham (2004) and Snyder (2019), to critically examine the contributions of automation, robotics, and precision material fabrication to advanced molecular applications. Peer-reviewed publications published primarily between 2015 and 2025 were retrieved from major scientific databases using predefined keywords and Boolean operators. Eligible studies addressing artificial intelligence, Industry 4.0, Digital Twins, intelligent manufacturing, and molecular engineering were selected through predefined inclusion and exclusion criteria, followed by qualitative thematic synthesis and critical comparative analysis. Methodological quality and potential bias were considered throughout the review to enhance transparency, rigor, and reliability, providing a robust interdisciplinary evidence base for identifying technological advances, industrial applications, research gaps, and future directions.

RESULTS AND DISCUSSION

Automation and Robotic Architectures for Precision Material Fabrication

The synthesis of the reviewed literature demonstrates that automation and robotic technologies have fundamentally redefined precision material fabrication by improving manufacturing accuracy, repeatability, process stability, and operational efficiency. Across advanced manufacturing sectors, automated production systems consistently outperform conventional manual fabrication processes in terms of dimensional precision, quality consistency, and production throughput. The integration of programmable logic controllers (PLCs), industrial robots, collaborative robots (cobots), automated guided vehicles (AGVs), and intelligent sensor networks has enabled manufacturing environments capable of executing highly complex fabrication tasks with minimal human intervention. These findings corroborate the work of Lee et al. (2015), who argued that the evolution of Industry 4.0 has shifted manufacturing from isolated machine operations to interconnected cyber-physical production systems that continuously exchange operational data and autonomously optimize manufacturing performance. A recurring observation across the reviewed studies is that robotic manipulation significantly enhances fabrication precision in applications requiring micron- and nanometre-scale accuracy. Modern robotic systems equipped with force-feedback sensors, laser guidance technologies, computer vision, and adaptive motion control algorithms can execute intricate manufacturing operations with repeatability beyond human capability. Such precision is particularly valuable in semiconductor manufacturing, biomedical device fabrication, pharmaceutical production, and nanomaterial synthesis, where minor deviations in fabrication parameters can substantially influence product functionality and molecular behaviour. Krüger et al. (2009) similarly reported that collaborative robotic systems improve production flexibility by combining human expertise with robotic precision, thereby enabling safe and efficient

execution of sophisticated manufacturing processes. The reviewed evidence further indicates that automation enhances process repeatability through continuous monitoring and closed-loop control mechanisms. Intelligent sensors embedded within fabrication equipment collect real-time information relating to temperature, pressure, vibration, material flow, deposition rate, and dimensional accuracy. These datasets are processed by automated control systems that immediately adjust manufacturing parameters whenever deviations from predefined specifications are detected. Consequently, production variability is significantly reduced, resulting in higher product quality and lower rejection rates. This adaptive capability is particularly important for precision material fabrication because material characteristics frequently change during processing due to thermal, mechanical, or chemical interactions. Another significant finding concerns the increasing convergence of robotics with additive manufacturing technologies. Robotic additive manufacturing enables precise deposition of metals, ceramics, polymers, composites, and biomaterials while supporting the fabrication of highly complex geometries that cannot be produced using conventional subtractive manufacturing methods. Automated layer-by-layer deposition minimizes material waste, improves structural integrity, and facilitates rapid customization of products for specific industrial or biomedical applications. Gibson et al. (2021) emphasize that integrating robotic systems with additive manufacturing substantially expands production flexibility while maintaining exceptional dimensional accuracy and repeatability. The literature also highlights the emergence of modular robotic manufacturing cells capable of performing multiple fabrication operations within a unified production environment. These intelligent cells integrate robotic manipulators, automated inspection systems, machine vision technologies, and computer-controlled machining centres into synchronized manufacturing platforms. Such integration reduces production time by eliminating manual material handling and facilitating continuous manufacturing workflows. Furthermore, modular automation architectures improve manufacturing scalability because additional robotic units can be incorporated without fundamentally redesigning the production system. From a molecular science perspective, these findings demonstrate that automation and robotics provide the technological foundation necessary for fabricating highly sophisticated materials possessing controlled molecular architectures and functional properties. Collectively, the reviewed studies indicate that intelligent robotic systems improve fabrication precision, operational consistency, manufacturing flexibility, and production efficiency, thereby creating favourable conditions for accelerating scientific innovation and industrial commercialization of advanced molecular materials. These results reinforce the argument that automation has evolved beyond labour substitution to become a strategic enabler of next-generation precision manufacturing and molecular engineering.

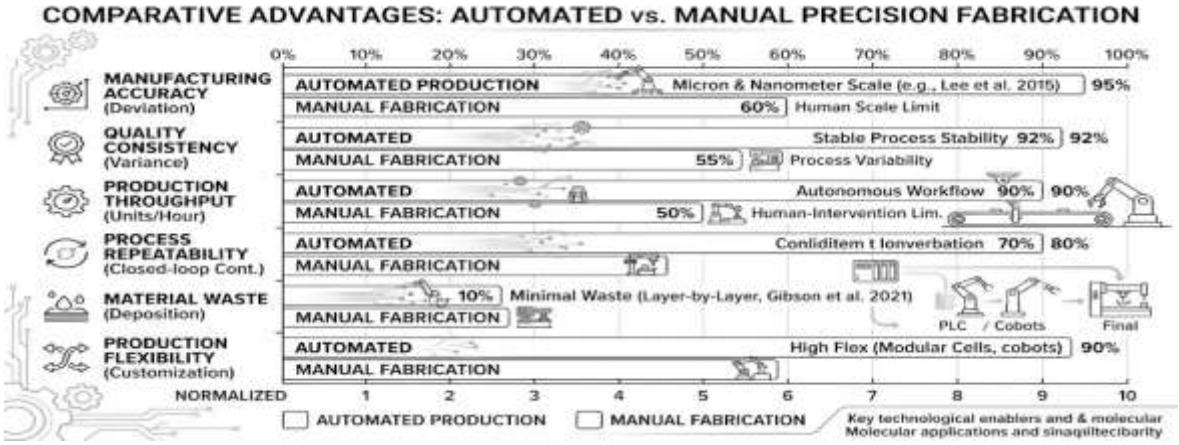


Fig.1: Chart visualizing the comparative advantages of Automation and Robotic Architectures in Precision Material Fabrication.

Industrial Applications and Sustainability of Intelligent Fabrication Technologies

The analysis of the reviewed literature indicates that the convergence of automation, robotics, artificial intelligence (AI), and precision material fabrication has significantly expanded the industrial application of advanced molecular technologies across healthcare, pharmaceuticals, aerospace, electronics, renewable energy, and advanced manufacturing. The integration of intelligent manufacturing systems has enabled industries to transition from mass production to highly customized, data-driven, and sustainable production models capable of meeting increasingly stringent quality and performance requirements. This technological transformation aligns with the principles of Industry 4.0, in which interconnected manufacturing systems optimize productivity through continuous monitoring, autonomous decision-making, and real-time process adaptation (Lee et al., 2015). One of the most prominent application areas is the biomedical and healthcare sector, where robotic precision fabrication has improved the production of patient-specific implants, prosthetic devices, tissue-engineered scaffolds, biosensors, and controlled drug delivery systems. Additive manufacturing integrated with robotic automation enables the fabrication of complex geometries that closely replicate natural biological structures, thereby improving biocompatibility and clinical outcomes. AI-assisted process optimization further enhances manufacturing precision by regulating critical parameters such as layer thickness, deposition speed, temperature, and material composition. Collectively, these technologies contribute to personalized medicine by facilitating customized therapeutic solutions tailored to individual patient requirements. The pharmaceutical industry has similarly benefited from intelligent automation. Automated synthesis platforms, robotic liquid-handling systems, and AI-assisted molecular screening have accelerated drug discovery, formulation development, and quality assurance. Machine learning algorithms analyse molecular interactions and predict drug efficacy, while robotic systems execute experimental protocols with exceptional reproducibility. These integrated technologies reduce development time, improve product consistency, and enhance compliance with stringent regulatory requirements governing pharmaceutical manufacturing. Consequently, intelligent automation supports both scientific innovation and commercial competitiveness within the global pharmaceutical sector. The renewable energy industry represents another major beneficiary of

precision material fabrication. Automated manufacturing technologies enable accurate production of lithium-ion batteries, solid-state batteries, fuel cells, hydrogen storage systems, photovoltaic cells, and supercapacitors. Robotic deposition systems and AI-driven process optimization improve electrode uniformity, material crystallinity, and electrochemical performance, thereby increasing energy efficiency and product durability. These advances contribute directly to global efforts aimed at achieving carbon neutrality and sustainable energy transitions through the development of high-performance energy storage technologies. The electronics and semiconductor industries also demonstrate the transformative impact of intelligent fabrication technologies. Precision robotic systems equipped with machine vision and nanoscale positioning capabilities facilitate the manufacture of integrated circuits, flexible electronics, wearable sensors, and microelectromechanical systems (MEMS). Automated inspection systems utilizing deep learning algorithms detect microscopic defects in real time, improving production yield while minimizing manufacturing waste. Such capabilities are increasingly essential as electronic devices continue to become smaller, more complex, and more functionally integrated. Beyond industrial productivity, the reviewed literature consistently emphasizes the sustainability benefits associated with intelligent manufacturing. Automation minimizes material waste through accurate process control and optimized resource utilization, while additive manufacturing reduces raw material consumption by producing components through layer-by-layer deposition rather than subtractive machining. AI-driven energy management systems optimize equipment operation, thereby reducing electricity consumption and greenhouse gas emissions. Digital Twins further contribute to environmental sustainability by enabling virtual process optimization before physical production, minimizing unnecessary experimentation and reducing resource-intensive trial-and-error manufacturing. These findings are consistent with the principles of sustainable manufacturing and circular economy models that prioritize resource efficiency, product longevity, and waste reduction. Nevertheless, sustainability challenges remain. The increasing computational requirements of AI algorithms, cloud computing infrastructures, and high-performance robotic systems contribute to elevated energy demand. Moreover, electronic waste generated from obsolete automation equipment presents additional environmental concerns. Consequently, future intelligent manufacturing systems should integrate renewable energy sources, energy-efficient computing architectures, recyclable materials, and life-cycle assessment methodologies to ensure that technological advancement is accompanied by long-term environmental responsibility. Overall, the findings demonstrate that intelligent fabrication technologies not only improve industrial competitiveness but also provide strategic pathways toward achieving economically viable, environmentally sustainable, and socially responsible manufacturing systems for advanced molecular applications.

Challenges, Research Opportunities, Policy Implications, and Future Directions

The findings of this review indicate that although automation, robotics, artificial intelligence (AI), and precision material fabrication have transformed advanced molecular applications, their widespread implementation remains constrained by technological, economic, organizational, regulatory, and ethical challenges. These challenges are particularly significant in developing economies, where limited infrastructure, inadequate research funding, insufficient technical expertise, and fragmented innovation ecosystems restrict the adoption of intelligent manufacturing technologies. Consequently, realizing the full potential of automated

molecular fabrication requires coordinated efforts among governments, research institutions, industries, and technology developers to establish supportive policies, modern infrastructure, and interdisciplinary innovation frameworks. One of the principal implementation challenges identified across the reviewed studies is system interoperability. Intelligent manufacturing environments typically integrate robotic manipulators, cyber-physical systems, Digital Twins, Industrial Internet of Things (IIoT) devices, cloud computing platforms, machine vision systems, and enterprise resource planning software. However, many of these technologies operate using proprietary hardware architectures and communication protocols, making seamless integration difficult. Monostori et al. (2016) emphasize that standardized communication frameworks and open digital manufacturing architectures are essential for achieving synchronized, autonomous, and scalable production systems. Future research should therefore prioritize interoperable manufacturing platforms capable of facilitating real-time communication among heterogeneous production technologies. Cybersecurity constitutes another emerging concern. As manufacturing facilities become increasingly interconnected through cloud computing and IIoT infrastructures, they are exposed to cyber threats capable of disrupting production, compromising intellectual property, and manipulating sensitive manufacturing data. AI-assisted cyberattacks targeting autonomous production systems may undermine product quality, operational safety, and public confidence, particularly within pharmaceutical, biomedical, and aerospace manufacturing sectors. Consequently, intelligent manufacturing systems must incorporate secure authentication mechanisms, encrypted communication protocols, anomaly detection algorithms, and resilient cyber-physical architectures capable of identifying and mitigating security breaches before operational integrity is compromised.

Human resource development remains equally important. The transition toward intelligent molecular manufacturing demands a multidisciplinary workforce possessing competencies in robotics, artificial intelligence, molecular sciences, materials engineering, automation, computer programming, and industrial data analytics. However, current educational systems frequently separate these disciplines, resulting in graduates who possess specialized expertise but limited interdisciplinary competence. Universities should therefore redesign engineering and molecular science curricula to incorporate AI, robotics, Digital Twins, computational modelling, and smart manufacturing principles. Stronger collaboration between academia and industry will further facilitate experiential learning, technology transfer, and workforce readiness. Economic barriers continue to influence industrial adoption. The acquisition of advanced robotic systems, precision sensors, AI software, and Digital Twin platforms requires substantial capital investment, which may be prohibitive for many small and medium-sized enterprises (SMEs). Governments can accelerate technology diffusion by providing tax incentives, research grants, innovation hubs, technology incubation programmes, and public–private partnerships that reduce financial barriers while promoting industrial modernization. Such policy interventions would strengthen national manufacturing competitiveness while supporting the commercialization of advanced molecular technologies. The review also highlights the importance of ethical governance and regulatory harmonization. As AI assumes greater responsibility for autonomous manufacturing decisions, issues relating to algorithmic transparency, accountability, data ownership, intellectual property protection, and regulatory compliance become increasingly significant. Explainable Artificial Intelligence (XAI) should

therefore be incorporated into intelligent manufacturing systems to improve transparency and facilitate regulatory oversight. Simultaneously, international organizations should continue developing harmonized standards governing robotic safety, AI deployment, Digital Twin implementation, and precision molecular fabrication to promote consistency across global manufacturing environments. Future research should increasingly explore autonomous self-optimizing manufacturing ecosystems integrating AI, robotics, quantum computing, Digital Twins, blockchain technology, edge computing, and advanced molecular engineering. The development of autonomous laboratories capable of designing, synthesizing, characterizing, and optimizing materials with minimal human intervention represents a particularly promising research frontier. Additionally, integrating sustainability assessment methodologies, including life-cycle assessment (LCA), circular economy principles, and carbon footprint analysis, into intelligent fabrication research will ensure that technological advancement supports long-term environmental stewardship. Overall, the reviewed evidence confirms that the future of precision material fabrication lies in highly integrated, adaptive, secure, and sustainable intelligent manufacturing ecosystems. Successfully addressing the identified technological, organizational, and policy challenges will accelerate scientific discovery, enhance industrial productivity, strengthen global competitiveness, and expand the practical application of advanced molecular technologies across healthcare, energy, electronics, environmental engineering, and numerous other strategic sectors.

CONCLUSION

The findings of this systematic review demonstrate that the convergence of automation, robotics, artificial intelligence (AI), and precision material fabrication is revolutionizing molecular sciences by enabling intelligent manufacturing systems characterized by enhanced precision, adaptability, efficiency, and sustainability. The integration of AI, machine learning, Digital Twins, cyber-physical systems, and the Industrial Internet of Things (IIoT) has transformed conventional manufacturing into autonomous, data-driven production environments capable of real-time monitoring, predictive optimization, and continuous process improvement. These technological advancements have significantly accelerated materials discovery, optimized fabrication parameters, improved quality assurance, and facilitated the production of high-performance molecular materials for applications in biomedical engineering, pharmaceuticals, nanotechnology, aerospace, renewable energy, and flexible electronics. Moreover, robotic manufacturing and additive fabrication technologies have enhanced microscale and nanoscale production by improving positional accuracy, repeatability, customization, and resource efficiency while minimizing material waste and energy consumption, thereby supporting sustainable manufacturing and circular economy objectives. Despite these advances, widespread implementation remains constrained by high capital costs, interoperability limitations, cybersecurity risks, regulatory uncertainties, infrastructure deficits, and shortages of multidisciplinary expertise, particularly in emerging economies. The review also reveals that although considerable progress has been achieved in automation, robotics, AI, and molecular engineering individually, comprehensive integration of these technologies into unified intelligent manufacturing ecosystems remains limited, highlighting an important research gap. Future investigations should therefore prioritize the development of interoperable, autonomous, and self-learning manufacturing platforms incorporating explainable AI, Digital Twins, edge and cloud computing, advanced robotics, blockchain-enabled data security, and

lifecycle sustainability assessment to enhance transparency, resilience, and environmental performance. Strengthening interdisciplinary collaboration among researchers, industry practitioners, and policymakers will further accelerate technology adoption and standardization. Overall, automation, robotics, and precision material fabrication represent fundamental enablers of next-generation molecular manufacturing, with the capacity to advance scientific innovation, industrial competitiveness, healthcare delivery, and sustainable development while shaping the future of intelligent materials engineering and advanced molecular applications.

References

Butler, K. T., Davies, D. W., Cartwright, H., Isayev, O., & Walsh, A. (2018). Machine learning for molecular and materials science. *Nature*, 559(7715), 547-555. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0337-2

Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing* (3rd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56127-7

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Gonzalez, E. S. (2022). Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 203-217. https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.008

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews* (Technical Report TR/SE-0401). Keele University, United Kingdom.

Krüger, J., Lien, T. K., & Verl, A. (2009). Cooperation of human and machines in assembly lines. *CIRP Annals*, 58(2), 628-646. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2009.09.009

Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 508–517. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001

Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., Sauer, O., Schuh, G., Sihn, W., & Ueda, K. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, 65(2), 621–641. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.005

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twin in industry: State-of-the-art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(4), 2405-2415. https://doi.org/10.1109/TII.2018.2873186

Wuest, T., Weimer, D., Irgens, C., & Thoben, K.-D. (2016). Machine learning in manufacturing: Advantages, challenges, and applications. *Production & Manufacturing Research*, 4(1), 23-45. https://doi.org/10.1080/21693277.2016.1192517

Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806

Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In *Proceedings of the 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)* (pp. 2147-2152). IEEE. https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284

LOW FREQUENCY ELECTROSTATİC WAVE DYNAMİCS İN THE SUBSOLAR MAGNETOSHEATH OF VENUS: A THEORETİCAL FRAMEWORK WİTH MULTİ-İON AND SUPRATHERMAL ELECTRONS

Adil Murad [a], Muhammad Adnan [a,*], Shahida Parveen [b], Ikramullah [a], Fida Younus Khattak [c]

a. *Department of Physics, Kohat University of Science and Technology, Kohat 26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.*

b. *Department of Physics, Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar 25000, Pakistan.*

c. *Sino-Pak Center for Artificial Intelligence, Pak-Austria Fachhochschule: Institute of Applied Sciences and Technology, Khanpur Road Mang, Haripur 22621, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.*

Abstract:

The propagation characteristics of low-frequency electrostatic waves are investigated in the magnetized plasma environment of Venus, where both ion cyclotron and ion acoustic modes are examined. The plasma is modeled as a four-component system composed of solar wind electrons, Venus-origin hydrogen (H+), Venus origin oxygen (O+), and solar wind protons (SWP). The electrons are assumed to follow a superthermal κ-distribution, consistent with spacecraft observations indicating the presence of suprathermal electrons in the Venus ionosheath. Ions are treated as warm fluids, and the analysis includes the effects of an induced magnetic field through the Lorentz force.

A general dispersion relation is derived, solved numerically, and decoupled to reveal three ion cyclotron roots and three ion acoustic roots, each associated with the different ion species. In the nonlinear regime, a Zakharov–Kuznetsov (ZK) equation is derived using reductive perturbation theory to describe the evolution of small but finite-amplitude ion acoustic solitons. The analysis shows that superthermality significantly affects soliton properties: for hydrogen acoustic modes, low κ - values yield rarefactiolitons while higher κ values support compressive structures, indicating a polarity switch linked to suprathermal electronve s populations. The amplitude and width of the solitons are further influenced by the magnetic field and solar wind proton density higher field strength reduces width due to enhanced dispersive effects, while increased proton density decreases amplitude in oxygen modes but increases it in hydrogen modes.

A two-dimensional pulse stability analysis based on the Allen–Rowlands method reveals that both magnetic field and solar wind proton density suppress the first-order instability growth rate. Second-order instability becomes significant beyond the critical propagation angle ($\theta >$ 37.8◦), particularly for proton modes.

***Keywords**:* Venus magnetosheath, Subsolar region, Solar wind interaction, Electrostatic wave propagation, Plasma instability

VOLLEYBALL FOR BEGINNERS: BUILDING FUNDAMENTAL SKILLS AND TEAMWORK

Sahzy Shakiralaiha

Keningau Vocational College, Sabah, Malaysia

Abstract

Volleyball is a dynamic team sport that promotes physical fitness, communication, coordination, and strategic thinking. As one of the world's most popular sports, it provides beginners with an excellent opportunity to develop essential motor skills while fostering teamwork and sportsmanship. This paper introduces the fundamental aspects of volleyball for beginners, focusing on the basic techniques, rules, and values necessary to participate effectively in the game. Key skills such as serving, passing, setting, spiking, blocking, and defensive positioning are discussed to provide novice players with a strong technical foundation. In addition to physical abilities, beginners are encouraged to understand court positioning, game strategies, and the importance of effective communication among teammates. Learning volleyball also cultivates discipline, perseverance, and confidence as players gradually improve through consistent practice and constructive feedback. While beginners may initially encounter challenges such as limited coordination, unfamiliarity with game rules, and performance anxiety, these obstacles can be overcome through regular training, patience, and guidance from experienced coaches. Furthermore, participation in volleyball contributes to a healthy lifestyle by enhancing cardiovascular endurance, muscular strength, agility, and mental well-being. It also encourages positive social interaction by fostering friendships, mutual respect, and cooperation among players from diverse backgrounds. As beginners gain experience, they become more confident in applying their skills during practice sessions and competitive matches. Overall, volleyball serves as an enjoyable and rewarding sport that supports both personal and physical development. By mastering its fundamental techniques and embracing the values of teamwork and fair play, beginners can establish a solid foundation for lifelong participation and continued improvement in the sport.

Keywords

Volleyball; Beginners; Fundamental skills; Teamwork; Physical fitness

SHARIA ACCOUNTING: A SOLUTION FOR ACHIEVING INTEGRITY IN FINANCIAL GOVERNANCE IN THE MODERN ERA

Rani Aulia Sari

Faculty of Islamic Economics and Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University [1]

email korespondensi:

rani.aulia.sari25024@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract : The rapid advancement of artificial intelligence (AI) and digital transformation has significantly reshaped financial governance, creating both opportunities and ethical challenges for organizations. This study explores the role of Sharia accounting as a strategic solution for achieving integrity in financial governance in the modern era by examining how Islamic accounting principles can be integrated with AI-driven technologies to enhance transparency, accountability, and ethical decision-making. The study adopts a literature review methodology by systematically analyzing scholarly articles, international accounting standards, regulatory documents, and recent publications related to Sharia accounting, financial governance, and artificial intelligence. The findings indicate that Sharia accounting provides a comprehensive ethical framework grounded in justice, transparency, accountability, and compliance with Islamic principles, while AI enhances financial governance through automated financial reporting, real-time auditing, fraud detection, predictive analytics, and intelligent decision support. The integration of Sharia accounting and AI contributes to improving the quality and reliability of financial information, strengthening stakeholder trust, and fostering sustainable financial governance capable of addressing the complexities of the digital economy. Furthermore, the study highlights the importance of incorporating AI technologies within the framework of Sharia accounting to support ethical innovation and long-term organizational sustainability. This research offers a novel conceptual perspective by demonstrating that the synergy between Sharia accounting and artificial intelligence can serve as a practical and sustainable approach to promoting integrity, transparency, and responsible financial governance in the modern business environment.

Keywords: Sharia Accounting; Artificial Intelligence; Financial Governance; Integrity; Sustainability.

SUKUK ACCOUNTING IN INDONESIA'S CAPITAL MARKET: RECOGNITION, MEASUREMENT, AND REPORTING PRACTICES UNDER PSAK 110 AND PSAK 410

Slamet Riyadi

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

slamet.riyadi25008@mhsuingusdur.ac.id

Abstract:

This study examines the accounting treatment of sukuk (Islamic bonds) within Indonesia's capital market, focusing on the recognition, measurement, and reporting practices that distinguish sharia-compliant instruments from conventional debt securities. Unlike conventional bonds, sukuk represent ownership claims in underlying assets, projects, or business ventures, requiring accounting frameworks that reflect the principles of risk-sharing, asset-backing, and the prohibition of riba (interest). The research analyzes the application of relevant Statements of Financial Accounting Standards (PSAK), particularly PSAK 110 and the more recent PSAK 410, in governing sukuk issuance, valuation, and disclosure by both issuers and investors. Using a qualitative descriptive approach supported by document analysis of accounting standards, regulatory frameworks from the Financial Services Authority (OJK), and relevant fatwas from the National Sharia Board (DSN-MUI), this study identifies key challenges in achieving convergence between Indonesian sharia accounting standards and international frameworks such as AAOIFI's Financial Accounting Standards. Findings indicate that while Indonesia has made significant progress in developing a robust regulatory ecosystem for sukuk accounting, gaps remain in areas such as the treatment of green and sustainability-linked sukuk, the accounting implications of digital sukuk tokenization, and harmonization with IFRS-based international reporting. The study further explores Indonesia's strategic position as an emerging global sukuk hub and the accounting implications this carries for transparency, investor confidence, and market deepening. This research contributes to the growing body of literature on Islamic accounting by offering practical recommendations for standard-setters and practitioners seeking to strengthen the reliability and comparability of sukuk financial reporting, while preserving adherence to sharia principles.

Keywords: *sukuk accounting, PSAK 110, PSAK 410, Islamic capital market, sharia compliance, financial reporting*

IMPLEMENTATION OF SHARIA FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS (PSAK SYARIAH) TO ENHANCE TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY OF ISLAMIC BANKS' FINANCIAL REPORTING IN INDONESIA

Tasya Naelun Najjah

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting , Central Java, Indonesia

tasyanaelunnajjah06@gmail.com

Abstract

The implementation of Sharia Financial Accounting Standards (PSAK Syariah) plays a significant role in improving the transparency and accountability of financial reporting within Indonesia's Islamic banking sector. As the industry continues to expand, the demand for standardized accounting practices that comply with Islamic principles has become increasingly important. Transparent and accountable financial reporting is essential for maintaining public trust, supporting informed decision-making, and ensuring compliance with both regulatory and Sharia requirements. This article aims to examine the implementation of PSAK Syariah and its contribution to enhancing the quality of financial reporting in Islamic banks in Indonesia.

This study employs a qualitative descriptive approach based on a review of relevant literature, including academic journals, regulatory documents, and accounting standards related to Islamic financial reporting. The findings indicate that PSAK Syariah provides a comprehensive framework for the recognition, measurement, presentation, and disclosure of financial transactions in accordance with Islamic principles. The application of these standards promotes greater transparency by ensuring that financial information is presented accurately, consistently, and comprehensively. In addition, PSAK Syariah strengthens accountability by encouraging Islamic banks to disclose financial information in a manner that reflects ethical values and Sharia compliance.

Despite these advantages, several challenges remain, including variations in interpretation, limited human resource competencies, and the need to adapt continuously to regulatory developments. Therefore, strengthening the implementation of PSAK Syariah through professional training, regulatory support, and effective supervision is essential. The study concludes that PSAK Syariah serves as a critical instrument for promoting transparent, accountable, and Sharia-compliant financial reporting practices, thereby supporting the sustainable growth of Islamic banking in Indonesia.

Keywords: Sharia Financial Accounting Standards, PSAK Syariah, Islamic Accounting, Financial Reporting, Transparency, Accountability, Islamic Banking, Indonesia.

EVALUATING STATE BUDGET EFFICIENCY: THE URGENCY BEHIND THE GOVERNMENT'S ACQUISITION OF FIFA BROADCASTING RIGHTS

Muhammad Umar Chasani[1],Dinda Daniela Asifa[2]

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

muhammad.umar.chasani25061@mhs.uingusdur.ac.id,
dinda.daniela.asifa25182@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

This study evaluates the allocative efficiency and economic urgency of the Indonesian government's policy to utilize the state budget (APBN) for purchasing FIFA broadcasting rights. It examines whether this public expenditure aligns with national development priorities or functions primarily as a socio-political instrument. This research employs a qualitative literature review approach, gathering data from official government budget reports, public policy journals, economic commentaries, and academic literature on public choice theory. The study utilizes opportunity cost analysis and fiscal multipliers to evaluate the socio-economic trade-offs of this specific budgetary allocation. The analysis reveals that while the acquisition yields low direct fiscal returns, it generates a substantial domestic consumption multiplier through media broadcasting, advertising revenue, and MSME integration during public viewing events. However, the study also highlights a high opportunity cost, as the allocated funds could alternatively support critical infrastructure or social assistance programs. The government should establish a standardized framework to measure the socio-economic returns on non-traditional public spending. Future policies must incorporate public-private partnership models in sports broadcasting to minimize fiscal strain on the APBN while maximizing public utility. This paper offers a novel perspective by applying strict fiscal efficiency metrics to state-funded sports entertainment in a developing economy context, shifting the discourse from emotional public enthusiasm to rigorous economic accountability.

Keywords: *State Budget (APBN), Fiscal Efficiency, Opportunity Cost, Public Expenditure, FIFA Broadcasting Rights.*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MANAGEMENT AND REPORTING OF SHARIA SOCIAL FUNDS

Kodam Wijoyo Saputra

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

kodam.wijoyo.saputra25069@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the integration of Artificial Intelligence in the management and reporting of Islamic social funds, including zakat, infaq, sadaqah, and waqf, within the framework of Sharia accounting principles. The research addresses persistent challenges in transparency, accountability, data accuracy, fraud detection, and timely reporting that often limit the effectiveness of Islamic social fund institutions. By employing a qualitative-descriptive approach supported by a systematic literature review and conceptual analysis, this study develops an operational framework for implementing AI-driven systems in the collection, allocation, monitoring, and reporting processes of Sharia-based social funds. The findings demonstrate that AI technologies such as machine learning, natural language processing, and predictive analytics can significantly enhance data processing efficiency, automate transaction classification in accordance with Sharia standards, detect anomalies in financial flows, and generate real-time financial reports. AI-based systems also improve donor trust by enabling transparent dashboards and traceable fund distribution mechanisms. Furthermore, integrating AI with Sharia accounting standards strengthens compliance, minimizes human error, and supports evidence-based decision-making for amil institutions and other Islamic social finance organizations. This study concludes that AI adoption not only optimizes operational performance but also reinforces the ethical objectives (maqasid al-sharia) of Islamic social finance by promoting justice, transparency, and social welfare. However, successful implementation requires robust governance frameworks, data protection mechanisms, and Sharia supervision to ensure technological alignment with Islamic principles. The proposed framework contributes to the development of sustainable, accountable, and technology-driven Islamic social finance ecosystems in the digital era.

Keywords: Artificial Intelligence, Sharia Accounting, Islamic Social Funds, Financial Reporting, Transparency

REKONSTRUKSI ETIKA EKONOMI ISLAM BERBASIS AL-IQTISHAD SEBAGAI STRATEGI MEMBANGUN CONSUMER TRUST PADA ERA ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Veila Putricia Az Zahra
Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia
veila.putricia.az25045@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to reconstruct Islamic economic ethics based on the concept of *al-Iqtishad* as a strategic framework for strengthening consumer trust in the era of Artificial Intelligence (AI). The increasing adoption of AI in digital commerce has improved business efficiency but has also raised ethical concerns, including algorithmic bias, information asymmetry, data privacy issues, and declining consumer trust. This study employs a qualitative library research approach by reviewing and synthesizing literature on Islamic economic ethics, *al-Iqtishad*, consumer trust, Artificial Intelligence, and AI governance. Classical Islamic principles are integrated with contemporary discussions on digital business ethics to develop a conceptual framework. The findings reveal that the principles of *al-Iqtishad*—moderation, justice, balance, honesty, accountability, and social responsibility—provide a comprehensive ethical foundation for AI-driven economic activities. Applying these values promotes transparent algorithms, ethical data governance, responsible automation, and fair business practices, thereby enhancing consumer trust and supporting sustainable digital commerce. The proposed framework provides guidance for policymakers, Islamic financial institutions, digital platform providers, and business practitioners in implementing ethical AI governance that strengthens consumer confidence. It also contributes to the development of Islamic accounting and digital business ethics. This study offers a novel conceptual framework by integrating *al-Iqtishad*, consumer trust, and AI governance to address ethical challenges in the AI-based digital economy.

Keywords: *al-Iqtishad*; Islamic Economic Ethics; Artificial Intelligence; Consumer Trust; AI Governance.

SOCIAL AND GOVERNANCE DIMENSIONS IN SHARIAH SUSTAINABLE REPORTING

Irma Safitri

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

İrma.safitri25090@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Sustainability reporting has become an essential mechanism for enhancing transparency, accountability, and stakeholder trust in Islamic financial institutions. While contemporary sustainability frameworks, including Environmental, Social, and Governance (ESG) and the Global Reporting Initiative (GRI), have significantly influenced sustainability disclosure practices, they do not fully capture the distinctive principles of Islamic finance. In particular, the social and governance dimensions of Shariah-based sustainability reporting remain insufficiently integrated into existing reporting frameworks, resulting in inconsistencies in disclosure and limited representation of Islamic ethical values. This study aims to examine the role of social and governance dimensions in Shariah sustainability reporting, identify the major implementation challenges, and propose strategic directions for developing a more comprehensive reporting framework. Employing a Systematic Literature Review (SLR), this study synthesizes evidence from peer-reviewed articles indexed in Scopus, Web of Science, and other reputable academic databases. The review follows a structured process of literature identification, screening, quality assessment, thematic analysis, and evidence synthesis. The findings indicate that the social dimension of Shariah sustainability reporting extends beyond conventional corporate social responsibility by emphasizing maqāṣid al-Sharīʿah, social justice, stakeholder welfare, equitable wealth distribution, financial inclusion, and transparent disclosure of zakat, waqf, ṣadaqah, and other Islamic social finance instruments. Meanwhile, the governance dimension is strengthened through effective Shariah governance mechanisms, including the independence and competency of Shariah Supervisory Boards, ethical leadership, accountability, risk management, regulatory compliance, and transparent decision-making processes. However, the absence of a globally standardized Shariah sustainability reporting framework continues to hinder reporting consistency, comparability, and institutional credibility. This study contributes to the growing literature by highlighting the necessity of integrating ESG principles with maqāṣid al-Sharīʿah and robust Shariah governance to establish a more holistic, standardized, and value-based sustainability reporting framework capable of supporting the long-term sustainability and resilience of Islamic financial institutions.

Keywords: Shariah sustainability reporting, Shariah governance, social dimension, maqāṣid al-Shari'ah, Islamic financial institutions.

CONSPICUOUS CONSUMPTION AND SOCIAL STRATIFICATION: EXAMINING HOW PEER REFERENCE GROUPS SHAPE INDIVIDUAL SPENDING BEHAVIOR IN URBAN COMMUNITIES

Naufal Nawalussalam
Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-8294-1460
naufal.nawalussalam@mhs.gusdur.ac.id

Abstract

This study investigates the mechanisms through which peer reference groups and social stratification influence individual spending behavior within urban community settings. While prior literature has extensively examined the macro-level relationship between socioeconomic class and aggregate consumption, comparatively little attention has been directed toward the micro-social dynamics that mediate this relationship particularly the role of peer comparison, aspirational identity, and social signaling in shaping everyday purchasing decisions.

Drawing on a mixed-methods research design, this study combines quantitative survey data collected from 420 urban respondents across multiple socioeconomic brackets with in-depth qualitative interviews from 30 purposively selected participants. The theoretical framework integrates Thorstein Veblen's theory of conspicuous consumption with Pierre Bourdieu's concept of social capital and cultural capital, positioning consumption not merely as an economic act but as a form of social communication through which individuals negotiate identity, belonging, and prestige within their communities.

Findings reveal that individuals across all income levels demonstrate a statistically significant tendency to adjust their consumption behavior in response to the perceived consumption norms of their peer reference group, independent of absolute purchasing power. Furthermore, the study identifies a "social mirroring effect," whereby individuals in upwardly mobile groups disproportionately allocate expenditure toward visible, status-signaling goods including fashion, technology, and lifestyle services even at the expense of essential needs. Social media exposure was found to significantly amplify this effect, particularly among respondents between the ages of 18 and 35.

The study also highlights important distinctions between high-status and low-status reference group influence, demonstrating that downward social comparisons can, in certain contexts, suppress consumption ambition rather than stimulate it. These nuanced findings contribute to a more granular understanding of how social dynamics translate into economic behavior at the community level, with implications for public policy, financial literacy programs, and marketing strategy.

Keywords: conspicuous consumption, social stratification, reference group theory, peer influence, consumer behavior, social capital, aspirational spending, urban communities, social signaling, status goods, socioeconomic class, social comparison, Bourdieu, Veblen, mixed-methods research

THE DYNAMICS OF SOCIAL CHANGE AND HUMAN COMMUNICATION IN THE ERA OF INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0

Shofa AINY[1]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-7075-3741
shofa.ainy25118@mhs.uingusdur.ac.id
Luna Rahma AGUSTIN[2]
[2]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-2536-5420
luna.rahma.agustin25085@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Every human society continuously undergoes social transformation, propelled by internal forces like demographic shifts and technological innovations, as well as external catalysts such as climate change and global economic systems. However, the rapid acceleration into Industrial Revolution 4.0—characterized by the Internet of Things (IoT) and widespread digitization—has introduced unprecedented disruptions. The core problem addressed in this study is that while technological advancements optimize economic productivity and global connectivity, they simultaneously trigger severe socio-cultural friction, including digital divides, cybersecurity vulnerabilities, and the deterioration of real-world interpersonal interactions. The primary objective of this research is to analyze the binary impacts of contemporary social change and evaluate how digital transformations reshaped human communication paradigms. Employing a qualitative literature review method, this study synthesizes foundational sociological frameworks—ranging from William F. Ogburn's culture lag to Émile Durkheim's anomie—to critically examine text-based conceptual data on modern societal evolution. The findings indicate that Industrial Revolution 4.0 acts as a double-edged sword. Positively, it democratizes information access, drives structural efficiency, and fosters borderless global collaboration. Conversely, it yields adverse consequences such as culture shock, social marginalization, and weakened family oversight due to internet dependency. The study concludes that mitigating these negative externalities requires a trilateral collaboration among governments, educational institutions, and communities to enforce digital literacy policies that preserve healthy, sustainable human relationships.

Keywords:
Social Change, Industrial Revolution 4.0, Digital Communication, Culture Lag, Technology Dependency

THE ROLE OF RELIGIOUS VALUES IN THE PROCESS OF SOCIAL CHANGE

Agista Eka Pratiwi

1Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

1ORCID ID:

agista.eka.pratiwi25174@mhs.uingusdur.ac.id

MUHAMMAD ADHIE MASSARDY

2Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Mmassardy@gmail.com

Abstract Religious values play an important role in shaping social life and influencing the process of social change within society. Religion is not only a system of beliefs and worship but also a source of moral guidance that regulates individual and collective behavior. This study aims to examine the role of religious values in the process of social change and how these values contribute to the development of social norms, cultural adaptation, and community transformation. The method used in this study is a qualitative literature review, drawing upon various sociological theories and previous research related to religion and social change.

The findings indicate that religious values function as both a driving force and a controlling mechanism in social change. As a driving force, religion encourages social solidarity, ethical behavior, education, social justice, and community development. Religious teachings often inspire individuals and groups to initiate positive reforms in response to social, economic, and cultural challenges. At the same time, religious values act as a controlling mechanism by preserving social stability, maintaining moral order, and preventing rapid changes that may threaten societal harmony.

Furthermore, the interaction between religion and modernization demonstrates that religious values are capable of adapting to changing social conditions without losing their fundamental principles. Religious institutions frequently participate in addressing contemporary issues such as poverty, environmental sustainability, technological advancement, and social inequality. Therefore, religion remains a significant social institution that influences both continuity and transformation within society.

In conclusion, religious values have a substantial role in the process of social change by providing ethical direction, strengthening social cohesion, and facilitating constructive adaptation to evolving social realities. Their influence continues to be relevant in promoting balanced and sustainable social development in modern societies.

Keywords: religious values, social change, religion, social development, social transformation, modernization.

THE ROLE OF BOBOHIZAN IN KADAZANDUSUN SOCIETY: PRESERVING CULTURAL IDENTITY AND TRADITIONAL KNOWLEDGE

REO BRANDON SUIH

Keningau Vocational College

Abstract

This paper examines the role of the Bobohizan in Kadazandusun society and its significance in preserving cultural identity, traditional knowledge, and community values. The Bobohizan is a traditional priestess who serves as a spiritual leader, healer, cultural custodian, and mediator between the physical and spiritual worlds. Historically, Bobohizans played a central role in conducting rituals, ceremonies, and healing practices that were closely linked to agriculture, community well-being, and religious beliefs. Beyond their spiritual responsibilities, they were also entrusted with safeguarding oral traditions, folklore, customs, and indigenous knowledge that have been passed down through generations. In contemporary society, the role of the Bobohizan continues to be relevant despite the influence of modernization and changing religious practices. Bobohizans contribute to the preservation of cultural heritage by participating in cultural festivals, educational programmes, and community events that promote awareness of Kadazandusun traditions. Their involvement helps younger generations understand the historical foundations of their culture and strengthens appreciation for indigenous identity. Furthermore, the Bobohizan serves as a symbol of resilience and continuity, representing the enduring values and beliefs of the Kadazandusun people. This study highlights the importance of recognizing and documenting the contributions of Bobohizans to ensure that traditional knowledge and cultural practices remain relevant and accessible in the future. Preserving the role of the Bobohizan is essential for sustaining the rich cultural heritage of the Kadazandusun community in an increasingly globalized world.

Keywords: Bobohizan, Kadazandusun, cultural heritage, indigenous knowledge, tradition

LANGUAGE GAP BETWEEN THE OLD AND NEW GENERATION

Azerbaijan-Baku, Gunel Shefiyeva
Orcid id: 0000-0001-5105-2749
agakishiyeva.g@mail.ru
Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Philology, Foreign Languages Center

Language is a fundamental tool for communication and cultural identity. Every generation develops its own linguistic habits that reflect the social, technological, and cultural environment in which it grows up. While older generations often preserve traditional forms of language, younger generations adopt new expressions influenced by globalization, social media, and digital communication. These differences may lead to misunderstandings, stereotypes, and communication barriers within families, workplaces, and educational settings.

The rapid growth of digital technology has significantly influenced the language of younger generations. Social media platforms, instant messaging, and online communities have introduced abbreviations, emojis, internet slang, and new vocabulary into everyday communication. Older generations may find these forms of expression unfamiliar or inappropriate.

Each generation experiences different historical events, cultural trends, and social values. As society changes, language changes with it. Younger people often adopt words related to modern lifestyles, entertainment, and global culture, while older individuals continue to use expressions that were common during their youth.

Global communication has increased the influence of English and other international languages on local languages. Younger generations are more likely to incorporate foreign words and phrases into their speech due to exposure through music, films, video games, and social media.

Effects of the Language Gap

The language gap can create misunderstandings between generations. Parents and grandparents may struggle to understand modern slang or online communication, while younger people may perceive traditional language as outdated. These differences can affect family relationships, workplace communication, and educational environments.

However, linguistic diversity also has positive aspects. It demonstrates the flexibility of language and reflects social innovation. New vocabulary allows societies to express new ideas, technologies, and cultural experiences.

Improving intergenerational communication requires mutual respect and openness. Older generations can become familiar with modern communication styles through digital literacy and engagement with younger people. Likewise, younger generations should appreciate the cultural and historical value of traditional language and adapt their communication according to their audience.

Educational institutions and families play an important role in encouraging dialogue between generations. Activities that promote communication, storytelling, and shared learning can reduce misunderstandings and strengthen social relationships.

The language gap between old and new generations is a natural consequence of social and technological change. Although differences in language may create communication challenges, they also reflect the dynamic nature of human society. By promoting understanding, respect, and effective communication, both generations can benefit from each other's linguistic knowledge and cultural experiences.

KEY WORDS: Language gap, intergenerational communication, language change, digital communication.

ŞAGİRDYÖNÜMLÜ TƏLİM MÜHİTİNİN FORMALAŞDIRILMASINDA FƏAL TƏLİM METODLARININ ROLU

Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva

pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi

ORCİD: 0009-0009-5332-2146, Pion2691@rambler.ru

Xülasə

XXI əsrin qlobal dəyişiklikləri təhsilin qarşısına yeni tələblər qoyur. Müasir dövrdə şagirdlərin yalnız məlumatları əzbərləməsi və müəllimdən aldığı bilikləri təkrarlaması kifayət etmir. Cəmiyyətin inkişafı yaradıcı düşünən, müstəqil qərar verən, əməkdaşlıq edən və tədqiqat aparan şəxsiyyətlərin formalaşdırılmasını zəruri edir. Bu baxımdan təlim prosesinin mahiyyəti dəyişir, şagirdin öyrənmədə fəal iştirakına əsaslanan yeni pedaqoji yanaşmalar ön plana çəkilir. Dünya təcrübəsi göstərir ki, fəal (interaktiv) təlim metodu dərsin keyfiyyətini artırmaqda güclü vasitədir. Bu metod şagirdlər üçün dərsi çox maraqlı və cəlbedici edir. Fəal (interaktiv) təlim həm məzmunun öyrənilməsinin, həm də tətbiqinin səmərəliliyini artırır və şagirdlərin dərketmə fəaliyyətini daha da fəallaşdırır.

Yeni kurikulum sənədlərində müəllim “bilik verən” deyil, öyrənmə prosesini təşkil edən və şagirdlərə istiqamət göstərən bələdçi kimi təqdim olunur. Şagird isə araşdıran, suallar verən, məlumatları təhlil edən və nəticə çıxaran tədqiqatçı rolunda çıxış edir. Bu yanaşma nəticəsində təlimdə psixoloji dəstəyin, müsbət emosional mühitin və qarşılıqlı hörmətin vacibliyi önə çəkilir. Belə mühitdə şagird özünü sərbəst ifadə edir, fikirlərini bölüşür və öyrənmə prosesində daha fəal olur.

Açar sözlər: kurikulum, motivasiya, fikir mübadiləsi

THE ROLE OF ACTIVE LEARNING METHODS IN CREATING A STUDENT-CENTERED LEARNING ENVIRONMENT

Abstract

The global transformations of the twenty-first century have imposed new demands on education. In today's world, it is no longer sufficient for students to merely memorize facts and reproduce the knowledge acquired from their teachers. The rapid development of society requires the education of individuals who are capable of creative thinking, independent decision-making, collaboration, and research. In this context, the nature of the teaching and learning process has changed, giving priority to modern pedagogical approaches that promote students' active participation in learning. International educational experience demonstrates that active (interactive) teaching is an effective approach to improving the quality of instruction. This method makes lessons more engaging and motivating for students while increasing the effectiveness of both knowledge acquisition and its practical application. Furthermore, active (interactive) teaching enhances students' cognitive engagement and encourages meaningful participation in the learning process.

According to the new curriculum framework, the teacher is no longer regarded as a mere transmitter of knowledge but as a facilitator who organizes the learning process and guides students in constructing their own understanding. Students, in turn, assume the role of researchers who investigate, ask questions, analyze information, and draw conclusions. This learner-centered approach emphasizes the importance of psychological support, a positive emotional climate, and mutual respect in the classroom. Such an environment enables students to express themselves freely, exchange ideas confidently, and participate more actively in the learning process.

Keywords: curriculum, motivation, exchange of ideas

Giriş

Məlumdur ki, fəal interaktiv təlim təhsilalanlarda təlimə maraq yaradır, onları sərbəst fikir yürütməyə, qarşılıqlı ünsiyyət zamanı bədii əsərlərin təhlili üzrə məhsuldar fikir mübadiləsinə və ədəbi təfəkkür proseslərinin inkişafına motivə edir. Bundan əlavə, ictimai və əxlaqi dəyərlərin, ədəbi biliklərin mənimsənilməsində öyrənənlərin əvvəlki biliklərinin möhkəmləndirilməsi fəal təlimdə daha səmərəli şəkildə reallaşır. Fəal təlim ədəbi təcrübənin idarə edilməsində pedaqogikanın rolunu artırır, yeni biliyin mənimsənilməsi prosesini gücləndirir və mövzu üzrə yaradıcı düşüncəni formalaşdırır.

Təlim prosesi şagirdləri birgə komanda işinə həvəsləndirir, tətbiq, təhlil, sintez, dəyərləndirmə və yeni yaradıcı işə cəlb edir. İnteraktivlik müasir təlim prosesinin ən vacib elementinə çevrilir, şagirdlərin şəxsiyyətlərarası bacarıqlarını inkişaf etdirir, onların şəxsi və sosial imkanlarından sərbəst istifadəsinə imkan yaradaraq bədii əsərlərin təhlilini və yeni yaradıcılıq qabiliyyətləri təkmilləşdirir. İnteraktiv təlim müəllim və şagirdlər arasında dialoqa əsaslanan mürəkkəb qarşılıqlı əlaqə prosesidir. Dialoqda iştirak etmək təkcə dinləmək deyil, eyni zamanda qarşılıqlı ünsiyyət və biri-birini anlamaq qabiliyyətini tələb edir.

Fəal (interaktiv) təlim metodunun tədris prosesinə daxil edilməsi şagirdlərin passivliyinin aradan qaldırılmasına, lazım olan təfəkkür xüsusiyyətlərinin, yaradıcılığın formalaşdırılması və təlim keyfiyyətinin yüksəldilməsinə şərait yaradaraq "Azərbaycan Respublikasının təhsil sahəsində İslahat Proqramı"nda göstərilən demokratikləşdirmə, humanistləşdirmə, diferensiallaşdırma, fərdiləşdirmə, inteqrasiya və humanitarlaşdırma prinsiplərini həyata keçirməyə imkan verir.

Azərbaycanda həyata keçirilən kurikulum islahatları da məhz şagirdyönümlülük, fəal öyrənmə, əməkdaşlıq və tədqiqatyönümlü fəaliyyət kimi prinsiplərin tətbiqinə əsaslanır. Fəal təlimin bir sıra spesifik xüsusiyyətlər ilə tanış oluruq:

- təlimin subyekt-subyekt xarakter daşıması;
- şagirdlərin fəal öyrənmə mövqeyi, təfəkkürün müstəqilliyi və sərbəstliyi;
- şagirdlərinn bütün dərs zamanı fəallığı;
- dərsin əvvəlində problemli situasiyanın yaradılması və dərs prosesinin problemin həllinə yönəldilməsi;
- düşündürücü və istiqamətləndirici suallar vasitəsi ilə şagirdlərin yeni biliklərin müstəqil kəşf edilməsinə yönəldilməsi;
- təlimin tədqiqat üsulu vasitəsi ilə keçirilməsi;
- dərsin dialoq şəklində aparılması, əks əlaqənin yaradılması;
- əməkdaşlıq və qrupda qarşılıqlı fəaliyyət.

Fəal təlimin əsas məqsədi şagirdi öyrənmənin subyekti kimi formalaşdırmaq, onun idrak proseslərini hərəkətə gətirmək və bilikləri müstəqil kəşf etməsinə şərait yaratmaqdır. İbtidai siniflərdə fəal təlimin həm nəzəri, həm də praktik məlumatlarını şagirdlər fəaliyyət əsasında öyrəndikdə bilikləri daha dərindən və davamlı dərk edirlər. Eyni zamanda dərs prosesində

əməkdaşlıq, dialoq və qarşılıqlı fikir mübadiləsi şagirdlərin sosial və idrak bacarıqlarını inkişaf etdirir.

Şagird-tədqiqatçı, müəllim-bələdçi əməkdaşlığı

Şagirdin mövqeyi "kəşf edən", "tədqiqatçı" mövqeyidir; o, gücü çatan məsələlər və problemlərlə üzləşərkən, bunları müstəqil tədqiqat prosesində həll edir. Bu zaman təlimin mühüm şərti qismində şagirdin təlimin məqsədlərini şüurlu surətdə tərkib hissələrinə bölə bilməsi zərurəti çıxış edir: nəyi dərk etməli, nə üçün dərk etməli, nəyi öyrənməli, nə üçün öyrənməli, necə öyrənməli və bu, hansı nəticələrə gətirib çıxara bilər (təlimin bəhrəsi necə olmalıdır)?

Müəllimin mövqeyi "bələdçi" (fasilitator), "aparıcı" (istiqamət verən) mövqeyidir. Fəal təlim prosesində şagirdləri biliklərə aparan yolda müəllimin bir bələdçi kimi əsas funksiyası, təyinedici rolu fasilitasiya adlanır. Bu, müəllim liderliyinin yeni tipidir. Bu liderlik müəllimlə şagirdin təhsilin məqsədinə nail olmağa yönəldilmiş birgə fəaliyyətinə əsaslanır.

Fəal təlimin əsas prinsiplərindən biri şagirdin dərs prosesində passiv deyil, aktiv tədqiqatçı rolunda olmasıdır. Şagird-tədqiqatçı özü məlumat toplamaq, analiz etmək, müqayisələr aparmaq və nəticələr çıxarmaqla biliklərini möhkəmləndirir. Bu şagirdə öz təhsil prosesinə məsuliyyət daşımağı öyrədir, həmçinin tədqiqat və problem həlli bacarıqlarını inkişaf etdirir. Müəllim isə fəal təlimdə sadəcə bilik ötürən kimi çıxış etmir. O, bələdçi funksiyasını da yerinə yetirir. Müəllim şagirdin tədqiqatını istiqamətləndirir, metodik yardım göstərir, əlavə resurslar təqdim edir və şagirdin öz nəticələrinə çatmasına şərait yaradır. Bu, şagird-müəllim münasibətini məsləhətçi və dəstəkləyici xarakterə çevirir. Bu cür yanasmanın bir sıra üstünlükləri vardır. Həmin üstünlüklərə əsasən: şagirdlərdə yaradıcılıq prosesi baş verir, daha məsuliyyətli olurlar; müstəqil düşünmə bacarıqları inkişaf etdirilir; müəllim dəstəkçi, həmçinin yönəldici rolunda çıxış edir.

Azərbaycan dili dərslərində bu qayda şagirdlərin həm nitqini, təfəkkürünı inkişaf etdirir, onların bilik səviyyələrini artırır.

Nəticə

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, fəal təlim müasir təhsil sistemində şagirdin idrak fəallığını artıran, müstəqil düşünmə, araşdırma, ünsiyyət və əməkdaşlıq bacarıqlarını formalaşdıran ən təsirli yanaşmalardan biridir. Fəal təlimin səmərəliliyini təmin edən mexanizmlər - motivasiya, tədqiqatın aparılması, informasiya mübadiləsi, əməkdaşlıq və dialoq - şagirdin təlim prosesində fəal iştirakını təmin edir və onun təcrübə əsasında öyrənməsini zəruri edir. Şagirdin tədqiqatçı, müəllimin bələdçi rolunda çıxış etməsi fəal təlimin əsasını təşkil edir. Dialoq və əməkdaşlığın dərsdə xüsusi yer tutması isə şagirdlərin öz fikirlərini ifadə etməsinə, başqalarının fikrini dinləyib qiymətləndirməsinə, birgə nəticəyə gəlməsinə və sosial bacarıqlarının inkişafına şərait yaradır. Müəllimin psixoloji dəstəyi təlimin ayrılmaz hissəsidir, şagirdin özünə inamı artır, dərsdə daha fəal iştirak edir. Nəticədə şagirdlər sadəcə bilik əldə etmir, bir şəxsiyyət kimi formalaşır.

Ədəbiyyat:

1. Ağayev Ş. İbtidai siniflərdə fəal təlimin nəzəri və praktik məsələləri Bakı: 2007

2. Kərimov Y. Fənn kurikulumu ilə iş şəraitində təlimin təşkilinə verilən tələblər. "Azərbaycan müəllimi", 26 yanvar 2007

3. Ümumi təhsil məktəblərinin I-IV sinifləri üçün fənn kurikulumları. "Təhsil", Bakı: 2008

5. Veysova Z. Fəal və interaktiv təlim. Müəllimlər üçün vəsait. Bakı: 2007

İBTIDAI MƏKTƏBDƏ ÜSLUBIYYAT ÜZRƏ IŞIN TƏŞKILI: NƏZƏRI ƏSASLAR VƏ METODIK YANAŞMALAR

Qasımova Maya Rəhim qızı

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan

maya0866@gmail.com

https://orcid.org/ 0000-0001-9116-4331

Xülasə. Məqalədə ibtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə işin təşkinin nəzəri əsasları və müasir metodik yanaşmalar araşdırılır. Üslubi bacarıqların formalaşdırılmasının şagirdlərin nitq mədəniyyətinin, kommunikativ sərişləsinin və funksional savadlılığının inkişafındakı rolu elmi-pedaqoji aspektdən təhlil edilir. Ana dili dərslərində üslubiyyatın tədrisinin məzmunu, məqsədləri, prinsipləri və təşkili formaları sistemləşdirilir, yaş xüsusiyyətlərinə uyğun metod və üsullar müəyyənləşdirilir. Məqalədə mətnlə iş, situativ tapşırıqlar, yaradıcı yazılar, müqayisəli təhlil və inteqrativ təlim metodlarının üslubi bacarıqların inkişafına təsiri əsaslandırılır. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilir ki, üslubiyyat üzrə işin sistemli və məqsədyönlü təşkili şagirdlərin söz ehtiyatının zənginləşməsinə, fikirlərini müxtəlif nitq üslublarında məqsədəuyğun ifadə etmələrinə, yazılı və şifahi nitq bacarıqlarının yüksəlməsinə əhəmiyyətli təsir göstərir.

Açar sözlər: ibtidai məktəb, üslubiyyat, nitq inkişafı, ana dili tədrisi, metodik yanaşmalar, kommunikativ sərişlə, funksional savadlılıq.

Abstract. This article examines the theoretical foundations and methodological approaches to teaching stylistics in primary education. It analyzes the role of stylistic competence in developing pupils' speech culture, communicative competence, and functional literacy from a pedagogical perspective. The study systematizes the objectives, content, principles, and organizational forms of stylistic instruction in primary language education and identifies age-appropriate teaching methods and strategies. Particular attention is paid to text-based activities, situational tasks, creative writing, comparative analysis, and integrated teaching methods as effective means of developing stylistic awareness. The findings indicate that a systematic and purposeful organization of stylistic instruction contributes significantly to enriching pupils' vocabulary, improving their ability to express ideas appropriately in different speech styles, and enhancing the quality of both oral and written communication.

Keywords: primary education, stylistics, speech development, mother tongue teaching, methodological approaches, communicative competence, functional literacy.

Müasir təhsil sistemində ana dili təliminin əsas məqsədlərindən biri şagirdlərdə düzgün, səlis, məntiqli və üslub baxımından məqsədəuyğun nitq formalaşdırmaqdır. Qloballaşma, rəqəmsal informasiya mühitinin genişlənməsi və kommunikasiya imkanlarının artması şagirdlərin nitqinin müxtəlif təsirlərə məruz qalması ilə müşayiət olunur. Bu baxımdan ibtidai təhsil pilləsində üslubiyyat üzrə məqsədyönlü işin təşkili xüsusi aktuallıq kəsb edir.

İbtidai siniflərdə şagirdlər ana dilinin fonetik, leksik və qrammatik normaları ilə yanaşı, söz və ifadələrin ünsiyyət şəraitinə uyğun seçilməsi, fikrin dəqiq və təsirli ifadə olunması,

müxtəlif mətnlərdə dil vasitələrinin məqsədəuyğun işlədilməsi kimi bacarıqları da mənimsəməlidirlər. Bu bacarıqlar gələcək təhsil mərhələlərində yazılı və şifahi nitqin inkişafı üçün möhkəm zəmin yaradır.

İbtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə iş nəzəri biliklərin öyrədilməsini deyil, şagirdlərin nitq fəaliyyətinin bütün növlərində – dinləmə, danışma, oxu və yazıda – praktik işin təşkilini, yəni dərsdə müxtəlif mətn nümunələrinin təhlilini, söz seçimi üzərində işin aparılmasını, sinonimlərdən istifadə, üslubi səhvlərin müəyyənləşdirilməsi və redaktə tapşırıqlarının yerinə yetirilməsini nəzərdə tutur ki, bu da şagirdlərin nitq mədəniyyətinin formalaşmasına xidmət edir.

Azərbaycan dili kurikulumu şagirdyönümlü, fəaliyyətəsaslı və kompetensiyaya əsaslanan təlimi prioritet istiqamət kimi müəyyənləşdirir. Bu yanaşma müəllimdən üslubiyyat üzrə işi yalnız qaydaların izahı kimi deyil, praktik nitq bacarıqlarının inkişafına xidmət edən yaradıcı fəaliyyət sistemi kimi təşkil etməyi tələb edir. Bu məqsədlə interaktiv təlim metodlarından, problemli situasiyalardan, layihələrdən, qrup işlərindən və yaradıcı yazı tapşırıqlarından istifadə xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Məqalənin məqsədi ibtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə işin elmi-nəzəri əsaslarını müəyyənləşdirmək, onun təşkilinin metodik xüsusiyyətlərini təhlil etmək və müasir pedaqoji yanaşmalar əsasında praktik tətbiq imkanlarını əsaslandırmaqdır.

İbtidai məktəbdə üslubiyyat təliminin nəzəri əsasları. Üslubiyyat dilçiliyin dil vahidlərinin müxtəlif ünsiyyət şəraitində məqsədəuyğun seçilməsi və işlədilməsi qanunauyğunluqlarını öyrənən sahəsidir. Müasir dilçilikdə üslubiyyat yalnız dil vahidlərinin ifadəlilik imkanlarını deyil, həm də kommunikativ məqsədə uyğun istifadəsini araşdırır. Bu baxımdan ibtidai məktəbdə üslubiyyatın tədrisi şagirdlərin nitq mədəniyyətinin formalaşdırılması, kommunikativ səriştələrinin inkişaf etdirilməsi və funksional savadlılığın təmin olunmasının mühüm tərkib hissəsi hesab edilir.

İbtidai təhsil mərhələsində şagirdlərdə üslubi bacarıqların formalaşdırılması onların psixoloji və idrak xüsusiyyətlərinə uyğun şəkildə həyata keçirilməlidir. Bu yaş dövründə uşaqlar daha çox müşahidə, müqayisə, praktik fəaliyyət və ünsiyyət vasitəsilə öyrənirlər. Buna görə də üslubiyyat üzrə iş abstrakt nəzəri anlayışların izahı şəklində deyil, müxtəlif nitq situasiyalarının yaradılması, mətnlərlə iş və yaradıcı tapşırıqlar vasitəsilə təşkil olunmalıdır.

Azərbaycan dili fənni üzrə kurikulumun əsas məqsədlərindən biri şagirdlərin dinləmə, danışma, oxu və yazı bacarıqlarını kompleks şəkildə inkişaf etdirməkdir. Bu bacarıqların hər biri üslubi kompetensiyanın formalaşması ilə sıx bağlıdır. Şagird fikrini ifadə edərkən yalnız qrammatik cəhətdən düzgün deyil, eyni zamanda ünsiyyət məqsədinə uyğun, məntiqli, dəqiq və təsirli nitq qurmağı bacarmalıdır.

Müasir pedaqoji yanaşmalara görə üslubiyyat təlimi kommunikativ yanaşma prinsipləri əsasında qurulmalıdır. Kommunikativ yanaşmanın əsas məqsədi dil haqqında bilik verməkdən daha çox, həmin biliklərin real ünsiyyət şəraitində tətbiqini təmin etməkdir. Bu səbəbdən müəllim dərslərdə şagirdləri müxtəlif nitq situasiyalarına cəlb etməli, onların müstəqil fikir söyləməsinə, müzakirələr aparmasına və yaradıcı mətnlər hazırlamasına şərait yaratmalıdır.

Üslubi bacarıqların formalaşmasında mətn mərkəzli təlim xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Mətn üzərində aparılan müşahidələr şagirdlərə söz və ifadələrin müxtəlif məna çalarlarını anlamağa, dil vasitələrinin üslubi funksiyalarını müəyyənləşdirməyə və onların məqsədəuyğun istifadəsini öyrənməyə imkan verir. Bu prosesdə bədii mətnlər (nağıllar, hekayələr) və informativ mətnlər, müxtəlif dialoqlardan istifadə daha səmərəli nəticə verir.

İbtidai siniflərdə üslubiyyat üzrə iş nitq inkişafı ilə qarşılıqlı əlaqədə həyata keçirilməlidir. Lüğət ehtiyatının zənginləşdirilməsi, sinonim və antonimlərdən istifadə, təkrarların aradan qaldırılması, ifadələrin dəqiqləşdirilməsi, cümlələrin məqsədəuyğun qurulması və mətnlərin redaktəsi üslubi bacarıqların inkişafının əsas istiqamətlərini təşkil edir. Belə fəaliyyətlər nəticəsində şagirdlər həm dil normalarını mənimsəyir, həm də öz fikirlərini daha səlis və ifadəli şəkildə çatdırmaq bacarığı qazanırlar.

Müasir təhsil konsepsiyalarında funksional savadlılığın inkişafı prioritet istiqamətlərdən biri kimi qəbul edilir. Bu baxımdan üslubiyyat üzrə iş yalnız dərslik materiallarının öyrənilməsi ilə məhdudlaşmamalı, şagirdlərin gündəlik həyatında rast gəldikləri müxtəlif kommunikativ situasiyalarla əlaqələndirilməlidir. Məktub yazmaq, elan hazırlamaq, təqdimat etmək, dialoq qurmaq və müxtəlif məzmunlu mətnlər yaratmaq kimi fəaliyyətlər şagirdlərin praktik üslubi bacarıqlarını inkişaf etdirir.

Beləliklə, ibtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə iş nəzəri biliklərlə praktik fəaliyyətin vəhdəti əsasında qurulduqda daha səmərəli olur. Bu yanaşma şagirdlərin nitq mədəniyyətini inkişaf etdirir, onların kommunikativ kompetensiyalarını gücləndirir və gələcək təhsil mərhələlərində ana dilindən səmərəli istifadə etmələri üçün möhkəm zəmin yaradır.

İbtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə işin təşkili yolları. İbtidai siniflərdə üslubiyyat üzrə iş şagirdlərin yaş və psixoloji xüsusiyyətləri, Azərbaycan dili fənn kurikulumunun tələbləri və kommunikativ təlim prinsipləri nəzərə alınmaqla planlaşdırılmalıdır. Bu mərhələdə əsas məqsəd şagirdlərdə müxtəlif nitq situasiyalarına uyğun dil vasitələrini seçmək və məqsədəuyğun istifadə etmək bacarığını formalaşdırmaqdır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, üslubiyyat üzrə iş bütün nitq fəaliyyətləri – dinləmə, danışma, oxu və yazı – ilə inteqrasiya şəklində təşkil edilməlidir. Məsələn, müəllim mətnin oxusu zamanı şagirdlərin diqqətini müəllifin söz seçiminə, ifadələrin emosional təsirinə, cümlələrin quruluşuna və üslubi xüsusiyyətlərinə yönəldə bilər. Bu müşahidələr şagirdlərin mətni daha dərindən anlamasına və dilin ifadə imkanlarını dərk etməsinə şərait yaradır.

Şagirdlərin üslubi bacarıqlarının inkişafında **lüğət üzrə sistemli iş** mühüm yer tutur. Dərslərdə sinonim, antonim, çoxmənalı sözlər və frazeoloji birləşmələr üzərində aparılan məqsədyönlü fəaliyyət nitqin zənginləşməsinə xidmət edir. Məsələn, “gözəl” sözünün yerinə “füsunkar”, “cazibədar”, “qəşəng”, “nəfis” kimi sözlərin işlədilməsi üzrə tapşırıqlar şagirdlərdə söz seçimi bacarığını inkişaf etdirir.

Üslubi səhvlərin aradan qaldırılması üzrə iş də davamlı xarakter daşımalıdır. İbtidai sinif şagirdlərinin nitqində daha çox söz təkrarları, dialekt sözlər, jarqon ifadələr, rus və ya ingilis dillərindən alınmış gündəlik danışıq elementləri, eləcə də mənaca uyğun olmayan sözlərin işlədilməsi müşahidə olunur. Müəllim bu nöqsanları yalnız göstərməklə kifayətlənməməli, onların düzgün variantlarını şagirdlərlə birlikdə müəyyən etməli və praktik tətbiqini təşkil etməlidir.

Mətn redaktəsi üzrə tapşırıqlar üslubiyyatın tədrisində səmərəli vasitələrdən biridir. Şagirdlərə məqsədli şəkildə üslubi səhvlərləri olan kiçik mətnlər təqdim edilərək həmin səhvlərin tapılması və düzəldilməsi tapşırıla bilər. Belə fəaliyyət analitik təfəkkürü, dil həssaslığını və tənqidi düşünmə bacarıqlarını inkişaf etdirir.

Yaradıcı yazı tapşırıqları da üslubi bacarıqların formalaşmasında mühüm rol oynayır. Şagirdlərə şəkil üzrə hekayə yazmaq, verilmiş sözlərdən istifadə etməklə mətn qurmaq, nağılı başqa sonluqla tamamlamaq, qəhrəmana məktub yazmaq və ya eyni hadisəni müxtəlif ifadə vasitələri ilə təsvir etmək kimi tapşırıqlar təqdim edilə bilər. Bu fəaliyyətlər söz ehtiyatını zənginləşdirir və nitqin ifadəliliyini artırır.

İbtidai məktəbdə şagirdlərin praktik şəkildə funksional nitq üslubları (danışıq, bədii, elmi, rəsmi-işgüzar) ilə tanış edilməsi nəzərdə tutulur. Məqsəd şagirdlərə müxtəlif situasiyalarda sözləri və ifadə formasını düzgün seçməyi öyrətməkdir.

Qiymətləndirmə prosesi də üslubi bacarıqların inkişafına xidmət etməlidir. Müəllim yalnız nəticəni deyil, şagirdin söz seçimi, nitqin ardıcıllığı və məntiqiliyi, ifadəliliyi və üslubi uyğunluğu kimi meyarları da nəzərə almalıdır. Formativ qiymətləndirmə vasitəsilə şagirdə davamlı geribildirim verilməsi onun nitqini tədricən təkmilləşdirməyə imkan yaradır.

Beləliklə, ibtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə iş sistemli, məqsədyönlü və praktik yönümlü təşkil olunduqda şagirdlərdə düzgün, zəngin, ifadəli və kommunikativ cəhətdən səmərəli nitq bacarıqları formalaşır. Bu bacarıqlar onların həm təlim fəaliyyətində, həm də gündəlik ünsiyyətində uğurlu iştirakını təmin edən mühüm amillərdən biridir.

Praktik nümunələr və metodik tövsiyələr. İbtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə işin səmərəliliyi müəllimin seçdiyi metod və tapşırıqlardan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Tədris prosesi şagirdlərin fəal iştirakına əsaslanmalı, onların nitq təcrübəsini zənginləşdirməli və dil vahidlərindən məqsədəuyğun istifadə bacarığını inkişaf etdirməlidir. Bu baxımdan dərslərdə interaktiv təlim metodlarına, praktik fəaliyyətə, oyunlara üstünlük verilməsi məqsədəuyğundur.

Nümunə 1. Söz seçimi üzrə fəaliyyət

Məqsəd: Şagirdlərdə sinonimlərdən düzgün istifadə bacarığını formalaşdırmaq.

Tapşırıq: Müəllim lövhədə aşağıdakı cümləni yazır:

Bu gün hava çox gözəldir.

Şagirdlər *gözəl* sözünün yerinə işlənə biləcək sözləri müəyyən edirlər: *füsunkar, aydın, günəşli, xoş* və s. Sonra həmin sözlərlə yeni cümlələr qururlar və hansı sözün hansı situasiyada daha uyğun olduğunu izah edirlər.

Nümunə 2. Üslubi səhvlərin redaktəsi

Tapşırıq mətni:

"Mən parka getdim. Park çox gözəl idi. Parkda çox park var idi. Mən parkı çox bəyəndim".

Şagirdlər mətndəki söz təkrarlarını aradan qaldırır, əvəzliklərdən və sinonimlərdən istifadə etməklə mətni redaktə edirlər.

Mümkün variant:

"Mən parka getdim. Orada yaşıllıq və gözəl istirahət guşələri var idi. Bu məkanı çox bəyəndim".

Nümunə 3. Nitq situasiyası

Müəllim eyni fikrin müxtəlif şəraitdə necə ifadə olunacağını müəyyənləşdirməyi tapşırır.

Situasiya 1: Dostundan kitabını verməsini xahiş et.

Situasiya 2: Müəllimdən eyni xahişi et.

Şagirdlər hər iki situasiya üçün fərqli ifadələr seçərək nitq etiketinə və üslubi uyğunluğa əməl etməyi öyrənirlər.

Nümunə 4. Mətnin zənginləşdirilməsi

Şagirdlərə qısa və sadə mətn təqdim olunur.

"Payız gəldi. Yarpaqlar töküldü. Yağış yağdı".

Tapşırıqda mətni epitetlər, təsviri sözlər və uyğun ifadələrlə zənginləşdirmək tələb olunur.

Məsələn:

"Qızılı payız gəldi. Ağacların rəngbərəng yarpaqları yavaş-yavaş yerə töküldü. Xırda yağış damcıları təbiətə xüsusi gözəllik bəxş etdi".

Nümunə 5. "Müəllif kimdir?" (Üslubların müqayisəsi)

Məqsəd: Şagirdlərə informativ mətnləri bədii mətnlərdən fərqləndirməyi öyrətmək.

Tapşırıq: Eyni mövzuda olan iki mətni oxuyun. Hansı mətnin bir alim tərəfindən ensiklopediya üçün, hansının isə bir yazıçı tərəfindən hekayələr kitabı üçün yazıldığını müəyyən edin.

Mətn №1. *Dovşan, dovşankimilər fəslinə aid olan, uzun qulaqları, güclü arxa ayaqları və qısa quyruğu ilə tanınan sürətli və otyeyən məməlidir. Dünyanın hər yerində həm vəhşi təbiətdə, həm də ev şəraitində yaşayır.*

Mətn №2. *Dovşan meşənin ən sevimli və çevik sakinlərindən biridir. Onun yumşaq, ağappaq tükləri pambığı xatırladır. Uzun qulaqları hər xışıltını diqqətlə dinləyir, parlaq gözləri isə ətrafa maraqla baxır. Balaca burnunu tərpədərək təmiz havanı iyləyir, cəld ayaqları ilə otların arasında sanki külək kimi qaçır. Dovşan mehriban, qorxaq və dinc təbiətli heyvandır. O, yaşıl otları, şirin yerkökünü və təzə yoncanı çox sevir. Təbiətin bu zərif sakini hər kəsdə sevinc və məhəbbət hissi oyadır.*

Müzakirə sualları:

Birinci mətnə harada rast gələ bilərik? Bəs ikincisinə?

İkinci mətnindəki hansı sözlər dovşanı şirin bir heyvan kimi təsəvvür etməyimizə kömək edir?

Nümunə 6. “Tərcüməçilər” (Üslub seçimi)

Məqsəd: Danışıq nitqini rəsmi nitqlə əvəz etmək bacarığını inkişaf etdirmək.

Tapşırıq: Təsəvvür edin ki, siz tərcüməçisiniz. Verilmiş ifadələri danışıq üslubundan rəsmi üsluba (məktəb direktoruna müraciət və ya vacib hesabat kimi) çevirin.

Müəllim, bağışlayın da, dünən bərk xəstələnmişdim, dərsi oxuya bilmədim → (Müəllim, üzrlü sayın, səhhətimdə yaranmış problemə görə dünənki dərsi hazırlaya bilmədim).

Məncə, bu ktab qəşəngdir, hamı oxusun → (Bu kitab çox maraqlıdır, hamınıza oxumağı tövsiyə edirəm).

Sabah ad günümdür, mütləq gəlin ha! → (Sabah ad günümə hamınız dəvətlisiniz).

Nümunə 7. “Kimə yazıram?” (Məktub ünvanlanan şəxsin seçilməsi)

Məqsəd: Məktubu ünvanladığımız şəxsin kim olduğundan asılı olaraq, sözlərin (üslubun) seçilməsini anlatmaq.

Tapşırıq: Aşağıdakı sətirlərin kimə ünvanlandığını tap: sinif yoldaşı, müəllim və Şaxta baba. Bu sətirləri kimə göndərəcəksiniz?

1. Salam, bağışlayın, özümü pis hiss etdiyim üçün bu gün dərnəyə gələ bilməyəcəyəm.

2. Salam, ev tapşırıqlarını mənə at da. Sonra həyətdə bir az pedal fırladarıq (...velosiped sürərik).

3. Salam, çox xahiş edirəm, mənə yeni ildə maraqlı bir kitab hədiyyə edəsən, səninlə görüşməyi səbirsizliklə gözləyirəm.

Nümunə 8. “Söz keşikçisi” (Artıq sözü tapın)

Məqsəd: Şagirdlərə mətnin ümumi üslubunu pozan sözləri (üslubi səhvləri) müəyyənləşdirməyi öyrətmək.

Tapşırıq: Bu mətnlərdə üsluba uyğun olmayan “düşmən sözlər” var. Onları tapın və uyğun sözlə əvəz edin.

Elmi mətndə: “*Su 100 dərəcə Selsi temperaturda qaynayır. Bu zaman o, köpüklənməyə və pıqqıldamağa başlayır*”. (Əvəzetmə: *pıqqıldamaq → şiddətli qaynamaq, coşub-daşmaq*).

Nağılda: *İgid sehirli qılıncını götürüb əjdahanın üzərinə getdi və missiyasını tamamladı* (Əvəzetmə: *missiyasını → işini*).

İbtidai məktəbdə üslübiyyat üzrə iş təşkil edərkən müəllim aşağıdakıları nəzərə almalıdır:

- Üslubiyyat üzrə iş ayrıca mövzu kimi deyil, Azərbaycan dili dərslərinin bütün bölmələri ilə əlaqəli şəkildə təşkil edilməlidir.

- Nitq inkişafı məqsədilə hər dərsdə söz seçimi və ifadə dəqiqliyinə diqqət yetirilməlidir.

- Bədii ədəbiyyatdan seçilmiş mətnlər üslubi müşahidələr üçün əsas mənbə kimi istifadə olunmalıdır.

- Şagirdlərin nitqində müşahidə olunan dialekt sözlər, jarqonlar və əsassız alınma sözlər nəzakətlə ədəbi dil normalarına uyğun variantlarla əvəz edilməlidir.

- Formativ qiymətləndirmə zamanı yalnız orfoepik-orfoqrafik və qrammatik düzgünlük deyil, həm də nitqin aydınlığı, ardıcıllığı, ifadəliliyi və üslubi uyğunluğu qiymətləndirilməlidir.

- İnteraktiv üsullar – rollu oyunlar, yaradıcı yazı və layihə tapşırıqları şagirdləri aktiv fəaliyyətə, fəal ünsiyyətə cəlb etdiyi üçün üslubi bacarıqların daha səmərəli inkişaf etdirilməsi vasitəsi kimi geniş tətbiq edilməlidir.

Beləliklə, üslubiyyat üzrə iş praktik yönümlü və sistemli təşkil edildikdə şagirdlər dil vasitələrini şüurlu seçməyi, müxtəlif ünsiyyət şəraitində onlardan məqsədəuyğun istifadə etməyi və ədəbi dil normalarına uyğun nitq qurmağı öyrənirlər. Bu bacarıqlar onların həm təlim nailiyyətlərinin, həm də ümumi kommunikativ səriştələrinin inkişafına mühüm töhfə verir.

Nəticə. Aparılmış təhlil göstərir ki, ibtidai məktəbdə üslubiyyat üzrə iş Azərbaycan dili təliminin mühüm istiqamətlərindən biridir və şagirdlərin nitq mədəniyyətinin formalaşdırılmasında əhəmiyyətli rol oynayır. Üslubi bacarıqların erkən yaşlardan sistemli şəkildə inkişaf etdirilməsi şagirdlərdə söz seçimi, fikrin dəqiq, ardıcıl və məntiqi ifadəsi, nitqin ünsiyyət şəraitinə uyğun qurulması kimi mühüm kommunikativ keyfiyyətlərin formalaşmasına şərait yaradır.

Məqalədə əsaslandırıldığı kimi, üslubiyyatın tədrisi yalnız nəzəri anlayışların mənimsədilməsi ilə məhdudlaşmamalı, praktik fəaliyyət, mətn üzərində iş, yaradıcı yazı, nitq situasiyalarının modelləşdirilməsi və interaktiv təlim metodları ilə zənginləşdirilməlidir. Bu yanaşma şagirdlərin nitq fəaliyyətinin bütün növlərinin – dinləmə, danışma, oxu və yazının – kompleks inkişafına xidmət edir.

Azərbaycan dili fənni üzrə kurikulumun tələblərinə uyğun olaraq üslubiyyat üzrə iş kompetensiyaya əsaslanan təlim prinsipləri üzərində qurulmalıdır. Bu zaman müəllim şagirdlərdə yalnız dil haqqında bilik deyil, həmin bilikləri müxtəlif kommunikativ situasiyalarda tətbiq etmək bacarığını da formalaşdırmalıdır. Belə yanaşma funksional savadlılığın, tənqidi və yaradıcı təfəkkürün inkişafına, eləcə də ədəbi dil normalarına şüurlu əməl edilməsinə əlverişli zəmin yaradır.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, söz seçimi, üslubi redaktə, mətnin zənginləşdirilməsi, nitq etiketinin öyrədilməsi və kommunikativ tapşırıqların sistemli tətbiqi ibtidai sinif şagirdlərinin nitq keyfiyyətinin yüksəldilməsində səmərəli vasitələrdir. Buna görə də Azərbaycan dili dərslərində üslubiyyat üzrə iş digər dil bölmələri ilə inteqrasiya olunmuş şəkildə, ardıcıl və məqsədyönlü təşkil edilməlidir.

Perspektivdə ibtidai sinif dərsliklərində üslubiyyat yönümlü tapşırıqların sayının artırılması, rəqəmsal təlim resurslarının hazırlanması və müəllimlərin bu istiqamətdə metodik hazırlığının gücləndirilməsi məqsədəuyğun hesab olunur.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi. (2020). Ümumi təhsil pilləsinin dövlət standartı.

2. Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi. (2021). Azərbaycan dili fənni üzrə ümumi təhsil kurikulumu (I–IV siniflər).

3. Cəfərova N., Qasımova M. İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı:

ADPU, 2023, 528 s.

4. Halliday, M. A. K. (1978). Language as Social Semiotic: The Social Interpretation of Language and Meaning. Edward Arnold.

5. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Harvard University Press.

6. Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). Approaches and Methods in Language Teaching (3rd ed.). Cambridge University Press.

7. Council of Europe. (2020). Common European Framework of Reference for Languages: Companion Volume. Strasbourg.

8. UNESCO. (2021). Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education. UNESCO Publishing.

9. OECD. (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. OECD Publishing.

10. OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. OECD Publishing.

11. Snow, C. E. (Ed.). (2002). Reading for Understanding: Toward a Research and Development Program in Reading Comprehension. RAND Corporation.

NESİLLER ARASI EĞİTİM DEĞİŞİMLERİ: ÜÇ KUŞAK ÜZERİNE BİR ANALİZ

Natevan Paşayeva

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

ORCİD: 0009-0001-4269-7681

ÖZET

Eğitim sistemi, toplumun sosyal, ekonomik ve teknolojik gelişimine paralel olarak sürekli değişime uğramaktadır. Bu değişimler, farklı kuşakların eğitim olanakları, öğrenme yöntemleri ve eğitim değerleri açısından önemli farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu araştırmanın amacı, üç kuşak – büyükanne ve büyükbabalar, ebeveynler ve günümüz genç kuşağı – arasında eğitim alanında meydana gelen değişimleri karşılaştırmalı olarak incelemektir. Araştırma, kuramsal kaynakların analizi ve karşılaştırmalı yaklaşım temelinde yürütülmüştür.

Araştırma sonuçları, yaşlı kuşağın eğitim sürecinin ağırlıklı olarak geleneksel öğretmen merkezli yaklaşıma, sınırlı teknolojik olanaklara ve basılı kaynakların kullanımına dayandığını göstermektedir. Ebeveyn kuşağında ise bilgisayar ve bilgi-iletişim teknolojilerinin öğretim sürecine kademeli olarak entegre edildiği, eğitim kaynaklarına erişim olanaklarının genişlediği gözlemlenmiştir. Günümüz genç kuşağında ise dijital platformlar, yapay zekâ araçları, uzaktan ve hibrit eğitim modelleri, kişiselleştirilmiş öğrenme yaklaşımları ve küresel bilgi kaynakları eğitim sürecinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir.

Analiz sonuçları, kuşaklar arası eğitim değişimlerinin yalnızca teknolojik gelişmelerle sınırlı olmadığını ortaya koymaktadır. Eğitimin amaçları, öğretmen-öğrenci ilişkileri, değerlendirme yöntemleri, yaşam boyu öğrenme anlayışı ve iş gücü piyasasının beklentileri de önemli ölçüde dönüşüme uğramıştır. Bununla birlikte, dijital eşitsizlik, bilgi güvenliği, dijital okuryazarlık ve sosyal uyum gibi yeni sorunlar ve zorluklar da ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, üç kuşağın karşılaştırmalı analizi, eğitim sisteminin toplumun değişen ihtiyaçlarına uygun biçimde gelişimini sürdürdüğünü ve gelecekte esnek, kapsayıcı, yenilikçi ve teknoloji temelli eğitim modellerinin daha da yaygınlaşmasının beklendiğini göstermektedir. Kuşaklar arası farklılıkların incelenmesi, eğitim politikalarının oluşturulması, öğretim programlarının geliştirilmesi ve yaşam boyu öğrenme stratejilerinin hazırlanması açısından önemli bilimsel ve uygulamalı katkılar sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: kuşaklar arası eğitim, üç kuşak, eğitimde değişimler, dijital dönüşüm, yaşam boyu eğitim, yenilikçi eğitim.

INTERGENERATIONAL EDUCATIONAL CHANGES: AN ANALYSIS ACROSS THREE GENERATIONS

Natavan Pashayeva

Azerbaijan State Pedagogical University

ORCİD: 0009-0001-4269-7681

ABSTRACT

The education system undergoes continuous transformation in parallel with the social, economic, and technological development of society. These changes have created significant differences in educational opportunities, learning methods, and educational values across different generations. The aim of this study is to comparatively analyze the changes that have occurred in education among three generations-grandparents, parents, and the contemporary younger generation. The research was conducted based on the analysis of theoretical sources and a comparative approach.

The findings indicate that the educational experiences of the older generation were primarily characterized by a traditional teacher-centered approach, limited technological resources, and reliance on printed educational materials. Among the parent generation, the gradual integration of computers and information and communication technologies (ICT) into teaching practices expanded access to educational resources. In contrast, for the contemporary younger generation, digital platforms, artificial intelligence tools, distance and hybrid learning models, personalized learning approaches, and global information resources have become integral components of the educational process.

The analysis demonstrates that intergenerational changes in education extend beyond technological advancement. The objectives of education, teacher–student relationships, assessment methods, the concept of lifelong learning, and labor market demands have also undergone significant transformation. At the same time, new challenges have emerged, including digital inequality, information security, digital literacy, and social adaptation.

In conclusion, the comparative analysis of the three generations reveals that the education system continues to evolve in response to the changing needs of society. It is anticipated that flexible, inclusive, innovative, and technology-driven educational models will become increasingly widespread in the future. Examining intergenerational differences is of considerable scientific and practical importance for shaping educational policy, improving curricula, and developing lifelong learning strategies.

Keywords: intergenerational education, three generations, educational changes, digital transformation, lifelong learning, innovative education.

HALK BİLİMİ UNSURLARININ DİL DERSLERİNDE KULLANIMI

B/m., Lale MUSAYEVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Azerbaycan dili ve öğretim teknolojisi bölümü, lala.musayeva.adpu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7701-5716

Özet

Halk bilimi unsurlarının dil derslerinde kullanımı, modern öğretim sürecinde hem dil becerilerinin geliştirilmesi hem de millî-manevi değerlerin öğrencilere kazandırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Halk bilimi, halkın tarihsel hafızasını, dünya görüşünü, yaşam deneyimini, gelenek ve göreneklerini ve sanatsal düşünce biçimini yansıtan zengin bir manevi mirastır. Masallar, atasözleri, bilmeceler, bayatılar (dörtlük halk şiirleri), ninniler, efsaneler, rivayetler, türküler ve oyun folkloru, dil derslerinde öğrencilerin söz varlığını artırmak, konuşma kültürünü geliştirmek ve metin üzerinde çalışma becerilerini oluşturmak için etkili bir araç olarak kullanılabilir. Dil derslerinde halk bilimi örneklerinden yararlanılması, öğrencilerin ana diline olan ilgisini artırır ve dersin içeriğini daha canlı, imgeli ve duygusal hâle getirir. Örneğin, atasözleri ve özdeyişler aracılığıyla öğrenciler kısa ancak derin anlam taşıyan ifadeleri öğrenir ve düşünceyi özlü ile mantıksal bir biçimde ifade etme becerisi kazanırlar. Bilmeceler ise çocuklarda gözlem yapma, karşılaştırma, mantıksal düşünme ve sonuç çıkarma becerilerini geliştirir. Bayatılar ve ninniler, dilin ahengi, ritmi, imgeli anlatımı ve duygusal ifade olanaklarının kavranması açısından özel bir öneme sahiptir. Halk bilimi unsurları, dil derslerinde okuma, dinleme, konuşma ve yazma becerilerinin bütünleşik bir şekilde geliştirilmesine olanak sağlar. Masal ve rivayetlerin okunması, öğrencilerde metnin içeriğini anlama, ana fikri belirleme, olayların sırasını izleme ve karakterleri betimleme becerilerini güçlendirir. Öğrenciler masal kahramanlarının davranışlarını analiz eder, olumlu ve olumsuz özelliklerini ayırt eder ve olaylara karşı tutum belirtirler. Bu durum hem eleştirel düşünmenin hem de sözlü anlatımın gelişimine katkı sağlar. Yazma becerilerinin gelişiminde de halk bilimi örnekleri önemli bir rol oynar. Öğrenciler bir atasözüne dayanarak kompozisyon yazabilir, masalın sonunu değiştirebilir, bilmeceler oluşturabilir, bayatı örnekleri üretebilir veya halk rivayetlerine dayanarak kısa hikâyeler kurgulayabilirler. Bu tür görevler yaratıcı düşünceyi harekete geçirir, öğrencilerin kendi fikirlerini özgür ve imgeli bir şekilde ifade etmelerine olanak tanır. Halk bilimi unsurlarının dil derslerinde kullanımı aynı zamanda eğitsel bir öneme sahiptir. Bu örnekler aracılığıyla öğrenciler büyüklere saygı, vatan sevgisi, çalışkanlık, dostluk, cesaret, adil olma ve iyilikseverlik gibi manevi nitelikleri kazanırlar. Aynı zamanda halk bilimi örnekleri, öğrencilere halkın kültürel kimliğini tanıtır, millî hafızanın korunmasına ve nesilden nesile aktarılmasına hizmet eder. Sonuç olarak, halk bilimi unsurlarının dil derslerinde amaçlı ve sistemli bir şekilde kullanılması, öğretim sürecini daha ilgi çekici, etkili ve verimli hâle getirir. Bu yaklaşım, öğrencilerin dil becerilerini geliştirmenin yanı sıra, onların millî-kültürel dünya görüşünü şekillendirir, yaratıcılık yeteneğini güçlendirir ve ana dile olan sevgi duygusunu artırır.

Anahtar Kelimeler: halk bilimi unsurları, dil dersleri, ana dili öğretimi, atasözleri, masallar, konuşma gelişimi, millî-manevi değerler

THE USE OF FOLKLORE ELEMENTS IN LANGUAGE LESSONS

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

The use of folklore elements in language lessons is of great importance in the modern teaching process both for the development of language skills and for instilling national-moral values in students. Folklore is a rich spiritual heritage that reflects the people's historical memory, worldview, life experience, customs and traditions, and artistic way of thinking. Fairy tales, proverbs, riddles, bayatis (folk quatrains), lullabies, legends, myths, folk songs, and game folklore can be used in language lessons as effective tools for expanding students' vocabulary, developing speech culture, and forming text-processing skills. The use of folklore examples in language lessons increases students' interest in their mother tongue and makes the lesson content more vivid, figurative, and emotional. For example, through proverbs and sayings, students learn short but deeply meaningful expressions and acquire the ability to express thoughts concisely and logically. Riddles, on the other hand, develop children's observation skills, comparison, logical thinking, and ability to draw conclusions. Bayatis and lullabies hold special significance in terms of mastering the harmony, rhythm, figurativeness, and emotional expressive potential of the language. Folklore elements facilitate the integrated development of reading, listening, speaking, and writing skills in language lessons. The reading of fairy tales and legends strengthens students' abilities to comprehend the content of the text, identify the main idea, follow the sequence of events, and characterise the figures. Students analyse the behaviour of fairy-tale characters, distinguish their positive and negative traits, and express their attitudes towards the events. This contributes to the development of both critical thinking and oral expression. Folklore examples also play an important role in the development of writing skills. Students can write an essay based on a proverb, change the ending of a fairy tale, compose riddles, create bayati examples, or construct short stories based on folk legends. Such tasks activate creative thinking and allow students to express their own ideas freely and figuratively. The use of folklore elements in language lessons also carries educational significance. Through these examples, students internalise moral qualities such as respect for elders, love of the homeland, diligence, friendship, courage, fairness, and kindness. At the same time, folklore examples introduce students to the cultural identity of the people, serving to preserve national memory and transmit it from generation to generation. In conclusion, the purposeful and systematic use of folklore elements in language lessons makes the teaching process more interesting, effective, and efficient. This approach not only develops students' language skills but also shapes their national-cultural worldview, strengthens their creative abilities, and enhances their love for their mother tongue.

Keywords: folklore elements, language lessons, mother tongue instruction, proverbs, fairy tales, speech development, national-moral values

MİRZƏ İBRAHİMOVUN ARAŞDIRMALARINDA XIX ƏSR CƏNUBİ AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI

Dr. Ülker Bahşiyeva

ADPU-nun Filoloji fakültesinin

Edebiyatın tedrisi teknolojisi

bölümünün baş öğretim üyesi

ulker.baxsiyeva@mail.ru

ORCID İD 0000-0002-5994-2356

ÖZET

XIX əsr Cənubi Azərbaycan poeziyası ilə yanaşı nəsr və dram əsərləri haqqında da fikir söyləyən M.İbrahimov nəsr və dramaturgiyada ictimai amalın güclü olduğunu qeyd edir. Təbii ki, M.İbrahimov antifeodal, maarifçi, demokratik nəsrin XIX əsr Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatında yaranma və inkişafında Şimali Azərbaycan ədəbiyyatı və ictimai fikrinin mühüm rol oynadığını xüsusi vurğulayır.Məqalədə akad. M.İbrahimovun Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı ilə bağlı apardığı elmi araşdırmalar təhlil obyektinə çevrilmişdir.

Anahtar kelimeler: M.İbrahimov, cənub ədəbiyyatı, nəsr, dramaturgiya, millilik

19TH CENTURY SOUTHERN AZERBAIJAN LITERATURE IN THE RESEARCH OF MIRZA IBRAHIMOV

ABSTRACT

M.Ibrahimov, who also comments on the prose and drama of the 19th century South Azerbaijan poetry, notes that the social action is strong in prose and drama. Naturally, M.Ibrahimov emphasizes that the literature and public opinion of North Azerbaijan played an important role in the emergence and development of anti-feudal, enlightened, democratic prose in the literature of the 19th century South Azerbaijan. In the article, the scientific research conducted by Acad. M.Ibrahimov on the literature of South Azerbaijan has become the object of analysis. Keywords: M.Ibrahimov, southern literature, prose, drama, nationality

Key words: M. Ibrahimov, southern literature, prose, dramaturgy, nationality

GİRİŞ

Akademik Mirzə İbrahimovun Azərbaycan ədəbiyyatında görkəmli yazıçı və alim kimi xidmətləri hər zaman diqqətə layiqdir. Belə ki Mirzə İbrahimov istər bədii yaradıcılığında, istərsə də elmi fəaliyyətində hər zaman milli-mental dəyərlərimizi, milli birlik, milli dil ideyalarını və s. təbliğ etmişdir. Bu baxımdan alimin hələ Sovet dövrünün sərt ideoloji basqıları zamanında Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatını bütöv Azərbaycan ədəbiyyatı baxımından dəyərləndirməsi mühüm yer tutur.M.İbrahimovun Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı ilə bağlı tədqiqatları bu gün də öz aktuallığı ilə seçilir.

M.İbrahimov Z.Marağayinin "İbrahim bəyin səyahətnaməsi" romanını Qərb ədəbiyyatında Monteskyönün "İran məktubları", rus ədəbiyyatında Radişşevin "Peterburqdan Moskvaya səyahət" əsərləri ilə müqayisə olunan, kəskin ictimai-siyasi problemlərə toxunan bir əsər kimi qiymətləndirir: "İbrahim bəyin səyahətnaməsi" adi, sadə zəhmətkeşləri adam yerinə qoymayan, xalqa zülm edən hakimləri, feodalları, fanatik ruhaniləri amansız tənqid atəşinə tutur, onların vəhşi, nadan, yaramaz hərəkətlərini, eybəcər düşüncə və fikirlərini göstərən səhnələrlə doludur" (7, 660). Cəmiyyətə qarşı ictimai-siyasi aktivliyi, yuxarıda sadaladığımız eyni tənqidi ruhu Əbdürrəhim Talıbov yaradıcılığında görən M.İbrahimov yazıçının "Elm yüklü eşşək" alleqorik romanına ictimai-siyasi və mənəvi problemlər nöqteyi-nəzərindən dəyər verir. Ə.Talıbov yaradıcılığına məxsus digər nümunələrdə də istibdada, zülmə etiraz gücünün böyüklüyü diqqətə çatdırılır.

M.İbrahimov XIX əsr Cənub dramaturgiyasında da ictimai problemlərin əhəmiyyətli yer tutduğunu diqqətə çatdırır. Mirzə Ağa Təbrizinin dram əsərlərində ictimai həyat pozğunluğunun, qarət və talançılığın, insanlara edilən zülmün təsvirini M. İbrahimov həm ictimai mühitin, həm də M.F.Axundov ədəbi məktəbinin təsiri hesab edir. M.İbrahimov XIX əsrin sonunu İran üçün azadlığa çağırış dövrünün başlanğıcı hesab edirdi. Məhz buna görə də XX əsr Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatının mövzu baxımından ictimai-siyasi çəkisi əvvəlki əsr ədəbiyyatdan xeyli dərəcədə fərqlənirdi.

"Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı" antologiyasının 2-ci cildinə "Dur, vəqti-səhərdir" adlı ön sözündə M.İbrahimov XX əsrin birinci yarısı Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı üçün xarakterik məsələlərdən bəhs açır. Görkəmli ədəbiyyatşünas XX əsr ədəbiyyat problemlərinə keçməzdən əvvəl XX əsr ictimai-siyasi proseslərinə diqqəti yönəldir. Milli azadlıq hərəkatının çoxalması, inqilabi şəraitin yaranması, dünyanı bölmək uğrunda mübarizələrin genişlənməsi, xalqların öz müqəddəratlarını həll etmək istəkləri və s. məsələlər məhz XX əsrin payına düşürdü. Məlumdur ki, 1905-ci il rus burjua demokratik inqlabının təsiri ilə İranda milli-azadlıq hərəkatı vüsət aldı.1905-1911-ci illər Məşrutə inqilabı İranda demokratikləşməyə böyük təsir göstərdi. I Dünya müharibəsinin başlaması bütün fəsadları ilə yanaşı dünyaya imperialist nəzarəti zəiflətdi. 1905-1911-ci illər İran Məşrutə hərəkatı və 1917-1920-ci illər Şeyx Məhəmməd Xiyabani hərəkatı, 1945-1946-cı illər Pişəvəri hərəkatı XX əsrin I yarısı İran ictimai-siyasi həyatının ümumi mənzərəsi haqqında fikir formalaşdırmağa kifayət qədər əsas verir. Təbii olaraq bu dövrdə yuxarıda qeyd edildiyi kimi ədəbiyyatın mövzu dairəsi və ideya istiqamətlərində də əsaslı dəyişikliklər baş verirdi. Ənənəvi aşiqanə şeirlər inqilabi çağırış, xalqı ayılmağa səsləyən şeirlərlə əvəz olunmağa başladı. M.İbrahimov bu baxımdan Sərrafın " Dur, vəqti-səhərdir" şeirini də o vaxt üçün səciyyəvi şeir hesab edir və şairin gücünü milli oyanışa

çağırışında görürdü. M.İbrahimov XX əsrin əvvəllərində Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatında mövcud olan bu cür şeirləri xalqın arzularını ifadə etdiyinə görə təbii və orijinal hesab edirdi.

M. İbrahimov XX əsrin birinci yarısı Cənubi Azərbaycan şeirinin xarakteristikasını üç istiqamətdə müəyyənləşdirirdi. Bu ədəbiyyatın birinci istiqamətində azadlıq, demokratikləşdirmə, ictimai quruluşu kökündən dəyişməyə çağırış təbliğ edən yazıçılar dayanırdılar. İkinci istiqamətdə açıqdan-açığa demokratik, inqilabi fikirlər təbliğ etməyən, lakin ictimai quruluşun dözülməz olduğunu, bu quruluşun dəyişməyə möhtac olduğunu söyləyən yazıçılar dayanırdı. Üçüncü istiqamətdə dayanan sənətkarlar və onların yazdıqları əsərlər isə "mənəvi paklığı, məhəbbəti, gözəlliyi, dostluqda sədaqəti, düzlüyü tərənnüm edən, ənənəvi lirik əsərlərdir ki, bunların içərisində köhnə təşbeh və ifadələri təkrar edənlərlə yanaşı dil, bədii obraz və üslub cəhətdən yeni ifadələr və təşbehlərlə, dərin insani hisslərlə parlayanları da az deyildir. Bu cür əsərlərdəki pak duyğular, humanizm və gözəlliyə, o cümlədən gözəl bədii sözə məhəbbət xalq kütlələrinin zövqünü tərbiyə edən, onları demokratizmə, inqilabi ideallara doğru çəkirdi" (2, 21). Diqqət etsək görərik ki, akademik M.İbrahimov XX əsr Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatının xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən üç vacib cəhətdən danışmaqla bu ədəbiyyatın nə qədər əhəmiyyətli mövqedə dayandığını bir daha qabartmış olur. Göründüyü kimi hər üç vəziyyətdə bu ədəbiyyat xalqladır, bu və ya digər dərəcədə xalqın həyatını əks etdirir. Lakin M.İbrahimov mövcud şəraitdə Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatının birinci istiqamətini əhəmiyyətli və faydalı sayırdı. M.İbrahimov antologiyasının II cildinə yazdığı ön sözdə maraqlı məqamı diqqətə çatdırır. O, yazır ki, Azərbaycan xalqının iki müxtəlif siyasi şəraitli dövlətlərin tərkibində yaşamalarına baxmayaraq, ruhən, mənən birliyini qoruyub saxlaya bilmişdir. Bunu millətimiz üçün xüsusi bir keyfiyyət hesab edən M.İbrahimov bu keyfiyyətin onun ədəbiyyatına da sirayət etdiyini bəyan edir. Yəni demək istəyir ki, yurdun bu tayında ədəbiyyat hansı siyasi proseslərin təsiri və təbliği ilə məşğuldursa o taydakı ədəbi prosesdə həmin eynilik hökm sürür: "Bu tayda Ə.Haqverdiyev, Nəcəf bəy Vəzirov, Nəriman Nərimanov, Cəlil Məmmədquluzadə, Sabir, Abdulla Şaiq və başqaları zülmü, cəhaləti, geriliyi şiddətlə tənqid edən, xalqı azadlıq və tərəqqi yolunda mübarizəyə çağıran inqilabi ruhda qüdrətli əsərlər yaradırlar ki, bu motivlər, hisslər və fikirlər Arazın o biri tayından olan Sərraf, Zeynalabdin Marağayi və Talıbov kimi yazıçıların da yaradıcılığı üçün səciyyəvidir"(2, 22).

KAYNAKLAR

1. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, I cild, Bakı: Yazıçı, 1978, 512 s.
2. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, II cild, Bakı: Yazıçı, 1978, 504 s.
3. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, III cild, Bakı: Yazıçı, 1979, 592 s.
4. İbrahimov M. Əsərləri , 10 cilddə, IV cild, Bakı: Yazıçı, 1979, 596 s.
5. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, V cild, Bakı: Yazıçı, 1980, 339 s.
6. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, VI cild, Bakı: Yazıçı, 1981, 376 s.
7. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, VII cild, Bakı: Yazıçı, 1981, 332 s.
8. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, VIII cild, Bakı: Yazıçı, 1981, 303 s.
9. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, IX cild, Bakı: Yazıçı, 1982, 664 s.
10. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, X cild Bakı: Yazıçı, 1983, 507 s.
11. İbrahimov M. Niyəsiz, necəsiz bir yazısan sən. Bakı: Yazıçı, 1985, 552 s.
12. İbrahimov M. Xəlqilik və realizm cəbhəsindən. Bakı: Azərnəşr, 1961, 524 s.
13. İbrahimov M. Ana dili – hikmət xəzinəsi. Bakı: Azərbaycan Dövlət Nəşriyyatı, 1991, 136 s.

VƏTƏNPƏRVƏRLİK TƏRBİYƏSİNİN PEDAQOJİ ƏSASLARI

Dosent, pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru Pəri Paşayeva
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
E-poçt: p.semsizade@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8332-3387

VATANSEVERLİK EĞİTİMİNİN PEDAGOJİK TEMELLERİ

Peri Paşayeva

ÖZET

Vatanseverlik eğitimi, bireyin kişilik gelişiminde önemli rol oynayan pedagojik alanlardan biridir. Günümüzde küreselleşme süreçlerinin hızlanması, bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması, millî ve manevi değerlerin korunması gerekliliği ile genç neslin bilinçli birer vatandaş olarak yetiştirilmesi, vatanseverlik eğitiminin önemini daha da artırmıştır. Vatanseverlik yalnızca vatan sevgisi değil; aynı zamanda devlete bağlılık, millî kimliğe saygı, halkın tarihî mirasına sahip çıkma, millî ve manevi değerleri koruma, vatandaşlık sorumluluğu ve topluma karşı görevlerini yerine getirme gibi nitelikleri kapsayan kapsamlı bir manevi ve pedagojik kavramdır.

Bu makalede vatanseverlik eğitiminin kuramsal ve pedagojik temelleri ayrıntılı olarak incelenmiş; bu eğitimin özü, amacı, görevleri ve temel ilkeleri analiz edilmiştir. Araştırmada, vatanseverlik duygusunun aile, okul ve toplumun karşılıklı iş birliği sayesinde geliştirilebildiği ortaya konulmuştur. Aile, çocuğun ilk sosyalleşme ortamı olarak onun millî ve manevi değerlerle tanışmasını sağlarken; okul, bu değerlerin bilimsel temellere dayalı ve sistematik bir şekilde kazandırılmasına olanak sağlamaktadır. Öğretmenlerin mesleki yeterliliği, öğretim yöntemlerinin çağdaş niteliği ve millî içerikli derslerin etkili biçimde düzenlenmesi, vatanseverlik eğitiminin başarısını doğrudan etkilemektedir.

Makalede ayrıca vatanseverlik eğitiminin uygulanmasında kullanılan çağdaş pedagojik teknolojiler, etkileşimli öğretim yöntemleri, proje tabanlı öğrenme, eğitim gezileri, tarihî eserlerin incelenmesi, millî bayramların kutlanması ve dijital eğitim kaynaklarının rolü de değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra Azerbaycan'ın zengin tarihi, millî kahramanları, devletçilik gelenekleri, kültürel mirası ve çağdaş gelişim süreci, vatanseverlik eğitiminin temel içerik unsurları olarak ele alınmıştır.

Araştırma sonucunda, vatanseverlik eğitiminin etkili biçimde yürütülmesinin gençlerde millî bilinç, devlet bilinci, sosyal sorumluluk, vatandaşlık bilinci, hoşgörü ve hümanizm gibi değerlerin gelişimine önemli katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu nedenle vatanseverlik eğitimi yalnızca eğitim kurumlarının değil, tüm toplumun stratejik görevlerinden biri olarak değerlendirilmelidir. Millî ve manevi değerlere dayalı çağdaş pedagojik yaklaşımların uygulanması, geleceğin vatana bağlı, yüksek ahlaklı ve sorumluluk sahibi bireylerinin yetiştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: vatanseverlik eğitimi, pedagoji, millî ve manevi değerler, vatandaşlık eğitimi, kişilik gelişimi.

PEDAGOGICAL FOUNDATIONS OF PATRIOTIC EDUCATION

Peri Pashayeva

ABSTRACT

Patriotic education is one of the key pedagogical directions that plays a significant role in the formation of an individual's personality. In the modern era, the acceleration of globalization, the widespread use of information and communication technologies, the need to preserve national and moral values, and the education of the younger generation as responsible citizens have further increased the importance of patriotic education. Patriotism is not merely the love of one's homeland; it is also a comprehensive moral and pedagogical concept encompassing loyalty to the state, respect for national identity, commitment to the historical heritage of the people, preservation of national and moral values, civic responsibility, and the fulfillment of social obligations.

This article comprehensively examines the theoretical and pedagogical foundations of patriotic education, analyzing its essence, objectives, functions, and fundamental principles. The study demonstrates that the development of patriotic feelings is achieved through the collaborative efforts of the family, school, and society. As the primary environment of socialization, the family introduces children to national and moral values, while the school provides opportunities for the systematic acquisition of these values on a scientific basis. Teachers' professional competence, the modernity of teaching methods, and the effective organization of nationally oriented educational activities directly influence the effectiveness of patriotic education.

The article also analyzes the role of modern pedagogical technologies, interactive teaching methods, project-based learning, educational excursions, the study of historical monuments, the celebration of national holidays, and digital educational resources in implementing patriotic education. Furthermore, Azerbaijan's rich history, national heroes, traditions of statehood, cultural heritage, and contemporary development are considered essential components of the content of patriotic education.

The findings indicate that the effective organization of patriotic education makes a substantial contribution to the development of national identity, civic consciousness, social responsibility, active citizenship, tolerance, and humanism among young people. Therefore, patriotic education should be regarded not only as a responsibility of educational institutions but also as one of the strategic priorities of society as a whole. The implementation of modern pedagogical approaches based on national and moral values is of great importance in educating future generations as patriotic, highly ethical, and socially responsible citizens.

Keywords: patriotic education, pedagogy, national and moral values, citizenship education, personality development.

VƏTƏNPƏRVƏRLİK TƏRBİYƏSİNİN PEDAQOJİ ƏSASLARI

XÜLASƏ

Vətənpərvərlik tərbiyəsi şəxsiyyətin formalaşmasında mühüm rol oynayan pedaqoji istiqamətlərdən biridir. Müasir dövrdə qloballaşma proseslərinin sürətlənməsi, informasiya-kommunikasiya texnologiyalarının geniş yayılması, milli-mənəvi dəyərlərin qorunması zərurəti və gənc nəslin vətəndaş kimi yetişdirilməsi vətənpərvərlik tərbiyəsinin aktuallığını daha da artırmışdır. Vətənpərvərlik yalnız Vətəni sevmək hissi deyil, həm də dövlətə sədaqət, milli kimliyə hörmət, xalqın tarixi irsinə bağlılıq, milli-mənəvi dəyərlərin qorunması, vətəndaş məsuliyyəti və cəmiyyət qarşısında öhdəliklərin yerinə yetirilməsi kimi keyfiyyətləri özündə birləşdirən kompleks mənəvi-pedaqoji anlayışdır.

Məqalədə vətənpərvərlik tərbiyəsinin nəzəri və pedaqoji əsasları geniş şəkildə araşdırılmış, bu tərbiyənin mahiyyəti, məqsədi, vəzifələri və əsas prinsipləri təhlil edilmişdir. Araşdırmada göstərilir ki, vətənpərvərlik hisslərinin formalaşdırılması ailə, məktəb və cəmiyyətin qarşılıqlı əməkdaşlığı nəticəsində mümkün olur. Ailə uşağın ilkin sosiallaşma mühiti kimi onun milli-mənəvi dəyərlərlə tanış olmasını təmin edir, məktəb isə bu dəyərlərin elmi əsaslarla sistemli şəkildə mənimsədilməsinə şərait yaradır. Müəllimlərin peşəkarlığı, təlim metodlarının müasirliyi və milli məzmunlu dərslərin təşkili vətənpərvərlik tərbiyəsinin səmərəliliyinə birbaşa təsir göstərir.

Məqalədə vətənpərvərlik tərbiyəsinin həyata keçirilməsində istifadə olunan müasir pedaqoji texnologiyalar, interaktiv metodlar, layihə əsaslı öyrənmə, ekskursiyalar, tarixi abidələrin öyrənilməsi, milli bayramların keçirilməsi və rəqəmsal təhsil resurslarının rolu da təhlil olunmuşdur. Eyni zamanda Azərbaycanın zəngin tarixi, milli qəhrəmanları, dövlətçilik ənənələri, mədəni irsi və müasir inkişaf yolu vətənpərvərlik tərbiyəsinin mühüm məzmun komponentləri kimi qiymətləndirilmişdir.

Araşdırma nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, vətənpərvərlik tərbiyəsinin səmərəli təşkili gənclərdə milli özünüdərk, dövlətçilik şüuru, sosial məsuliyyət, vətəndaş mövqeyi, tolerantlıq və humanizm kimi keyfiyyətlərin formalaşmasına mühüm töhfə verir. Bu baxımdan vətənpərvərlik tərbiyəsi yalnız təhsil müəssisələrinin deyil, bütövlükdə cəmiyyətin strateji vəzifələrindən biri hesab edilməlidir. Milli-mənəvi dəyərlərə əsaslanan müasir pedaqoji yanaşmaların tətbiqi gələcək nəsillərin vətənə bağlı, yüksək mənəviyyatlı və məsuliyyətli vətəndaşlar kimi yetişməsində mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Açar sözlər: vətənpərvərlik tərbiyəsi, pedaqogika, milli-mənəvi dəyərlər, vətəndaşlıq tərbiyəsi, şəxsiyyətin inkişafı.

GİRİŞ. Müasir cəmiyyətin inkişafı şəxsiyyətin hərtərəfli formalaşdırılmasını, milli-mənəvi dəyərlərə bağlı, yüksək vətəndaş məsuliyyətinə malik gənc nəslin yetişdirilməsini prioritet vəzifələrdən birinə çevirmişdir. Bu baxımdan vətənpərvərlik tərbiyəsi pedaqoji elmin və təhsil sisteminin mühüm istiqamətlərindən biri hesab olunur. Vətənpərvərlik insanın doğulduğu torpağa, xalqına, dövlətinə, ana dilinə, tarixinə, mədəniyyətinə və milli dəyərlərinə sevgi və sədaqət hissini ifadə edən mənəvi keyfiyyətdir. Bu hissin uşaqlıq yaşlarından formalaşdırılması gələcəkdə vətəndaş məsuliyyətinin, milli kimliyin və dövlətçilik şüurunun inkişafına mühüm təsir göstərir.

Azərbaycanın müstəqillik dövründə milli dövlət quruculuğu prosesinin güclənməsi, milli ideologiyanın inkişafı və təhsil sistemində həyata keçirilən islahatlar vətənpərvərlik tərbiyəsinin məzmununun daha da zənginləşdirilməsinə səbəb olmuşdur. Xüsusilə son illərdə ölkədə baş verən ictimai-siyasi hadisələr, ərazi bütövlüyünün bərpası istiqamətində qazanılmış tarixi nailiyyətlər, gənclərin milli ruhda tərbiyəsinin vacibliyini daha aydın şəkildə ortaya qoymuşdur. Bu səbəbdən təhsil müəssisələrində vətənpərvərlik tərbiyəsinin elmi-pedaqoji əsaslarının təkmilləşdirilməsi aktual məsələlərdən biridir.

Vətənpərvərlik tərbiyəsi yalnız ayrı-ayrı fənlərin öyrədilməsi ilə məhdudlaşmır. O, məktəbin bütün təlim-tərbiyə fəaliyyətini, sinifdənkənar tədbirləri, ailə-məktəb əməkdaşlığını və ictimai mühitin təsirini əhatə edən kompleks pedaqoji prosesdir. Bu prosesdə müəllim şəxsiyyəti, tədris metodları, milli məzmunlu təlim materialları, interaktiv fəaliyyət formaları və sosial layihələr mühüm rol oynayır. [1, 93]

Müasir pedaqoji yanaşmalar göstərir ki, vətənpərvərlik hissi məcburiyyət yolu ilə deyil, şüurlu fəaliyyət, milli dəyərlərin mənimsənilməsi, tarixi irsin öyrənilməsi, vətəndaş məsuliyyətinin inkişaf etdirilməsi və praktik fəaliyyət nəticəsində formalaşır. Bu baxımdan şagirdlərin tənqidi düşünmə bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi, dövlətçilik ənənələrinin öyrədilməsi, milli qəhrəmanların həyat yolunun nümunə kimi təqdim olunması və cəmiyyətə faydalı fəaliyyətlərə cəlb edilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Məqalənin məqsədi vətənpərvərlik tərbiyəsinin pedaqoji əsaslarını araşdırmaq, onun mahiyyətini, məqsəd və vəzifələrini, əsas prinsiplərini, müasir təlim metodlarını və Azərbaycan təhsil sistemində tətbiq istiqamətlərini elmi baxımdan təhlil etməkdir.

1.Vətənpərvərlik tərbiyəsinin mahiyyəti və pedaqoji məzmunu. Vətənpərvərlik tərbiyəsi şəxsiyyətin mənəvi inkişafının mühüm istiqamətlərindən biri olmaqla fərdin milli kimliyinin formalaşmasına, vətəndaş məsuliyyətinin inkişafına və cəmiyyət qarşısında öz borcunu dərk etməsinə xidmət edir. Bu tərbiyə prosesi insanın yalnız emosional hisslərini deyil, həm də intellektual, mənəvi və davranış komponentlərini əhatə edir. Vətənə sevgi hissi tarixi keçmişə hörmət, milli adət-ənənələrin qorunması, dövlət rəmzlərinə ehtiram və ictimai fəaliyyətə fəal münasibətlə tamamlanmalıdır.

Pedaqoji baxımdan vətənpərvərlik tərbiyəsinin əsas məqsədi milli-mənəvi dəyərlərə bağlı, yüksək əxlaqi keyfiyyətlərə malik, dövlətçilik ideyalarına sadiq və fəal vətəndaş yetişdirməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün təhsil prosesində sistemlilik, ardıcıllıq, yaş xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması və praktik fəaliyyət prinsipləri əsas götürülməlidir. [2, 54]

Vətənpərvərlik tərbiyəsinin məzmununa Azərbaycanın tarixi, dövlətçilik ənənələri, ana dilinin qorunması, milli mədəniyyət, görkəmli şəxsiyyətlərin həyatı, xalqın qəhrəmanlıq

salnaməsi, milli birlik və həmrəylik ideyaları daxildir. Bu istiqamətlər şagirdlərdə milli özünüdərk hissinin möhkəmlənməsinə və sosial məsuliyyətin inkişafına şərait yaradır.

Bundan əlavə, vətənpərvərlik tərbiyəsi şagirdlərin cəmiyyət həyatında fəal iştirakını, sosial layihələrdə könüllülük fəaliyyətini, ekoloji məsuliyyətini və ictimai faydalı əmək bacarıqlarını da inkişaf etdirir. Beləliklə, vətənpərvərlik yalnız emosional münasibət deyil, həm də praktik davranış modeli kimi formalaşır.

2. Vətənpərvərlik tərbiyəsinin pedaqoji prinsipləri. Vətənpərvərlik tərbiyəsinin səmərəli təşkili müəyyən pedaqoji prinsiplərə əsaslanır. Bu prinsiplər təlim-tərbiyə prosesinin məqsədyönlü, sistemli və davamlı şəkildə həyata keçirilməsini təmin edir. İlk növbədə, **millilik prinsipi** mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu prinsipə əsasən təlim prosesində Azərbaycan xalqının tarixi, milli-mənəvi dəyərləri, adət-ənənələri, mədəni irsi və dövlətçilik ənənələri şagirdlərə elmi əsaslarla çatdırılmalıdır. Şagird milli kimliyini dərk etdikcə Vətənə bağlılıq hissi daha da möhkəmlənir.

Digər mühüm prinsip **humanizm prinsipidir**. Vətənpərvərlik tərbiyəsi digər xalqlara qarşı düşmənçilik deyil, öz xalqına sevgi və eyni zamanda başqa xalqların mədəniyyətinə hörmət ruhunda aparılmalıdır. Müasir pedaqogika vətənpərvərliyi tolerantlıq, qarşılıqlı anlaşma və sülh mədəniyyəti ilə əlaqələndirir.

Sistemlilik və ardıcıllıq prinsipi vətənpərvərlik tərbiyəsinin məktəbəqədər dövrdən başlayaraq ali təhsil mərhələsinə qədər davamlı şəkildə həyata keçirilməsini nəzərdə tutur. Bu proses birdəfəlik tədbirlərlə məhdudlaşmamalı, bütün təlim və tərbiyə fəaliyyətinə inteqrasiya edilməlidir.

Şəxsiyyətyönümlülük prinsipi isə hər bir şagirdin fərdi maraq və xüsusiyyətlərini nəzərə almağı tələb edir. Müəllim müxtəlif təlim metodlarından istifadə etməklə şagirdlərdə vətənpərvərlik hissini şüurlu şəkildə formalaşdırmalıdır.

Bundan əlavə, **fəallıq prinsipi** xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Şagird yalnız dinləyici kimi deyil, müxtəlif layihələrdə, sosial aksiyalarda, ekskursiyalarda, vətənpərvərlik mövzulu müsabiqələrdə və könüllülük fəaliyyətlərində iştirak etməklə bu dəyərləri daha dərindən mənimsəyir.

3. Ailənin və məktəbin vətənpərvərlik tərbiyəsində rolu. Şəxsiyyətin formalaşmasında ailə ilk və ən mühüm sosial mühit hesab olunur. Uşaq ilk dəfə ailədə ana dilini öyrənir, milli adət-ənənələrlə tanış olur, dövlət rəmzlərinə və milli dəyərlərə hörmət hissi qazanır. Valideynlərin şəxsi nümunəsi uşağın vətənpərvərlik hissinin formalaşmasına güclü təsir göstərir. [5, 23]

Ailədə milli bayramların qeyd olunması, Azərbaycanın tarixi haqqında söhbətlər aparılması, milli musiqinin, ədəbiyyatın və folklor nümunələrinin uşaqlara tanıdılması onların milli şüurunun inkişafına xidmət edir. Valideynlərin Vətənə sevgi və dövlətə sədaqət nümunəsi göstərməsi uşaqlar üçün ən təsirli tərbiyə vasitəsidir.

Məktəb isə bu prosesi elmi-pedaqoji əsaslarla davam etdirən əsas təhsil müəssisəsidir. Azərbaycan dili, ədəbiyyat, tarix, coğrafiya, musiqi və digər fənlər vətənpərvərlik tərbiyəsinin mühüm məzmununu təşkil edir. Bu fənlər vasitəsilə şagirdlər xalqın keçmişini, mədəniyyətini, dövlətçilik tarixini və milli qəhrəmanlarını öyrənirlər.

Sinifdənkənar tədbirlər də bu istiqamətdə böyük rol oynayır. Dövlət bayramlarına həsr olunmuş tədbirlər, şəhidlərin xatirəsinə həsr edilən görüşlər, muzey və tarixi abidələrə ekskursiyalar, intellektual yarışlar və inşa müsabiqələri şagirdlərin milli-mənəvi dəyərlərə marağını artırır.

Məktəbdə müəllimin şəxsiyyəti də mühüm əhəmiyyət daşıyır. Müəllim yalnız bilik verən deyil, həm də yüksək mənəvi keyfiyyətlərə malik nümunəvi vətəndaş olmalıdır. Onun davranışı, nitqi və vətəndaş mövqeyi şagirdlərin formalaşmasına bilavasitə təsir edir.

4. Müasir dövrdə vətənpərvərlik tərbiyəsinin innovativ metodları. Təhsil sistemində aparılan islahatlar və informasiya texnologiyalarının inkişafı vətənpərvərlik tərbiyəsinin yeni metodlarla həyata keçirilməsini zəruri etmişdir. Müasir pedaqoji texnologiyalar şagirdlərin dərs prosesində fəallığını artırmaqla yanaşı, onların milli-mənəvi dəyərləri daha şüurlu şəkildə mənimsəməsinə şərait yaradır.

İnteraktiv təlim metodları, debatlar, layihə əsaslı öyrənmə, problemli situasiyaların həlli və tədqiqat xarakterli tapşırıqlar şagirdlərin tənqidi düşünmə bacarıqlarını inkişaf etdirir. Tarixi hadisələrin müzakirəsi, milli qəhrəmanların həyat yolunun araşdırılması və sənədli filmlərin təhlili onların milli şüurunun formalaşmasına müsbət təsir göstərir.

Rəqəmsal texnologiyalar da vətənpərvərlik tərbiyəsində geniş imkanlar yaradır. Elektron dərsliklər, virtual muzeylər, rəqəmsal xəritələr, onlayn sərgilər və multimedia təqdimatları təlim prosesini daha maraqlı və səmərəli edir.

Layihə fəaliyyəti xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Şagirdlərin "Azərbaycanın tarixi abidələri", "Milli qəhrəmanlarımız", "Mədəni irsimiz", "Azərbaycanın görkəmli şəxsiyyətləri" kimi mövzularda hazırladıqları layihələr onların müstəqil tədqiqat bacarıqlarını inkişaf etdirir.

Bundan əlavə, könüllülük fəaliyyəti, ağacəkmə aksiyaları, sosial yardım kampaniyaları, ekoloji layihələr və ictimai faydalı əmək vətənpərvərliyin praktik istiqamətlərini formalaşdırır. Şagird cəmiyyətə faydalı fəaliyyət göstərməklə Vətən qarşısında məsuliyyət hissini daha dərindən dərk edir.

5. Azərbaycan təhsil sistemində vətənpərvərlik tərbiyəsinin əhəmiyyəti. Azərbaycan Respublikasında təhsil siyasətinin əsas istiqamətlərindən biri milli və ümumbəşəri dəyərlərə bağlı vətəndaş yetişdirməkdir. Bu məqsədlə ümumi təhsil proqramlarında vətənpərvərlik tərbiyəsinə xüsusi yer ayrılmışdır. Müxtəlif fənlərin məzmununda Azərbaycanın tarixi, dövlətçilik ənənələri, milli-mədəni irsi və müasir inkişafı ilə bağlı mövzular sistemli şəkildə tədris olunur. [6, 11]

Son illərdə təhsil müəssisələrində milli birlik, dövlətçilik ideyaları və vətəndaş məsuliyyətinin inkişafına yönəlmiş layihələrin sayı artmışdır. Məktəblərdə keçirilən vətənpərvərlik tədbirləri, intellektual müsabiqələr, elmi konfranslar və yaradıcılıq festivalları gənclərin milli ruhda formalaşmasına mühüm töhfə verir.

Vətənpərvərlik tərbiyəsinin səmərəli təşkili yalnız məktəbin deyil, ailənin, ictimai təşkilatların, kütləvi informasiya vasitələrinin və bütövlükdə cəmiyyətin birgə fəaliyyətini tələb edir. Bu əməkdaşlıq nəticəsində milli-mənəvi dəyərlərə bağlı, vətəndaş mövqeyi formalaşmış, yüksək intellektual səviyyəyə malik gənc nəslin yetişdirilməsi mümkün olur.

NƏTİCƏ. Vətənpərvərlik tərbiyəsi müasir təhsil sisteminin prioritet istiqamətlərindən biri olmaqla yanaşı, şəxsiyyətin mənəvi, əxlaqi və vətəndaşlıq baxımından formalaşmasının əsas şərtlərindən hesab olunur. Bu tərbiyə prosesi yalnız Vətənə sevgi hissinin aşılanması ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda fərddə milli kimlik, dövlətçilik şüuru, sosial məsuliyyət, qanunlara hörmət, ictimai fəallıq və milli-mənəvi dəyərlərə bağlılıq kimi keyfiyyətlərin formalaşdırılmasına xidmət edir. Məhz buna görə də vətənpərvərlik tərbiyəsi ümumi təhsil sisteminin bütün mərhələlərində məqsədyönlü və ardıcıl şəkildə həyata keçirilməlidir.

Araşdırma göstərir ki, vətənpərvərlik tərbiyəsinin səmərəliliyi onun elmi-pedaqoji prinsiplər əsasında təşkilindən, ailə, məktəb və cəmiyyət arasında qarşılıqlı əməkdaşlığın səviyyəsindən, müəllimin peşəkarlığından və istifadə olunan təlim metodlarının müasirliyindən birbaşa asılıdır. Milli tarix, ana dili, ədəbiyyat, mədəni irs, dövlətçilik ənənələri və milli qəhrəmanların həyat yolu vətənpərvərlik tərbiyəsinin əsas məzmununu təşkil edir. Bu dəyərlərin şagirdlərə sistemli şəkildə mənimsədilməsi onların milli özünüdərk hissinin inkişafına və vətəndaş mövqeyinin möhkəmlənməsinə şərait yaradır.

Müasir dövrdə informasiya texnologiyalarının və rəqəmsal resursların tədris prosesinə inteqrasiyası vətənpərvərlik tərbiyəsinin imkanlarını daha da genişləndirmişdir. İnteraktiv təlim metodları, layihə əsaslı öyrənmə, tədqiqat fəaliyyətləri, virtual ekskursiyalar və sosial layihələr şagirdlərin mövzuya marağını artırmaqla yanaşı, onların yaradıcı və tənqidi düşünmə bacarıqlarının inkişafına da müsbət təsir göstərir. Belə metodlar şagirdlərin yalnız nəzəri biliklər əldə etməsinə deyil, həm də milli dəyərləri gündəlik həyatlarında tətbiq etmələrinə imkan yaradır.

Nəticə etibarilə, vətənpərvərlik tərbiyəsi gələcəyin savadlı, məsuliyyətli, milli-mənəvi dəyərlərə sadiq və fəal vətəndaşlarının formalaşdırılmasının mühüm vasitəsidir. Təhsil müəssisələrində bu istiqamətdə aparılan məqsədyönlü və sistemli işlər cəmiyyətin davamlı inkişafına, dövlətçilik ənənələrinin qorunmasına və milli birliyin möhkəmlənməsinə mühüm töhfə verir. Buna görə də vətənpərvərlik tərbiyəsinin elmi əsaslarının daim təkmilləşdirilməsi, müasir pedaqoji yanaşmaların tətbiqi və milli-mənəvi dəyərlərin təhsil prosesində daha geniş şəkildə inteqrasiyası gələcək inkişafın əsas istiqamətlərindən biri kimi qiymətləndirilməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1.Abbasov, A. N. Pedaqogika. Bakı: Müəllim, 2011.

2.Ağayev, Ə. Ə. Təlim və tərbiyə nəzəriyyəsi. Bakı: Elm və Təhsil, 2010.

3.Kazımov, N. M. Pedaqogika. Bakı: Maarif, 2009.

4.Mehdizadə, M. M. Pedaqogikanın əsasları. Bakı: Təhsil, 2012.

5.Hüseynzadə, R. L. Tərbiyə nəzəriyyəsi. Bakı: ADPU nəşriyyatı, 2015.

6.Cəbrayılov, İ. X. Azərbaycan təhsilinin müasir problemləri. Bakı: Elm, 2018.

7.Veysova, Z. A. Fəal (interaktiv) təlim. Bakı: Təhsil, 2007.

8.Əhmədov, H. M. Azərbaycan təhsil tarixi. Bakı: Elm, 2014.

9.Həşimov, Ə. Ş., Sadıqov, F. B. Azərbaycan xalq pedaqogikası. Bakı: Maarif, 1993.

METAFORALARIN SEMANTİK TƏHLİLİ

Baş müəllim Arzu Kərimova
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,

Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası
E-poçt: arzukarimova15@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2662-6015

METAFORLARIN ANLAMSAL ANALİZİ

ÖZET

Metafor, dilin sözcüksel-anlamsal sisteminde önemli bir yere sahip olan ve insan düşüncesinin şekillenmesinde temel rol oynayan dil olgularından biridir. Geleneksel dilbilimde metafor ağırlıklı olarak edebî bir anlatım aracı olarak değerlendirilirken, çağdaş dilbilimde onun anlamsal, bilişsel, pragmatik ve iletişimsel özellikleri daha kapsamlı biçimde incelenmektedir. Metafor yalnızca bir sözcüğün mecaz anlamda kullanılması değil, aynı zamanda insanın çevresindeki dünyayı algılama ve düşünme biçimini yansıtan kavramsal bir mekanizmadır. İnsan, yeni kavramları mevcut bilgi ve deneyimleri doğrultusunda metaforik yollarla anlamlandırmaktadır. Bu bakımdan metafor, dil ile düşünce arasındaki karşılıklı ilişkinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Bu makalede metaforların anlamsal niteliği, oluşum ilkeleri, sözcüksel-anlamsal sistemdeki rolü ve işlevsel özellikleri incelenmiştir. Araştırma kapsamında metaforun anlamsal türleri, kavramsal metafor kuramı ve Azerbaycan Türkçesinde metaforik ifadelerin kullanım özellikleri ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, Azerbaycan klasik edebiyatından seçilmiş örnekler temelinde metaforların estetik ve anlamsal olanakları açıklanmıştır.

Araştırmada Nizami Gencevî, Hâkânî Şirvânî, İmâdeddin Nesîmî, Muhammed Fuzûlî ve Molla Penah Vagif gibi klasik şairlerin eserleri ele alınmış, şiir dilinde kullanılan metaforların anlamsal yükü değerlendirilmiştir. İnceleme sonucunda klasik şiirde metaforların yalnızca estetik bir unsur olmadığı; aynı zamanda şairlerin felsefi görüşlerini, dinî ve manevî dünya görüşlerini, insan ve tabiat hakkındaki düşüncelerini ifade eden temel anlatım araçlarından biri olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra metaforların çağdaş Azerbaycan Türkçesinin gelişiminde, terminolojinin zenginleşmesinde ve yeni kavramların oluşumunda önemli rol oynadığı ortaya konulmuştur.

Araştırma sonuçları, metaforların anlamsal analizinin dilin gelişim yasalarının incelenmesi, anlatım gücünün artırılması, bilişsel süreçlerin açıklanması ve millî-kültürel düşüncenin araştırılması açısından büyük bilimsel önem taşıdığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: metafor, anlambilim, anlam aktarımı, bilişsel dilbilim, klasik Azerbaycan edebiyatı.

SEMANTIC ANALYSIS OF METAPHORS

ABSTRACT

Metaphor is one of the most significant linguistic phenomena within the lexical-semantic system of language and plays a fundamental role in the formation of human thought. While traditional linguistics primarily regarded metaphor as a stylistic and literary device, contemporary linguistic studies have examined its semantic, cognitive, pragmatic, and communicative dimensions in much greater depth. A metaphor is not merely the figurative use of a word; it is also a conceptual mechanism that reflects the way people perceive and understand the surrounding world. Human beings interpret new concepts metaphorically by relying on their existing knowledge and experience. Therefore, metaphor is considered one of the most important indicators of the interaction between language and thought.

This article investigates the semantic nature of metaphors, their principles of formation, their role in the lexical-semantic system, and their functional characteristics. The study analyzes the semantic types of metaphors, the conceptual metaphor theory, and the distinctive features of metaphorical expressions in the Azerbaijani language. Furthermore, the aesthetic and semantic potential of metaphors is explained through examples selected from classical Azerbaijani literature.

The research focuses on the works of classical poets such as Nizami Ganjavi, Khagani Shirvani, Imadaddin Nasimi, Muhammad Fuzuli, and Molla Panah Vagif, examining the semantic significance of the metaphors employed in their poetic language. The findings demonstrate that metaphors in classical poetry serve not only as stylistic devices but also as fundamental means of expressing philosophical ideas, religious and spiritual beliefs, and reflections on humanity and nature. Moreover, the study reveals that metaphors play a crucial role in the development of the modern Azerbaijani language, the enrichment of its terminology, and the formation of new concepts.

The results indicate that the semantic analysis of metaphors is of great scientific importance for understanding the laws governing language development, enhancing the expressive power of speech, explaining cognitive processes, and investigating national and cultural modes of thinking.

Keywords: metaphor, semantics, semantic transfer, cognitive linguistics, classical Azerbaijani literature.

METAFORALARIN SEMANTİK TƏHLİLİ

XÜLASƏ

Metafora dilin leksik-semantik sistemində mühüm yer tutan və insan təfəkküründün formalaşmasında əsas rol oynayan dil hadisələrindən biridir. Ənənəvi dilçilikdə metafora əsasən bədii təsvir vasitəsi kimi qiymətləndirilmiş, müasir dilçilikdə isə onun semantik, koqnitiv, praqmatik və kommunikativ xüsusiyyətləri daha geniş şəkildə araşdırılmışdır. Metafora yalnız sözün məcazi mənada işlənməsi deyil, eyni zamanda insanın ətraf aləmi qavrama və düşünmə modelini əks etdirən konseptual mexanizmdir. İnsan yeni anlayışları artıq mövcud olan bilik və təcrübələri əsasında metaforik şəkildə mənalandırır. Bu baxımdan metafora dil və təfəkkür arasındakı qarşılıqlı əlaqənin ən mühüm göstəricilərindən hesab edilir.

Məqalədə metaforaların semantik mahiyyəti, yaranma prinsipləri, leksik-semantik sistemdə rolu və funksional xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Tədqiqat zamanı metaforanın semantik növləri, konseptual metafora nəzəriyyəsi və Azərbaycan dilində metaforik ifadələrin işlənmə xüsusiyyətləri geniş şəkildə təhlil edilmişdir. Eyni zamanda klassik Azərbaycan ədəbiyyatından seçilmiş nümunələr əsasında metaforaların estetik və semantik imkanları izah edilmişdir.

Araşdırmada Nizami Gəncəvi, Xaqani Şirvani, İmadəddin Nəsimi, Məhəmməd Füzuli və Molla Pənah Vaqif kimi klassik şairlərin yaradıcılığına müraciət edilmiş, onların poetik dilində işlənən metaforaların semantik yükü təhlil olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, klassik poeziyada metaforalar yalnız obrazlılıq yaratmaq məqsədi daşımır, həm də müəlliflərin fəlsəfi baxışlarını, dini-mənəvi dünyagörüşünü, insan və təbiət haqqında düşüncələrini ifadə edən əsas vasitələrdən biri kimi çıxış edir. Bununla yanaşı, metaforaların müasir Azərbaycan dilinin inkişafında, terminologiyanın zənginləşməsində və yeni anlayışların formalaşmasında mühüm rola malik olduğu göstərilmişdir.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, metaforaların semantik təhlili dilin inkişaf qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi, nitqin ifadəliliyinin artırılması, koqnitiv proseslərin izahı və milli-mədəni təfəkkürün araşdırılması baxımından böyük elmi əhəmiyyətə malikdir.

Açar sözlər: metafora, semantika, məna köçürülməsi, koqnitiv dilçilik, klassik Azərbaycan ədəbiyyatı.

GİRİŞ

Dil cəmiyyətin inkişafı ilə daim yenilənən və zənginləşən mürəkkəb bir sistemdir. Bu sistem daxilində sözlərin yalnız həqiqi mənası deyil, onların məcazi və kontekstual mənaları da mühüm əhəmiyyət daşıyır. Məhz bu baxımdan metafora dilin semantik sistemində xüsusi yer tutur. Metafora sözün və ya ifadənin oxşarlıq, assosiasiya və ya analoji münasibətlər əsasında başqa anlayışa köçürülməsi nəticəsində yaranan semantik hadisədir. O, həm bədii nitqin obrazlılığını artırır, həm də insanın dünyanı dərk etmə üsullarından biri kimi çıxış edir.

Uzun müddət metafora yalnız poetik dilin elementi hesab edilmişdir. Lakin XX əsrin ikinci yarısından etibarən aparılan elmi tədqiqatlar, xüsusilə koqnitiv dilçilik sahəsində əldə olunan nəticələr göstərmişdir ki, metafora insan düşüncəsinin ayrılmaz hissəsidir. İnsan gündəlik həyatında "həyat yolu", "vaxt uçur", "ürəyi daşdır", "elm işıqdır" kimi yüzlərlə metaforik ifadədən istifadə edir və çox vaxt onların metaforik mahiyyətini hiss etmir.

Azərbaycan dili metaforik ifadələr baxımından olduqca zəngindir. Xalq yaradıcılığı, atalar sözləri, bayatılar və xüsusilə klassik poeziya metaforaların zəngin nümunələrini özündə ehtiva edir. Klassik Azərbaycan şairləri metaforadan yalnız bədii gözəllik yaratmaq üçün deyil, həm də insanın mənəvi aləmini, eşqi, hikməti, azadlığı və ilahi həqiqəti ifadə etmək üçün istifadə etmişlər. [2, 481]

Məqalənin məqsədi metaforaların semantik xüsusiyyətlərini araşdırmaq, onların yaranma prinsiplərini müəyyənləşdirmək, klassik Azərbaycan poeziyasında işlənmə xüsusiyyətlərini təhlil etmək və metaforaların dilin inkişafındakı rolunu müəyyən etməkdir. Tədqiqatın nəticələrinin Azərbaycan dilçiliyində semantika, üslubiyyat və koqnitiv dilçilik sahələrində aparılan araşdırmalar üçün faydalı olacağı gözlənilir.

ƏSAS HİSSƏ. 1. Metafora anlayışı və onun nəzəri əsasları. Metafora (yunanca *metaphora* – "köçürmə") dilçilikdə bir sözün və ya ifadənin həqiqi mənasının oxşarlıq, bənzərlik və ya assosiativ əlaqələr əsasında başqa bir anlayışa köçürülməsi nəticəsində yaranan semantik hadisədir. Antik dövrdən başlayaraq metafora dilin ən mühüm ifadə vasitələrindən biri hesab edilmişdir. İlk dəfə Aristotel metaforanı "bir predmetin adının başqa predmetə köçürülməsi" kimi izah etmiş və onu poetik nitqin əsas xüsusiyyətlərindən biri hesab etmişdir.

Müasir dilçilikdə metafora yalnız üslubi vasitə kimi deyil, həm də insanın idrak fəaliyyətinin mühüm komponenti kimi qiymətləndirilir. Koqnitiv dilçiliyin nümayəndələri hesab edirlər ki, insan yeni anlayışları mövcud təcrübəsi əsasında metaforik şəkildə dərk edir. Başqa sözlə, metafora yalnız dil hadisəsi deyil, həm də düşünmə modelidir. Məsələn, gündəlik danışıqda işlənən **"həyat yolu"**, **"zaman axır"**, **"ürəyi daşdır"**, **"fikirlər doğulur"**, **"elm işıqdır"** kimi ifadələr metaforik məna daşıyır. Bu ifadələrdə sözlər öz həqiqi mənalarında işlənmir, yeni semantik məna qazanırlar.

Metafora aşağıdakı xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur: oxşarlıq əsasında məna köçürülməsi; yeni semantik münasibətlərin yaradılması; nitqin obrazlılığının artırılması; emosional-ekspressiv təsirin gücləndirilməsi; insan təfəkküründün konseptual modellərinin ifadəsi. [3, 279]

Beləliklə, metafora dilin inkişafına, yeni söz və terminlərin yaranmasına, polisemiyanın formalaşmasına və nitqin zənginləşməsinə xidmət edən mühüm semantik vasitədir.

2. Metaforaların semantik xüsusiyyətləri. Semantika sözlərin və ifadələrin mənasını, onların qarşılıqlı münasibətlərini öyrənən dilçilik sahəsidir. Metafora isə semantik dəyişmənin ən məhsuldar formalarından biridir. Metaforik məna yaranarkən söz öz ilkin mənasını tam itirmir, əksinə həmin mənanın əsasında yeni məna çaları formalaşdırır. Məsələn: **dəmir iradə** – iradənin möhkəmliyi dəmirə bənzədilir; **qızıl ürək** – insanın xeyirxahlığı qızılın qiymətliliyi ilə ifadə olunur; **ömür yolu** – həyat yol metaforası ilə təqdim edilir; **fikirlər doğulur** – fikir canlı varlıq kimi təsəvvür edilir.

Bu nümunələr göstərir ki, metaforalar insanın ətraf aləmi müqayisələr vasitəsilə dərk etməsinin nəticəsidir. Semantik baxımdan metaforalar aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir: leksik sistemin zənginləşməsini təmin edir; yeni anlayışların ifadəsinə imkan yaradır; emosional təsir gücünü artırır; müəllifin fərdi üslubunu formalaşdırır; milli-mədəni düşüncə tərzini əks etdirir.

3. Klassik Azərbaycan ədəbiyyatında metaforalar. Azərbaycan klassik poeziyası metaforik ifadələrlə son dərəcə zəngindir. Klassik şairlər metaforalardan istifadə etməklə həm bədii obrazlılıq yaratmış, həm də fəlsəfi fikirlərini dərin məna çalarları ilə ifadə etmişlər. Nizami Gəncəvinin əsərlərində dünya, insan, elm və mənəviyyat anlayışları çox vaxt metaforalar vasitəsilə təqdim edilir. Nümunə: *Dünya bir bağdır, insan onun bağbanıdır.*

Semantik təhlil: Bu nümunədə **"dünya"** bağ, **"insan"** isə bağban metaforası ilə təqdim olunur. Bağ daim qulluq tələb etdiyi kimi, dünya da insanın əməyini, zəhmətini və məsuliyyətini tələb edir. Burada metafora insanın yaradıcı mahiyyətini və cəmiyyət qarşısındakı vəzifəsini ifadə edir.

Nizaminin əsərlərində tez-tez rast gəlinən **"elm – nur"**, **"hikmət – xəzinə"**, **"cəhalət – zülmət"** metaforaları da biliyin insan həyatındakı rolunu semantik baxımdan gücləndirən vasitələrdir.

Nəsimi poeziyasında metaforalar insanın ilahi mahiyyətini və kamillik ideyasını ifadə edir. Nümunə: *Məndə sığar iki cahan, mən bu cahana sığmazam.*

Semantik təhlil: Bu misrada **"iki cahan"** ifadəsi insanın mənəvi aləmini, sonsuz idrak imkanlarını və ilahi mahiyyətini bildirən konseptual metaforadır. Şair insanı fiziki ölçülərlə deyil, mənəvi böyüklüyü ilə qiymətləndirir. Burada metafora fəlsəfi və sufi düşüncəsinin poetik ifadəsinə çevrilmişdir.

Nəsiminin poeziyasında **ürək**, **ruh**, **nur**, **eşq** kimi anlayışlar da çox vaxt metaforik məna daşıyaraq insanın daxili aləmini ifadə edir.

Məhəmməd Füzuli Azərbaycan klassik poeziyasında metaforadan ən ustalıqla istifadə edən sənətkarlardan biridir. Onun əsərlərində eşq, qəlb, göz yaşı, od, hicran kimi anlayışlar dərin semantik məna qazanır. Nümunə: *Eşq imiş hər nə var aləmdə, elm bir qilü-qal imiş ancaq.*

Semantik təhlil: Bu nümunədə **eşq** kainatın əsasını təşkil edən universal anlayışın metaforası kimi təqdim edilir. Şair elmi yalnız zahiri bilik hesab edir, eşqi isə həqiqətin və kamilliyin əsas yolu kimi qiymətləndirir. Burada metafora yalnız bədii təsvir deyil, həm də fəlsəfi konsepsiyanın ifadəsidir. Füzulinin poeziyasında **qəlb – məbəd**, **göz yaşı – inci**, **eşq – od**, **sevgili – günəş** kimi metaforalar da geniş yayılmışdır. [6, 318]

4. Metaforaların semantik növləri. Semantik xüsusiyyətlərinə görə metaforalar müxtəlif qruplara ayrılır. Bu bölgü metaforaların yalnız bədii-estetik deyil, həm də koqnitiv və kommunikativ funksiyalarını aydınlaşdırmağa imkan verir. *Struktur metaforalar.* Struktur metaforalarda bir anlayış başqa bir anlayış vasitəsilə izah olunur. İnsan mürəkkəb və mücərrəd anlayışları daha konkret anlayışların köməyi ilə dərk edir. Məsələn: həyat bir yoldur; elm işıqdır; zaman çaydır; ömür kitabdır.

Bu metaforalarda insan həyatını yol, biliyi işıq, zamanı çay və ömrü kitab vasitəsilə qavrayır.

Ontoloji metaforalar. Ontoloji metaforalarda mücərrəd anlayışlar konkret varlıq kimi təqdim edilir. Məsələn: sevgi yaşayır; qorxu böyüyür; ümid ölür; fikir doğulur. Bu ifadələrdə abstrakt anlayışlar canlı varlıq xüsusiyyətləri qazanır.

Orientasiya metaforaları. Bu metaforalar məkan münasibətlərinə əsaslanır. Məsələn: ruh yüksəkdir; əhvalı aşağı düşdü; qiymətlər qalxdı; nüfuzu yüksəldi. Burada "yuxarı" müsbət, "aşağı" isə mənfi qiymətləndirmə mənası yaradır.

5. Klassik Azərbaycan poeziyasında metaforaların semantik təhlili. Azərbaycan klassik poeziyasında metaforalar yalnız poetik gözəllik yaratmaq vasitəsi deyil, həm də dərin fəlsəfi düşüncənin ifadəsidir. Şairlər metaforalardan istifadə etməklə insan, təbiət, eşq, hikmət və ilahi həqiqət haqqında fikirlərini bədii şəkildə ifadə etmişlər.

Xaqani Şirvaninin poeziyasında metaforalar. Xaqani Şirvaninin yaradıcılığında elm, hikmət, zaman və insan taleyi ilə bağlı metaforalar mühüm yer tutur. Şair biliyi "nur", nadanlığı isə "qaranlıq" obrazı ilə təqdim edir. Nümunə: *Elm bir nurdur, cəhalət zülmət.*

Semantik təhlil. Bu nümunədə **nur** biliyin, **zülmət** isə cəhalətin metaforasıdır. Nur işıq saçdığı kimi, elm də insanın düşüncəsini işıqlandırır. Zülmət isə doğru yolu görməyə mane olan nadanlığı simvolizə edir. Bu metafora klassik Şərq poeziyasında geniş yayılmış konseptual modellərdən biridir.

Molla Pənah Vaqifin poeziyasında metaforalar. Vaqif yaradıcılığı xalq dilinə yaxınlığı ilə seçilir. Onun şeirlərində sevgilinin gözəlliyini ifadə edən metaforalar geniş yer tutur. Nümunə: *Yanağın gül, dodağın yaqut, gözlərin ulduz kimidir.*

Semantik təhlil. Burada: **yanaq – gül; dodaq – yaqut; göz – ulduz** metaforaları işlədilmişdir. "Gül" gözəllik və təravəti, "yaqut" qiymətliliyi, "ulduz" isə parlaqlıq və cazibədarlığı ifadə edir. Bu metaforalar Azərbaycan xalq poetik təfəkküründün səciyyəvi xüsusiyyətlərini əks etdirir.

Mirzə Ələkbər Sabirin poeziyasında metaforalar. Sabirin satirik şeirlərində metaforalar ictimai qüsurların tənqidinə xidmət edir. Nümunə: *Cəhalət millətin gözünü bağlamışdır.*

Semantik təhlil. Bu ifadədə "gözün bağlanması" fiziki hadisə deyil, həqiqəti görə bilməməyin metaforasıdır. Şair cəhaləti insanın düşüncəsini məhdudlaşdıran qüvvə kimi təqdim edir. Burada metafora həm emosional, həm də ictimai məna daşıyır. [7, 140]

6. Konseptual metafora nəzəriyyəsi. XX əsrin sonlarında inkişaf edən koqnitiv dilçilik metaforaya tamamilə yeni baxış formalaşdırmışdır. Bu nəzəriyyəyə görə metafora yalnız poetik nitqin elementi deyil, insan təfəkküründün əsas mexanizmlərindən biridir.

İnsan yeni anlayışları əvvəlki təcrübəsi əsasında dərk edir. Məsələn: *Həyat yoldur. Vaxt puldur. Mübahisə müharibədir. Sevgi səyahətdir.*

Bu metaforalar gündəlik nitqdə o qədər geniş istifadə olunur ki, insanlar onların metaforik xarakterini hiss etmirlər. Azərbaycan dilində də belə konseptual metaforalar çoxdur: ömür yolu; qəlb qapısı; həyat məktəbi; bilik xəzinəsi; zaman axarı. Bu ifadələr göstərir ki, metaforalar insanın dünyanı qavramasının təbii üsullarından biridir.

7. Metaforaların kommunikativ və üslubi funksiyaları. Metaforalar müxtəlif funksiyalar yerinə yetirir. *İnformativ funksiya.* Mürəkkəb anlayışların daha sadə şəkildə başa düşülməsinə kömək edir. *Emosional funksiya.* Nitqin hissi təsirini artırır. *Estetik funksiya.* Bədii əsərlərin obrazlılığını və poetik dəyərini yüksəldir. *Koqnitiv funksiya.* İnsanın düşünmə modelini formalaşdırır. *Praqmatik funksiya.* Dinləyici və ya oxucuya daha güclü təsir göstərir.

Beləliklə, metaforalar yalnız bədii ədəbiyyatın deyil, həm də elmi, publisistik və gündəlik nitqin ayrılmaz hissəsidir. Onların semantik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi dilin inkişaf qanunauyğunluqlarını, milli təfəkkürün xüsusiyyətlərini və insanın idrak proseslərini daha dərindən anlamağa imkan verir.

8. Metaforaların müasir dilçilikdə əhəmiyyəti. Müasir dilçilikdə metaforaların öyrənilməsi semantika, koqnitiv dilçilik, praqmatika, psixolinqvistika və diskurs təhlili kimi müxtəlif istiqamətləri əhatə edir. Son illərdə aparılan tədqiqatlar göstərir ki, metaforalar yalnız bədii nitqdə deyil, gündəlik ünsiyyətdə, elmi mətnlərdə, publisistik üslubda, siyasi diskursda və kütləvi informasiya vasitələrində də geniş istifadə olunur. Bu da metaforanın yalnız estetik deyil, həm də idraki və kommunikativ funksiyaya malik olduğunu təsdiq edir.

Azərbaycan dilində işlənən "həyat yolu", "vaxt uçur", "bilik xəzinəsi", "ürəyi daşdır", "düşüncə işığı", "qəlbin səsi" kimi ifadələr metaforaların gündəlik nitqdə nə qədər aktiv olduğunu göstərir. Bu tip ifadələr insanların dünyanı qavrama tərzini əks etdirir və nitqin təsir gücünü artırır.

Bundan əlavə, müasir informasiya texnologiyalarında da metaforik adlandırmalar geniş yayılmışdır. "Kompüter siçanı", "bulud texnologiyası", "virus", "pəncərə", "şəbəkə", "yaddaş" kimi terminlər ilkin mənalarından uzaqlaşaraq yeni semantik məzmun qazanmışdır. Bu fakt metaforanın elmi terminologiyanın inkişafında da mühüm rol oynadığını göstərir. [5, 91]

Azərbaycan klassik poeziyasında metaforalar milli təfəkkürün, dini-fəlsəfi baxışların və estetik zövqün ifadə vasitəsi olmuşdur. Nizami Gəncəvi, Xaqani Şirvani, İmadəddin Nəsimi, Məhəmməd Füzuli, Molla Pənah Vaqif və Mirzə Ələkbər Sabir kimi sənətkarların əsərlərində metaforalar insanın mənəvi aləmini, eşqi, hikməti, vətən sevgisini və cəmiyyət haqqında düşüncələri ifadə edən əsas poetik vasitələrdəndir.

NƏTİCƏ. Aparılan tədqiqat göstərir ki, metafora dilin leksik-semantik sisteminin ən mühüm elementlərindən biridir. Metaforalar sözlərin semantik imkanlarını genişləndirir, yeni anlayışların formalaşmasına şərait yaradır və nitqin obrazlılığını artırır. Onlar yalnız bədii ifadə

vasitəsi deyil, həm də insan təfəkküründün konseptual modelini əks etdirən mühüm idrak mexanizmidir.

Araşdırma nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, metaforaların yaranmasının əsasını oxşarlıq, assosiativ münasibətlər və insanın dünyanı müqayisələr vasitəsilə qavraması təşkil edir. Müasir koqnitiv dilçilik metaforanı insanın düşünmə tərzinin ayrılmaz hissəsi hesab edir və gündəlik nitqdə işlənən çoxsaylı metaforik ifadələr bu fikri təsdiq edir.

Klassik Azərbaycan ədəbiyyatından seçilmiş nümunələrin təhlili göstərir ki, Nizami Gəncəvi, Xaqani Şirvani, İmadəddin Nəsimi, Məhəmməd Füzuli, Molla Pənah Vaqif və Mirzə Ələkbər Sabir metaforalardan yalnız bədii gözəllik yaratmaq məqsədilə istifadə etməmişlər. Onların yaradıcılığında metaforalar dərin fəlsəfi məna daşıyır, insanın mənəvi kamilliyini, eşqin ucalığını, biliyin əhəmiyyətini, cəmiyyətin problemlərini və milli-mənəvi dəyərləri ifadə edir.

Müasir Azərbaycan dilində metaforalar yeni terminlərin yaranmasına, elmi dilin inkişafına və kommunikativ imkanların genişlənməsinə də xidmət edir. Bu baxımdan metaforaların semantik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi yalnız nəzəri dilçilik üçün deyil, həm də tərcüməşünaslıq, nitq mədəniyyəti, təhsil, media və kompüter dilçiliyi üçün böyük praktik əhəmiyyət kəsb edir.

Beləliklə, metaforalar dil və təfəkkür arasında əlaqəni təmin edən, milli-mədəni dünyagörüşünü əks etdirən və dilin inkişafını sürətləndirən mühüm semantik vasitədir. Onların gələcək tədqiqatlarda müxtəlif dillərin müqayisəli aspektində, koqnitiv modellər və süni intellekt texnologiyaları kontekstində araşdırılması dilçilik elminə yeni töhfələr verə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1.Aristotle. Poetics. London: Penguin Books, 1996. – 144 s.

2.Cəfərov, N. Müasir Azərbaycan dili. Bakı: Şərq–Qərb, 2007. – 560 s.

3.Abdullayev, Ə. Z., Seyidov, Y. M., Həsənov, A. Q. Müasir Azərbaycan dili. IV hissə: Leksikologiya.

akı: Maarif, 2007. – 352 s.

4.Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası. Azərbaycan dilinin izahlı lüğəti. IV cild. Bakı: Şərq–Qərb, 2006.

712 s.

5.Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası. Müasir Azərbaycan dili. Bakı: Elm, 1985. – 544 s.

6.Hacıyev, T. Azərbaycan ədəbi dili tarixi. Bakı: Elm, 2012. – 480 s.

7.Məmmədov, N. Azərbaycan dilçiliyinin əsasları. Bakı: Elm və Təhsil, 2013. – 432 s.

ANTROPONİMLƏRİN FORMALAŞMASINA TƏSİR EDƏN AMİLLƏR

Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı
ADPU, f.ü.f.d., baş müəllim
mehtiyeva_m@mail.ru
İD 0009 0005 0068 4590

Xülasə

Məqalədə Azərbaycan dilinin onomastik sisteminin mühüm tərkib hissəsi olan antroponimlərin formalaşmasına təsir edən dil və ekstralinqvistik amillər araşdırılır. Antroponimlərin yaranması və inkişafı fonetik, leksik, morfoloji və semantik xüsusiyyətlər əsasında təhlil edilir, eyni zamanda tarixi, dini, ictimai, siyasi, mədəni və qloballaşma amillərinin şəxs adlarının formalaşmasına təsiri izah olunur. Tədqiqat göstərir ki, antroponimlər yalnız dil vahidi deyil, həm də xalqın tarixi, milli kimliyi və mədəni irsini özündə əks etdirən mühüm onomastik vahidlərdir.

Azərbaycan antroponimlər sistemi əsrlər boyu xalqın tarixi inkişafı, etnik tərkibi, dini inanclar, sosial münasibətlər və digər ictimai proseslərin təsiri altında formalaşmışdır. Müasir dövrdə isə qloballaşma, informasiya texnologiyalarının inkişafı və müxtəlif mədəniyyətlər arasında əlaqələrin genişlənməsi yeni adların yaranmasına və yayılmasına səbəb olmuşdur. Məqalədə də əsas məqsəd antroponimlərin formalaşmasına təsir edən dil və ekstralinqvistik amilləri sistemli şəkildə araşdırmaqdır.

Açar sözlər: antroponim, onomastika,şəxs adı, ekstralinqvistik amillər, leksik-semantik xüsusiyyətlər

FACTORS INFLUENCING THE FORMATION OF ANTHROPONYMS

Summary

The article examines linguistic and extralinguistic factors influencing the formation of anthroponyms, which are an important component of the onomastic system of the Azerbaijani language. The emergence and development of anthroponyms is analyzed on the basis of phonetic, lexical, morphological and semantic features, and at the same time, the influence of historical, religious, social, political, cultural and globalization factors on the formation of personal names is explained. The study shows that anthroponyms are not only a linguistic unit, but also important onomastic units reflecting the history, national identity and cultural heritage of the people.

The Azerbaijani anthroponyms system has been formed for centuries under the influence of the historical development of the people, ethnic composition, religious beliefs, social relations and other social processes. In modern times, globalization, the development of information technologies and the expansion of relations between different cultures have led to the emergence and spread of new names. The main goal of the article is to systematically investigate linguistic and extralinguistic factors influencing the formation of anthroponyms.

Keywords: anthroponym, onomastics, personal name, extralinguistic factors, lexical-semantic features

Dildə olan dəyişikliklər dilin bütün sahələrində olduğu kimi, onomastik sistemdə də özünü göstərir. Bu, əsasən də, antroponim və ktematonimlərdə daha çox özünü göstərir.

Onomastikanın ən geniş yayılmış sahəsini antroponimika təşkil edir. Əbülfəz Rəcəbli qeyd edir ki, antroponimika insan adlarının əmələ gəlməsini, inkişafını öyrənir. Mühitin təzahüründə bütün əşyalar kimi, insanları da adlandırmaq, fərqləndirmək, çağırmaq ehtiyacı yaranmışdır ki, buradan da zəngin xüsusi adlar sisteminə daxil olan adlar, ləqəblər, müxtəlif cür adlandırmalar əmələ gəlmişdir" (2, s.9). A.Qurbanov isə qeyd edir ki, antroponimlərdə xalqın düşüncə və təsəvvürü, adət-ənənəsi, mədəni-tarixi amilləri, dini görüşləri və s. əks olunur (3,s18).

Hər bir xalq təşəkkül tapdığı zamandan onun özünəməxsus xüsusi adları meydana gəlmişdir. Xüsusi adlar dilin lüğət tərkibində sosial və linqvistik cəhətləri ilə fərqlənir. Şəxs adları ta qədimdən öz millilik, tarixilik prinsiplərinə görə seçilmişdir. Hər bir şəxs adı antroponimik vahid kimi onu yaradan xalqın milli təfəkkürü, dünyagörüşü ilə sıx bağlıdır.

A.Qurbanov antroponimləri əsas və köməkçi adlar kimi iki cür qruplaşdırır. Əsas adlara rəsmi qeydiyyata alınan adlar, köməkçi adlara isə hər hansı bir şəxsin həyat və yaradıcılığının müəyyən mərhələsində meydana gələn ləqəb, təxəllüs və titul bildirən sözləri daxil etmişdir.

Antroponimik biliklərin təməli XIX əsrin II yarısından qoyulmuşdur. A.Bakıxanov 1843-cü ildə yazdığı "Adlar və titullar" adlı əsərində bəzi antroponimik məsələlərə toxunmuşdur.Türk xalqlarının elmi-mədəni inkişafının yüksəlişi XX əsrlə daha çox bağlıdır.Bu dövrdə türk xalqlarının digər xalqlarla həm siyasi, həm , mədəni . həm də iqtisadi əlaqələri genişlənmişdir.Və bu xalqların antroponimləri türk xalqlarına keçmişdir.Türk dilinə müxtəlif mənşəli adlar daxil olmuşdur.Oğlan adları-Albert,Hamlet, Rafael, Telman, Darvin, Abel və s. Qiz adlarındaEmma,Rima,Esmira,Diana, Tinatin,Tamilla,Amaliya və s.

Qeyd edək ki, XX əsrin əvvəllərindən bəzi türk mənşəli adların slavyansayağı təhrif olunduğunun şahidi oluruq.Məsələn, Məhəmməd-Mamed, Fatma-Fatya,Ələkbər-Alik,Kamilə-Kama və s.

N.Miroslavskayanın müşahidələrinə görə, başqırd dilində bu hadisəyə bənzər olaraq şəxs adları başqa adlara dəyişdirilmişdir. Züleyxa-Zina, Tanzila-Tanya,Sufiya-Sonya və s. Əslində şəxs adlarının belə təhrif olunması xalqın antroponimik mədəniyyətinə mənfi təsir göstərən prosesdir.

A.Qurbanov şəxs adlarını mənasına görə qruplaşdırmışdır. Bura ənənəvi adlar, yer adları ilə əlaqədar olan adlar, bitki adları, su obyektlərinin adları, göy cisimlərinin adları, quş, heyvan adları ilə, qiymətli daş-qaş adları, görkəmli, tarixi şəxsiyyətlərin adları ilə əlaqədar olan adları daxil etmişdir (4,s.279).

Müasir dövrdə qloballaşma, mədəni inteqrasiya, media və sosial şəbəkələrin təsiri antroponimlərin adlandırılmasında ciddi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Bu dəyişikliklər Azərbaycan antroponimik sistemində həm zənginləşmə, həm də normativ problemlər yaratmışdır. Son illərdə uşaqlara beynəlxalq səslənən adların verilməsi geniş yayılmışdır. Həmçinin xarici adlara meyillilik artmışdır. Xarici adlara meyillilik insanların uşaqlara ad seçərkən yerli adlar yerinə xarici dillərdən gələn və qlobal səslənən adlara üstünlük verməsi tendensiyasıdır. Bu, müasir antroponimlərin formalaşmasında əsas meyillərdən biri hesab olunur. Qeyd edək ki, bu meyilliliyin bir sıra səbəbləri var. Məsələn, qloballaşma və mədəni təsirlər. Buraya film, serial, musiqi və sosial medianın təsirini aid edə bilərik. Daha sonra moda və estetik seçim. Valideynlər uşaqlara qısa, tələffüzü rahat, eyni zamanda modern və unikal adlar vermək istəyirlər. Bəzən adqoymada sosial status məsələsi də ön planda olur. Belə ki, valideynlər xarici adları daha prestijli və yüksək sosial statusla əlaqəndirirlər. Xarici adları dildə ritmik və melodik səsləndiyinə görə daha çox seçirlər. Məqsəd beynəlxalq səslənmə, estetik cazibə və sosial status göstərmək olur. Nəticədə klassik Azərbaycan adları azalır. Qeyd edək ki, xarici adlara meyillilik nəsillərarası antroponimik balansı pozur.

Bildiyimiz kimi rəsmi qərar mövcuddur və bu qərar müasir antroponimlərin verilməsinə də təsir göstərir. Xarici adlara meyillilik olar, amma müəyyən çərçivədə. Aşırı belə adlara müraciət milliliyə ziddir. Ad seçərkən valideynlər estetik qaydalarla bərabər, hüquqi qaydalara da diqqət etməlidirlər. Eyni zamanda uşağa elə ad qoyulmalıdır ki, böyüyəndə öz adından utanmasın.

Statistik baxışa görə yeni doğulan uşaqların 50-60%-ə qoyulan adlarda xarici elementlər var. Onu da qeyd edək ki, daha çox ingilis və türk adları dominantlıq təşkil edir.

2025-ci ilin statistikasına nəzər saldıqda görürük ki, Uğur adı qlobaldır, türk mənşəlidir, həm məna, həm də fonetik cəhətdən müasir trenddədir. Raul xarici adlar sırasında daha çox yer alır. Əli, Hüseyn, Yusif, Miran, Ömər, Ayxan, Tunar, Murad kimi adlar ilk onluqda olan adlardır. Qadın adlarından Melisa, Zeynəb, Məryəm, Nilay, Aylin, Zəhra, Ayla, İnci, Alisa, Fatimə kimi adlara daha çox müraciət olunub. Statistikanın aşağı pilləsində yer alan oğlan adları Ülvi, Süleyman, Fuad, Elvin, qız adları isə Sabina, Gülər, Nazlıdır.

İnsan adlarının yaranma tarixi çox qədimdir. Bu mənəvi nailiyyətlər uzun tarixi dövrlərin məhsuludur. Yaranan hər hansı bir ad xalq tərəfindən bəyənildikdən sonra adlar sistemində xüsusi yer tutur və ondan istifadə edilir. Ad yaratmaq üçün milli dilimizin söz xəzinəsi mənbə

hesab olunur. Şəxs adları ümumi sözlər əsasında yaradılır. Hər bir söz şəxs adı ola bilərmi? Dilçilik elmində bu suala həm mənfi, həm də müsbət cavablar verilmişdir. Belə ki, bir qrup alim dildəki hər növ sözdən şəxs adı düzəltməyin mümkün olduğunu bildirmişdir. Lakin digər alimlər bu fikrin əksini söyləmişlər. Düşünürük ki, ikinci fikir həqiqətə daha uyğundur. Dilimizdəki sözlərin hamısından yox, yalnız müəyyən hissəsindən şəxs adı yaratmaq olur. Hətta eyni anlayışı bildirən iki sözdən biri şəxs adı kimi işlədilir. Dilimizdə ayna və güzgü sözləri eyni məna bildirir. Lakin bunlardan ayna sözü şəxs adının tələblərinə daha çox cavab verdiyi üçün ayna sözündən şəxs adı əmələ gətirilmiş və işlənməkdədir. Şəxs adı prinsiplərinə uyğun gəlməyərək işlədilən adlar "qəribə ad" adlanır. Belə adlara indi də dilimizdə az-çox təsadüf olunur. Məsələn: Sovet, Soyuz, Narkom, Dilənçi, Limon və s. İnsan adlarının əmələ gəlməsinə dair dünya dilləri və eləcə də türkologiyada da müxtəlif bölgülər vardır (1, s.174).

Sonuc olaraq qeyd edək ki, Azərbaycan antroponimlərinin formalaşması çoxşaxəli və mürəkkəb prosesdir. Bu prosesə həm dilin daxili qanunauyğunluqları, həm də tarixi, dini, sosial, mədəni və siyasi amillər təsir göstərmişdir.Müasir dövrdə qloballaşma yeni adların yayılmasına şərait yaratsa da,milli antroponim fondunun qorunması və inkişaf etdirilməsimühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyat siyahısı

1.Qurbanov A. Azərbaycan dilçiliyi problemləri . I cild, Bakı, 2019, 384s.
2.Rəcəbli Ə. Qədim türkyazılı abidələrinin dili. I hissə. Bakı, Nurlan, 2006, 648 s.
3.Qurbanov A. Ümumtürk antroponimiyası tarixi. "Gənclik" nəşriyyatı, Bakı, 1997
4.Qurbanov A. Müasir Azərbaycan ədəbi dili, I cild, Bakı, 2010, 452s.

MÜASİR TƏHSİLDƏ MÜƏLLİM – ŞAGİRD MÜNASİBƏTLƏRİ

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

Təhsil cəmiyyətin inkişafında mühüm rol oynayan əsas sahələrdən biridir. Müasir dövrdə təhsil sistemində baş verən dəyişikliklər yalnız təlim metodlarına deyil, həm də müəllim və şagird arasındakı münasibətlərin xarakterinə təsir göstərmişdir. Ənənəvi təhsil modelində müəllim əsas məlumat verən, şagird isə məlumatı qəbul edən tərəf kimi çıxış edirdi. Lakin müasir təhsil yanaşmaları müəllim və şagird arasında qarşılıqlı əməkdaşlığa, hörmətə və etimada əsaslanan münasibət modelini ön plana çəkir.

Bu gün müəllimin əsas vəzifəsi yalnız bilik ötürmək deyil, şagirdin şəxsiyyət kimi inkişafına şərait yaratmaq, onun yaradıcılıq imkanlarını üzə çıxarmaq və müstəqil düşünmə bacarıqlarını formalaşdırmaqdır.Müasir müəllim daim inkişaf edən, yeniliklərə açıq olan və təhsil texnologiyalarından səmərəli istifadə etməyi bacaran şəxsdir. O, şagirdlərə hazır məlumat verməklə kifayətlənmir, onları araşdırmağa, sual verməyə və müstəqil nəticə çıxarmağa istiqamətləndirir.

Müəllim şagirdin fərdi xüsusiyyətlərini, maraqlarını və bacarıqlarını nəzərə almalıdır. Hər bir şagirdin öyrənmə tempi və qabiliyyəti fərqli olduğuna görə müəllim fərdi yanaşma tətbiq etməli, hər kəs üçün əlverişli öyrənmə mühiti yaratmalıdır.

Müasir müəllimin əsas xüsusiyyətləri:

- peşəkarlıq və yeniliklərə açıq olmaq;

-yüksək ünsiyyət bacarığı;

-obyektiv və ədalətli münasibət;

-səbir və anlayış;

-şagirdə hörmətlə yanaşmaq;

-yaradıcı təlim üsullarından istifadə etməkdir.

Şagirdin təlim prosesində rolu

Müasir təhsil şagirdin fəal iştirakını tələb edir. Şagird artıq yalnız müəllimin verdiyi məlumatları əzbərləyən deyil, bilikləri özü araşdıran, müzakirə edən və tətbiq edən şəxsdir.

Şagird:

-dərsdə fikirlərini sərbəst ifadə edir;

-suallar verir və müzakirələrdə iştirak edir;

-tədqiqat aparır;

-əldə etdiyi bilikləri praktik fəaliyyətində tətbiq edir.

Belə yanaşma şagirdlərdə məsuliyyət hissini, özünəinamı və yaradıcı düşünmə qabiliyyətini inkişaf etdirir.

Qarşılıqlı hörmət və etimadın rolu

Müəllim–şagird münasibətlərinin əsasını qarşılıqlı hörmət təşkil edir. Şagird müəllimin onu dinlədiyini və dəstəklədiyini hiss etdikdə dərs prosesində daha fəal olur. Eyni zamanda müəllim də şagirdin fikirlərinə, suallarına və fərdi xüsusiyyətlərinə hörmətlə yanaşmalıdır.

-Etimada əsaslanan münasibətlər:

-şagirdin motivasiyasını artırır;

-öyrənməyə maraq yaradır;

-psixoloji rahatlıq təmin edir;

-sinifdə sağlam ünsiyyət mühiti formalaşdırır.

İnnovativ texnologiyaların münasibətlərə təsiri

Müasir texnologiyalar müəllim və şagird arasında əlaqələrin daha çevik və səmərəli qurulmasına imkan verir. Elektron resurslar, onlayn platformalar, virtual dərslər və interaktiv vasitələr təlim prosesini zənginləşdirir.

Texnologiyadan düzgün istifadə müəllimə şagirdlərin maraqlarını daha yaxşı anlamağa, onların fərdi inkişafını izləməyə və dərsləri daha maraqlı təşkil etməyə kömək edir. Lakin texnologiya müəllim–şagird münasibətlərinin əsasını təşkil edən canlı ünsiyyəti və pedaqoji dəstəyi əvəz edə bilməz.

Müəllim-şagird münasibətlərində problemlər və həlli yolları

Bəzən ünsiyyət çatışmazlığı, fərqli gözləntilər və ənənəvi yanaşmalar müəllim–şagird münasibətlərində çətinliklər yarada bilər. Bu problemlərin aradan qaldırılması üçün:

açıq və səmimi ünsiyyət qurulmalı;

şagirdlərin fikirlərinə diqqət yetirilməli;

cəza yönümlü deyil, inkişafyönümlü yanaşma seçilməli;

valideynlərlə əməkdaşlıq gücləndirilməlidir.

Müəllim şagirdi yalnız qiymətləndirməməli, onun inkişafına dəstək göstərməlidir.

Müasir təhsildə müəllim-şagird münasibətləri təlim prosesinin ən vacib amillərindən biridir. Uğurlu təhsil yalnız müasir proqram və texnologiyalarla deyil, həm də sağlam insan münasibətləri ilə mümkündür. Müəllim və şagird arasında əməkdaşlıq, qarşılıqlı hörmət və etimad olduqda təlim daha səmərəli nəticələr verir. Müasir müəllim şagird üçün yalnız bilik mənbəyi deyil, həm də onun gələcək inkişafına istiqamət verən, motivasiya yaradan və şəxsiyyət kimi formalaşmasına kömək edən bir bələdçidir.

AÇAR SÖZLƏR: müasir təhsil, əməkdaşlıq, pedaqoji ünsiyyət, innovasiya

RUS ÇOCUK EDEBİYATININ GELİŞİM AŞAMASI VE TARİHSEL DÖNEMİ

Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Edebiyat öğretim teknolojisi bölümü

(ahmadovaa708@gmail.com) **ORCID: 0000-0002-2464-2513**

Özet

"700 yıllık bir dönemi kapsayan ve 18. yüzyıla kadar "Eski Edebiyat" olarak adlandırılan Rus çocuk edebiyatının tarihsel evresi, bir dizi özelliğiyle öne çıkar. Her halkın yaşamında meydana gelen değişiklikler, edebiyatına yansımıştır. 9. yüzyıldan önce Slav ve Rus kabilelerinin yaşamı hakkında bilgi bulunmamaktadır. Sadece 10. yüzyılda, Rus kroniğine ve 11.-12. yüzyıl Rus kroniğine göre, Rus kabileleri Dinyeper, Oka, Tripat ve Volkov nehirleri çevresinde yaşamaktaydı. Rus kroniği "İgor'un Seferi Öyküsü", Rusya'yı en güçlü Avrupa devletleri arasında göstermiştir. Kiev şehri, eski Rus devletinin merkeziydi. 10.-11. yüzyıllarda pagan olan Ruslar, 988 yılında yeni Hristiyan dinini benimsemiştir. Bu dinin benimsenmesi, Rus kültüründe büyük bir değişime yol açmıştır. Tarihsel kaynaklara dayanarak, Rus çocuk edebiyatının gelişim aşamaları dört döneme ayrılır: I. Eski Rus Edebiyatı II. 9.-17. Yüzyıllar Çocuk Edebiyatı III. 18. Yüzyıl Rus Çocuk Edebiyatı IV. 19. Yüzyıl Rus Çocuk Edebiyatı 18. Yüzyıl Sonu – 20. Yüzyıl Başı. Krylov'un ilk fablı 1788'de yazılmıştır. 1809'da yayınlanan ilk kitabı 25 fabl içeriyordu. Rusça ve Fransızca olarak yayınlanan 209 fablın tamamı çocukların hayata bakış açılarını şekillendirdi. A. Herzen, 19. yüzyılın ikinci çeyreğinde çocuk edebiyatının gelişiminin zalim I. Nikolay'ın saltanatıyla aynı döneme denk geldiğini ifade etti: "Derin bir keder tüm bilge insanların kalbini ele geçirmişti." Yazar, eleştirmen, akademisyen A.V. Nikitin (1804-1877), bu acı dolu yıllarda katı rejimin adaletsizliklerini "Günlükten Notlar" adlı eserinde yazdı. 30 Mart'ta, 1832'de genç şair N.M. Yazykov Moskova'ya şöyle seslendi: Şiirlerim bir derlemede yayınlanmak üzere işaretlendi. Bu nedenle sansür buna izin vermiyor. Tüm bu zorluklara ve baskılara rağmen, 1829-1854 yılları arasında 862 şiir yayımlandı; kitapların 609'u orijinal, 353'ü ise çeviriydi. 19. yüzyılın ikinci çeyreğinde faaliyetine başlayan Edebiyat Gazetesi'nin 108 sayısı yayımlandı. L.N. Tolstoy (1828-1910), 100'den fazla öykü, masal, fabl ve drama ile çocuk edebiyatı alanında eşsiz bir yaratıcı yol açtı.

Araştırmacılar, 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarındaki yaratıcı dönemi şöyle adlandırdılar: "Rusya'daki kurtuluş hareketinin yeni bir üçüncü aşamasına geçiş ve proletaryanın sonuna kadar tek devrimci sınıf olduğu dönem." 19. yüzyılın sonunda A.P. Çehov (1860-1904), L.N. Tolstoy'un yaratıcılığının halefi olarak çocuk edebiyatı dünyasında iz bıraktı. 1901'de 3.243 bin kitap, 1913'te ise 6.000 kitap basıldı ve 1901 ile 1917 yılları arasında 70 dergi yayınlandı. Bu nedenle 20. yüzyıl (çocuk çağı) idi. Alexander Blok (1880-1921), çocuk folkloru ve klasik edebiyattan yararlanarak 1913'te çocuklar için ("Masallar") ve ("Tüm Yıl") adlı eserlerini yazdı. S. Yesenin (1895-1925), 1914-1915 yılları arasında yayımlanan derlemesinde çocukların yaşam tarzını konu aldı. Eski Rus edebiyatını çok takdir eden M. Gorki, "Eski edebiyatımızda öğrenilecek çok şey var" diye yazdı. Rusya'da çocuk edebiyatının gelişiminin ağırlığı Belinsky'nin omuzlarındaydı. N.G. Çernişevski ve N.A. Dobrolyubov. (1859-1874) Çocuk dergisini ("Aile Akşamları") öven Babuşkin şöyle yazmıştı: "Dini ve toplumsal ahlaka düşman olan herkes, bir binanın sütunlarını sarsıp kendini altına atmış bir adama benzer." A. Barton'ın yaratıcı çalışmaları, yalnızca Rusya'da değil, Azerbaycan ve diğer yabancı ülkelerde de defalarca yayınlandı ve büyük beğeni topladı.

Anahtar Kelimeler: antik edebiyat, rus edebiyatı, hristiyanlık dini, özgürlük hareketi, katı rejim, tarihi dönem

INTERESTING EXAMPLES OF SWEDISH CHILDREN'S LITERATURE

Associate Professor, Aygun Ahmadova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Literature Teaching Technology

(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513

Abstract

"The historical period of Russian children's literature, which covers a period of 700 years and was called "Old Literature" until the 18th century, stands out with a number of features. The changes that occurred in the life of each people were reflected in its literature. There is no information about the life of Slavic and Russian tribes before the 9th century. Only in the 10th century, according to the Russian chronicle and the Russian chronicle of the 11th-12th centuries, the Russian tribes lived on the Dnieper, Oka, He lived around the rivers "Igor's Journey". In the 10th-11th centuries, the Russians adopted the new Christian religion. Based on the historical sources, the development of Russian children's literature is divided into four periods Russian Literature II. 9.-17. Centuries of Children's Literature III. 18th Century Russian Children's Literature IV. 19th Century Russian Children's Literature 18th Century End - 20th Century Beginning. Krylov's first fable was written in 1788. His first book published in 1809 contained 25 fables. All 209 fables published in Russian and French shaped children's views on life. A. Herzen expressed that the development of children's literature in the second quarter of the 19th century coincided with the reign of the tyrant Nicholas I: "A deep sadness captured the hearts of all wise people." Writer, critic, academician A.V. Nikitin (1804-1877) wrote about the injustices of the strict regime in these painful years in his work "Notes from the Diary". On March 30, 1832, the young poet N.M. Yazykov told Moscow said: My poems have been marked for publication in a collection. Therefore, the censor does not allow it. Despite all these difficulties and pressures, 862 poems were published between 1829 and 1854; 609 of the books were original and 353 were translations. 108 issues of Edebiyat Newspaper, which began its activity in the second quarter of the 19th century, were published. L.N. Tolstoy (1828-1910) opened a unique creative path in the field of children's literature with more than 100 stories, fairy tales, fables and dramas.

Researchers called the creative period of the end of the 19th century and the beginning of the 20th century as follows: "The transition to a new third stage of the liberation movement in Russia and the period when the proletariat was the only revolutionary class until the end." At the end of the 19th century, A.P. Chekhov (1860-1904), L.N. As the successor of Tolstoy's creativity, he left his mark in the world of children's literature. 3,243 thousand books were printed in 1901 and 6,000 books in 1913, and 70 magazines were published between 1901 and 1917. Therefore, it was the 20th century (childhood). Alexander Blok (1880-1921), using children's folklore and classical literature, wrote his works ("Fairy Tales") and ("All Year") for children in 1913. S. Yesenin (1895-1925), in his review published between 1914-1915, discussed the lifestyle of children. M. Gorky, who greatly appreciates old Russian literature, wrote, "There are many things to be learned in our old literature." The weight of the development of children's literature in Russia was on Belinsky's shoulders. N.G. Chernishevsky and N.A. Dobrolyubov. (1859-1874) praised the children's magazine ("Family Evenings"). Babushkin wrote: "Anyone who is hostile to religion and social morality is like a man who threw himself under the pillars of a building." A. Barton's creative works were published many times not only in Russia, but also in Azerbaijan and other foreign countries.

Keywords: ancient literature, Russian literature, Christian religion, freedom movement, strict regime, historical stage

RUS UŞAQ ƏDƏBİYYATININ İNKİŞAF MƏRHƏLƏSİ VƏ TARİXİ DÖVRÜ

Giriş

Rus uşaq ədəbiyyatının inkişaf mərhələləri. Rus uşaq ədəbiyyatının tarixi mərhələsi 700 illik bir dövrü əhatə edən, XVIII əsrə qədər «Qədim ədəbiyyat» adlanan rus ədəbiyyatı bir sıra xüsusiyyətləri ilə fərqlənir. Hər bir xalqın həyatında baş verən dəyişiklik onun ədəbiyyatında öz əksini tapır. Slavyan və rus tayfalarının IX əsrdən əvvələ aid həyatı haqqında heç bir məlumat yoxdur. Yalnız X əsrdə rus letopisinə, XI-XII əsr rus salnaməsinə görə rus tayfaları Dnepr, Oka, Tripat, Volkov çayları ətrafında yaşamışlar. Rus salnaməsi «İqor polku dastanı» rusu ən qüvvətli Avropa dövlətləri sırasında göstərirdi. Kiyev şəhəri qədim Rus dövlətinin mərkəzi olmuşdu. X-XI əsrlərdə bütpərəst olmuş, 988-ci ildə Rus yeni xristian dinini qəbul etmişlər. Bu dinin qəbul edilməsi rus mədəniyyətində böyük dönüşə səbəb olmuşdu. Tarixi mənbələrə əsaslanaraq rus uşaq ədəbiyyatının inkişaf mərhələlərini dörd fəslə bölürlər: I. Qədim rus uşaq ədəbiyyatı IX-XVII əsrlər II. Rus uşaq ədəbiyyatı XVIII əsr III. Rus uşaq ədəbiyyatı XIX əsr IV. Rus uşaq ədəbiyyatı XIX əsrin sonu-XX əsrin əvvəli.

Krılovun ilk təmsili 1788-ci ildə yazılmışdı. 1809-cu ildə çap olunan ilk kitabında 25 təmsil var idi. Rus və fransız dilində çap olunan 209 təmsilin hamısı uşaqların həyata baxışlarını formalaşdırırdı. XIX əsrin II rübündə uşaq ədəbiyyatının inkişafının qəddar I Nikolayın dövrünə təsadüf etməsini A.Gertsen belə ifadə edirdi: «Dərin kədər, bütün müdrük insanların qəlbini əsarətə aldı». Ədəbiyyatçı, tənqidçi, akademik A.V.Nikitin (1804-1877) bu əzablı illərdə ciddi rejimin haqsızlıqlarını «Gündəlikdəki qeydlər» adlı əsərində yazırdı. 1832-ci il martın 30-da gənc şair N.M.Yazıkov Moskvaya müraciət etdi: Mənim şeirlərim topluda çap olunmaq üçün işarələnmişdi. Buna görə senzura buraxmır. Bütün bu çətinliklərə, təzyiqlərə baxmayaraq, 1829-1854-cü illərdə nəşr olunan 862 kitabın 609-u orijinal, 353-ü isə tərcümə idi. XIX əsrin II rübündə fəaliyyətə başlayan «Литературная газета»nın 108 nömrəsi çapdan çıxmışdı.

L.N.Tolstoy (1828-1910) 100-dən çox hekayə, nağıl, təmsil və dram əsərləri ilə uşaq ədəbiyyatı sahəsində özünəxas bir yaradıcılıq yolu açmışdı. XIX əsrin sonu XX əsrin əvvəlində olan yaradıcılıq dövrünü, tədqiqatçılar belə adlandırmışdılar: “Rusiyada azadlıq hərəkatının yeni üçüncü mərhələsinə keçid və proletariatın sona qədər yeganə inqilabi sinif olduğu dövr” XIX əsrin sonlarında A.P.Çexov, (1860-1904) uşaqlar üçün yazdığı əsərləri ilə uşaq dünyasında L.N.Tolstoy yaradıcılığının davamçısı kimi imza atmışdı.

1901-ci ildə 3243 min, 1913-cü ildə isə 6000 min kitab, 19011917-ci 70 adda jurnal çap olunmuşdu. XX əsri buna görə (uşaq əsri) adlandırırdılar. Aleksandr Blok (1880-1921) 1913-cü ildə uşaqlar üçün (“Nağıllar”), (“Bütün il”) adlı əsərlərini uşaq folklorundan, klassik ədəbiyyatdan istifadə edərək yazmışdır. S.Yeseninin(1895-1925), hazırladığı (1914-1915) adlı topluda uşaqların həyat tərzini qələmə almışdır. Qədim rus ədəbiyyatını yüksək qiymətləndirərək, M.Qorki yazırdı: «Bizim qədim ədəbiyyatımızda öyrənməli şey çoxdur». Rusiyada uşaq ədəbiyyatının inkişafının ağırlığı Belinski, N.Q.Çernişevski və N.A.Dobrolyubovun çiyinləri üzərində idi. (1859-1874) (“Ailəvi axşamlar”) adlı uşaq jurnalını alqışlayan Babuşkin yazırdı: ”Kim dini-ictimai əxlaqa qarşı düşmənçilik edirsə, o, bir binanın sütünlarını laxladıb, özünü də həmin binanın altına atan adama bənzəyir”. ”Rus uşaq ədəbiyyatının mərhələli inkişaf dövrü” uşaq ədəbiyyatının inkişaf yolu və tarixi, sovet ədəbiyyatının etapları ilə üst-üstə düşür. Yeni dövrün inkişafı KP XX qurultayının keçirilməsi

illərindən başlayır, 1980-ci illərə qədər davam edir. Sovet uşaq ədəbiyyatı M.Qorkinin, A.Serafimovun, A.Nevrovun, V.Mayakovskinin, K.Çukovskinin çiyinlərində pərvazlandı. 1918-20-ci illərdə uşaqlar üçün 72 adda kitab çap olunmuşdur. Bura rus və xarici klassiklərin əsərləri toplanmışdır. 1919-20-ci illərdə M.Qorki sovet dövründə ilk uşaq jurnalı («Şimal parlaqlığı»), («Yaşka»), V.Şişkova «Зеркальце» («Güzgüçü»), A.Çapgina «Лито звезд» («Ulduzun yanına») və s.əsərlər nəşr edildi.

Azərbaycan və rus yazıçılarının yaradıcılığında uşaq ədəbiyyatı ilə bağlı qarşılıqlı ədəbi əlaqələr"də qeyd olunur ki, Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı mürəkkəb, tarixi bir dövr keçirmişdi. XX əsrin əvvəllərində Ana dilimizin tədrisi və milli dərsliklərin bu sahədə rolu böyükdür. Rus yazıçılarının bəzi əsərləri dərsliklərdə istifadə olunmuşdur. S.A.Krılovun təmsilləri, A.S.Puşkinin nağılları, M.Y.Lermontovun şeirləri, L.Tolstoyun hekayələrindəki humanist ideyaları təkanverici qüvvə hesab etmişlər. Görkəmli rus tənqidçisi V.Q.Belinski (1811-1848) bu dövrün ədəbi prosesini təhlil edərək yazırdı: "Elə buna görə də hamı haqlı olaraq Lomonosovu rus ədəbiyyatının atası hesab edir". Azərbaycan-rus ədəbi əlaqələrinin yaranma tarixi Rusiya-İran müharibəsindən sonraya təsadüf edir. XIX əsrdə S.Qriqoryevlə birlikdə M.Ş.Vazeh iki hissəli «Müntəxabat» hazırladı. Bu da ilk milli dərsliklərdən sayılır. Şərq mövzusu, müsəlmanların həyatı A.Mitskeviçin «Krım sonetləri»ndə, A.S.Puşkinin «Krım», «Qafqaz», «Qurana təqlid», Lev Tolstoyun «Hacı Murad» və digər ədiblərin yaradıcılığında mühüm yer tutur. A.S.Puşkin və M.Y.Lermontov yaradıcılığında rus-müsəlman mətni həm məzmun, həm də poetik cəhətdən mükəmməlləşir, rus ədəbiyyatının ayrılmaz tərkib hissəsinə çevrilirdi.

M.Qorkinin yeni uşaq ədəbiyyatı yaratmaq istəyi, 1932-1941ci illərdəki "Detskaya literatura" jurnalı da uşaq ədəbiyyatının inkişafına böyük təkan verdi. 1990-cı ildə SSR xalqları müəyyən təsirdən, hadisələrin vüsətindən ayrıldılar. Bu, çürük, mənasız, yalnız vərəq üzərində yaşayan Sovet hökuməti yıxıldı. "Azərbaycan və rus uşaq nəzminin ədəbi poeziyada yeri" adlanır. Ümummilli liderimiz Heydər Əliyev demişdir: "İnsanlara şeir qədər, ədəbiyyat qədər, güclü təsir edən, insanlığın mənəviyyatına, əxlaqına, tərbiyəsinə, fikirlərinin formalaşmasına bu qədər güclü təsir göstərən başqa bir vasitə yoxdur".

XX əsrin 60-80-cı illərində rus uşaq poeziyası: Görkəmli rus tənqidçisi, ədəbiyyatçısı Vissarion Belinskinin yaradıcılığında uşaq poeziyasının inkişafına xüsusi diqqət vardı: "Kitab bizim zəmanənin həyatıdır. Ona hər kəs, eləcədə - uşaqlar ehtiyac duyurlar. Bütün məsələ onlar üçün kitab seçməkdədir və birinci olaraq biz bu fikirlə razılaşırıq ki, yanlış seçilmiş kitabı oxumaq onlar üçün heç nə oxumamaqdan pis və zərərlidir". Rus yazıçısı Korney İvanoviç (Nikolay Vasilyeviç Korneyçukov) Çukovskinin bir sıra şeir, poema və nağılları rus uşaq ədəbiyyatının Qızıl Fonduna daxil edilmişdi. O, nağıl ustası və uşaq ədəbiyyatı nəzəriyyəçisi idi. Puşkinin nağılları, Krılovun təmsilləri böyüklər üçün yazılsa da, uşaqlar tərəfindən də məhəbbətlə qarşılanmışdır, bu gün də öz əhəmiyyətini itirməmişdi. M. Svetlavinin mənəvi aləminin ədəbi düstüru: "İnsan, insana dost və qardaşdır" devizidir. Onun yaradıcılığı bu sahəyə xidmət edir. Tarixin bütün zamanlarında, böyük, dahi insanlar, cəmiyyəti oxumağa, mütaliəyə çağırıblar. Görkəmli rus yazarı A.P.Çexov deyirdi ki, sonsuz mütaliə gərəklidir. Mütaliə uşaqları və yeniyetmələri insan kimi formalaşdırmağa qadirdir. A.Bartonun fikirləri, bu gün də aktualdır: "Mən deyərdim ki, uşaq yazıçısının, xüsusən, güclü müasirlik hissinə malik olması zəruridir. Axı o, gələcəyin adamının xarakterini formalaşdırmaq üçün yazır". Uşaq ədəbiyyatı

tərbiyə işidir. "Ədəbiyyat-həyat dərsliyidir". Tərbiyə isə çox böyük işdir. Rus uşaq poeziyası və ədəbiyyatının görkəmli siması, 20 ildən artıq Rusiya Federasiya Yazıçılar İttifaqına rəhbərlik etmiş Sergey Mixalkov (1913-2009) "Hər şey uşaqlıqdan başlanır", (1968) "Zamanın əlamətləri" (1976) və s. kitablarındakı əsərləri ilə gənc nəslin tərbiyəsinə xidmət edir. 1962-ci ildən "Fitil" satirik jurnalının baş redaktoru olmuş S.Mixalkov, SSRİ-nin, 2001-ci ildə isə müstəqil Rusiyanın himnlərini yazmışdır. Sovet uşaq ədəbiyyatının yaradıcılarından sayılan Samuil Marşak (1887-1964) uşaq ədəbiyyatında klassik əsərlər müəllifi kimi məşhurlaşmışdır.

Rus uşaq ədəbiyyatı dünya mədəniyyətinin zəngin kapitalıdı. Nikolay Dobrolyubov yazırdı: "Ümumi təsvirə ehtiyac yoxdur-uşaqlara müəllifin ümumi mühakimələrinin deyil, canlı duyğularının hopdurduğu konkret həyat mənzərələri təqdim etmək lazımdır". Uşaq ədəbiyyatında zəhməti, gözəl fikirlərin ifadəsi ilə məşhurlaşmış Aqniya Lvovna Barto (Getel Seybovna Volova) (19011981), Moskva yaxınlığında Kovna qəsəbəsində yəhudi ailəsində anadan olmuş, atası Lev Nikolaeviç həkim, anası evdar qadın idi. A. Barto həm gimnaziyada, həm də balerina məktəbində oxuyurdu. 1924-cü ildə keçirilən tədbirdə şeir deyən Bartonu Rusiyanın ilk maarif naziri Lunaçarski yanına çağırır və uşaq yazarı olmağı təklif edir. 1936-cı ildə çap olunmuş "Игрушки" ("Oyuncaqlar") adlı kitabından sonra Barto çox məşhurlaşmışdı. Hər zaman uşaqların arasında olan Aqniya Barto, onların arzu və düşüncələrini əks etdirdiyi 30-dan çox kitab çap etdirmişdi. O, 1947-ci ildə yaxınlarını itirən, ana-ata qırıqlığı yaşayanlara kömək etməyə başladı. A.Bartonun yaradıcılıq nümunələri, tək Rusiyada deyil, Azərbaycanda və digər xarici ölkələrdə də dəfələrlə çap olunmuş və sevilmişdi.

Yelena Aleksandrovna Blagina (1903-1989) 1913-23-cü illər arasında Kursk Marina gimnaziyasını, sonra Pedaqoji İnstitutu bitirmişdi. Aqniya Lvovna Barto, Yelena Aleksandrovna Blaginina, İrina Petrovna Tokmakova adlanır..

1921-ci ildə "Девочка с картинкой" adlı ilk şeiri ilə ədəbiyyata gəlmiş, 1940-cı ildə artıq məşhurlaşmış və tanınmış uşaq şairinə çevrilmişdir. 1942-ci ildə "Союзмультфильм" studiyasında müəllifi olduğu "Лиса. Заяц и петух" adlı cizgi filmi çəkilir. 1946cı ildə radioda uşaqlar üçün həm redaktoru, həm də aparıcısı olduğu veriliş hazırlayır. 1969-cu ildə "Колобок" jurnalında Y. Blaginanın öz səsi ilə şeirləri səsləndirilmiş, O, 1933-cü ildən müəllif adı ilə tanınmışdır. Bir neçə il uşaq jurnalları olan "Мурзилка" və "Затейник" də redaktor olmuşdu. Y.P.Blaginanın əsərlərindən ibarət 40-dan çox kitabı çap olunmuşdur. Yazıçı Korney Çukovski onun şeirlərini "təmiz qızıl" ("Чистым золотом") poeziya nümunələri adlandırmışdır. İ.P.Tokmakova (1929-2018) Rusiyanın Moskva şəhərində anadan olmuşdur. O, uşaq şairi, şeirlər tərcüməçisi, bir neçə məşhur povestlərin də müəllifidir. MDU-nin filologiya fakültəsini 1953-cü ildə bitirmiş, aspiranturadan sonra linqvistika ilə məşğul olmuşdu. Uşaqlara münasibəti tərcümələri ilə başlamışdı və bununlada məşhurlaşmışdı. Onun ilk tərcümə kitabı şved xalq mahnıları olmuşdu, ingilis, ispan, italiya, holland və digər yazarların əsərləri ilə uşaqları tanış etmişdi. O, uşaq ədəbiyyatına zəngin bir xəzinə hədiyyə etmişdi. İ.P.Tokmakovanın 312 ədəd kitabı çap olmuşdu. Tokmakovanın əməyi yüksək qiymətləndirilmiş, müxtəlif mükafatlar və təltiflərə layiq görülmüşdü. 2002-ci ildə Aleksandr Qrin adına Rusiya ədəbiyyatı mükafatı, 2003-cü il 5 iyunda Rusiya dövlət mükafatı, 2008-ci ildə "Təhsil sahəsində xidmətə görə" mükafatını almışdır.

Nəticə Rus uşaq ədəbiyyatının inkişaf mərhələlərindən bəhs edərkən rus uşaq ədəbiyyatının tarixi elə 700 illik tarixi əhatə edən və XVIII əsrədək "qədim ədəbiyyat" adlanan rus ədəbiyyatı

ilə həmyaşıddır. Yəni bu gün uşaqların səviyyəsinə uyğun olan qədim rus uşaq ədəbiyyatı elə rus milli ədəbiyyatının əsas bazası əsasında təşkil olunmuşdur. Rus uşaq ədəbiyyatının tarixi baxış məkanından və mərhələli öyrənilməsi yollarının tədqiqində göstərilmişdir ki, bu ədəbiyyat IX-XVII əsrləri əhatə edən qədim rus uşaq ədəbiyatı, XVIII əsr rus uşaq ədəbiyatı, XIX əsrin birinci yarsı rus uşaq ədəbiyatı, XIX əsrin sonu-XX əsrin əvvəli rus uşaq ədəbiyatı kimi əsas tarixi mərhələlərdən keçərək günümüzə qədər yol gəlmişdir. Bu mərhələlərin hər birinin öz bədii-estetik spesifikası olsa da, ümumiyyətlə, uşaq ədəbiyyatı rus ədəbiyyatının bütün tarixi boyunca fasiləsiz inkişaf dinamikasını nümayiş etdirmişdir.

KAYNAKLAR

1.Əsgərli F. Dünya uşaq ədəbiyyatı: Dərs vəsaiti. - Bakı : ADPU, 2012. - 358 s.

2. Rus uşaq poeziyası: 60-80-ci illər // BSU, Elmi əsərlər. – Bakı: Mütərcim, – 2021. №1, – s.184-194.

3.Azərbaycan və rus uşaq ədəbiyyatının təşəkkülü, inkişaf mərhələri “Homeros” dərgisi.2019.Cild 2, s.1-10.

4.Azərbaycan və rus uşaq ədəbiyyatının təşəkkülü və inkişaf mərhələləri Bakı:BSU. 15-16 noyabr, 2018.

ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQ ELMİNİN NƏZƏRİ PROBLEMLƏRİ

Ulduz Fərhad Qəhrəmanova, filologiya üzrə fəlsəfə doktoru,

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, "Ədəbiyyat" kafedrasında baş müəllim;
ulduzkahraman1@gmail.com

Orcid İD: 0009-0003-4418-9319

Abstrakt:

Klassiklərimiz "Söz" dedikdə bədii ədəbiyyatı nəzərdə tutmuşlar. Ədəbiyyat söz sənətidir. Orta əsrlərdə ədəbiyyat elmləri "Ülumi-ədəbi" (15 bəzi alimlərə görə 17) elmin vəhdətindən ibarət idi. Humanitar elmlər sistemində filologiyanın, filoloji elmlər sistemində isə ədəbiyyatşünaslığın xüsusi yeri vardır. Ədəbiyyatı tədqiq edib öyrənən elmə ədəbiyyatşünaslıq deyilir. "Şünas" farsca "öyrənən" deməkdir. Ədəbiyyatşünas ədəbiyyatı öyrənən deməkdir. Ədəbiyyatın xüsusiyyət və qanunlarını təyin edən elm ədəbiyyat elmi yaxud ədəbiyyatşünaslıqdır. Ədəbiyyatşünaslıq bir elm kimi nəzəri biliklər sisteminə daxildir. Ədəbiyyatşünaslıq 3 əsas sahəyə ayrılır:

1. Ədəbiyyat tarixi: Ədəbiyyat tarixi bədii ədəbiyyatın ən qədim zamanından müasir dövrünə qədər keçdiyi tarixi inkişaf yolunu ümumiləşdirmə aparmaqla öyrənir. Ədəbiyyatın tarixi xalqın, cəmiyyətin tarixi ilə təmasda öyrənilir.

2. Ədəbi-tənqid: (kritika)-yunanca qiymət vermək, mühakimə etmək deməkdir. Ədəbi tənqidin vəzifəsi bədii əsəri, ədəbi prosesi elmi şəkildə izah, şərh etmək, yazıçıya kömək göstərmək, oxucu ilə yazıçı arasında körpü olmaqdır. Ədəbi tənqidi ədəbi prosessiz təsəvvür etmək mümkün deyil. Ədəbi tənqid daim ədəbi prosesi izləyir, onun uğur və nöqsanlarını araşdırır, bədii əsərlərə müasir həyatın tələbləri baxımından qiymət verir, ədəbi prosesi tənzimləyir, yazıçıya məsləhət, istiqamət verir, onun yaradıcılığındakı uğur və nöqsanları göstərir.

3. Ədəbiyyat nəzəriyyəsi: 2 yerə ayrılır: Ədəbiyyat nəzəriyyəsi ən qədim elm sahəsidir. Bu elmin klassik nümunəsi Aristotelin "Poetika" əsəri IV əsrdə Yunanıstanda meydana gəlmişdir və bu əsərdə Aristotel bir xalqın-yunan ədəbiyyatının ədəbi təcrübəsini ümumiləşdirmişdir.

Açar sözlər: ədəbiyyatşünaslıq, sahələr, ədəbi tənqid, ədəbiyyat tarixi, ədəbiyyat nəzəriyyəsi

THEORETİCAL PROBLEMS OF LİTERARY STUDİES

Ulduz Farhad Kahramanova, doctor of philosophy in philology,

Azerbaijan State Pedagogical University, head teacher at the "Literature" department;

Abstract:

Our classics meant fiction when they said "Word". Literature is the art of words. In the Middle Ages, literary sciences consisted of the unity of "Scientific-literary" (15 according to some scholars, 17) science. Philology has a special place in the system of humanities, and literary studies has a special place in the system of philological sciences. The science that studies and studies literature is called literary studies. "Shunas" means "learner" in Persian. Literary scholar means one who studies literature. The science that determines the characteristics and laws of literature is literary science or literary studies. Literary studies as a science is included in the system of theoretical knowledge. Literary studies is divided into 3 main areas:

1. Literary history: Literary history studies by summarizing the historical development path of fiction from the earliest times to the modern era. The history of literature is studied in contact with the history of people and society.

2. Literary-criticism: (kritika) - Greek means to evaluate, to judge. The task of literary criticism is to scientifically explain and interpret the literary work, the literary process, to help the writer, and to be a bridge between the reader and the writer. Literary criticism cannot be imagined without a literary process. Literary criticism constantly follows the literary process, examines its successes and shortcomings, evaluates artistic works in terms of the requirements of modern life, regulates the literary process, gives advice and direction to the writer, and shows the successes and shortcomings of his creativity.

3. Literary theory: divided into 2 parts: Literary theory is the oldest field of science. A classic example of this science is Aristotle's work "Poetics", which appeared in IV century Greece, and in this work, Aristotle summarized the literary experience of a people - Greek literature.

Keywords: literary studies, fields, literary criticism, literary history, literary theory

Klassiklərimiz “Söz” dedikdə bədii ədəbiyyatı nəzərdə tutmuşlar. Ədəbiyyat söz sənətidir. Orta əsrlərdə ədəbiyyat elmləri “Ülumi-ədəbi” (15 bəzi alimlərə görə 17) elmin vəhdətindən ibarət idi. Humanitar elmlər sistemində filologiyanın, filoloji elmlər sistemində isə ədəbiyyatşünaslığın xüsusi yeri vardır. Ədəbiyyatı tədqiq edib öyrənən elmə ədəbiyyatşünaslıq deyilir. “Şünas” farsca “öyrənən” deməkdir. Ədəbiyyatşünas ədəbiyyatı öyrənən deməkdir. Ədəbiyyatın xüsusiyyət və qanunlarını təyin edən elm ədəbiyyat elmi yaxud ədəbiyyatşünaslıqdır. Ədəbiyyatşünaslıq bir elm kimi nəzəri biliklər sisteminə daxildir. Ədəbiyyatşünaslıq 3 əsas sahəyə ayrılır:

1. Ədəbiyyat tarixi:

2. Ədəbi-tənqid: (kritika)-yunanca qiymət vermək, mühakimə etmək deməkdir.

3. Ədəbiyyat nəzəriyyəsi:

a) Poetika, yəni ədəbiyyatın qanun-qaydaları deməkdir. Poetika yunanca poietike sözündəndir və qədim elmdir. Avropa ədəbiyyatında poetika, şərq ədəbiyyatında isə buna qəvaidi-ədəbiyyə deyilir.

b) Ədəbi-nəzəriyyələr

II.Köməkçi sahə: Ədəbiyyatşünaslığın köməkçi sahələri olmasa, onun əsas sahələrini öyrənmək mümkün deyil. Yəni birinci olaraq ədəbiyyatşünaslığın köməkçi sahələri öyrənilir. Köməkçi sahəyə daxildir:

1. Mətnşünaslıq(Tekstoloji): İkinci adı tekstologiya adlanır. Latınca textum+yunanca loqos sözlərindən ibarətdir. Textum-mətn, sözlərin bağlanması, loqos isə söz deməkdir. Mətnşünaslıq bədii əsərin mətnini öyrənir, mətnin tədqiqi, mətni təhlil, nəşr etmək və tənqid məqsədi daşıyır. Mətnşünaslığın dəqiqləşməsi əsasında aparılan mətn elmi tənqidi mətn adlanır. Lixaçov söyləyirdi ki, ədəbiyyatşünaslıq elm kimi yaşamaq, qalmaq istəyirsə, o dəqiqliyə meyl etməlidir.

2. İstorioqrafiya:- ədəbi əsərlərin nəşri və tənqidlərinin məcmuna və ədəbiyyat tarixi elminin inkişafına aid olan tədqiqlərə deyilir. Tədqiqat haqqında tədqiqat deməkdir. İstorioqrafiyada ədəbiyyatşünaslığın predmeti ədəbiyyatşünaslığın özüdür. İstorioqrafiya ədəbiyyatşünaslığın tədqiq etdiyi əsərləri ümumiləşdirir. Bu elm bizdə hələ az inkişaf etmişdir.

3. Biblioqrafiya (Kitabiyyat): Yenidən dəqiqləşmə aparan köməkçi sahədir. Yunanca biblios (kitab)+grafo (yazıram), yəni “kitab yazıram” deməkdir. Ədəbi əsərlərin nəşri və ədəbi əsərlər haqqında mövcud olan tədqiqlərin təsviri ilə kitabiyyat (biblioqrafiya) məşğuldur. Biblioqrafiyada hər hansı bir sənətkarın metodu, yazıçının tədqiqatı haqqında məlumat verilir, mənbəyi göstərilir. Bundan başqa, qəzet və məcmuədə nəşr edilən əsərlər haqqında, tənqid və rəy verən şöbəyə də biblioqrafiya deyilir. Biblioqrafiyanın metod və prinsiplərindən bəhs edən elmə elmi-biblioqrafiya deyilir.

Ədəbiyyatşünaslığın əsas sahələri:

1. Ədəbiyyat tarixi: Bədii ədəbiyyatın tarixindən bəhs edən elmə deyilir. Bir elm kimi ilk dəfə fransız filosofu F.Bekon 1605-ci ildə öz traktatlarının birində ədəbiyyat tarixindən müstəqil elm kimi bəhs etmişdir. Bu elmin Avropa universitetlərində tədrisi isə XIX əsrdən başlayır. İlk ədəbiyyat tarixi kursu Yunan-Roma ədəbiyyatı tarixinə aiddir.

Ədəbiyyat tarixi nədir? Ədəbiyyat tarixi bədii ədəbiyyatın ən qədim zamanından müasir dövrünə qədər keçdiyi tarixi inkişaf yolunu ümumiləşdirmə aparmaqla öyrənir. Ədəbiyyatın tarixi xalqın, cəmiyyətin tarixi ilə təmasda öyrənilir. Ədəbiyyat tarixi problemləri tarixilik prinsipi ilə müəyənləşdirir:

1. Hər bir xalqın yaratdığı ilk bədii əsərdən tutmuş son əsəri
2. Ədəbi-bədii fikrin inkişaf və təkamül mərhələlərini
3. Ədəbi şəxsiyyətlərin bioqrafiyası və yaradıcılıq yolunu
4. Epos mədəniyyətini
5. Folklor irsini
6. Aşıq ədəbiyyatını

7. Ayrı-ayrı əsərlərin dəyərini və s.

Ədəbiyyat tarixinin yekunu müasir ədəbi prosesdir. Müasir ədəbi proses çox vaxt "ədəbi proses" adı ilə ədəbiyyatda tanınır. Yəni ədəbi proses dedikdə müasir dövrdən söhbət açılır və müasir ədəbi proses nəzərdə tutulur.

Ədəbi proses iki yerə bölünür.

1.Tarixi ədəbi proses: Tarixi bədii təsərrüfat öyrənilir, tarixi mövzulu əsərlər öyrənilir. Tarixi ədəbi proses ədəbiyyat tarixinin predmetidir.

2. Müasir (Çağdaş) ədəbi proses: Müasir dövrdə yaranan və yaranmaqda olan bədii təsərrüfat nəzərdə tutulur. Ədəbi tənqid müasir ədəbi prosesi öyrənir. Müasir (çağdaş) ədəbi proses ədəbi tənqidin predmetidir. Müasir ədəbi proses 2 mənada başa düşülür.

a) Dar mənada: ədəbiyyatın hazırki dövrü, yəni son 1 illik ədəbi təsərrüfatlar nəzərdə tutulur.

b) Geniş mənada: Ədəbi prosesin son 20-25 illik ədəbi təsərrüfatları nəzərdə tutulur.

Tarixi və çağdaş ədəbi proses qarşılıqlı əlaqədə olur.

Ədəbi proses ədəbi təsərrüfatı öz içinə alır. Ədəbi təsərrüfat dedikdə bədii yaradıcılıq əsərləri (lirik, epik, dramatik, ədəbiyyatşünaslıq, publisistika və s.) nəzərdə tutulur.

Ədəbiyyat tarixi ədəbi tənqidin, ədəbi tənqid də ədəbiyyat tarixinin köməkçisidir. Ədəbi tənqidi ədəbiyyat tarixsiz öyrənmək qeyri-mümkündür. Ədəbiyyat tarixi də ədəbi tənqid əsasında inkişaf edib. Ədəbi tənqid yaranan zaman ədəbiyyat tarixinə söykənib. Belə ki, ancaq yazıçı, sənətkar rəhmətə gedəndən sonra həmin yazıçı haqqında nə danışılırsa, nə yazılıbsa bu artıq ədəbiyyat tarixidir. Zəlimxan Yaqub, Bəxtiyar Vahabzadə və s. kimi sənətkarlar artıq haqq dünyasındadırlar. Deməli, onun haqqında, onun əsərləri haqqında nə yazılıbsa bu ədəbiyyat tarixi hesab olunur. (U.Q.)

Sənətdə tarixilik prinsipi o deməkdir ki, ədəbiyyatşünas tədqiqata cəlb etdiyi ədəbi-bədii materiala qiymət verərkən tarixi obyektivliyə dəqiq riayət etsin, tarixi həqiqətdən kənara çıxmasın.

Ədəbiyyat tarixi 2 zamanla yaşayır:

1.keçmiş zamanla

2.indiki zamanla

Ədəbiyyat tarixi də milli xarakter daşıyır. Ona görə ki ədəbiyyat tarixi hər hansı bir xalqın ədəbiyyatının tarixini folklordan, şifahi ədəbiyyatdan tutmuş ta müasir ədəbiyyata qədər xronoloji ardıcıllıqla araşdırır.

Ədəbiyyat tarixi ədəbiyyatın keçdiyi tarixi yolu tədqiq edir və öyrənir:

1.keçmiş ədəbiyyatı

2.vaxtilə yazıb-yaratmış sənətkarları

3. ədəbi prosesin tarixini

Məlumdur ki, hər xalqın özünün yazılı və şifahi ədəbiyyatı, yəni ədəbiyyat tarixi vardır. Ədəbiyyat tarixi milli-mənəvi sərvətdir, bədii-tarixi salnamədir. Belinski ədəbiyyat tarixini "xalq həyatının güzgüsü", "xalqın şüuru" hesab edirdi.

Azərbaycan ədəbiyyatnda əsası Mirzə Fətəli Axundov tərəfindən qoyulmuş ədəbiyyat tarixi böyük ədəbiyyatşünas Firudin bəy Köçərli tərəfindən kamil elmi-nəzəri prinsiplərə əsaslanaraq professional elm sahəsi səviyyəsinə qaldırılmışdır. Azərbaycan ədəbiyyatında Firudin bəy Köçərli ədəbiyyat tarixi yaratmağın elmi məktəbini, ənənəsini yaratmışdır. Firudin bəy Köçərli "Azərbaycan ədəbiyyatı" əsərini yazmaqla ədəbiyyatımızın ilk sistemli tarixini yaratmışdır.

1908-ci ildə Azərbaycan ədəbiyyatı tarixində 2 möhtəşəm ədəbiyyat tarixi yazıldı:

1. F. B. Köçərlinin iki hissədən ibarət "Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi materialları" (1908) adlı əsəri.

2.Gənc ədəbiyyatşünas Abdulla Surun (Tofiq) "Azərbaycan ədəbiyyatına bir nəzər" (1908) adlı əsəri. Bu əsərin 850 səhifəlik əlyazmasından yalnız müəyyən hissələr bizə gəlib çatmışdır.

Sonralar Həmid Araslı, Mir Cəlal, Mikayıl Rəfili, Cəfər Xəndan, Əhməd Cəfəroğlu, Feyzulla Qasımzadə, Məhəmməd Hüseyn Təhmasib, Mirzağa Quluzadə, Kamal Talıbzadə, Əli Mirəhmədov, Pənah Xəlilov və başqaları bu ənənəni dərinləşdirdilər.

Ədəbiyyat tarixçisinin vəzifələri bunlardır:

1.Ədəbi şəxsiyyətlərə və onların yaradıcılığına tarixən yanaşır.

2.Ədəbi metoda tarixən yanaşır.

3.Ədəbi növ və janrlara tarixən yanaşır.

4.Tarixi bədii faktları ümumiləşdirir.

5.Yaradıcılıq prosesinin inkişafını sistemli izləyir.

6.Ehtiyac duyanda sənətkarın sosial mühiti haqqında geniş fikir söyləyir.

7. Ədəbi mənzərənin inkişafını şərtləndirir və s.

II. Ədəbi tənqid: Ədəbi tənqidin vəzifəsi bədii əsəri, ədəbi prosesi elmi şəkildə izah, şərh etmək, yazıçıya kömək göstərmək, oxucu ilə yazıçı arasında körpü olmaqdır. Ədəbi tənqidi ədəbi prosessiz təsəvvür etmək mümkün deyil. Ədəbi tənqid daim ədəbi prosesi izləyir, onun uğur və nöqsanlarını araşdırır, bədii əsərlərə müasir həyatın tələbləri baxımından qiymət verir, ədəbi prosesi tənzimləyir, yazıçıya məsləhət, istiqamət verir, onun yaradıcılığındakı uğur və nöqsanları göstərir.

Ancaq sağ olan, hal-hazırda müasir həyatda yaşayan yazıçı, şair haqqında günü bu gün nə danışılıb, nə yazılırsa, nə veriliş gedirsə bu onun tənqididir. Deməli, ədəbi tənqiddir. Məsələn: Nəriman Həsənzadə, Razmiz Rövşən, Anar və b. hal-hazırda yaşayıb yaradır, onun haqqında yazılanlar, göstərilənlər ədəbi tənqiddir. Ancaq onlar tarixə qovuşandan sonra onlar haqqında olan həmin yazılar, televizorda yayımlanan verilişlər ədəbiyyat tarixinə çevrilir.

Ədəbiyyat tarixindən fərqli olaraq, ədəbi tənqid müasir həyatın problemləri ilə məşğul olur. Ədəbi tənqidə kritika da deyirlər. Kritika yunanca "qiymət vermək, mühakimə etmək" deməkdir. Dünya xalqlarının nə şifahi, nə yazılı ədəbiyyatı, nə də ədəbi tənqidi eyni vaxtda

yaranmamışdır. Xüsusən, Yunanıstanda, Çində, Hindistanda, qədim ərəblərdə, türkdilli xalqların çoxunda ədəbi-nəzəri fikir təsəkkül tapmışdır. XVI əsrin sonu-XVII əsrin əvvəllərində Avropada ədəbi tənqid inkişaf edir. Rusiyada XVIII əsrin sonlarından elmi-nəzəri, ədəbi-tənqidi məqalələr yazılır. Dünya tənqidçilərindən Belinskinin, Dobrulyubov, Çerneşevski və başqalarının adını çəkmək olar. Ədəbi tənqidlə bağlı Belinski demişdir ki, ədəbi tənqid hərəkətdə olan estetikadır.

Azərbaycan ədəbi tənqidinin ilk mənbələri aşağıdakılardır:

1. Folklor 2. Klassik ədəbiyyat

Qədim və orta əsrləri ədəbi tənqid tariximizin hazırlıq mərhələsi adlandırmaq olar. XI əsrdə Azərbaycanda Xətib Təbrizi, Yusif Xoylu, XIII əsrdə Nəsirəddin Tusi, Məhəmməd Övfi, XIV əsrdə Əssar Təbrizi, Şərafəddin Həsən Rami Təbrizi, Məhəmməd Rəfi bədii əsərlərə şərh yazmış, ədəbi-tənqidi yaradıcılıqla məşğul olmağın ənənəsini yaratmışlar. Əsl ədəbi tənqid isə XIX əsrdə formalaşmağa başlamışdır. XIX əsrdə fəaliyyətə başlayan ədəbi məclislər "Beytüs-səfa", "Gülüstan", "Divani-hikmət", "Məclisi-üns", "Məclisi-fəramuşan", "Fövcül-füsəha", "Əncümanü-şüəra" və s.

Azərbaycan ədəbiyyatında ədəbi tənqidin ilk yaradıcısı və banisi Mirzə Fətəli Axundovdur. Məlumdur ki, Mirzə Fətəli Axundova qədər Azərbaycanda sistemli, professional ədəbi tənqid olmamışdı. Böyük mütəfəkkir Mirzə Fətəli Axundovun ədəbi tənqidi görüşlərində realizm konsepsiyası ən aparıcı xətlərdən biridir. Mirzə Fətəli Axundovun ədəbi, fəlsəfi görüşləri onun "Föhristi-kitab", "Tənqid risaləsi", "Nəsr və nəzm haqqında", "Mirzə Ağanın pyesləri haqqında kritika", "İranın yüksək millət qəzetəsi haqqında kritika", "Mollayi-Ruminin "Məsnəvi"si haqqında kritika" və s. kimi ədəbi tənqidi məqalələrində, eləcə də "Kəmalüddövlə məktubları" fəlsəfi tarktatında öz əksini tapmışdır.

Sonralar isə Firudin Bəy Köçərli ədəbi tənqidlə ardıcıllıqla məşğul olmuşdur. Azərbaycanda XX əsrdə tənqidşünaslıq elminin banisi akademik Kamal Talıbzadə olmuşdur. Azərbaycan ədəbi tənqidinin inkişafında xüsusi xidmətləri olan tənqidçilərdən Məmməd Arifin, Məmməd Cəfərin, Əli Nazimin, Mehdi Hüseynin, Mirzə İbrahimovun, Mir Cəlalın, Əkbər Ağayevin, Qasım Qasımzadənin, Məsud Əlioğlunun, Yəhya Seyidovun, Bəkir Nəbiyevin, Pənah Xəlilovun, Yaşar Qarayevin, Şamil Salmanovun, Gülrux Əlibəyovanın, Akif Hüseynovun, Aydın Məmmədovun və başqalarının adlarını böyük minnətdarlıq duyğusu ilə xatırlamaq lazımdır. XXI əsrdə isə bu görkəmli tənqidçilərin yolunu davam və inkişaf etdirən və ədəbi prosesi izləyən Vilayət Quliyev, Vaqif Yusifli, Nizaməddin Şəmsizadə, Şirindil Alışanlı, Zaman Əsgərli, Alxan Bayramoğlu, Tehran Əlişanoğlu, Aydın Dadaşov, Cavanşir Yusifli, Vaqif Sultanlı kimi potensial imkana malik, nəzəri-elmi, intellektual səviyyə cəhətcə son dərəcə hazırlıqlı ədəbiyyatşünaslarımız olubdur.

Məqalə çap etdirmək, ədəbi prosesi sistemli izləmək hələ tənqidçi olmaq demək deyil. Tənqidçi ədəbi prosesin inkişafına düzgün istiqamət verməlidir. Tənqid yazıçı üçün də əhəmiyyətlidir. Belə ki, tənqidi məqalə yazıçının yaxşı cəhətlərini qiymətləndirməklə yanaşı, səhvlərini də göstərir. Bununla da yazıçının bir daha həmin səhvlərini təkrarlanmamasına istiqamət verir.

III. Ədəbiyyat nəzəriyyəsi: Ədəbiyyat nəzəriyyəsi ən qədim elm sahəsidir. Bu elmin klassik nümunəsi Aristotelin "Poetika" əsəri IV əsrdə Yunanıstanda meydana gəlmişdir və bu əsərdə

Aristotel bir xalqın-yunan ədəbiyyatının ədəbi təcrübəsini ümumiləşdirmişdir. Ədəbiyyat nəzəriyyəsinə Şərqdə "Qəvaidi-ədəbiyyat" yəni ədəbiyyatın qayda-qanunları deyirdilər. Bu qayda-qanunların ilk ünsürlərini hələ antik dövrün klassik yunan filosoflarının əsərlərində-Heraklitin, Demokritin, Sokratın, Platonun nəzəri görüşlərində görmək mümkündür. Məsələn: Aristotel öz məşhur "Poetika" əsəri ilə ədəbiyyat haqqında ilk nəzəri-sistem yaratmışdır. Fransız yazıçısı Bualonun "Poeziya sənəti" əsərində isə klassizmin nəzəri əsaslarının estetik prinsipləri sistemləşdirilmiş, qaydaya salınmışdır.

Ədəbiyyat nəzəriyyəsinin əsasları sistemli bir elm kimi XVIII əsrdən öyrənilməyə başlanmışdır. Azərbaycan ədəbiyyatşünaslırından Cəfər Xəndanın, Mikayıl Rəfilinin, Mir Cəlal və Pənah Xəlilovun, Şəmistan Mikayılovun, Abbas Hacıyevin, Məmməd Əliyevin, Nizaməddin Şəmsizadənin, Rafiq Əliyevin, Xalid Əlimirzəyevin, Akif Əliyevin dərslikləri və dərs vəsaitləri elm aləminə məlumdur.

Bu da məlumdur ki, Sovet dönəmində yazılan ədəbiyyat nəzəriyyəsi dərsliklərində elmi təhlil zamanı marksist leninçi ideologiyasına üstünlük verilmişdir.

Ədəbiyyat nəzəriyyəsi filoloji universal bir elmdir, çünki öz prinsip və fərziyyələrini həm milli ədəbiyyat üzərində, həm də dünya klassik irsi üzərində formalaşdırır.

Ədəbiyyat nəzəriyyəsi bəşəri elmdir, o bir xalq üçün yox, bütün dünya xalqları üçün yazılır. Təkcə mənsub olduğun xalqın ədəbiyyatını mükəmməl surətdə bilməklə "Ədəbiyyat nəzəriyyəsi" kitabını yazmaq olmaz. Ədəbiyyat nəzəriyyəsi kitabını yazmaq üçün aşağıdakıları bilmək tələb olunur:

1. Şərq poetikasını
2. Qərb ədəbi cərəyanlarını
3. Avropa və rus ədəbiyyatlarını
4. Türk-İslam bədii fikrini

Ədəbiyyat nəzəriyyəsinin əsas məqsəd və vəzifəsi ədəbi termin və nəzəriyyələri tarixi aspektdə araşdırmaqdır. Belə ki, ədəbiyyat nəzəriyyəsi ədəbi termin və anlayışların ilkin mənalarını açaraq şərh edir. Bu terminlər keçmiş zamanlarda el içində yaşayıb yaratmış söz ustaları tərəfindən işlənib yaddaşlarda möhkəmlənmişdir. Bayatı, qoşma, nağıl, oxşama, gəraylı, təcnis, əfsanə, rəvayət və s. kimi terminlər, yaxud "Dədə Qorqud" dastanlarında dastan mənasında "boy", təhkiyə mənasında "söyləmə" kimi işlənən şifahi xalq ədəbiyyatına məxsus terminlər buna misal ola bilər.

Ancaq bütün dünyada ədəbiyyat sahəsi üzrə Yunan-Roma mənşəli terminlərə üstünlük verilir. Çünki ilk ədəbiyyat tarixi kursu Yunan-Roma ədəbiyyatı tarixindən başlayır. Realizm, romantizm, roman, hekayə, novella, poema, simvolizm, ballada, dram, komediya dramaturgiya, tragediya, klassizim və s. kimi terminlər mənşə etibarı ilə məhz Yunan-Roma ədəbiyyatına məxsusdur.

Azərbaycanda ədəbiyyat nəzəriyyəsinin bir elm kimi ilk inkişaf mərhələləri aşağıdakı kimidir:

1)1928-ci ildə 4 müəllifdən: H.Zeynallı, A.Şaiq, A.Musaxanlı, C.Əfəndizadə tərəfindən yazılmış "Ədəbiyyatdan iş kitabı" çap olunub. Bu əsəri ilk ədəbiyyat nəzəriyəsi hesab etmək olar.

2)1930-cu ildə prof.A.B.Baqrinin "Ədəbiyyatşünaslıq üçün vəsait" kitabı işıq üzü görmüşdür.

3) 1958-ci ildə yaranmış ilk ədəbiyyat nəzəriyyələrindən biri Mikayıl Rəfilinin və Cəfər Xəndanın müəllifliyi ilə işıq üzü gördü.

4)1972-ci ildə Mir Cəlal və Pənah Xəlilovun "Ədəbiyyatşünaslığın əsasları" dərsliyi çap olundu.

ƏDƏBİYYAT:

1.Xalid Əlimirzəyev, (2008) "Ədəbiyyatşünaslığın elmi-nəzəri əsasları", Bakı

2. Mir Cəlal, Pənah Xəlilov,(2005) "Ədəbiyyatşünaslığın əsasları", Bakı, Çaşıoğlu

3. Məmməd Əliyev, (2000) "Ədəbiyyat nəzəriyyəsinin əsasları", Bakı

9. Məhəmmədəli Mustafayev, (2021) Ədəbiyyat nəzəriyyəsi, Bakı

4.Nizaməddin Şəmsizadə, (2012) "Ədəbiyyat nəzəriyyəsi", Bakı

5. Rafiq Yusifoğlu, (2001) "Ədəbiyyatşünaslığın əsasları", Bakı

GREEN SYNTHESIS OF MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES USING OLEA EUROPAEA LEAF EXTRACT AND EVALUATION OF THEIR ANTIBACTERIAL AND ANTIBIOFILM ACTIVITY AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA

Aqsa Khan[1]
Dr. Abdul Rehman (Supervisor)
Dr. Rehan (Co-Supervisor)
Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.
Corresponding Email: aqsaktk222@gmail.com

ABSTRACT

Biofilm-forming multidrug-resistant (MDR) bacteria have become a major global health concern because of their increased resistance to antibiotics and host immune defenses. Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, and Escherichia coli are among the most common biofilm-producing pathogens responsible for persistent healthcare-associated infections. Green synthesis of magnesium oxide nanoparticles (MgO NPs) using Olea europaea leaf extract offers an eco-friendly and sustainable approach for developing novel antimicrobial agents. Olive leaves contain bioactive phytochemicals that act as natural reducing and stabilizing agents during nanoparticle synthesis. This study aims to synthesize and characterize MgO NPs using Olea europaea leaf extract and evaluate their antibacterial and antibiofilm activities against MDR P. aeruginosa, S. aureus, and E. coli. The nanoparticles will be characterized by UV–Visible spectroscopy, FTIR, XRD, SEM, and EDX. Antibacterial activity will be evaluated by the broth microdilution method (MIC), while antibiofilm activity will be assessed using the crystal violet microtiter plate assay. Statistical analysis will be performed using one-way ANOVA ($p < 0.05$). The synthesized MgO NPs are expected to show high purity, nanoscale size, significant antibacterial activity, and effective inhibition of biofilm formation, demonstrating their potential as eco-friendly antimicrobial agents for biomedical applications.

Keywords: Green synthesis, Magnesium oxide nanoparticles, Olea europaea, Biofilm, Multidrug-resistant bacteria, Antibacterial activity, Nanotechnology.

ISOLATION, CHARACTERIZATION AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF INDIGENOUS MICROBIAL CONSORTIA INVOLVED IN THE BIODEGRADATION OF *PLA BIOPLASTICS* AND *PET MICROPLASTICS*

Laiba Nadeem, Dr. Malik Nawaz Shuja, Dr. Abdul Rehman
Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.

Corresponding Email: laiba.nadeem.oct.2002@gmail.come

ABSTRACT

Plastic pollution has become a serious environmental problem due to the continuous accumulation of conventional plastics and microplastics in the environment. Although polylactic acid (PLA) is considered a biodegradable alternative, its degradation under natural conditions remains slow. Therefore, this study was conducted to isolate, characterize, and identify indigenous bacterial consortia capable of degrading PLA bioplastics and polyethylene terephthalate (PET) microplastics. Plastic-contaminated soil samples were collected from District Karak, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan, and used for the isolation of native plastic-degrading bacteria through enrichment culture in Minimal Salt Medium (MSM) containing PLA and PET as the sole carbon sources.The enriched bacterial consortia were isolated and screened for their biodegradation potential using gravimetric analysis, surface morphology, and chemical characterization techniques. Weight loss analysis indicated the biodegradation of both PLA and PET substrates after bacterial incubation. Surface changes observed by scanning electron microscopy (SEM) and optical microscopy confirmed microbial colonization and degradation of the plastic surfaces. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) revealed changes in the functional groups of the polymers, indicating structural modifications during biodegradation. The dominant bacterial isolates were identified through 16S rRNA gene sequencing, which showed the presence of efficient plastic-degrading bacterial taxa, including *Pseudomonas* and *Bacillus*. Statistical analysis demonstrated significant differences ($p < 0.05$) in the biodegradation efficiency of the isolated bacterial consortia.The study concluded that indigenous microbial consortia possess promising potential for the biodegradation of PLA bioplastics and PET microplastics. These findings provide a sustainable and eco-friendly approach for plastic waste management and support the development of biological strategies to reduce plastic pollution.

Keywords: Indigenous microbial consortia, PLA bioplastics, PET microplastics, Biodegradation, 16S rRNA sequencing, Plastic pollution, Bioremediation.

BIOTRANSFORMATION OF TEXTILE DYE RESIDUES IN CONTAMINATED SOILS USING INDIGENOUS *CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES* (VETIVER GRASS)-RHIZOSPHERE BACTERIA

Nimra Rashid[1], Dr. Malik Nawaz Shuja[1], Dr. Abdul Rehman[1]
[1]Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.
Corresponding Email: nimraktk5@gmail.com

ABSTRACT

Background: Textile industries release large quantities of synthetic dyes into the environment, resulting in severe soil contamination and ecological imbalance. These dyes possess complex aromatic structures that are resistant to natural degradation and adversely affect soil microbial diversity, enzyme activity, and agricultural productivity. Biological remediation using rhizosphere-associated bacteria offers a sustainable and environmentally friendly alternative to conventional physicochemical treatment methods.

Objectives: This study aims to isolate and characterize indigenous dye-degrading bacteria from the rhizosphere of *Chrysopogon zizanioides* (Vetiver grass) and to evaluate their efficiency in the biotransformation of textile dye residues in contaminated soils. The study also investigates the combined effect of Vetiver grass and rhizosphere bacteria on improving soil remediation.

***Methods*:** Rhizosphere soil samples will be collected from textile dye-contaminated sites in District Kohat. Bacterial isolates will be obtained using serial dilution and cultured on Minimal Salt Medium (MSM). Dye degradation efficiency will be assessed through qualitative and quantitative decolorization assays using UV–Visible spectrophotometry. Biodegradation will be confirmed by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), while efficient isolates will be identified through biochemical characterization and 16S rRNA gene sequencing. Soil microcosm and greenhouse pot experiments with Vetiver grass will be conducted to evaluate dye removal, microbial population dynamics, total organic carbon, soil pH, and plant growth under controlled conditions.

Results: The indigenous rhizosphere bacterial isolates are expected to exhibit efficient biodegradation of Methylene Blue under optimized soil conditions. Molecular identification through 16S rRNA gene sequencing is expected to identify efficient dye-degrading bacterial genera such as Pseudomonas, Bacillus, Enterobacter, and Acinetobacter, which are commonly associated with rhizosphere-mediated biodegradation. The selected isolates are anticipated to achieve approximately 75–95% decolorization of Methylene Blue within the experimental period. HPLC analysis is expected to confirm the transformation of Methylene Blue into less toxic intermediate metabolites, indicating true biodegradation rather than adsorption. The combined application of Vetiver grass (Chrysopogon zizanioides) and indigenous rhizosphere bacteria is expected to significantly improve dye removal, increase soil microbial population, restore soil quality, and enhance Vetiver growth compared with untreated contaminated soil.

Conclusion: The integration of indigenous Vetiver rhizosphere bacteria with phytoremediation is expected to provide an efficient, eco-friendly, and cost-effective strategy for the remediation of textile dye-contaminated soils. The findings may contribute to the development of sustainable plant–microbe-based technologies for environmental restoration and soil health improvement.

Keywords: Textile dyes, Biotransformation, Rhizosphere bacteria, *Chrysopogon zizanioides*, Vetiver grass, Bioremediation, Contaminated soil, 16S rRNA, HPLC, Soil remediation.

GENOME ANNOTATION AND IN-SILICO CHARACTERIZATION OF BIOCONTROL-RELATED GENES IN AN INDIGENOUS *BACILLUS* STRAIN

Waqas Ashraf[1], Rehan Naeem[2], Muhammad Anees[1*]

[1]Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Pakistan

[2]Department of Biotechnology and Genetic Engineering (BTGE), Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, Pakistan

***Corresponding E-mail: dr.anees@kust.edu.pk**

ABSTRACT

Globally, soil-borne fungal diseases cause significant agricultural losses, that necessitate the alternative sustainable and environmentally friendly control measures including biocontrol. *Bacillus* sp. TD24, is an indigenous strain that was previously isolated from agricultural soils in DI Khan and demonstrated significant antifungal activity against phytopathogenic fungi (Malik *et al*., 2022). It is always important to go into the details of genetic mechanisms that might be involved in the activity observed, and for this purpose, whole genome of the strain was previously sequenced using Illumina single-end whole-genome sequencing (2.95 million reads; 36–251 bp). The present study was based on investigation of putative genes that may be involved in the biological control of plant pathogenic fungi using *in silico* analysis.

Various bioinformatic tools were used for a reliable and quality-based analysis. Raw reads were quality-filtered using Trimmomatic and assembled de novo with SPAdes. The assembly quality was assessed with QUAST and CheckM. Functional genome annotation was achieved using Prokka, InterProScan and eggNOG-mapper. Biosynthetic gene clusters (BGCs) were predicted by antiSMASH and the Transformer-based neural network platform BGC-Prophet. Comparative genomic analysis used MultiGeneBlast, with the BiG-FAM database. DeepSeMs was used for the AI-guided structural prediction of secondary metabolites produced from unknown BGCs. The carbohydrate-active enzymes (CAZymes) were determined by the triple-algorithm pipeline of dbCAN3. Taxonomic placement was achieved using Average Nucleotide Identity (ANI) analysis (FastANI) and a maximum-likelihood phylogenomic reconstruction with IQ-TREE.

A 6.25 Mbp assembly over 96 contigs (N50 = 378,017 bp; biggest contig = 1,028,257 bp) with 99.41% completeness and 0.16% contamination was obtained from high-quality sequencing data (2,949,212 reads; Q30+; 34% GC). Prokka annotated 6,184 CDS, 104 tRNAs, 14 rRNAs, and 1 tmRNA. Over 85% of predicted proteins were given functional domains by InterProScan, which also identified hydrolases, ABC transporters, NRPS adenylation/condensation domains, and sporulation determinants that are considered important for biocontrol. Total of 47 genes relating to the defense and secondary metabolite categories were identified using eggNOG COG analysis. The NRPS, PKS, RiPPs, terpenes, and siderophores were among the nine biosynthetic classes in which antiSMASH had predicted 18 BGCs. Terpenes (65%) and alkaloids (23%) dominated the 434 predicted biosynthetic areas found by BGC-Prophet. Three novel BGCs with no discernible homology to any known *Bacillus* genome were found by MultiGeneBlast and BiG-FAM analyses: a terpene cluster (NODE-1) that was predicted to encode a polyene-

pyrrolidine-dione enzyme inhibitor, a sactipeptide cluster (NODE-30) that resembled stechlisin C3 and had an antimicrobial peptide function, and a bacteriocin cluster (NODE-38), which resembled tyrocidine and had broad-spectrum antibacterial activity. 97 high-confidence CAZymes were found by dbCAN3, which directly supported the possibility of fungal cell wall breakdown. The closest genomic relatedness to *Bacillus* cereus (98.41%) and *Bacillus* thuringiensis (96.22%) was validated by ANI analysis, and phylogenomic reconstruction identified TD24 as a separate lineage within the *B. cereus* complex.

This study confirmed *Bacillus* sp. TD24 as a genomically robust, locally tailored putative biocontrol agent by providing the first complete genomic blueprint of the organism. Along with a large CAZyme repertoire, the identification of three possible novel BGCs with anticipated antibacterial effects offers a solid molecular basis for focused experimental validation and development as a sustainable biopesticide for regional agricultural deployment.

Keywords: *Bacillus* sp. TD24; genome annotation; biosynthetic gene clusters; biocontrol; antiSMASH; CAZymes; novel BGCs; in-silico characterization; indigenous strain; sustainable agriculture

INVESTIGATING STRUCTURAL, ELECTRONIC, ELASTIC, AND OPTICAL PROPERTIES OF $NAXO_3$ (X = GE, SN) PEROVSKITES USING DFT

By
NASIR ZIA
PH320242004
SUPERVISOR:
DR. MUHAMMAD YAQOOB KHATTAK
Department Of Physics
Kohat University of Science and Technology, Kohat-26000
Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan

ABSTRACT

A comprehensive first-principles density functional theory (DFT) study has been conducted to investigate the structural, electronic, elastic, and optical properties of the cubic perovskite compounds $NaGeO_3$ and $NaSnO_3$. All calculations were performed using the plane-wave pseudopotential method implemented in the CASTEP code, employing the generalized gradient approximation (GGA) for the exchange-correlation functional. The crystal structures were fully optimized to obtain equilibrium lattice parameters, atomic positions, and formation energies, confirming the structural stability of both compounds in the cubic phase.

The electronic band structures and densities of states (DOS) were calculated to understand the bonding characteristics and conductive behavior. The analysis reveals that both $NaGeO_3$ and $NaSnO_3$ exhibit semiconducting behavior with indirect band gaps. The substitution of Ge with Sn leads to a notable change in the band gap value, attributed to the different hybridization strengths between the cation (Ge/Sn) and oxygen states.

Furthermore, the elastic constants were calculated to assess the mechanical stability and stiffness of these perovskites, from which bulk modulus, shear modulus, and Poisson's ratio were derived, indicating their ductile or brittle nature. The optical properties, including the complex dielectric function, refractive index, reflectivity, and absorption coefficient, were also evaluated and analyzed in relation to the underlying electronic structure. This theoretical investigation provides a detailed understanding of the physical properties of $NaXO_3$ (X = Ge, Sn) perovskites and suggests their potential utility in optoelectronic and photovoltaic device applications.

ECO-FRIENDLY SYNTHESIS OF CARALLUMA TUBERCULATA BASED MAGNESIUM OXIDE NANOPARTICLES AND THEIR SYNERGISTIC ACTIVITY AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA

Abubakkar saddique[1], Dr. Malik Nawaz Shuja[1], Dr. Abdul Rehman[1]

[1]Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat,26000 Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.

Corresponding Email: abubakkar121sarkar@gmail.com

Abstract

Background

With multidrug-resistant (MDR) bacteria lowering the efficacy of standard medications and boosting morbidity, death, and healthcare costs globally, antimicrobial resistance (AMR) has become one of the largest global public health challenges. Due to their low toxicity, biocompatibility, thermal stability, and potential to form reactive oxygen species that injure bacterial cells, magnesium oxide nanoparticles (MgO-NPs) have shown encouraging broad-spectrum antibacterial activity. Green synthesis, which makes use of extracts from medicinal plants, is an environmentally responsible and sustainable alternative to conventional chemical methods. The bioactive phytochemical-rich medicinal plant Caralluma tuberculata has great potential for the environmentally friendly synthesis of MgO-NPs. However, its application in nanoparticle synthesis and evaluation of its synergistic antibacterial activity against MDR bacteria remain largely unexplored.

Objectives

This study aims to synthesize magnesium oxide nanoparticles (MgO-NPs) using *Caralluma tuberculata* extract through an eco-friendly green synthesis approach and to characterize their physicochemical properties. Furthermore, the study aims to evaluate the antibacterial activity of the synthesized MgO-NPs and investigate their synergistic effects with selected antibiotics against multidrug-resistant (MDR) bacteria.

Methodology

The precursor nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate nitrate. The optical, structural, morphological, and elemental characteristics of the produced nanoparticles will be assessed using UV–visible spectroscopy, Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy, X-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscopy combined with energy-dispersive X-ray analysis (SEM–EDX). The antibacterial efficacy of the biosynthesised MgO-NPs will be tested against chosen multidrug-resistant bacterial strains utilising disc diffusion, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal concentration (MBC) assays. The fractional inhibitory concentration (FIC) index will be computed using the chequerboard microdilution method to evaluate synergistic interactions between MgO-NPs and certain antibiotics. Every experiment will be carried out in trip.and the data will be analyzed using one-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test, with statistical significance considered at $p < 0.05$.

Results

It is anticipated that the green production method will yield stable, crystalline magnesium oxide nanoparticles (MgO-NPs) with desired physicochemical properties. The antibacterial activity. It is anticipated that these results will show the potential of MgO-NPs mediated by Caralluma tuberculata as an environmentally benign and successful tactic against antimicrobial resistance.

Significance

This study is environmentally sustainable. The results could aid in the creation of potent antimicrobial medicines based on nanoparticles that boost the effectiveness of antibiotics against bacteria resistant to several drugs and aid in the fight against antimicrobial resistance.

Conclusion

This is a sustainable source that is a sustainable, biological, biological source. It is expected that the biosynthesised MgO-NPs will have improved antibacterial action and work in concert with traditional antibiotics to combat germs that are resistant to several drugs. The results offer a viable approach to dealing with the escalating problem of antimicrobial resistance and may aid in the creation of ecologically friendly antimicrobial treatments based on nanoparticles.

Keywords:

Caralluma tuberculata, Magnesium oxide nanoparticles (MgO-NPs), Green synthesis, Multidrug-resistant (MDR) bacteria, Antibacterial activity, Antibiotic synergy, Nanotechnology, Fractional inhibitory concentration (FIC).

EVALUATION OF INDIGENOUS BACTERIAL COMMUNITIES FOR THE BIODEGRADATION OF SYNTHETIC DYES IN DISTRICT KOHAT

Haseeb Khan1* , Abdul Rehman1 , and Mubbashir Hussain1 1Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology (KUST), Kohat, 26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Corresponding email: haseebshinvari11@gmail.com

ABSTRACT

Background: Textile industries discharge large amounts of synthetic dyes, especially azo dyes, which are chemically stable, toxic and have proven to be resistant to traditional methods of treatment, thereby posing serious environmental and public health risks. Dye contamination due to effluents from industries in District Kohat is a little explored area and the information regarding its biodegradation potential by indigenous microbial communities is scarce.

Objectives: The objective of this study is to isolate and characterize indigenous bacterial isolates from the dye contaminated sites of District Kohat and to assess and enhance their synthetic dye biodegradation efficiency in controlled physicochemical conditions.

Methods: Soil and water samples were taken from textile effluent sites and industrial wastewater channels. The bacteria that degrade the dyes were isolated using Minimal Salt Medium (MSM) containing Congo Red and Methyl Orange. Biochemical tests and 16S rRNA gene sequencing by BLAST analysis were used for the identification of the isolates. The one factor at a time (OFAT) and Response Surface Methodology (RSM) experiments were designed to optimize the degradation conditions of pH (5-9), temperature (25-40C) and dye concentration (50-500 mg/L). UV-Vis, FTIR, HPLC, GC-MS were used to perform metabolite profiling, and COD and BOD5 were used to assess the detoxification efficacy in simulated textile wastewater.

Results: The bacterial isolates of indigenous origin obtained, identified as Pseudomonas spp. and Bacillus spp. by 16S rRNA sequencing, successfully decoloured Congo Red (80-95%) and Methyl Orange (80-95%) in 48-72 hours. Optimum degradation was expected to occur at pH of 7.0, temperature of 35°C, and dye concentration of 100 mg/L. FTIR and GC-MS analysis confirmed the degradation of the azo bonds and the generation of non-toxic aromatic metabolites. When applied to simulated wastewater, COD was reduced by 75-85% and BOD5 was reduced by 70-80%, which showed its detoxification effect. Conclusions: Indigenous bacterial communities from District Kohat are likely to exhibit significant biodegrading ability towards synthetic dyes at optimum conditions making them a cost-effective, locally adaptable and environmentally friendly approach towards management of textile wastewater in the region.

Keywords: Synthetic dyes, Azo dyes, Biodegradation, Indigenous bacteria, Bioremediation, Congo Red, Methyl Orange, 16S rRNA, RSM optimization, Textile wastewater

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE UTILIZATION ON STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AND LEARNING INDEPENDENCE

Binta Rizqina Aulia[1]
Kurnia Andini[2]
Mutiara Salsabila[3]
Irma Safitri[4]
Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
binta.rizqina.aulia25095@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) has transformed the educational landscape by providing innovative tools that support learning activities, enhance access to information, and facilitate personalized educational experiences. AI-powered applications, such as intelligent tutoring systems, automated feedback platforms, and generative AI tools, have become increasingly popular among students. While these technologies offer significant opportunities to improve academic outcomes, concerns remain regarding their influence on students' learning independence and critical thinking abilities. Therefore, examining the impact of AI utilization on students' academic performance and learning independence has become an important area of educational research.

This study aims to analyze the effect of Artificial Intelligence utilization on students' academic performance and learning independence in higher education. The research employs a quantitative approach using a survey method involving university students who actively use AI-based learning tools. Data were collected through structured questionnaires measuring the intensity of AI utilization, academic performance indicators, and learning independence dimensions, including self-regulation, initiative, responsibility, and problem-solving abilities. The collected data were analyzed using descriptive statistics and inferential analysis to determine the relationship between the variables.

The findings indicate that AI utilization has a positive and significant impact on students' academic performance by improving learning efficiency, information accessibility, and task completion quality. Furthermore, AI-supported learning environments encourage students to develop independent learning habits through self-directed exploration and personalized learning experiences. However, excessive reliance on AI tools may reduce critical engagement and independent problem-solving if not accompanied by appropriate learning strategies. The study highlights the importance of balancing technological assistance with active cognitive participation to maximize educational benefits.

In conclusion, Artificial Intelligence serves as a valuable educational resource that can enhance both academic performance and learning independence when used responsibly. Educational institutions are encouraged to integrate AI literacy into learning frameworks to promote effective, ethical, and autonomous learning practices among students.

Keywords: Artificial Intelligence, Academic Performance, Learning Independence, Higher Education, Educational Technology, Self-Directed Learning.

A PRODUCTIVE ZAKAT-BASED SUSTAINABLE FINANCING MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF MSMES OWNED BY MUSTAHIK

Dwi Alfiatur ROKHMAH

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

E-mail: dwi.alfiatur.rokhmah@mhs.uingusdur.ac.id | ORCID: 0009-0002-5462-2991

Abstract

This study examines a sustainable financing model based on productive zakat to support the development of micro, small, and medium enterprises (MSMEs) among mustahik communities. Despite the significant role of MSMEs in promoting economic growth and reducing poverty, many mustahik entrepreneurs continue to face limited access to capital, business assistance, and financial sustainability. Productive zakat offers an alternative financing mechanism that aligns with Islamic economic principles while fostering long-term economic empowerment. The objective of this research is to analyze how a sustainable financing framework can enhance the performance and independence of mustahik-owned MSMEs.

This study employs a qualitative descriptive approach through literature review, institutional reports, and analysis of productive zakat empowerment programs implemented by zakat management organizations. The findings indicate that sustainable financing based on productive zakat should integrate three key components: business capital provision, continuous mentoring, and market access development. Such an integrated model enables mustahik entrepreneurs not only to increase their income but also to improve business resilience and competitiveness. Furthermore, the model contributes to the transformation of beneficiaries from aid recipients into economically independent individuals with the potential to become zakat contributors in the future. The study concludes that productive zakat can function as a sustainable financing instrument for MSME development when supported by effective governance, capacity-building programs, and strategic partnerships. Therefore, strengthening productive zakat ecosystems is essential for achieving inclusive economic growth and sustainable development within the framework of Islamic economics.

Keywords: productive zakat, sustainable financing, MSMEs, mustahik empowerment, Islamic economic developmenth.

THE ROLE OF SHARİA ECONOMİC SOCİOLOGY IN DEVELOPİNG JUST ECONOMİC BEHAVİOR IN SOCİETY

ALFA AINUN NISA

[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

[1]ORCID ID:

https://orcid.org/0009-0001-1546-3572

alfa.ainun.nisa25153@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Sharia economic sociology is a discipline that examines the relationship between economic activity, social values, and Islamic teachings in social life. This study begins with the understanding that human economic behavior is influenced not only by profit and material needs, but also by social norms, culture, and religious values that develop within the community. The purpose of this paper is to explain the role of Islamic economic sociology in shaping economic behavior in a society that is just and oriented towards the common good. The method used in this research is a literature review, reviewing various scientific sources in the form of journals, books, and articles relevant to the theme of Islamic economic sociology. The analysis was conducted descriptively to understand the relationship between Sharia principles and the socio-economic dynamics of society. The results of the study indicate that Islamic economic values such as justice, honesty, transparency, and social responsibility play a crucial role in creating more ethical and sustainable economic activities. Furthermore, the application of sharia principles in economic activities can strengthen social trust, reduce exploitative practices, and encourage a more equitable distribution of wealth through the instruments of zakat, infaq, sedekah, and waqf. Thus, Islamic economic sociology can be a relevant approach to addressing various modern socio-economic issues. The integration of Islamic values and social life is expected to build an economic system that is not only productive but also just and provides benefits to all levels of society.

Keywords: Islamic economic sociology, economic behavior, social justice, Islamic economics, social welfare.

THE ROLE OF SOCIAL CAPITAL IN STRENGTHENING COMMUNITY-BASED ISLAMIC ECONOMIC PRACTICES: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE

ALFA AINUN NISA

[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

[1]ORCID ID:

alfa.ainun.nisa@uingusdur.ac.id

Abstract

The development of Islamic economics is often examined through legal, financial, and institutional frameworks, while the sociological dimensions that influence its implementation receive less attention. This study addresses the core problem of how social relationships, trust, and community norms affect the effectiveness and sustainability of community-based Islamic economic practices. Understanding these social factors is essential because Islamic economic principles are deeply embedded in collective values, cooperation, and social responsibility. The objective of this research is to analyze the role of social capital in supporting the implementation of Islamic economic activities, including Islamic microfinance, zakat distribution, and community-based entrepreneurship. This study employs a qualitative research method using a sociological approach. Data were collected through semi-structured interviews, participant observation, and document analysis involving community leaders, Islamic financial practitioners, and local beneficiaries in selected communities. The collected data were analyzed using thematic analysis to identify recurring patterns and social dynamics. The findings indicate that social capital plays a significant role in enhancing participation, trust, and compliance with Islamic economic principles. Strong social networks facilitate information sharing, mutual assistance, and collective decision-making, which contribute to the success of Islamic economic programs. Furthermore, religious values and community norms strengthen social cohesion and encourage ethical economic behavior. However, challenges such as unequal access to social networks and varying levels of community engagement may limit the effectiveness of these initiatives. The study concludes that integrating sociological insights into Islamic economic development strategies can improve program sustainability and promote inclusive economic growth. These findings contribute to the broader understanding of the relationship between social structures and Islamic economic practices in contemporary society.

Keywords:

Social Capital; Islamic Economics; Community Development; Economic Sociology; Social Cohesion.

ASSESSİNG THE EFFECTİVENESS OF DİGİTAL SOCİAL ASSİSTANCE PROGRAMS İN ALLEVİATİNG POVERTY AND REDUCİNG INCOME INEQUALİTY

Arfania Zuhru Fila

Universitas Islam Negri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

arfania.zuhru.fila@mhs.uingusdur.ac.id

ORCID: https://orcid.org/0009-0001-1549-5398

Abstract

The rapid advancement of digital technology has encouraged governments to transform social assistance distribution systems into more efficient, transparent, and accountable digital-based mechanisms. This study aims to analyze the effectiveness of digital social assistance programs in reducing poverty and income inequality in Indonesia. The implementation of digital social assistance, such as the Family Hope Program (PKH), Non-Cash Food Assistance (BPNT), and other electronically distributed aid programs, is expected to improve targeting accuracy, minimize administrative leakages, and enhance beneficiaries' access to government support. This research employs a qualitative approach through a literature review of various academic journals, government reports, policy documents, and statistical publications related to poverty alleviation and social protection programs in Indonesia. The collected data were analyzed descriptively to identify the impacts, opportunities, and challenges associated with the digitalization of social assistance programs. The findings indicate that digital social assistance programs have contributed positively to poverty reduction and income redistribution by improving the efficiency and transparency of aid distribution. Digital systems enable more accurate beneficiary identification, reduce the risk of fraud and duplication, and facilitate faster delivery of assistance. Furthermore, the integration of digital platforms with national population databases has strengthened social protection governance and enhanced policy effectiveness. However, several challenges remain, including limited digital literacy among beneficiaries, unequal internet access, data inaccuracies, and technological infrastructure gaps, particularly in rural and remote areas. In conclusion, digital social assistance programs have demonstrated considerable potential in supporting poverty reduction and mitigating income inequality in Indonesia. Nevertheless, continuous improvements in data management, digital infrastructure, beneficiary education, and inter-agency coordination are necessary to maximize program effectiveness and ensure inclusive and sustainable economic development.

Keywords: digital social assistance, poverty reduction, income inequality, social protection, digitalization, Indonesia.

THE IMPACT OF NICKEL DOWNSTREAMING POLICY ON INDONESIA'S EXPORT VALUE AND TRADE STRUCTURE

Dina Indah Maulida

Orcid id: 0009-0001-2047-3724

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan
dina.indah.maulida@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Indonesia's decision to ban raw nickel ore exports, implemented progressively since 2014 and fully enforced in 2020, represents one of the most significant industrial policy shifts in the country's modern economic history. This study examines the multidimensional effects of the nickel downstreaming policy on Indonesia's export value and overall trade structure over the period 2014–2023. Using a mixed-method approach combining quantitative trade data analysis with qualitative policy review, this study evaluates how the shift from raw commodity exports to processed nickel products including ferronickel, nickel pig iron, and battery-grade materials, has reshaped Indonesia's position in global commodity markets. The findings indicate that the policy has substantially increased the total export value of nickel-based products, with processed nickel exports rising significantly in volume and unit value compared to the pre-ban era of raw ore shipments. Indonesia's trade structure has shifted toward higher value-added exports, reducing its dependency on unprocessed commodities and attracting substantial foreign direct investment into domestic smelting and refining industries. However, the policy has also introduced structural challenges, including increased energy consumption, environmental externalities associated with smelter operations, and diplomatic tensions with key trading partners. This study further identifies an emerging role for Indonesian nickel in global electric vehicle supply chains, particularly in the production of lithium-ion battery components, positioning the country as a strategically important player in the global energy transition. The findings suggest that while the downstreaming policy has generated measurable economic gains, sustainable long-term benefits require complementary industrial policies, environmental governance frameworks, and investment in human capital development.

Keywords: nickel downstreaming, export ban, trade structure, value-added exports, Indonesia industrial policy

BUILDING GOLDEN INDONESIA 2045: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE ERA OF GLOBALIZATION

Kibrat Barahama K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Sharia Economics Study Program, Central Java, Indonesia kibrat.masalon.barahama23215@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Golden Indonesia 2045 represents the nation's long-term vision of becoming a developed, competitive, and prosperous country by the centennial anniversary of Indonesia's independence. Achieving this vision requires the country to effectively respond to the opportunities and challenges brought about by globalization. On one hand, globalization provides wider access to technology, information, foreign investment, international trade, and global cooperation, all of which can accelerate economic growth and national development. On the other hand, it also presents significant challenges, including intense global competition, socioeconomic inequality, rapid technological changes, and threats to national cultural identity. Therefore, a comprehensive and sustainable development strategy is needed, focusing on improving the quality of human resources through better education, digital literacy, technological mastery, and innovation across various sectors. Furthermore, equitable infrastructure development, effective governance, and the strengthening of productive economic sectors are essential to enhancing national competitiveness. Indonesia's demographic bonus also offers a strategic opportunity if managed properly through job creation, skills development, and youth empowerment. As future leaders and agents of change, young people play a crucial role in driving innovation and supporting sustainable development. Through strong collaboration among the government, private sector, educational institutions, and society, Indonesia can maximize the benefits of globalization while overcoming its challenges. With a shared commitment and adaptive policies, the vision of Golden Indonesia 2045 can be realized, creating an advanced, inclusive, and sustainable nation that ensures prosperity and equal opportunities for all citizens.

Keywords: Golden Indonesia 2045, globalization, national development, human resources, competitiveness.

HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT IN FACING THE INDUSTRIAL REVOLUTION 5.0

Kibrat Barahama K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Sharia Economics Study Program, Central Java, Indonesia kibrat.masalon.barahama23215@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The Industrial Revolution 5.0 introduces a new paradigm that emphasizes human-centered innovation by integrating advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), big data, and automation with human creativity, critical thinking, and social values. This transformation requires organizations and nations to develop human resources capable of adapting to rapid technological changes while maintaining the ability to solve complex problems and collaborate effectively. Therefore, human resource development has become a strategic priority in enhancing competitiveness and ensuring sustainable economic growth in the digital era. The development of human resources involves improving the quality of education, strengthening digital literacy, providing competency-based training, and fostering skills that are relevant to the future labor market. In addition to technical expertise, individuals must possess soft skills such as communication, leadership, creativity, adaptability, and emotional intelligence to succeed in an increasingly technology-driven environment. In Indonesia, several challenges remain, including skill gaps, unequal access to technology, and the need to align educational curricula with industry demands. However, the Industrial Revolution 5.0 also presents significant opportunities, including increased productivity, the creation of new job sectors, and the growth of innovation-based industries. To maximize these opportunities, strong collaboration among government institutions, educational organizations, industries, and society is essential in creating a sustainable learning ecosystem. By investing in human resource development and promoting lifelong learning, Indonesia can prepare a highly skilled and competitive workforce capable of leveraging technological advancements while maintaining human values. Such efforts will contribute significantly to national development and support the achievement of a prosperous, innovative, and sustainable society in the era of Industrial Revolution 5.0.

Keywords: human resource development, Industrial Revolution 5.0, digital literacy, innovation, workforce competitiveness.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (OSH): STRATEGIES FOR PREVENTING WORKPLACE ACCIDENTS AND ENHANCING EMPLOYEE PRODUCTIVITY

Arifal Anugerahana Putra[1], Muhammad Faza Ardhani[2], Daffa Pasca Mahardika [3]

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4223-9883

arifal.anugerahana.putra@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Occupational Safety and Health (OSH) is a fundamental aspect of human resource management that aims to protect workers from occupational accidents and work-related diseases while creating a safe, healthy, and productive working environment. This paper examines the concept of Occupational Safety and Health (OSH), the factors influencing its implementation, its objectives, and strategies for reducing workplace accidents. The study employs a descriptive approach based on literature review and analysis of relevant references concerning occupational safety and health practices. The findings indicate that the successful implementation of OSH is influenced by several interrelated factors, including physical, chemical, and biological work environments, human factors, workload, ergonomics, psychological conditions, and organizational management systems. Effective OSH implementation contributes significantly to accident prevention, employee health protection, productivity improvement, and the reduction of operational losses experienced by organizations. Furthermore, workplace accidents are commonly caused by unsafe actions, unsafe conditions, and weaknesses in management systems. Therefore, organizations should implement preventive measures such as the provision of personal protective equipment (PPE), regular safety training, standard operating procedures (SOPs), routine inspections, risk assessments, and the development of a strong safety culture. A case study discussed in this paper demonstrates that although OSH programs can improve workplace safety and employee welfare, challenges related to emergency preparedness, safety facilities, and employee awareness still require continuous improvement. In conclusion, OSH plays a crucial role in supporting organizational effectiveness and employee well-being. Continuous commitment from both management and workers is essential to establish a sustainable safety culture and minimize occupational risks.

Keywords: Occupational Safety and Health, Workplace Safety, Occupational Accidents, Risk Management, Safety Culture, Human Resource Management.

THE JOURNEY OF SELF-DISCOVERY AND HEALING THROUGH PLAYING THE GUITAR

WENLLY HARNELL CHARLES

Keningau Vocational College, Sabah, Malaysia

Abstract

Playing the guitar is more than simply learning a musical instrument; it can become a meaningful journey of self-discovery, emotional healing, and personal growth. This paper explores how playing the guitar contributes to psychological well-being by providing individuals with a healthy outlet for expressing emotions, managing stress, and developing resilience. Learning to play the guitar requires patience, discipline, and perseverance, qualities that gradually build self-confidence and a sense of achievement as learners overcome challenges and improve their skills. Beyond technical mastery, the instrument allows individuals to communicate feelings that are often difficult to express through words, making it a valuable form of emotional release. During periods of anxiety, sadness, or uncertainty, playing familiar melodies or composing original pieces can create moments of calmness, reflection, and inner peace. The guitar also encourages mindfulness, as players focus on rhythm, finger movements, and musical expression, helping to reduce negative thoughts and improve emotional regulation. In addition, sharing music with others through performances or informal gatherings fosters social connections, strengthens relationships, and reduces feelings of loneliness. However, meaningful progress requires consistent practice, realistic expectations, and a healthy balance between enjoyment and technical improvement. Frustration may arise when learning difficult techniques, but these challenges often become opportunities to develop perseverance and adaptability. Ultimately, playing the guitar offers benefits that extend far beyond musical ability. It nurtures emotional resilience, encourages self-reflection, and supports lifelong personal development. By embracing the guitar as both a creative outlet and a companion through life's challenges, individuals can cultivate greater emotional well-being, discover their inner strengths, and embark on a fulfilling journey of healing through music.

Keywords

Guitar; Self-discovery; Emotional healing; Personal growth; Music practice

TECHNICAL SKILLS IN RUGBY: ENHANCING PERFORMANCE THROUGH MASTERY OF FUNDAMENTAL TECHNIQUES

ALDRO FERRE RAYNER

Keningau Vocational College, Sabah, Malaysia

Abstract

Technical skills are a fundamental component of success in rugby, influencing individual performance, team effectiveness, and overall match outcomes. While physical fitness and tactical awareness are important, players must also possess strong technical abilities to execute game plans effectively under competitive conditions. This paper discusses the importance of rugby technicality, encompassing essential skills such as passing, tackling, kicking, ball handling, rucking, mauling, scrummaging, and positional play. Mastery of these techniques enables players to maintain possession, create scoring opportunities, reduce errors, and respond effectively to changing match situations. In addition, technical proficiency contributes to player safety by promoting correct tackling and contact techniques that minimize the risk of injury. The development of technical skills requires systematic training, continuous practice, and constructive feedback from coaches. Modern rugby increasingly emphasizes skill execution under pressure, making technical competence a critical factor in achieving consistent performance. Furthermore, technical development enhances players' confidence, decision-making abilities, and understanding of the game. By focusing on the refinement of fundamental and advanced rugby techniques, players can improve both their individual contributions and their ability to function effectively within a team structure. Therefore, the cultivation of rugby technical skills should remain a priority in player development programmes at all levels, from grassroots participation to elite competition.

Keywords: Rugby, technical skills, performance, player development, coaching

THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF THE ACEH ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS QANUN ON ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM A DIFFERENCE-IN-DIFFERENCES ANALYSIS ACROSS SUMATRA

Sintia Wulandari[1]/ Apridar[2]/Riswandi[3]

[1]Magister of Economics Program, Faculty of Economics and Business, Syiah Kuala University, Indonesia, sintiasalman98@gmail.com

[2]Faculty of Economics and Business, Syiah Kuala University, Indonesia, apridar@usk.ac.id

[3]Faculty of Economics and Business, Syiah Kuala University, Indonesia, riswandi@usk.ac.id

Abstract

The implementation of Aceh Qanun No. 11 of 2018 concerning Islamic Financial Institutions (Qanun Lembaga Keuangan Syariah) represents a major institutional reform aimed at accelerating the development of the Islamic financial system and strengthening the regional economy. Despite its strategic importance, empirical evidence regarding its economic impact remains limited, and previous studies have predominantly relied on correlational approaches, making it difficult to identify the causal effect of the policy. This study investigates the impact of the implementation of the Islamic Financial Institutions Qanun on economic growth in Aceh Province using the Difference-in-Differences (DiD) approach. The study employs a district/city-level panel dataset covering ten provinces on Sumatra Island during the 2017–2024 period, with Aceh serving as the treatment group and the remaining nine provinces as the control group. Economic growth is used as the dependent variable, while poverty, labor force participation rate, and investment are included as control variables. Prior to estimation, the parallel trend assumption was examined through visual trend analysis and an event study, indicating comparable pre-treatment trends between the treatment and control groups. The DiD estimation reveals that the implementation of the Islamic Financial Institutions Qanun is associated with a negative coefficient on economic growth; however, the estimated effect is not statistically significant. The findings remain robust after incorporating control variables and are further supported by placebo tests, Doubly Robust Difference-in-Differences (DRDID), and fixed-effects estimations, all of which produce consistent conclusions. These results suggest that, within the observation period, the implementation of the Islamic Financial Institutions Qanun has not yet generated a statistically measurable impact on Aceh's economic growth relative to the comparison provinces. This study contributes to the growing literature on Islamic economic policy evaluation by demonstrating that institutional transformation alone may not immediately translate into macroeconomic performance, highlighting the importance of implementation time, stronger financial intermediation, and complementary real-sector development policies to achieve broader economic outcomes.

Keywords: Islamic Financial Institutions; Economic Growth; Policy Evaluation; Difference-in-Differences; Aceh

HIGHLY SKILLED MIGRATION, HUMAN CAPITAL MOBILITY, AND EUROPEAN SOCIAL POLICIES: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE

PhD, Petronela Daniela FERARU

National College Iaşi and "Ion Neculce" High School, Târgu Frumos, Romania, Sociology, daniela_feraru_p@yahoo.com, ORCID: 0009-0009-8954-6336

Abstract

The mobility of highly skilled professionals has become a central issue in the European Union, where demographic decline, labor shortages, digital transformation, and intensified global competition for talent intersect with persistent regional inequalities. Although free movement is a foundational principle of European integration, the uneven circulation and concentration of highly qualified human capital generate sociological tensions related to territorial cohesion, labor market sustainability, social inclusion, and the long-term development of origin and destination regions. This study examines how European social policies conceptualize, regulate, and support highly skilled migration and human capital mobility, with particular attention to the balance between economic competitiveness and social cohesion.

The research adopts a qualitative sociological design based on systematic qualitative content analysis of European policy documents, institutional reports, strategic frameworks, and legislative instruments addressing migration, employment, education, skills, professional mobility, and regional development. The documentary corpus comprises materials issued by major European institutions and agencies and is analyzed through a deductive-inductive coding strategy. The coding framework identifies recurrent policy frames, institutional priorities, governance mechanisms, and sociological patterns related to talent attraction, retention, circulation, recognition of qualifications, demographic sustainability, and territorial disparities.

The study develops an integrated interpretation of highly skilled migration as both a form of individual mobility and a strategic field of European governance. It highlights the tension between policies that promote flexibility, innovation, and competitiveness and the need to reduce cumulative disadvantages affecting less developed regions and countries of origin. By linking migration governance, human capital development, and European social policy, the article contributes to contemporary debates on balanced mobility, social cohesion, and sustainable development, while offering analytically grounded implications for policymakers, educational institutions, labor market actors, and researchers concerned with the social consequences of unequal talent distribution in Europe.

Keywords: Highly skilled migration, European social policy, human capital mobility, qualitative content analysis, sociology of migration.

1. INTRODUCTION

The mobility of highly skilled professionals has become a defining feature of contemporary European societies and an increasingly important component of the European Union's economic, demographic, and social policy agenda. The intensification of international competition for talent, the acceleration of the digital and green transitions, population aging, and persistent shortages in strategically important occupations have transformed highly skilled migration from a predominantly individual career strategy into a major field of institutional intervention. At the same time, mobility within and toward the European Union has acquired growing importance for sustaining innovation, productivity, essential public services, and the adaptability of labor markets. Recent European policy frameworks consequently place the development, circulation, attraction, and retention of skills at the center of the Union's long-term competitiveness and resilience strategies (European Commission, 2023b, 2025b).

Within the European integration project, the free movement of workers is both a fundamental right and a mechanism through which labor and skills can be allocated across national labor markets. It offers European citizens opportunities for professional advancement, higher earnings, improved working conditions, and access to transnational educational and occupational trajectories. From this perspective, mobility may strengthen European integration by facilitating social interaction, knowledge exchange, and the development of identities and professional networks that extend beyond national borders (Favell, 2008; Recchi, 2015). However, mobility does not occur within a socially or territorially homogeneous space. Differences in wages, employment opportunities, institutional quality, research infrastructure, professional recognition, public services, and living conditions continue to influence the direction and intensity of migration flows. Consequently, the benefits and costs of highly skilled mobility are distributed unequally among individuals, regions, sectors, and Member States.

Highly skilled migration refers here to the cross-border mobility of individuals whose education, professional experience, or specialized competencies are considered to have significant economic, scientific, technical, or social value. However, these resources are not automatically portable, since their occupational value depends on qualification-recognition systems, professional regulations, employer practices, and access to relevant organizational networks. Human capital mobility is therefore understood as an institutionally mediated process through which knowledge, credentials, and experience are transferred, evaluated, and converted into professional positions.

Highly skilled migration can support innovation, scientific research, entrepreneurship, productivity, and the continuity of public services in sectors affected by labor shortages. These benefits, however, depend on the capacity of destination institutions to recognize qualifications, ensure appropriate occupational matching, and use migrants' competencies effectively. Research conducted across European industries confirms that the contribution of highly educated migrants to innovation varies according to industrial structure, economic openness, organizational capacity, and the incidence of overqualification (Fassio et al., 2019).

For origin societies, the consequences are more ambivalent. Migration may generate remittances, professional networks, international experience, return opportunities, and transnational knowledge exchange, but sustained departures can also weaken essential services, institutional capacity, and the returns on public investment in education. The concepts of brain

drain, brain gain, brain circulation, and brain waste capture these differentiated outcomes, whose emergence depends on sectoral conditions, institutional cooperation, professional recognition, and the capacity of origin regions to maintain meaningful connections with mobile professionals (Docquier & Rapoport, 2012; Meyer, 2001; Saxenian, 2005).

The European context makes this debate particularly significant because mobility simultaneously reflects individual freedom, economic integration, and structural inequality. A decision that improves the professional trajectory of an individual may create benefits for the destination labor market while intensifying shortages in the region of origin. Similarly, a policy that increases aggregate European competitiveness may produce territorially differentiated consequences. The European Committee of the Regions has therefore emphasized that brain drain requires policy responses at European, national, regional, and local levels and that talent retention should be connected to territorial development, innovation, institutional cooperation, and cohesion policy (European Committee of the Regions, 2020). Highly skilled migration must consequently be examined not only in terms of the total amount of human capital available within the European Union but also in relation to its geographical distribution, accessibility, and contribution to balanced regional development.

European policy has gradually developed a complex architecture for governing skills and professional mobility. For citizens of the Union, this architecture includes free movement rights, labor mobility instruments, social security coordination, educational mobility programs, employment services, and mechanisms intended to facilitate the recognition and portability of qualifications. For third-country nationals, the revised EU Blue Card framework establishes common conditions for entry and residence for highly qualified employment and seeks to improve mobility between participating Member States (Directive (EU) 2021/1883, 2021). The 2023 communication on Skills and Talent Mobility further connected international recruitment, intra-European mobility, qualification recognition, skills development, and cooperation with partner countries. It also acknowledged that European labor and skills policies cannot rely exclusively on the domestic workforce and that legal migration must form part of a wider strategy addressing labor shortages and global competition for talent (European Commission, 2023b).

This direction was reinforced by the Union of Skills, which frames education, training, skills portability, talent development, and labor mobility as interconnected conditions of European competitiveness. Its policy orientation combines investment in the skills of the resident population with measures intended to attract and retain students, researchers, and workers from outside the Union. It also introduces a stronger governance dimension by linking human capital development with the European Semester and with institutional cooperation among policymakers, educational organizations, employers, and social partners (European Commission, 2025b). The EU Talent Pool and related talent-attraction instruments similarly reflect an effort to coordinate international recruitment more effectively and to connect employers with potential workers in occupations affected by shortages. These developments illustrate the increasing integration of migration, employment, education, innovation, and competitiveness within European policymaking.

However, the increasing policy emphasis on attraction and mobility also reveals a fundamental tension within European governance. Highly skilled migrants are frequently represented as

strategic resources needed to fill vacancies, support innovation, and strengthen economic growth. Such an instrumental perspective can obscure the social embeddedness of mobility and the inequalities affecting mobile professionals. Migrants do not transfer skills into labor markets automatically or under equal conditions. They may experience administrative barriers, limited recognition of qualifications, occupational downgrading, insecure employment, discrimination, restricted access to professional networks, or difficulties transferring social rights. The persistence of overqualification is particularly relevant: despite record levels of tertiary education, the European Commission reported an overqualification rate of 21.5% in 2024, with especially significant skills underutilization among people born outside the European Union (European Commission, 2025a). The existence of labor shortages alongside the underuse of migrant qualifications demonstrates that the governance of mobility concerns not only attracting human capital but also ensuring its appropriate recognition, inclusion, and utilization.

A sociological analysis must therefore move beyond the assumption that mobility represents a neutral process of matching workers with available jobs. Migration decisions are shaped by social class, educational trajectories, gender, age, family responsibilities, professional status, institutional trust, and unequal access to mobility resources. Moreover, labor markets do not evaluate qualifications independently of nationality, language, migration status, professional networks, or the institutional prestige associated with particular educational systems. Human capital mobility is consequently embedded in relations of power through which some forms of knowledge become readily transferable while others are devalued or rendered institutionally invisible. The distinction between possessing qualifications and being able to convert them into corresponding professional positions is essential for understanding both successful mobility and the phenomenon of brain waste.

The governance of highly skilled migration is further complicated by the distribution of authority among European institutions, national governments, regional administrations, professional bodies, educational institutions, employers, and social partners. The European Union may establish common frameworks, promote coordination, finance mobility programs, and support the recognition of qualifications, while Member States retain important powers over admission volumes, employment regulation, education, welfare provision, and access to regulated professions. The implementation of European priorities consequently varies according to national institutions and administrative capacities. This multilevel structure creates possibilities for coordination but can also generate fragmentation, overlapping responsibilities, and unequal access to mobility opportunities. The effectiveness of European social policies depends not only on the formulation of common objectives but also on their translation into coherent national, regional, and organizational practices.

Existing research has generated valuable knowledge about the determinants of skilled migration, its relationship with innovation, the economic effects of brain drain and brain gain, and the experiences of mobile professionals. Nevertheless, the relationship between highly skilled migration and European social policy remains analytically fragmented. Economic approaches often emphasize productivity, labor shortages, and the allocation of skills, while demographic approaches focus on population aging and workforce decline. Migration studies examine individual trajectories, transnational networks, and integration, whereas regional research concentrates on territorial disparities and depopulation. These perspectives are

frequently analyzed separately, despite their interdependence. Less attention has been devoted to the ways in which European institutions combine these concerns within policy documents and to the sociological assumptions through which highly skilled mobility is represented as an individual right, an economic resource, a demographic instrument, and a mechanism of territorial development.

The present study addresses this analytical gap by examining how European policy documents conceptualize highly skilled migration and human capital mobility and how they construct the relationship between competitiveness, innovation, demographic sustainability, labor market adjustment, social inclusion, and territorial cohesion. The research adopts a qualitative sociological approach based on the systematic content analysis of European strategic documents, legislative instruments, institutional reports, and policy frameworks concerning migration, employment, education, skills, professional mobility, and regional development. Rather than assessing a single policy instrument, the study investigates the broader institutional discourse through which the European Union defines mobility-related problems, establishes policy priorities, allocates responsibilities, and proposes mechanisms of intervention.

The analysis is guided by four research questions. First, how do European policy documents conceptualize highly skilled migration and human capital mobility? Second, which institutional priorities and policy mechanisms are associated with the attraction, retention, circulation, recognition, and professional integration of highly skilled workers? Third, how do European policies address the tension between economic competitiveness, free movement, regional inequalities, and social cohesion? Fourth, what policy gaps, institutional contradictions, and sociological implications emerge from the European governance of highly skilled mobility? These questions enable the study to examine both the explicit objectives of European policies and the underlying assumptions through which mobility, skills, regions, and professional migrants are represented.

The article contributes to the sociology of migration and European social policy by integrating institutional recognition, skills utilization, and territorial inequality within a common analytical framework. It introduces balanced human capital mobility as a concept for assessing whether professional mobility expands individual opportunities without systematically weakening origin institutions or reinforcing regional disparities. The following sections develop the theoretical framework, examine the European policy architecture, explain the methodology, present the findings, and discuss their implications.

2. THEORETICAL AND CONCEPTUAL FRAMEWORK

Highly skilled migration occupies an ambiguous position within contemporary social theory. It can be interpreted as an individual strategy of professional advancement, as a mechanism through which labor markets adjust to shortages, or as a process that redistributes knowledge and institutional capacity between regions. Each interpretation captures part of the phenomenon, yet none is sufficient on its own. The movement of qualified professionals is shaped simultaneously by personal aspirations, educational trajectories, institutional classifications, professional networks, migration rules, and unequal regional opportunities. A sociological framework must therefore connect individual agency with the structures that make some forms of mobility possible, desirable, or necessary.

The present chapter brings together five complementary perspectives. The first examines the social construction of the category of the highly skilled migrant. The second approaches human capital mobility as a process through which qualifications and professional experience must be recognized and converted within new institutional environments. The third discusses the relationship between brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste. The fourth places highly skilled mobility within the European system of multilevel governance and social policy. The fifth addresses regional inequalities and introduces balanced human capital mobility as an analytical perspective for evaluating the social and territorial consequences of professional migration.

2.1. Highly Skilled Migration as a Sociological Phenomenon

Highly skilled migration is usually associated with the cross-border movement of individuals who possess advanced education, specialized professional knowledge, or competencies considered particularly valuable in knowledge-intensive economies. This apparently straightforward definition conceals considerable variation. Governments, international organizations, employers, and professional bodies may identify highly skilled migrants according to educational attainment, occupation, salary, professional experience, or the scarcity of particular competencies. These criteria often overlap, but they do not necessarily classify the same individuals as highly skilled (Chaloff & Lemaître, 2009; Czaika & Parsons, 2017).

Educational level remains one of the most widely used indicators because it is comparatively easy to measure. Nevertheless, a degree does not always reflect the actual complexity of the work performed, while advanced expertise may also be developed outside conventional academic pathways. Salary thresholds introduce another limitation, since remuneration varies substantially among countries, sectors, and professions. A medical professional, researcher, or teacher may possess extensive expertise while earning less than a specialist employed in a highly profitable economic sector. Occupational categories are similarly unstable because the social value assigned to particular forms of knowledge changes over time and across institutional environments.

The difficulty of producing a universal definition suggests that skill is not simply a personal attribute. It is also an institutional judgment. Educational systems certify knowledge, professional organizations regulate access to occupations, employers determine whether experience is relevant, and migration policies decide which qualifications justify preferential admission. Highly skilled status is consequently produced through classification practices that distinguish valuable, scarce, transferable, or strategically important competencies from those considered less relevant to a particular labor market.

This institutional perspective is important because qualifications do not retain an identical value when individuals move between societies. A diploma that provides direct access to a profession in one country may require lengthy recognition procedures in another. Work experience acquired within one administrative or organizational culture may be interpreted as only partially relevant elsewhere. Even when two individuals possess comparable levels of education, the prestige of the institution where they studied, their country of origin, language proficiency, and familiarity with local professional conventions may influence how their competence is perceived (Bourdieu, 1986; Erel, 2010; Friedberg, 2000).

A sociological analysis must therefore distinguish between possessing a qualification and being socially recognized as qualified. The first concerns formal education and professional experience; the second depends on institutions that authorize access to employment, status, and career advancement. The gap between these two dimensions explains why some migrants who are formally highly educated enter occupations below their level of training. It also shows why geographical mobility does not automatically produce professional mobility.

Economic theories often interpret migration as a response to differences in wages, employment opportunities, and expected returns to education. These factors matter, particularly when professionals compare career prospects across countries. Yet highly skilled migration cannot be reduced to the search for higher income. Decisions to move are formed within biographies that include family relationships, professional ambitions, institutional experiences, expectations of social recognition, and perceptions of future stability. Some professionals leave because salaries are low; others are motivated by limited access to research infrastructure, opaque promotion procedures, professional stagnation, or declining trust in institutions.

The aspirations–capabilities framework provides a broader interpretation of this process. Migration becomes possible when individuals both wish to move and possess the resources needed to transform that aspiration into action. Those resources may be financial, legal, informational, social, or linguistic. Strong aspirations do not necessarily lead to movement if the person lacks the necessary capabilities. Conversely, individuals who possess significant mobility resources may decide to remain because family relationships, professional stability, or attachment to place outweigh the expected benefits of migration (de Haas, 2021).

Highly qualified individuals often have greater access to mobility resources than other social groups. They may possess foreign-language competence, professional networks, internationally recognized credentials, and information about employment opportunities abroad. However, these advantages do not remove inequality from the process. Gender, age, class origin, citizenship, family responsibilities, disability, and ethnicity can affect both the possibility of moving and the consequences of mobility. Professional migration may be institutionally encouraged while remaining personally difficult, especially when it involves the relocation of a family or the interruption of a partner's career.

The decision to migrate is also rarely an isolated moment. It may be preceded by study abroad, professional training, temporary employment, or participation in international research and business networks. What begins as short-term mobility can develop into long-term settlement, repeated movement, or onward migration. Conversely, permanent migration may later become circular through temporary return, remote cooperation, or professional engagement with institutions in the country of origin. Highly skilled migration is therefore better understood as part of an evolving professional trajectory rather than as a single change of residence.

Migration policies contribute actively to shaping these trajectories. Salary thresholds, shortage occupation lists, points-based systems, employer sponsorship, and preferential admission rules communicate which forms of expertise are considered desirable. Such instruments do more than regulate entry. They produce institutional representations of the ideal migrant as educated, economically productive, adaptable, and capable of filling labor market shortages (Chaloff & Lemaître, 2009; Czaika & Parsons, 2017).

Nevertheless, being classified as desirable does not guarantee social inclusion after arrival. A professional may be recruited because their expertise is needed and still experience limited career progression, unequal treatment, or difficulties accessing stable legal and social rights. Institutions may value the work performed by migrants without fully recognizing their professional identities or their long-term membership in the destination society. The category of the highly skilled migrant thus contains a persistent tension between economic utility and social belonging (Favell, 2008; Recchi, 2015).

For the purposes of this study, highly skilled migration is defined as the cross-border mobility of individuals whose education, professional experience, or specialized competencies are classified as having significant economic, scientific, technical, or social value. The definition does not assume that this value travels unchanged across borders. Instead, it emphasizes the institutional processes through which qualifications are selected, recognized, adapted, and sometimes devalued.

2.2. Human Capital Mobility and the Transformation of Professional Trajectories

Human capital theory provides one of the principal conceptual foundations for understanding why education and professional skills influence migration. Education, training, and work experience can be regarded as investments that increase individual productive capacity and may improve employment opportunities and income. From this perspective, migration represents an additional investment when individuals accept the economic, emotional, and social costs of relocation because they expect better returns to their competencies in another labor market (Becker, 1964).

This approach helps explain why qualified professionals leave environments in which their knowledge is poorly rewarded or insufficiently used. Higher salaries may be important, but professional mobility can also be motivated by access to advanced technology, better working conditions, transparent recruitment systems, stronger research institutions, or opportunities for continuous training. Migration can allow individuals to use existing competencies more effectively while developing new ones through contact with different organizations, technologies, and professional cultures.

However, human capital is not universally portable. Qualifications and experience acquired in one country may generate lower returns in another because employers and institutions do not interpret them in the same way. Language requirements, professional licensing, administrative rules, educational classifications, and uncertainty about foreign credentials may limit the occupational value of knowledge acquired abroad. Research on immigrant labor market outcomes has repeatedly shown that foreign education and experience can be discounted even when migrants possess high formal qualifications (Friedberg, 2000; Mattoo et al., 2008).

The concept of portability must therefore be treated with caution. Some competencies are readily transferable because they are standardized internationally or because employers operate across several national systems. Other forms of knowledge are embedded in local law, institutional routines, language, or professional regulations. A software engineer may be able to demonstrate competence through a portfolio of projects, whereas a doctor, lawyer, psychologist, or teacher may need to complete formal recognition procedures before being allowed to practice.

Human capital theory alone cannot fully explain these differences because it tends to treat education and experience as personal resources whose value derives mainly from productivity. Bourdieu's concept of cultural capital draws attention to the social and symbolic conditions under which credentials are recognized. A diploma does not function merely as evidence of knowledge; its value is connected to the authority of the institution that issued it and to the classifications operating within a particular professional field (Bourdieu, 1986).

The migration process can change the meaning of cultural capital. Migrants do not simply transport a fixed stock of qualifications from one society to another. They reinterpret, adapt, and mobilize their resources in response to new institutional expectations. Foreign-language knowledge, intercultural competence, and transnational experience may be highly valued in one organization and largely ignored in another. Similarly, an accent or unfamiliar professional practice may be perceived as a limitation even when it has no direct relationship with the person's substantive competence (Erel, 2010).

Social capital also shapes the conversion of qualifications into occupational opportunities. Information about vacancies, recommendations, professional credibility, and access to decision-makers often circulate through networks. Granovetter's (1973) analysis of weak ties showed that connections extending beyond close family and friendship groups can provide access to employment information that would otherwise remain unavailable. For migrants, personal networks may facilitate departure and initial settlement, but long-term professional integration often requires access to more diverse occupational relationships.

A highly educated migrant may therefore possess substantial knowledge while lacking the social connections necessary to demonstrate that knowledge to employers. Local experience, recommendations, and familiarity with institutional procedures can influence recruitment decisions even when they are not formally listed as requirements. This situation places newcomers in a circular difficulty: they need relevant employment to acquire local experience, but employers may require local experience before offering relevant employment.

Qualification recognition represents one of the formal mechanisms through which human capital is converted into occupational status. Recognition procedures can determine whether a diploma is considered equivalent to a national qualification and whether the holder may enter a regulated profession. Yet formal recognition does not necessarily lead to appropriate employment. Employers may continue to prefer locally educated candidates, while migrants may encounter delays, additional training requirements, or uncertainty concerning the documents needed to prove their competence.

The difference between legal recognition and effective professional use is particularly important. A migrant may obtain formal recognition and still remain employed below the level of qualification. Another may gain access to suitable work without a formal recognition procedure because the occupation is not regulated and the employer accepts prior experience. Human capital mobility therefore depends on a combination of legal, organizational, relational, and symbolic processes rather than on a single administrative decision.

Occupational downgrading may initially be accepted as a temporary strategy. Migrants often enter less qualified employment to obtain income, improve language proficiency, understand the local labor market, or establish professional contacts. The problem arises when temporary

mismatch becomes permanent. Extended periods of work below the level of training can weaken specialized competencies, reduce future earnings, and make later entry into the relevant profession increasingly difficult (Friedberg, 2000; Mattoo et al., 2008).

The consequences are not limited to income. Professional identity is closely connected to recognition, autonomy, competence, and social status. When a person who has invested many years in education is unable to use that knowledge, migration may generate frustration and a sense of biographical discontinuity. The individual may be economically active while experiencing a loss of professional position. Employment rates alone cannot capture this form of inequality.

The destination society also bears costs when qualified migrants are employed below their capacity. Labor shortages may coexist with the underuse of available expertise. Organizations lose potential productivity, innovation, and institutional knowledge, while public systems fail to obtain the full benefit of professionals already present in the country. Human capital mobility should therefore be evaluated not only through the number of people who move or obtain employment, but also through the quality of occupational matching and the possibility of continuing professional development.

The concept of professional trajectory provides a more dynamic way of understanding these outcomes. Migration can produce upward mobility, lateral movement, temporary disruption, or long-term decline. The outcome may also change over time. Initial occupational downgrading can be followed by professional recovery, while a successful first position may later lead to stagnation. The evaluation of skilled mobility must therefore consider career development rather than focusing only on the moment of entry into the destination labor market.

Human capital mobility is thus a process of institutional conversion. Education and experience have to be translated into locally intelligible credentials, organizational roles, social relationships, and career opportunities. Successful mobility occurs when professionals are able to use, renew, and expand their knowledge. Physical relocation without professional recognition represents geographical movement, but it does not necessarily constitute meaningful occupational mobility.

2.3. Brain Drain, Brain Gain, Brain Circulation, and Brain Waste

The concept of brain drain refers to the loss experienced by a country, region, or institution when highly educated individuals leave and use their competencies elsewhere. The concern is especially significant when education has been publicly financed or when the departure of specialists affects sectors in which replacement is difficult. Healthcare, education, scientific research, engineering, and public administration are particularly vulnerable because the loss of experienced personnel can affect both institutional performance and access to essential services (Docquier & Rapoport, 2012).

Brain drain should not be measured only through the number of educated people who leave. Its consequences depend on the professions represented, the places from which migrants depart, and the capacity of institutions to replace them. The migration of a relatively small number of specialists may create limited effects at the national level while destabilizing a regional hospital, university department, research center, or local administration.

The migration of doctors from Romania illustrates this sectoral dimension of highly skilled mobility. The departure of medical professionals has been connected to differences in remuneration, working conditions, institutional infrastructure, and career opportunities. The effects extend beyond a simple reduction in staff numbers because shortages can increase the workload of remaining personnel and weaken the capacity of healthcare institutions to provide equitable services across regions (Feraru, 2013).

Selective migration can also alter the demographic and professional composition of the workforce. Those who leave are often younger, more internationally connected, or more willing to assume career risks. Their departure can reduce the number of professionals available to train future specialists, initiate organizational change, or support innovation. In regions already affected by population aging and labor force decline, this process can deepen institutional vulnerability.

The brain gain perspective emerged partly as a response to interpretations that treated skilled emigration as an exclusively negative process. Migration can encourage investment in education when individuals expect that qualifications will provide access to international opportunities. Migrants may also contribute to origin societies through remittances, investment, entrepreneurship, professional networks, knowledge transfer, and eventual return. The developmental effects of skilled migration are therefore not uniformly negative (Docquier & Rapoport, 2012).

Nevertheless, these benefits remain conditional. Household remittances cannot directly replace the institutional contribution of a doctor, researcher, teacher, or engineer. A diaspora may possess considerable knowledge and resources without having stable channels through which to contribute to institutions at home. Potential gains depend on the capacity of origin societies to maintain professional relationships, support collaborative initiatives, and create credible conditions for investment or return.

Brain circulation provides a more dynamic perspective than the opposition between permanent departure and permanent return. Highly skilled professionals may study in one country, work in another, participate in projects connected to their origin society, and move again later in their careers. Knowledge can circulate through temporary return, joint research, digital collaboration, mentoring, consultancy, entrepreneurship, and transnational professional associations (Meyer, 2001; Saxenian, 2005).

The concept shifts attention from the physical location of the migrant to the networks through which knowledge and resources move. A professional does not need to return permanently in order to contribute to the country of origin. Researchers can participate in international projects with former institutions, physicians can support training programs, and entrepreneurs can connect markets and technologies across borders. These forms of contribution may be particularly important when permanent return is unlikely.

However, circulation should not be romanticized. It requires functioning institutions, reliable partners, adequate infrastructure, and opportunities for meaningful professional engagement. Emotional attachment to the country of origin may sustain personal relationships, but it is rarely sufficient to maintain long-term institutional cooperation. When organizations remain

underfunded, politically unstable, or resistant to professional innovation, the possibilities for effective circulation are limited.

Brain linkage describes forms of contribution that do not depend on return migration. Diaspora professionals may share expertise, facilitate institutional partnerships, support investment, or participate in educational and research activities from abroad. This approach recognizes that contemporary mobility often produces transnational professional lives rather than a simple transition from one national society to another (Meyer, 2001).

Brain waste introduces a different concern. It occurs when highly educated migrants are employed in positions that do not require or use their qualifications. The origin society loses a professional, while the destination society fails to benefit fully from the expertise it has attracted. The migrant experiences lower economic returns and may also suffer a loss of professional identity and status (Mattoo et al., 2008).

The coexistence of brain drain and brain waste reveals a structural contradiction. A country may recruit qualified workers because it faces shortages while its institutions prevent some of those workers from entering the occupations for which they were trained. At the same time, the country of origin may lose specialists whose knowledge remains underused abroad. In such situations, migration does not produce an efficient redistribution of human capital; it produces a partial and unequal conversion of professional competence.

Brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste should not be treated as mutually exclusive outcomes. A single person may experience several of them during the same professional trajectory. A researcher can leave an institution with limited resources, acquire new expertise abroad, maintain professional links with colleagues at home, experience periods of occupational insecurity, and later return or continue contributing from a distance.

The relevant sociological question is therefore not which concept permanently defines a particular migrant. More important is understanding the conditions under which mobility leads to professional development, institutional cooperation, occupational downgrading, or the weakening of origin-region capacity. Policies influence these outcomes by regulating recognition, facilitating networks, supporting return, and determining whether migrants can use their qualifications effectively.

2.4. Europeanization, Multilevel Governance, and Social Policy

Highly skilled migration in Europe is governed through an institutional architecture in which authority is distributed among European institutions, national governments, regional administrations, professional organizations, educational institutions, and employers. The European Union establishes common rights, legal frameworks, strategic priorities, and funding mechanisms, but many decisions affecting professional mobility remain within national and subnational institutions.

Europeanization refers to the ways in which European rules, policy objectives, and institutional norms influence domestic systems. The process does not eliminate national differences. European measures are interpreted and implemented through distinct administrative traditions, welfare arrangements, professional regulations, and political priorities. The same European rule may therefore produce different practical outcomes across Member States (Radaelli, 2003).

In the field of professional mobility, Europeanization can be observed in the development of free movement rights, educational exchange programs, social security coordination, and mechanisms for recognizing professional qualifications. These instruments reduce some barriers between national labor markets, but their effectiveness depends on the institutions responsible for implementation. A formal right to move does not automatically resolve difficulties concerning licensing, taxation, employment contracts, family services, or access to social protection.

Multilevel governance offers an appropriate framework for examining this distribution of responsibility. The concept rejects the assumption that policy authority is concentrated solely at the national level. Instead, decisions are made through interactions among institutions operating at several territorial levels (Hooghe & Marks, 2001). European bodies may define policy goals, national ministries may transpose legislation, regional authorities may implement employment and development programs, and professional organizations may determine whether a qualification permits access to a particular occupation.

This distribution can support cooperation and institutional experimentation. It can also create fragmentation. A mobile professional may satisfy immigration or free movement requirements but encounter different procedures for the recognition of qualifications, social insurance, taxation, residence registration, or access to public services. From the perspective of the migrant, European mobility is experienced through a series of encounters with institutions rather than through a single coherent system.

The distinction between formal rights and practical accessibility is therefore essential. Rights may exist legally while remaining difficult to exercise because procedures are complex, information is inconsistent, or administrative decisions take considerable time. Highly educated migrants may possess more resources for navigating bureaucratic systems than other groups, but they remain exposed to uncertainty and institutional delay.

European social policy introduces a wider set of concerns than the efficient allocation of labor. Professional mobility involves access to social protection, equal treatment, secure employment, family life, housing, education, and participation in the destination society. A narrow labor market perspective asks whether a worker fills a vacancy. A sociological perspective also asks whether that person can build a stable life, maintain professional identity, and exercise social rights.

This broader view is particularly important because European labor mobility operates across welfare systems that remain territorially organized. Workers can cross borders more easily than many social institutions can coordinate their practices. Entitlements may depend on residence, employment history, contribution periods, or national administrative procedures. European coordination mechanisms seek to protect mobile workers, but differences among welfare systems continue to shape the experience of mobility (Ferrera, 2005).

The highly skilled migrant is represented in policy through several roles. They may appear as an employee filling a shortage, a researcher contributing to innovation, a student developing future competencies, a taxpayer supporting public systems, or a family member requiring access to services. Each representation directs attention toward different policy instruments.

Recruitment policies focus on entry and employment, while social inclusion requires attention to housing, family integration, education, discrimination, and long-term security.

The ability to attract qualified professionals depends not only on admission rules or salaries. Career opportunities, institutional stability, public services, quality of life, and the conditions available to family members also influence decisions concerning settlement and retention. A policy can facilitate arrival while failing to create the conditions for long-term professional and social participation.

Multilevel governance also creates difficulties of accountability. When a migrant's qualifications are not recognized or their competencies are underused, responsibility may be dispersed among ministries, licensing authorities, universities, employers, and local administrations. Each actor may control only one stage of the process. The result can be a formally coherent policy that produces fragmented outcomes in practice.

A sociological analysis of European highly skilled migration must therefore examine both policy design and institutional implementation. It must consider how responsibilities are distributed, whether relevant policy fields are coordinated, and whether migrants can convert legal mobility into sustainable professional and social integration.

2.5. Regional Inequalities, Territorial Justice, and Balanced Mobility

Highly skilled mobility takes place within a European space marked by unequal economic opportunities, demographic structures, research capacities, and public services. Metropolitan regions and major university centers usually offer denser labor markets, higher salaries, more advanced infrastructure, and broader professional networks. These conditions make them attractive to both international migrants and professionals moving within the same country.

Peripheral, rural, post-industrial, and demographically declining regions often face the opposite situation. They may invest in education but struggle to retain graduates because appropriate employment and professional development opportunities remain limited. The loss of skilled residents can weaken services, reduce institutional capacity, and make the region less attractive to future professionals.

This relationship can become cumulative. Regions with strong universities, businesses, healthcare systems, and research institutions attract additional human capital, which further increases their capacity for development. Regions that lose specialists may experience declining services and fewer opportunities, encouraging additional migration. Mobility thus reflects existing inequalities while also contributing to their reproduction.

The geography of skilled migration cannot be reduced to differences between Member States. Significant inequalities exist within national borders. Capital cities and major metropolitan areas may attract professionals from smaller towns and rural regions even when the country as a whole experiences emigration. National data can therefore conceal simultaneous processes of international loss and internal concentration.

Territorial justice provides a normative perspective for evaluating these patterns. It concerns the geographical distribution of opportunities, services, institutional capacities, and conditions for social participation. From this perspective, freedom of movement is essential, but so is the

possibility of building a viable professional and personal life without being compelled to leave because local opportunities have collapsed (Harvey, 1973; Soja, 2010).

The relationship between individual mobility and territorial justice creates a difficult policy dilemma. A professional may improve their income, career, and quality of life by moving. The destination employer may gain expertise. Yet the hospital, school, university, or community left behind may experience a loss that is difficult to replace. The same migration decision can therefore produce individual benefits and collective costs.

These tensions have long been visible in the relationship between migration, integration, and regional development in the European Union. Migration can support economic activity and social diversification, but its positive effects depend on the ability of institutions to integrate mobile populations and distribute development opportunities more evenly across territories (Feraru, 2015).

Restricting movement is neither a legitimate nor an effective response to regional human capital loss. Professionals cannot be treated as resources owned by the institutions or states that financed their education. Administrative barriers would conflict with individual freedom and would leave the structural causes of departure unchanged. Retention becomes credible only when it is based on adequate working conditions, transparent professional systems, institutional trust, and realistic opportunities for advancement.

Place-sensitive development is therefore central to any policy concerned with skilled mobility. Rodríguez-Pose (2018) argues that the neglect of territories considered economically uncompetitive can deepen social and political divisions. Applied to professional migration, this perspective suggests that talent policies should not focus only on persuading individuals to remain. They must also address the institutional conditions that make certain regions consistently less capable of retaining and using human capital.

Salary differences matter, but they represent only one dimension of regional attractiveness. Professionals also evaluate housing, transport, healthcare, education, digital infrastructure, cultural opportunities, institutional stability, and employment options for family members. Measures designed to attract specialists to disadvantaged regions are unlikely to succeed if these wider social conditions are ignored.

The concept of balanced human capital mobility is introduced in this article as an analytical perspective. It refers to an institutional arrangement in which professional mobility expands individual opportunity without systematically weakening the social and developmental capacity of origin regions. Balance does not require identical migration flows among territories, nor does it assume that mobility can occur without costs. It requires that those costs do not become permanent, cumulative, and concentrated in already vulnerable regions.

Balanced mobility has several dimensions. First, it requires the effective recognition and use of qualifications in destination societies. Second, it depends on sustained investment in education, employment, and institutional capacity in origin regions. Third, it involves mechanisms that support return, circular migration, and professional cooperation with diaspora communities. Fourth, it requires coordination among migration, education, employment, innovation, social, and cohesion policies.

The concept also implies shared responsibility. Origin societies must improve the conditions that influence departure rather than relying on moral appeals to loyalty. Destination societies should consider the wider consequences of recruiting from regions and sectors already experiencing serious shortages. European institutions can facilitate data exchange, professional recognition, cross-border cooperation, and regional investment, but implementation depends on national, regional, and organizational actors.

Ethical recruitment is especially relevant in essential public services. Recruiting doctors, nurses, educators, or other specialists from regions with severe shortages may solve an immediate problem in the destination while transferring institutional pressure to the origin society. Ethical governance does not require the prohibition of recruitment. It requires awareness of sectoral vulnerability, investment in training capacity, cooperation between institutions, and mechanisms through which mobility can generate benefits for both sides.

Balanced mobility also requires attention to brain waste. A European system that moves qualified professionals from one territory to another but leaves them in occupations below their level of training cannot be considered successful. The appropriate use of skills in destination labor markets and the preservation of institutional capacity in origin regions are interconnected dimensions of the same policy problem.

The theoretical framework developed in this chapter treats highly skilled migration as a socially embedded and institutionally mediated process. Professionals exercise agency, but they do so within unequal opportunity structures. Qualifications cross borders, but their value is reconstructed through legal, organizational, and professional systems. Mobility may support innovation and individual advancement, yet it can also intensify territorial disparities or produce occupational downgrading.

This framework guides the analysis of European policy documents developed in the following chapters. The study will examine whether highly skilled mobility is represented mainly as a resource for competitiveness and labor market adjustment or whether European policies also address qualification recognition, social inclusion, regional sustainability, and the long-term consequences of unequal human capital distribution.

3. EUROPEAN POLICY AND INSTITUTIONAL CONTEXT

European governance of highly skilled mobility has developed through two partly distinct policy pathways. The first concerns the free movement of European Union citizens within the Single Market, where mobility is treated as a fundamental right supported by rules on equal treatment, social security coordination, access to employment, and professional recognition. The second concerns the admission of third-country nationals, for whom mobility depends on migration status, residence and work authorization, recruitment procedures, and national admission policies. Although these pathways remain legally different, recent European strategies increasingly connect them through a broader policy language centered on skills, talent, labor shortages, competitiveness, and demographic resilience (European Commission, 2023b, 2025b).

This convergence does not amount to a unified European system of human capital mobility. Member States retain substantial authority over labor market regulation, education, professional licensing, migration admission, social protection, and the organization of public services.

European institutions establish common rights, legal frameworks, coordination mechanisms, strategic priorities, and financial instruments, but the practical conditions under which mobility occurs continue to vary across national and regional contexts. The European policy landscape is therefore best understood as an interconnected institutional architecture rather than as a single, fully integrated policy domain.

3.1. Free Movement and Professional Mobility within the European Union

The free movement of workers is grounded in Article 45 of the Treaty on the Functioning of the European Union (2016). It protects the right of Union citizens to seek and take up employment in another Member State and prohibits nationality-based discrimination concerning access to employment, remuneration, and other working conditions. Regulation (EU) No 492/2011 and Directive 2004/38/EC further specify the rights associated with employment, residence, and equal treatment, while Directive 2014/54/EU provides mechanisms intended to facilitate the exercise and enforcement of these rights (Directive 2004/38/EC, 2004; Directive 2014/54/EU, 2014; Regulation (EU) No 492/2011, 2011).

In legal terms, free movement removes the requirement for EU citizens to obtain work permits in another Member State and grants access to employment under conditions broadly comparable to those applicable to national workers. This framework has made professional mobility one of the most visible dimensions of European integration. It enables workers to respond to employment opportunities across borders and allows employers to recruit from a labor market extending beyond national territory. Yet formal access does not imply that professional mobility takes place without social or institutional obstacles. Language requirements, housing costs, family considerations, administrative complexity, professional regulation, and unequal access to information continue to shape who moves and who benefits from movement.

The coordination of social security systems represents an essential component of this framework. Regulation (EC) No 883/2004 does not replace national social security systems with a uniform European model. Instead, it establishes common principles intended to protect acquired rights when individuals move between participating countries. These rules address matters such as the aggregation of insurance periods, the determination of applicable legislation, and access to certain benefits across borders (Regulation (EC) No 883/2004, 2004; Regulation (EC) No 987/2009, 2009).

Social security coordination is sociologically important because professional decisions are rarely based on employment alone. Workers also assess whether mobility will interrupt pension contributions, healthcare coverage, unemployment protection, maternity rights, or family benefits. The portability of social entitlements can reduce the risks associated with relocation, whereas uncertainty concerning such rights may discourage mobility or create unequal outcomes after movement. Free movement is therefore sustained not only by the removal of border restrictions but also by institutional arrangements that provide a degree of continuity between territorially organized welfare systems.

Information and employment-matching services have also become part of the European mobility infrastructure. Regulation (EU) 2016/589 established the framework for EURES as a European network of employment services, while the European Labour Authority was created through Regulation (EU) 2019/1149. EURES provides information and employment support to

workers, jobseekers, and employers, while the European Labour Authority coordinates the network and supports cooperation between national authorities in matters of labor mobility and social security coordination (Regulation (EU) 2016/589, 2016; Regulation (EU) 2019/1149, 2019).

These mechanisms respond to an important limitation of formal mobility rights: workers cannot use rights effectively when they lack reliable information about vacancies, employment conditions, administrative requirements, or the institutions responsible for resolving disputes. Information asymmetry can reproduce inequality even within an apparently open labor market. Professionals with established networks, international experience, or strong institutional support are generally better positioned to navigate cross-border mobility than individuals who depend on fragmented or inaccessible information.

The European legal framework thus creates a broad space of occupational movement while leaving many aspects of mobility dependent on national and organizational practices. The right to apply for a position does not ensure that qualifications will be recognized, that recruitment will be impartial, or that the position will correspond to the applicant's level of competence. Free movement should consequently be distinguished from effective professional mobility. The former concerns legal access to another labor market; the latter requires the successful conversion of qualifications, experience, and professional identity into an appropriate occupational trajectory.

3.2. Recognition of Professional Qualifications and Skills Portability

The recognition of qualifications occupies a central position between formal freedom of movement and actual access to professional employment. Directive 2005/36/EC established the principal European framework for recognizing professional qualifications in regulated occupations. It includes a general recognition system, automatic recognition mechanisms for certain sectoral professions, and recognition based on professional experience in specific activities (Directive 2005/36/EC, 2005).

The Directive primarily facilitates mobility for EU and European Economic Area nationals seeking access to regulated professions in another participating country. Its relevance is particularly visible in fields in which national authorization is required before a person may legally practice. Where automatic recognition applies, qualifications meeting agreed minimum training requirements can be recognized without a complete reassessment of the applicant's education. In other cases, competent authorities compare foreign training with national requirements and may impose compensation measures when substantial differences are identified.

European recognition rules have enabled a considerable number of professionals to use their qualifications in another Member State. A Commission assessment published in February 2026 reported that more than 185,000 professionals obtained recognition under the Professional Qualifications Directive between 2020 and 2024, approximately 140,000 of whom were employed in essential sectors such as healthcare and education. The same assessment concluded that the legal framework functions relatively well overall, but also identified persistent difficulties associated with lengthy procedures, extensive documentation requirements, and uneven levels of digitalization (European Commission, 2026).

These findings illustrate the difference between creating a legal route to recognition and making that route practically accessible. Administrative delays can postpone professional entry, compel migrants to accept temporary work below their level of training, or discourage mobility altogether. Documentation requirements may be especially burdensome when records are held by several institutions or when professional training does not correspond neatly to the categories used in the destination country. Recognition systems therefore affect not only administrative efficiency but also the timing and direction of professional careers.

The situation is more fragmented for third-country nationals and for qualifications obtained outside the European Union. Commission Recommendation (EU) 2023/2611 calls on Member States to simplify and accelerate procedures, improve access to information, strengthen the capacity of recognition authorities, and use a "skills-first" approach that takes account of experience and competencies rather than relying exclusively on formal credentials. It also encourages recognition procedures to be integrated into broader strategies concerning skills development, labor market activation, working conditions, mobility, and international talent attraction (Commission Recommendation (EU) 2023/2611, 2023).

The Recommendation acknowledges that procedures for third-country nationals are often more complex and costly than those available to Union citizens. It also identifies practical barriers such as difficulties authenticating documents, inconsistent national data systems, limited information about foreign education systems, translation requirements, and long processing periods. These barriers affect both applicants and employers, especially smaller organizations that may lack the administrative capacity to assess foreign qualifications independently (Commission Recommendation (EU) 2023/2611, 2023).

Because the Recommendation is not a binding harmonization instrument, national authorities continue to organize recognition according to domestic law, institutional structures, and professional regulations. Its significance lies primarily in establishing common policy directions and promoting administrative cooperation. The document also calls for pre-arrival access to recognition procedures, improved cooperation with third countries, interoperable databases, and better use of European classification and transparency tools.

The Union of Skills, presented by the European Commission in March 2025, places qualification portability within a broader strategy for European competitiveness. It includes plans for a Skills Portability Initiative, further development of a European degree, a European vocational education and training diploma, stronger European university alliances, and new governance structures for anticipating skill needs. The strategy also links internal skills circulation with international talent attraction, treating the capacity to develop, recognize, and move competencies as interconnected policy concerns (European Commission, 2025b).

From a sociological perspective, recognition is not a neutral verification of knowledge. It is an institutional process through which competence is translated into occupational legitimacy. Recognition authorities define whether previous learning is equivalent, employers decide whether recognized qualifications are credible and relevant, and professional organizations determine the conditions of access to particular fields. These decisions influence the status, income, autonomy, and career prospects of mobile professionals.

Skills portability consequently extends beyond the administrative equivalence of diplomas. It includes the capacity to demonstrate competencies, obtain appropriate employment, maintain professional development, and avoid occupational downgrading. A European mobility system may successfully increase the number of recognized qualifications while still producing brain waste if employers, organizations, or labor market structures fail to use those qualifications effectively.

3.3. Attraction and Admission of Highly Qualified Third-Country Nationals

The European framework governing highly skilled third-country nationals is organized around several legal routes, the most prominent of which is the revised EU Blue Card. Directive (EU) 2021/1883 establishes conditions of entry and residence for highly qualified employment in 25 Member States, excluding Denmark and Ireland. It was designed to make the European Union more attractive in the international competition for talent and to create clearer, more accessible conditions for qualified workers from outside the Union (Directive (EU) 2021/1883, 2021).

The revised framework introduced more flexible admission requirements than its predecessor. Applicants may qualify on the basis of an employment contract or binding offer of at least six months, while national salary thresholds must generally fall between one and 1.6 times the average gross annual salary. In certain fields, particularly information and communication technologies, relevant professional experience may be accepted as equivalent to higher education qualifications. Blue Card holders may also move to another participating Member State under simplified conditions after 12 months and benefit from facilitated family reunification (Directive (EU) 2021/1883, 2021).

The Blue Card represents an attempt to combine labor market selection with rights intended to make residence more stable and mobility more attractive. Its logic remains largely demand-driven: admission depends on an employment relationship, a salary threshold, and qualifications or professional expertise corresponding to highly skilled work. At the same time, improved family rights and intra-European mobility acknowledge that qualified migrants evaluate destinations not only in relation to immediate employment but also in terms of long-term security and family life.

Academic and research mobility is supported separately by Directive (EU) 2016/801, which establishes admission and residence conditions for non-EU students, researchers, trainees, and several other categories. The connection between study and highly skilled employment is important because European universities and research institutions function as channels through which international talent enters professional networks. Educational mobility can become the first stage of a longer trajectory involving research, employment, entrepreneurship, or onward movement within Europe (Directive (EU) 2016/801, 2016).

The 2023 Communication on Skills and Talent Mobility brought these separate instruments into a more integrated strategic framework. It linked international recruitment with qualification recognition, learning mobility, labor market information, cooperation with partner countries, and efforts to make Europe more attractive to skilled workers. The Communication presented mobility as part of a wider response to labor shortages and international competition, while emphasizing that external recruitment must complement rather than replace investment in the skills of the existing European population (European Commission, 2023b).

A major institutional development occurred with the adoption of Regulation (EU) 2026/1047 establishing the EU Talent Pool. The Regulation entered into force on 1 June 2026 and creates an EU-level digital platform through which jobseekers residing outside the Union can make their profiles available to employers offering positions in shortage occupations. Member State participation is voluntary, and the platform is expected to become fully operational by the end of 2027 (Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

The Talent Pool is intended to improve the visibility and matching of third-country skills rather than create an independent right of admission. Registration, profile matching, or selection for a vacancy does not guarantee that a visa, residence permit, or work authorization will be issued. National immigration procedures, labor market tests, professional recognition requirements, and Member States' authority to determine admission volumes remain applicable (Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

This distinction is essential for assessing the platform sociologically. Digital matching may reduce informational barriers between employers and potential workers, but it does not remove the institutional stages separating recruitment interest from actual professional integration. Successful mobility still depends on immigration decisions, recognition of qualifications, employment conditions, housing, social rights, and the capacity of migrants and their families to establish stable lives after arrival.

The Regulation also connects the Talent Pool with Talent Partnerships, bilateral arrangements, and national frameworks for skills development in third countries. These mechanisms are intended to combine recruitment with training and cooperation between origin and destination countries. Profiles may indicate participation in such partnerships, although this indication does not constitute formal recognition of the individual's skills or qualifications (Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

European policy documents increasingly acknowledge that international recruitment may create adverse effects in countries of origin. Commission Recommendation (EU) 2023/2611 explicitly states that talent attraction should not produce human capital flight that undermines the socioeconomic capacity of partner countries or their ability to maintain essential services. It therefore promotes mutually beneficial partnerships, capacity development, and systematic approaches to recruitment rather than an exclusively competitive acquisition of already trained professionals (Commission Recommendation (EU) 2023/2611, 2023).

Nevertheless, the balance between European labor market needs and the developmental interests of origin societies remains difficult to operationalize. Destination employers often seek rapid solutions to immediate shortages, whereas the effects of professional departure may become visible gradually in education, healthcare, research, or regional development. Partnership language can create a framework for cooperation, but its practical value depends on whether training, investment, institutional exchange, and opportunities for circulation accompany recruitment.

3.4. Labor Shortages, Demographic Change, and Regional Disparities

Labor and skills shortages have become a central justification for European policies concerning mobility and international recruitment. The Commission's 2024 Action Plan on Labour and Skills Shortages identified five related areas of intervention: increasing the participation of

underrepresented groups, strengthening education and training, improving working conditions, supporting fair mobility within the Union, and attracting talent from outside the EU. This structure is significant because it does not present migration as an isolated solution. Recruitment is placed alongside activation, skills development, job quality, and internal mobility (European Commission, 2024a).

The European Labour Authority's 2025 report, published in June 2026, found that shortages remained widespread across EURES countries, with 2,617 reported instances of occupational shortage. These imbalances were distributed unevenly, and some occupations appeared in shortage in certain countries while being classified as surplus occupations elsewhere. The report attributed persistent shortages to a combination of demographic change, skills mismatch, job quality problems, and limited labor mobility rather than to a single lack of available workers (European Labour Authority, 2026).

This evidence complicates the assumption that labor shortages can be addressed primarily by moving workers from one territory to another. Cross-border matching may use available competencies more efficiently where a genuine geographical mismatch exists. Yet mobility alone cannot resolve shortages generated by poor working conditions, insufficient training capacity, low occupational attractiveness, or high turnover. Indeed, recruiting mobile professionals into structurally unattractive sectors may temporarily fill vacancies without addressing the institutional conditions that continually reproduce them.

The same report noted that mobile workers and migrants help alleviate shortages but are also frequently overqualified or employed in occupations classified as having labor surpluses. This coexistence of unfilled vacancies and underused qualifications illustrates the limits of policies concerned mainly with recruitment volumes. The problem is not simply how many workers are present, but whether their competencies are recognized and matched with suitable positions (European Labour Authority, 2026).

Demographic change further strengthens the perceived need for mobility. Aging populations, declining birth rates, and reductions in the working-age population affect both labor supply and demand for public services. Healthcare and long-term care face particular pressure because aging simultaneously increases service needs and replacement demand among workers approaching retirement. Education, research, engineering, and technologically intensive sectors also compete for a limited and unevenly distributed pool of qualified professionals.

European regional policy has increasingly recognized that demographic decline and skilled migration do not affect all territories equally. The 2023 Communication Harnessing Talent in Europe's Regions introduced the idea of a talent development trap, referring to regions experiencing a shrinking working-age population, a low or stagnating share of tertiary-educated residents, or substantial departures among younger people. The associated Talent Booster Mechanism supports place-sensitive strategies intended to train, attract, and retain skilled populations (European Commission, 2023a).

The Commission initially identified 82 regions in 16 Member States, representing almost 30% of the EU population, as being severely affected by working-age population decline and weak or stagnating levels of tertiary education, or as being exposed to substantial outward mobility among younger groups. This territorial framing is important because it shifts attention from

aggregate European skill availability toward the geographical distribution of human capital and the institutional capacity of individual regions (European Commission, 2023a).

The Ninth Report on Economic, Social and Territorial Cohesion similarly emphasizes that convergence among Member States can coexist with persistent or widening inequalities within them. Major urban centers and economically dynamic regions tend to concentrate tertiary-educated populations, investment, research institutions, and advanced employment opportunities. Less developed territories may consequently face a double disadvantage: they lose qualified residents while becoming less able to attract replacements (European Commission, 2024b).

European talent policy therefore operates at the intersection of two different spatial objectives. One seeks to increase the mobility of workers so that skills can move toward places where they are needed. The other seeks to strengthen disadvantaged regions so that they can develop, retain, and use their own human capital. These objectives are not necessarily incompatible, but they can produce tension when unrestricted concentration of talent weakens the territories targeted by cohesion and regional development policies.

A sustainable response requires more than recruitment incentives. Professionals assess the quality of institutions, career systems, public services, transport, housing, education, research infrastructure, and opportunities available to family members. Regional talent retention is therefore a social and institutional problem rather than a matter of individual loyalty. Place-based investment can expand the range of meaningful choices available to professionals, allowing mobility to become an option rather than a structural necessity.

3.5. Social Rights, Inclusion, and Policy Coordination

European policy increasingly recognizes that attracting highly skilled workers is insufficient when mobility is not accompanied by fair working conditions, social protection, and meaningful professional inclusion. The legal framework for free movement provides EU citizens with equal-treatment rights, while the Blue Card Directive strengthens family reunification and intra-European mobility for eligible third-country nationals. Social security coordination is intended to preserve rights across borders, and the European Labour Authority supports cooperation in the application of mobility rules (Directive (EU) 2021/1883, 2021; Regulation (EC) No 883/2004, 2004; Regulation (EU) 2019/1149, 2019).

The EU Talent Pool Regulation extends the social dimension of international recruitment by requiring the platform to provide information concerning employment and immigration procedures, recognition of qualifications, living and working conditions, social benefits, healthcare, education, housing, family reunification, and complaint mechanisms. Participating employers must comply with relevant rules concerning fair recruitment, working conditions, discrimination, and labor rights (Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

These provisions reflect a broader understanding of mobility as a process of social incorporation rather than a simple employment transaction. Highly skilled migrants may possess greater economic and educational resources than other migrant groups, but they still require accessible institutions, legal security, family support, and protection against unequal treatment. Professional competence does not eliminate exposure to discrimination, administrative uncertainty, or employment dependence.

At the same time, the European policy architecture remains institutionally fragmented. Free movement, third-country admission, professional recognition, education, regional development, social security, and labor market regulation are governed through different legal instruments and administrative structures. Member States retain control over admission volumes for third-country nationals, organize recognition procedures through national authorities, and decide whether to participate in the EU Talent Pool. European coordination can reduce fragmentation, but it does not eliminate differences in implementation (Commission Recommendation (EU) 2023/2611, 2023; Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

Recent initiatives seek to strengthen coordination by connecting education, employment, migration, competitiveness, and regional development. The Union of Skills proposes a European Skills Intelligence Observatory and a high-level governance structure involving education providers, business representatives, and social partners. The Skills and Talent Mobility Communication similarly promotes closer connections among qualification recognition, recruitment, learning mobility, and cooperation with third countries (European Commission, 2023b, 2025b).

Nevertheless, coordination should not be assessed only through the number of strategies, institutions, or digital tools created. Its substantive effectiveness depends on whether mobile professionals encounter coherent procedures and whether policy instruments prevent occupational downgrading, unequal treatment, and cumulative regional loss. A system may be institutionally dense while remaining difficult to navigate from the perspective of the individual migrant.

The European policy context reveals a gradual transition from a narrow approach centered on the geographical movement of workers toward a broader model concerned with developing, attracting, recognizing, matching, and retaining skills. This evolution brings human capital mobility closer to the domains of social policy and territorial cohesion. It also creates a more complex set of expectations: mobility is expected to support individual freedom, European competitiveness, innovation, demographic resilience, fair employment, and regional development simultaneously.

These objectives do not always point in the same direction. Measures that accelerate recruitment may place pressure on recognition authorities or increase dependence on employers. Policies that facilitate concentration in dynamic regions may improve aggregate productivity while weakening less developed territories. Talent attraction may support European labor markets while transferring shortages to countries of origin. The coherence of European mobility governance therefore depends on its capacity to acknowledge and manage these trade-offs rather than presenting mobility as an inherently beneficial process.

Against this institutional background, the following chapter explains the qualitative research design used to examine how European policy documents define highly skilled migration, construct institutional priorities, and negotiate the relationship between competitiveness, professional inclusion, social cohesion, and territorial sustainability.

4. METHODOLOGY

4.1. Research Design

The study adopts a qualitative sociological approach based on systematic qualitative content analysis of European policy documents. This design is appropriate because the research does not seek primarily to measure migration flows or estimate their economic impact. Its purpose is to examine how European institutions define highly skilled migration, construct human capital mobility as a policy issue, establish institutional priorities, and interpret the relationship between competitiveness, social inclusion, demographic change, and territorial cohesion.

Policy documents are approached as institutional texts that both describe social problems and participate in their construction. Through definitions, strategic objectives, legal provisions, and policy recommendations, European institutions determine which aspects of professional mobility are considered relevant, which actors are assigned responsibility, and which forms of intervention are regarded as legitimate. Documentary analysis therefore makes it possible to identify not only explicit policy measures but also the assumptions and values underlying European approaches to highly skilled mobility (Bowen, 2009; Krippendorff, 2018).

The analytical design combines qualitative content analysis with thematic interpretation. Qualitative content analysis provides a systematic and transparent procedure for organizing a complex documentary corpus, while thematic interpretation allows recurrent institutional meanings, policy tensions, and less visible relationships among policy domains to be examined (Mayring, 2014; Schreier, 2012). The methodology is directly guided by the research questions formulated in the introductory section of the article.

4.2. Documentary Corpus and Selection Procedure

The documentary corpus was constructed through purposive selection of official European Union documents directly relevant to highly skilled migration, professional mobility, skills development, qualification recognition, labor shortages, demographic change, social inclusion, and regional cohesion. The principal analytical period extends from 2019 to June 2026, as this interval includes major developments in European skills and talent governance. Earlier documents were retained when they continued to provide the fundamental legal basis for free movement, social security coordination, professional recognition, or the admission of students, researchers, and highly qualified third-country nationals.

The corpus includes legislative instruments, European Commission communications and recommendations, strategic frameworks, action plans, and institutional reports issued by the European Commission, the European Parliament, the Council of the European Union, the European Labour Authority, and the European Committee of the Regions.

Documents were included when they contained substantive legal provisions, institutional objectives, policy mechanisms, implementation responsibilities, or analytical findings capable of contributing directly to the research questions. Press releases, political speeches, promotional materials, duplicate versions, national policy documents, and texts dealing exclusively with asylum, irregular migration, or border control were excluded. Institutional webpages were consulted only to verify publication dates, implementation status, or the relationship between major initiatives and their underlying legal or strategic documents.

The main components of the corpus, together with the issuing institutions, document types, and principal analytical relevance, are presented in Table 1. This approach avoids overloading the

methodological discussion with descriptive information that can be communicated more clearly in tabular form.

Table 1. Structure of the documentary corpus.

Documentary component	Main issuing institutions and bodies	Types of documents included	Principal analytical relevance
Free movement and labor mobility	European Parliament, Council of the European Union, European Commission, European Labour Authority	Regulations, directives, institutional frameworks, implementation reports	Legal mobility rights, equal treatment, employment access, social security coordination, and cross-border labor mobility
Highly skilled migration from third countries	European Parliament, Council of the European Union, European Commission	Directives, regulations, recommendations, communications, and strategic initiatives	Admission, recruitment, attraction, retention, and mobility of highly qualified third-country nationals
Professional qualifications and skills portability	European Commission, European Parliament, Council of the European Union	Directives, recommendations, policy initiatives, and institutional assessments	Recognition of qualifications, validation of professional experience, regulated professions, and transferability of skills
Education, training, and talent development	European Commission	Strategic frameworks, skills agendas, policy communications, and analytical reports	Development of competencies, educational mobility, lifelong learning, talent formation, and responsiveness to labor-market needs
Employment, labor shortages, and social inclusion	European Commission, European Labour Authority	Action plans, labor-market reports, monitoring documents, and statistical analyses	Occupational shortages, skills mismatch, working conditions, employment integration, social rights, and professional inclusion
Demographic change and territorial cohesion	European Commission, European Committee of the Regions	Cohesion reports, regional policy communications, demographic analyses, and strategic documents	Population decline, youth out-migration, regional inequalities, talent development traps, and territorial sustainability

Source: Author's elaboration based on the European institutional documents included in the qualitative documentary corpus.

Note: The table presents the principal components of the corpus according to their dominant policy orientation. Some documents address more than one analytical domain and were therefore examined across several thematic categories.

The corpus was therefore constructed to reflect the institutional interdependence of migration, employment, education, social policy, and territorial development rather than treating them as entirely separate areas of intervention.

4.3. Coding and Analytical Procedure

The documents were examined through a deductive–inductive coding strategy. The initial analytical categories were derived from the theoretical framework and the research questions, while additional codes were introduced when recurrent themes emerged from the documents. This combination preserved conceptual coherence without forcing the corpus into an entirely predetermined structure.

The coding focused on thematic passages rather than isolated words or fixed sentence units. A passage was coded when it expressed a coherent policy idea concerning the meaning of mobility, the identification of a problem, the justification of an intervention, the allocation of institutional responsibility, or the expected consequences of a policy measure. This procedure made it possible to preserve the institutional context in which concepts such as talent, skills, mobility, inclusion, and cohesion were used.

The principal analytical dimensions concerned the institutional conceptualization of highly skilled mobility, the attraction and retention of professionals, the recognition and effective use of qualifications, labor and skills shortages, demographic sustainability, social rights, territorial disparities, and policy coordination. These dimensions were divided into more specific codes only when such differentiation was necessary for interpreting the documents. The coding framework and its operational dimensions are presented in Table 2.

Table 2. Coding framework used in the qualitative content analysis.

Analytical dimension	Operational focus	Main indicators identified in the documents
Conceptualization of highly skilled mobility	Institutional definitions and representations of highly skilled migration, talent, and human capital mobility	Highly qualified workers, talent, professional mobility, human capital, knowledge circulation, skilled migration
Competitiveness and innovation	Relationship between professional mobility, economic performance, research, and technological transformation	Productivity, innovation, digital transition, research capacity, global competition, strategic skills
Attraction and retention of talent	Institutional mechanisms intended to recruit, integrate, and retain highly qualified professionals	Admission routes, recruitment platforms, salary thresholds, shortage occupations, family conditions, long-term residence
Recognition and utilization of qualifications	Institutional conversion of education, experience, and competencies into professional status	Qualification recognition, validation, professional licensing, regulated professions, occupational matching, overqualification
Labor and skills shortages	Institutional explanations of workforce deficits and occupational imbalances	Shortage occupations, skills mismatch, replacement demand, working conditions, sectoral deficits, recruitment needs

Analytical dimension	Operational focus	Main indicators identified in the documents
Demographic sustainability	Relationship between mobility, aging, population decline, and the continuity of essential services	Working-age population decline, aging, youth migration, workforce replacement, healthcare, education
Social rights and professional inclusion	Conditions supporting equitable and sustainable participation in destination societies	Equal treatment, social protection, family reunification, employment security, discrimination, access to services
Regional and territorial inequalities	Unequal geographical distribution of qualified human capital and its regional consequences	Brain drain, peripheral regions, urban concentration, talent development traps, regional retention, territorial cohesion
Circulation and origin-country relations	Connections between mobility, return, diaspora engagement, and knowledge transfer	Circular migration, return mobility, diaspora networks, ethical recruitment, knowledge exchange, partnerships
Governance and implementation	Distribution of responsibilities and coordination among institutions and territorial levels	European institutions, Member States, regional authorities, employers, voluntary participation, monitoring, implementation gaps

Source: Author's elaboration based on the research questions, the theoretical framework, and the principles of qualitative content analysis developed by Mayring (2014) and Schreier (2012).

Note: The coding strategy was deductive–inductive. Initial categories were derived from the theoretical framework and research questions, while additional indicators were incorporated when recurrent themes emerged during the examination of the documentary corpus. A passage could receive more than one code when it connected several policy dimensions.

The analysis proceeded through repeated reading and comparison of the selected documents. During the first analytical phase, relevant passages were assigned descriptive and conceptual codes. During the second phase, relationships among the codes were examined in order to identify broader themes, institutional priorities, and recurrent policy frames. Particular attention was given to the associations between mobility and competitiveness, skills shortages and demographic decline, qualification recognition and professional inclusion, as well as talent attraction and regional cohesion.

Thematic patterns were subsequently compared across institutions, document types, and policy domains. This comparative stage made it possible to examine whether legislative instruments, strategic communications, labor-market reports, and cohesion documents approached highly skilled mobility in similar or different ways. Differences were retained as analytically meaningful rather than being reduced to a single institutional position.

The interpretation also considered the silences and contradictions of the analyzed policies. A policy document may emphasize the attraction of professionals while providing limited attention to occupational downgrading, origin-region losses, or long-term social integration. Similarly, European strategies may propose common priorities while leaving implementation largely dependent on national or regional authorities. These differences between declared

objectives, available instruments, and implementation responsibilities form an important part of the sociological analysis.

4.4. Methodological Rigor, Ethical Considerations, and Limitations

Analytical consistency was supported through an explicit coding framework, a record of coding decisions, and repeated comparison between categories and the original documents. A selected part of the corpus was reviewed again after the initial coding in order to identify unstable interpretations and clarify code definitions. Since the study was conducted by a single author, no inter-coder reliability coefficient was calculated. Methodological transparency was considered more appropriate than reporting an artificial statistical measure in the absence of an independent second coder.

Documentary triangulation was achieved by comparing legal instruments, strategic documents, and institutional reports dealing with related policy problems. This reduced dependence on a single institutional source and allowed differences between formal regulation, strategic intention, and policy assessment to be identified. Divergent documents and passages were retained, particularly when they challenged dominant representations of mobility as an exclusively economic resource.

The research uses publicly available institutional documents and does not involve human participants, confidential records, or personal data. Formal ethical approval was therefore not required. Nevertheless, the interpretation avoids reducing highly skilled migrants to units of labor or treating origin countries as passive suppliers of qualified personnel. Concepts such as human capital, talent, and skills supply are examined critically in relation to professional identity, social rights, family life, and community consequences.

The study has several limitations. European policy documents reveal institutional priorities and representations but do not provide direct access to the experiences of migrants, employers, professional organizations, or communities of origin. The analysis also focuses on the European level and cannot capture the full diversity of national and regional implementation. Finally, the policy field remains dynamic, particularly because several recent initiatives have not yet produced sufficient evidence concerning their practical outcomes. The results should therefore be interpreted as an analysis of the structure and orientation of European policy at a specific stage of its development.

Despite these limitations, the methodological design provides a coherent basis for examining how European institutions connect highly skilled mobility with competitiveness, social inclusion, demographic sustainability, and territorial cohesion. The following chapter presents the results of the qualitative analysis and develops their sociological interpretation.

5. FINDINGS AND SOCIOLOGICAL INTERPRETATION

The qualitative analysis reveals that European policies do not approach highly skilled migration through a single, coherent frame. The selected documents combine economic, demographic, educational, social, and territorial arguments, but these dimensions do not receive equal attention. Competitiveness and the response to labor shortages occupy the most prominent position, while social inclusion, territorial redistribution, and the consequences for regions of origin appear more frequently as complementary concerns. At the same time, the documentary

corpus indicates a gradual broadening of the European policy agenda: the emphasis has moved from facilitating the geographical movement of workers toward developing, attracting, recognizing, matching, and retaining skills.

This change is institutionally significant. Highly skilled mobility is no longer confined to migration policy or the legal regulation of free movement. It increasingly connects employment, education, qualification recognition, research, innovation, social rights, demographic resilience, and cohesion policy. Yet the expansion of the policy agenda has not eliminated fragmentation. Different instruments continue to operate through separate administrative structures, and implementation remains dependent on Member States, professional authorities, employers, educational institutions, and regional actors.

5.1. Competitiveness as the Dominant Policy Frame

The strongest and most consistent finding concerns the economic framing of highly skilled mobility. Across the central strategic documents, skills are represented as an essential condition for productivity, innovation, the digital and green transitions, and the European Union's position in the global economy. The 2023 Communication on Skills and Talent Mobility begins from the premise that a skilled workforce is indispensable to European competitiveness and that domestic training, activation measures, and intra-European mobility will not be sufficient on their own to meet future demand. International recruitment consequently appears as one component of a wider strategy designed to increase the availability and circulation of skills (European Commission, 2023b).

This framing is reinforced by the Union of Skills, which connects education, lifelong learning, skills portability, and international talent attraction with European growth and strategic competitiveness. The policy language used in this framework treats human capital as a resource that must be continuously developed, circulated, and retained. The emphasis is not merely on the number of workers available but on the alignment of their competencies with sectors considered essential to technological, industrial, and economic transformation (European Commission, 2025b).

The competitiveness frame performs several institutional functions. First, it transforms migration from a politically sensitive subject into a problem of economic capacity. Highly skilled migrants are presented less as outsiders seeking admission and more as professionals whose competencies are required by European labor markets. Second, the frame connects migration with areas that already possess strong political legitimacy, including innovation, research, healthcare, digitalization, and industrial development. Third, it provides a justification for European-level action by suggesting that individual Member States acting separately may be less effective in the global competition for qualified professionals.

Nevertheless, the emphasis on competitiveness also narrows the meaning of mobility. Professionals tend to appear in the documents through the competencies they possess and the vacancies they can fill. Their educational history, family situation, professional identity, social relationships, and expectations concerning long-term membership receive less systematic attention. The concept of talent is therefore inclusive in one sense, because it recognizes migrants' potential contribution, but selective in another, because that recognition is frequently conditional on labor-market demand.

The documents do not entirely reduce migration to recruitment. The 2023 Communication explicitly states that international talent attraction must accompany investment in the resident population, labor-market participation, reskilling, and intra-European mobility. This formulation prevents external recruitment from being presented as a substitute for domestic education or improved employment conditions. However, the relative prominence of competitiveness and shortage-related language indicates that the social value of mobility is still interpreted largely through its economic usefulness (European Commission, 2023b).

The principal frames identified in the documentary analysis are synthesized in Table 3.

Table 3. Dominant policy frames identified in the European documentary corpus.

Policy frame	**Institutional definition of the problem**	**Principal policy responses**	**Sociological implications**
Competitiveness and innovation	Insufficient availability of advanced and strategic competencies may weaken productivity, innovation, and Europe's global position	Talent attraction, skills development, research mobility, skills intelligence, and recruitment in strategic sectors	Professionals are primarily represented as carriers of economically valuable knowledge
Labor and skills shortages	Employers and essential services cannot recruit workers with the required competencies	Occupational matching, legal migration, reskilling, activation, and intra-European mobility	Migration becomes an adjustment mechanism for labor-market imbalances
Skills portability and recognition	Qualifications and experience are not transferred efficiently across borders	Simplified recognition, digital procedures, validation of experience, and skills-first approaches	Institutional recognition determines whether geographical mobility becomes professional mobility
Demographic resilience	Population aging and working-age decline reduce labor supply and place pressure on public services	Retention, international recruitment, longer labor-market participation, and regional talent strategies	Migrants are positioned as part of the response to demographic contraction
Social inclusion and rights	Administrative, professional, and social barriers limit sustainable integration	Equal treatment, social protection, family rights, fair working conditions, and access to information	Economic participation is gradually connected with social membership
Territorial cohesion	Skilled out-migration and concentration of talent deepen regional disparities	Place-based investment, talent retention, regional capacity building, and circular mobility	Individual mobility may reproduce spatial inequality when origin-region losses become cumulative
International partnership	Recruitment may weaken the human-capital capacity of origin countries	Talent Partnerships, skills development, knowledge exchange, and support for circular migration	Responsibility for the consequences of mobility extends beyond the destination labor market

Source: Author's elaboration based on the qualitative analysis of the selected European policy documents.

Note: The frames are analytically distinct but frequently overlap within the same document. Their presence indicates institutional emphasis rather than mutually exclusive policy positions.

The coexistence of these frames shows that European mobility governance is becoming more comprehensive, but it also reveals a hierarchy among policy objectives. Competitiveness provides the principal justification for action, while social inclusion, ethical recruitment, and territorial cohesion function mainly as conditions intended to make talent mobility more sustainable. The distinction matters because the dominant problem definition influences how policy success is evaluated. When the central objective is to fill vacancies, success can be measured through recruitment. When the objective includes social cohesion, professional recognition, and regional sustainability, recruitment alone becomes an insufficient indicator.

5.2. From Talent Attraction to the Effective Use of Skills

A second major finding is the increasing institutional recognition that attracting qualified professionals does not guarantee that their competencies will be used effectively. Earlier mobility policies were often concentrated on legal access, entry conditions, or the removal of formal barriers. More recent documents give substantially greater attention to qualification recognition, validation of prior experience, occupational matching, and the prevention of overqualification.

The 2023 Recommendation on the recognition of qualifications of third-country nationals illustrates this shift. It promotes a skills-first approach in which the individual's full range of knowledge and experience should be considered rather than relying exclusively on formal credentials. It also encourages Member States to simplify procedures, improve access to information, reduce processing time, and prevent situations in which qualified migrants are employed below their level of competence (Commission Recommendation (EU) 2023/2611, 2023).

The move toward a skills-first approach is sociologically relevant because it challenges the assumption that diplomas provide a complete or universally transferable representation of competence. Migrants may possess extensive professional experience that is difficult to translate into the classifications used by destination-country institutions. Conversely, formal recognition may certify equivalence without guaranteeing occupational access. The documents increasingly acknowledge that the mobility of qualifications and the mobility of professionals are related but not identical processes.

The implementation assessment of the Professional Qualifications Directive provides evidence of both institutional progress and continuing difficulty. Between 2020 and 2024, more than 185,000 professionals obtained recognition of their qualifications in another EU country, with approximately 140,000 working in essential areas such as healthcare and education. At the same time, the assessment identified continuing problems related to procedural duration, administrative demands, and uneven digitalization (European Commission, 2026).

These results reveal a dual reality. The European recognition framework has enabled substantial professional mobility, especially in essential services, but recognition remains a potential

bottleneck. Delays have biographical consequences that are not captured by administrative statistics. A professional waiting for authorization may accept work outside the field, postpone migration, depend financially on relatives, or abandon the attempt to practice the profession. Administrative time therefore becomes part of the social stratification of mobility.

The Union of Skills places portability at the center of a broader European strategy and announces initiatives intended to improve the movement of qualifications and competencies irrespective of where they were acquired. This represents an important institutional development because it treats portability not merely as a technical matter but as a condition for the functioning of the Single Market and the fuller use of European human capital (European Commission, 2025b).

Nevertheless, the analysis indicates that policy documents often move rapidly from recognition to employment, leaving the organizational processes between them less fully examined. Employers, recruitment agencies, professional associations, and workplace hierarchies determine whether formally recognized competencies are trusted and used. A qualification may be accepted by the competent authority but continue to be discounted during recruitment or promotion. Effective skills portability therefore depends on institutional behavior beyond the recognition procedure itself.

The EU Talent Pool reflects the same movement from admission toward matching. Regulation (EU) 2026/1047 establishes an EU-level platform designed to connect employers in participating Member States with jobseekers residing outside the Union, especially in occupations affected by shortages. The instrument does not replace immigration procedures or automatically create a right of entry and employment. Its direct function is to reduce informational distance and facilitate recruitment, while admission continues to depend on the relevant European and national rules (Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

The platform may improve the visibility of candidates whose competencies would otherwise remain inaccessible to European employers. Yet digital matching cannot solve institutional problems that occur after a match has been identified. Recognition, work authorization, language acquisition, housing, family relocation, professional adaptation, and workplace inclusion remain outside the narrow act of connecting a candidate with a vacancy. The policy innovation is consequently meaningful but partial.

The findings support a distinction among three stages of skilled mobility: attraction, recognition, and utilization. Attraction concerns whether a professional considers Europe accessible and desirable. Recognition concerns whether institutions accept the person's qualifications and experience. Utilization concerns whether those competencies are translated into appropriate work, professional autonomy, and career development. European policy increasingly addresses all three stages, but the first remains more strongly developed than the last.

The comparison presented in Table 4 shows that European policy instruments address different stages of professional mobility, but their institutional development remains uneven.

Table 4. Comparative orientation of European policies governing highly skilled mobility.

Policy area	Main institutional response	Dominant objective	Less-developed dimension
Free movement within the European Union	Equal-treatment rights, residence rights, social-security coordination, and employment information	Facilitation of intra-European labor mobility	Unequal practical accessibility of mobility rights
Admission of highly qualified third-country nationals	EU Blue Card, national admission systems, Talent Partnerships, and the EU Talent Pool	Attraction and recruitment of qualified professionals	Long-term occupational integration after admission
Recognition of qualifications	Recognition procedures, validation of experience, digitalization, and skills-first approaches	Improvement of skills portability	Employer acceptance and effective occupational utilization
Skills development and education	Lifelong learning, reskilling, educational mobility, skills intelligence, and institutional cooperation	Competitiveness and workforce adaptability	Territorial inequalities in access to education and training
Labor and skills shortages	Activation, training, improved matching, intra-EU mobility, and international recruitment	Increased labor supply and vacancy reduction	Structural causes related to job quality and institutional retention
Demographic and regional resilience	Place-based development, talent-retention measures, and regional capacity building	Reduction of territorial disparities	Coordination with policies facilitating outward professional mobility
Social inclusion and retention	Equal treatment, family rights, social protection, information, and fair working conditions	Sustainable retention of mobile professionals	Informal exclusion, discrimination, and access to career advancement
Cooperation with origin countries	Talent Partnerships, ethical recruitment, training cooperation, and circular mobility	Mutually beneficial skills mobility	Binding mechanisms for sharing the costs and benefits of migration

Source: Author's elaboration based on the qualitative analysis of European legal instruments, strategic communications, recommendations, and institutional reports concerning highly skilled mobility.

Note: The table compares the dominant orientation of the principal European policy fields. The identified limitations do not imply the complete absence of the respective dimensions, but indicate that they are less clearly institutionalized than the principal policy objectives.

The table reflects the differing emphases of the Skills and Talent Mobility Communication, the Union of Skills, the EU Blue Card framework, the qualification-recognition recommendation, regional talent policy, and the recently adopted EU Talent Pool.

The comparison indicates that the European policy architecture is most developed in relation to legal mobility, recruitment, and strategic skills development. Professional utilization, informal workplace inclusion, and responsibility for the effects of recruitment on origin regions remain less directly regulated.

5.3. Labor Shortages as Structural Rather Than Temporary Problems

The analyzed documents consistently present labor shortages as more than a temporary consequence of economic recovery or sectoral fluctuation. They are associated with demographic aging, technological transformation, insufficient training capacity, geographical mismatch, working conditions, and changes in occupational demand. This broader explanation is important because it limits the plausibility of recruitment as a self-sufficient solution.

The 2023 Skills and Talent Mobility Communication identifies shortages across healthcare, long-term care, engineering, scientific activities, information and communication technology, construction, manufacturing, transport, and other sectors. It also anticipates additional demand arising from the digital and green transitions. The policy response therefore combines reskilling, activation of underrepresented populations, intra-European movement, and recruitment from outside the Union (European Commission, 2023b).

The European Labour Authority's 2025 assessment similarly describes labor shortages as increasingly structural and notes that shortages and surpluses may coexist across countries, occupations, and territories. This coexistence suggests that the problem cannot be reduced to an absolute absence of workers. In many cases, it reflects a failure to connect people, competencies, jobs, and places under acceptable employment conditions (European Labour Authority, 2026).

This finding alters the sociological interpretation of highly skilled mobility. When shortages are viewed as a purely numerical deficit, the preferred response is to increase labor supply. When they are understood as structural, attention must also be directed toward wages, workload, employment security, professional autonomy, training systems, geographical accessibility, and organizational retention. Migration may alleviate immediate pressure, but it can also allow institutions to postpone reforms that would make occupations more sustainable.

The distinction is especially important in essential public services. Recruiting doctors, teachers, researchers, or care professionals may protect service continuity in destination regions. However, if the underlying causes of shortages include poor conditions or inadequate investment, recruitment can become a recurrent rather than transitional strategy. Mobile professionals enter institutions that remain difficult to staff, and turnover may continue even after vacancies have been temporarily filled.

The policy documents increasingly acknowledge this limitation. International recruitment is generally presented as one element of a policy mix rather than the sole response to shortages. The repeated inclusion of education, reskilling, labor-market participation, improved matching, and better working conditions indicates institutional awareness that sustainable labor supply cannot be imported indefinitely.

A tension nevertheless remains between strategic policy language and the short-term needs of employers. European frameworks encourage coordinated, long-term responses, while

employers and public institutions frequently require immediate personnel. The urgency of vacancy filling may privilege rapid recruitment over investment in professional integration, workplace improvement, or cooperation with origin countries. The sociological effect is a mismatch between the time horizon of institutional reform and the time horizon of operational need.

5.4. Social Rights as Conditions of Talent Retention

The documents reveal a gradual transition from a predominantly admission-centered approach toward a stronger concern with retention. This change broadens the policy question from how professionals can enter a labor market to why they might remain, establish stable lives, and continue contributing over time.

Retention is frequently linked to residence security, opportunities for family reunification, fair working conditions, access to services, qualification recognition, and the possibility of intra-European movement. These conditions are particularly visible in the revised Blue Card framework and in the social and informational provisions connected with the EU Talent Pool. The inclusion of family and mobility rights suggests that European policymakers increasingly recognize highly skilled professionals as social actors whose decisions cannot be explained solely by salary or occupational demand.

This broader approach is necessary because attraction and retention operate through different mechanisms. Simplified admission may encourage arrival, but it does not guarantee long-term attachment. Professionals compare not only salaries but also institutional reliability, career transparency, housing, education, healthcare, social climate, and opportunities available to partners and children. A destination can be economically attractive while remaining socially difficult to inhabit.

The analysis also indicates that European policies increasingly connect retention with the portability of rights. Professional mobility becomes less risky when workers can preserve social-security entitlements, understand applicable rules, and access reliable information. These arrangements are particularly important for careers involving repeated mobility, temporary assignments, or movement between several Member States.

Yet the social dimension remains less elaborated than the economic dimension. Policy documents generally state principles of fair treatment and inclusion, but they devote less attention to the workplace relationships through which belonging and professional status are negotiated. Discrimination, limited access to leadership, informal exclusion, and the devaluation of foreign experience may persist even where legal rights are formally protected.

There is also a risk that rights are interpreted instrumentally, as measures needed to make Europe more competitive in attracting talent. From that perspective, social protection and family inclusion are important because they improve the destination's attractiveness. A stronger sociological position would treat them as rights derived from human dignity and social membership, not merely as incentives within international competition.

The distinction does not make the existing measures irrelevant. On the contrary, it clarifies their dual function. Social rights protect individuals, but they also influence the effectiveness of talent policy. A professional who experiences secure residence, recognition, family stability,

and fair employment is more likely to remain. Talent retention is therefore one of the areas in which economic and social objectives can reinforce rather than contradict one another.

5.5. Regional Inequalities and the Unequal Geography of Talent

The territorial perspective is most strongly articulated in the documents addressing demographic change and cohesion. These texts depart from the assumption that increasing the total quantity of skills available in Europe is sufficient. They emphasize where human capital is located and whether regions possess the institutional capacity to train, attract, retain, and use qualified professionals.

The Communication on Harnessing Talent in Europe's Regions identifies the combined effects of working-age population decline, low or stagnating tertiary education, and the departure of younger and qualified residents. It warns that these processes may deepen existing territorial disparities, particularly in rural, peripheral, outermost, and industrial-transition regions. The document estimates that the EU working-age population fell by 3.5 million between 2015 and 2020 and may decline by a further 35 million by 2050 (European Commission, 2023a).

The concept of a talent development trap represents an important change in European policy discourse. It locates the problem not solely in the decision of individuals to leave but in a regional cycle of weakened opportunities. Regions lose qualified residents because professional possibilities are limited; the departure of those residents subsequently reduces the human and institutional resources required to create new opportunities. Migration becomes both a consequence and a mechanism of regional inequality.

This interpretation moves beyond moral arguments about loyalty to the place of origin. It recognizes that retention cannot be achieved by asking professionals to sacrifice career aspirations for regional needs. A sustainable strategy requires credible employment, functioning public institutions, educational infrastructure, connectivity, housing, research opportunities, and social services. The decision to remain must be supported by real possibilities rather than by normative pressure.

At the same time, the territorial documents coexist with labor-market strategies that encourage workers to move toward available employment. These two orientations are individually rational but potentially contradictory. Labor mobility may reduce shortages and improve the allocation of competencies, while cohesion policy seeks to prevent the continued concentration of human capital in already advantaged regions. European governance consequently promotes both the movement of talent and its retention in vulnerable territories.

The contradiction cannot be resolved by choosing one objective and abandoning the other. Restricting mobility would undermine individual rights and the functioning of the Single Market. Ignoring territorial effects would allow the benefits of integration to become increasingly concentrated. The challenge is to create forms of mobility through which professional development does not require the permanent disconnection of individuals from origin-region institutions.

Circular mobility, digital cooperation, research networks, temporary return, joint educational programs, and interregional partnerships can contribute to this objective, but their effects should not be exaggerated. A region cannot compensate for the continuous loss of essential personnel

exclusively through occasional diaspora engagement. Knowledge circulation becomes developmentally meaningful only when origin institutions possess the resources and organizational stability required to absorb and use it.

5.6. Policy Coordination and Persistent Institutional Fragmentation

The documentary corpus contains a strong rhetorical commitment to coordination. Recent frameworks repeatedly call for the integration of migration, employment, education, skills, regional development, and international cooperation. The Union of Skills proposes new governance and skills-intelligence mechanisms, while the 2023 Communication describes talent mobility as requiring a cross-sectoral and whole-of-government approach (European Commission, 2023b, 2025b).

This emphasis reflects an accurate diagnosis. Highly skilled mobility cannot be governed effectively by migration authorities alone. Entry procedures affect whether a person can move, qualification authorities determine whether the person may practice, employers decide how competencies are used, welfare institutions shape security, and regional policies influence whether mobility reinforces or reduces territorial disparities.

Nevertheless, the analysis identifies a continuing gap between policy interdependence and institutional integration. The relevant instruments have different legal bases, administrative procedures, target populations, and degrees of binding force. Some apply to EU citizens, others to third-country nationals. Some establish enforceable rights, while others provide recommendations or strategic guidance. Some require Member State participation, while others operate directly across the Union. The EU Talent Pool illustrates this pattern. It establishes a common digital infrastructure, but Member State participation is voluntary and the platform does not replace national admission systems.

Qualification recognition remains linked to European and national professional rules. Employment conditions depend on labor law and employer practices. The European instrument connects actors without fully integrating the systems that govern their decisions (Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

This structure is not necessarily a policy failure. It reflects the distribution of competences within the European Union and the continued institutional importance of Member States. However, it creates a practical burden for mobile professionals, who must navigate the boundaries between policy areas that appear interconnected at the strategic level but remain administratively separate.

Fragmentation also complicates accountability. When a qualified migrant is unable to enter the relevant profession, it may be unclear whether the principal barrier lies in European regulation, national legislation, a recognition authority, an employer, or insufficient information. When a region loses specialists, responsibility may be attributed to local conditions, national investment, European mobility rules, or broader economic inequalities. The dispersion of responsibility can make structural problems appear as isolated administrative difficulties or individual adaptation failures.

The findings therefore suggest that future policy coordination must be evaluated from the perspective of the professional trajectory rather than only through institutional architecture. The

existence of several complementary initiatives does not necessarily produce a coherent experience. Coherence becomes visible when a person can move from recruitment to recognition, employment, social protection, family integration, and career development without encountering contradictory or repetitive procedures.

The principal tensions emerging from the relationship between European policy objectives and their institutional implementation are summarized in Table 5.

Table 5. Principal policy tensions identified through the qualitative analysis.

Policy tension	**Institutional expression**	**Potential social consequence**	**Sociological interpretation**
Competitiveness versus territorial cohesion	Policies encourage talent to move toward productive sectors and stronger labor markets, while cohesion measures seek to retain skills in vulnerable regions	Further concentration of professionals in metropolitan and economically advanced territories	Aggregate European gains may coexist with cumulative regional losses
Recruitment versus origin-region capacity	Destination institutions recruit specialists from sectors and regions already affected by workforce shortages	Weakening of healthcare, education, research, and public services in origin communities	The costs and benefits of mobility are distributed asymmetrically
Admission versus professional recognition	Legal entry may be facilitated before the transferability of qualifications has been established	Delayed professional entry, temporary occupational downgrading, or abandonment of the intended career	Geographical mobility does not automatically become professional mobility
Formal recognition versus effective skills utilization	Qualifications may be formally accepted while employers continue to discount foreign experience	Overqualification, lower professional status, and loss of specialized competencies	Institutional recognition and organizational valuation represent different stages
Free movement versus fragmented social protection	Mobility rights operate across welfare systems governed through different national institutions	Administrative uncertainty and discontinuity in access to benefits or services	Legal integration advances more rapidly than social-policy integration
Digital matching versus administrative fragmentation	European platforms connect candidates and employers, while admission, recognition, and employment procedures remain separate	A successful digital match may not lead to timely or sustainable employment	Technological coordination cannot replace institutional coordination
Talent retention versus individual freedom	Regions seek to retain specialists whose professional aspirations may be better served elsewhere	Moral pressure on individuals without improvement of structural conditions	Legitimate retention must be based on opportunities rather than restriction

Policy tension	Institutional expression	Potential social consequence	Sociological interpretation
Short-term vacancy filling versus long-term institutional reform	Employers recruit internationally to address immediate shortages	Structural problems related to remuneration, workload, and working conditions may remain unresolved	Migration can alleviate institutional pressure while postponing necessary reform
Partnership discourse versus unequal institutional power	Origin and destination actors formally cooperate, but destination institutions possess greater recruitment and financial capacity	Partnerships may prioritize labor acquisition over reciprocal development	Mutual benefit requires concrete institutional investment and accountability

Source: Author's elaboration based on the thematic and comparative interpretation of the documentary corpus.

Note: The tensions represent recurring relationships among policy objectives rather than absolute contradictions. They become problematic when one objective is pursued without considering its effects on other stages, actors, or territories involved in mobility.

The policy tensions are grounded in the coexistence of EU recruitment and portability initiatives, continuing labor shortages, regional talent-development concerns, and the multilevel division of implementation responsibilities.

These tensions confirm that highly skilled mobility cannot be evaluated from the perspective of a single institution or policy sector. Measures that appear successful in relation to recruitment or vacancy reduction may produce less favorable outcomes when examined through professional trajectories, social rights, or territorial sustainability.

5.7. Toward an Integrated Interpretation of Balanced Human Capital Mobility

Taken together, the findings show that European highly skilled mobility policy is situated between two competing logics. The first is an allocative logic: skills should circulate toward the sectors and territories where they can be used most productively. The second is a cohesive logic: mobility should not deepen social and regional inequalities or weaken the capacity of origin societies to maintain essential institutions.

The allocative logic is more firmly embedded in legal and economic instruments. It is supported by free movement, recruitment platforms, qualification portability, and international talent-attraction policies. The cohesive logic is more visible in regional policy, social rights, ethical recruitment, and cooperation with origin countries. Although the two logics are increasingly connected, the documentary analysis indicates that they have not yet been fully reconciled.

This unresolved relationship provides the empirical basis for the concept of balanced human capital mobility developed in the Discussion. The analysis indicates that European policy increasingly recognizes the need to connect mobility with qualification recognition, professional inclusion, social rights, and territorial sustainability, but its instruments remain more developed for attracting and reallocating talent than for addressing the long-term effects of unequal human capital distribution. Highly skilled mobility therefore emerges not as a simple

adjustment between labor supply and demand, but as a process with differentiated consequences for professionals, institutions, and regions.

6. DISCUSSION

The analysis indicates that European policy on highly skilled migration is moving beyond a narrow concern with geographical mobility, yet it has not fully developed an integrated social model of human capital circulation. Recent strategies connect migration with skills development, labor-market adjustment, innovation, demographic resilience, qualification recognition, and regional cohesion. This expansion reflects a more realistic understanding of professional mobility, but it also brings together objectives that may conflict in practice. Policies designed to facilitate the movement of talent can strengthen European competitiveness while simultaneously accelerating the concentration of qualified professionals in already advantaged regions. Similarly, international recruitment may reduce labor shortages in destination countries while weakening essential institutions in societies of origin.

The results therefore support an interpretation of highly skilled migration as a field in which individual aspirations, institutional classifications, labor-market demands, social rights, and territorial interests intersect. Mobility is neither an exclusively private decision nor a process that can be managed solely through recruitment instruments. Its consequences depend on the institutional conditions under which people leave, the ways in which their qualifications are evaluated after migration, and the capacity of origin and destination societies to transform mobility into sustainable forms of professional and social development.

6.1. Highly Skilled Mobility between Individual Agency and Institutional Valuation

The findings confirm that the capacity to cross borders must be distinguished from the capacity to achieve occupational advancement after migration. Education, language competence, professional networks, and access to international information may facilitate movement, but they do not guarantee that previous qualifications and experience will be converted into corresponding professional positions. Mobility can therefore expand career opportunities while also producing interruption, downgrading, or a loss of the occupational value accumulated before migration.

This result qualifies the conventional human-capital interpretation of migration. Although professionals may move in search of better returns to education and experience, as suggested by Becker (1964), those returns depend on the institutional environments in which competencies are evaluated. From the perspectives developed by Bourdieu (1986) and Erel (2010), credentials and cultural capital do not retain a fixed value across borders; they are reinterpreted through recognition systems, professional hierarchies, employer judgments, and local organizational norms.

European qualification-portability policies respond to this problem by promoting simplified procedures, pre-arrival assessment, institutional cooperation, and skills-first approaches (Commission Recommendation (EU) 2023/2611, 2023). Nevertheless, formal recognition remains only one stage of professional integration. Employer judgments, access to occupational networks, organizational cultures, language requirements, and opportunities for career progression continue to determine whether recognized competencies are effectively used. This explains why labor shortages may coexist with migrant overqualification and the reduced

occupational returns associated with foreign education and experience (Friedberg, 2000; Mattoo et al., 2008).

Policy effectiveness should therefore be assessed through occupational correspondence, professional autonomy, skills development, and career progression rather than solely through admissions, employment rates, or recognition decisions. Extending the aspirations–capabilities framework developed by de Haas (2021), the findings suggest that mobility depends not only on the capability to cross borders, but also on the institutional capability to practice, progress, participate, and belong after migration.

6.2. The Competitiveness–Cohesion Paradox

The analysis identifies a fundamental tension between European competitiveness and territorial cohesion. Recent European frameworks treat skills mobility and international talent attraction as strategic responses to innovation needs, demographic aging, and persistent labor shortages (European Commission, 2023b, 2024a, 2025b). Instruments such as the revised EU Blue Card and the EU Talent Pool strengthen the Union's capacity to recruit qualified professionals and allocate competencies toward sectors experiencing workforce deficits (Directive (EU) 2021/1883, 2021; Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

However, the aggregate benefits of this allocative logic are distributed unevenly. Economically dynamic regions with stronger institutions, research infrastructures, and labor markets are better positioned to attract and retain professionals, while territories already affected by demographic and economic decline may experience additional human-capital losses. The competitiveness–cohesion paradox therefore arises because mobility can improve occupational matching and European productivity while simultaneously weakening the capacity of vulnerable regions to maintain services, generate innovation, and retain future generations.

The European Commission's concept of the talent development trap captures the cumulative regional mechanism through which limited opportunities encourage the departure of younger and highly educated residents, thereby reducing the human and institutional resources required to generate future development. The Ninth Cohesion Report similarly shows that convergence between Member States can coexist with persistent territorial disparities (European Commission, 2023a, 2024b). These findings support Rodríguez-Pose's (2018) argument that place-insensitive development strategies may normalize the decline of less competitive territories and overlook the social value of the hospitals, universities, schools, research centers, and public institutions sustained by qualified professionals.

Territorial justice does not require restricting individual mobility, but expanding the geographical distribution of credible professional opportunities (Soja, 2010). Professionals should remain free to move, while public policy makes remaining, returning, or collaborating with origin regions institutionally viable. The relationship between competitiveness and cohesion should therefore be evaluated through indicators that capture both destination-region gains and origin-region losses, rather than assuming that aggregate increases in European human capital benefit all territories equally.

6.3. Reconsidering Brain Drain, Brain Gain, and Brain Circulation

The findings indicate that brain drain and brain gain should not be treated as mutually exclusive or uniformly distributed outcomes. Their effects depend on sectoral vulnerability, territorial capacity, and the ability of origin institutions to absorb the departure of specialists. The loss of a professional may be manageable in a large labor market but highly disruptive for a regional hospital, university, or local administration (Docquier & Rapoport, 2012).

This context-sensitive interpretation is consistent with earlier research showing that migration affects not only employment and income, but also families, communities, demographic structures, and the institutional resources available to origin societies (Feraru, 2019). Highly skilled migration should therefore be assessed in relation to the continuity and quality of the institutions from which professionals depart, rather than through aggregate migration figures alone.

Brain circulation provides a more flexible interpretation of contemporary professional trajectories by recognizing that migrants may contribute through temporary return, research cooperation, mentoring, investment, digital collaboration, and transnational professional networks (Meyer, 2001; Saxenian, 2005). European Talent Partnerships, the Skills and Talent Mobility framework, the Recommendation on qualification recognition, and the EU Talent Pool reflect growing institutional recognition of this potential by connecting recruitment with training, fair mobility, cooperation, and knowledge exchange (Commission Recommendation (EU) 2023/2611, 2023; European Commission, 2023b; Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

However, circulation cannot produce balanced outcomes without institutional capacity in origin societies. Unequal resources may cause partnerships to prioritize recruitment over reciprocal development, while underfunded organizations may be unable to absorb returning or transnational expertise. Brain waste further demonstrates that mobility may simultaneously weaken origin institutions and underuse migrants' competencies in destination labor markets. The analysis therefore supports a processual interpretation in which drain, gain, circulation, and waste may occur at different stages of the same career, requiring policies that reduce occupational downgrading, strengthen institutional cooperation, and sustain knowledge exchange across territories.

6.4. European Social Policy and the Limits of Fragmented Governance

The findings demonstrate that highly skilled migration has become a matter of European social policy, even though official frameworks continue to emphasize employment and competitiveness. Mobility involves equal treatment, social protection, family reunification, housing, education, working conditions, and access to public services, all of which influence both migrants' well-being and their capacity to develop sustainable professional trajectories. This confirms Ferrera's (2005) observation that economic mobility increasingly crosses national borders while welfare rights remain substantially organized through national institutions.

Free movement therefore cannot be reduced to the removal of formal legal barriers, since the effective exercise of rights also depends on administrative accessibility, social position, cultural familiarity, and access to reliable information (Favell, 2008; Recchi, 2015). European instruments increasingly acknowledge this social dimension: the revised Blue Card strengthens

family and intra-European mobility rights, while the EU Talent Pool provides information concerning employment, qualifications, social benefits, healthcare, education, housing, and complaint procedures (Directive (EU) 2021/1883, 2021; Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

Yet institutional fragmentation remains significant. Admission, qualification recognition, recruitment, social protection, career progression, and regional development are governed by institutions operating at different territorial and organizational levels. Multilevel governance and Europeanization may establish shared objectives without producing uniform administrative practices, leaving strategically connected policy fields institutionally separated (Hooghe & Marks, 2001; Radaelli, 2003). Repeated procedures, uneven national implementation, and voluntary participation in instruments such as the EU Talent Pool can therefore delay occupational integration and create unequal access to mobility opportunities across Member States (Regulation (EU) 2026/1047, 2026).

Policy coherence should consequently be assessed from the perspective of the mobile professional and the territories affected by mobility. An integrated system should connect admission, recognition, appropriate employment, social protection, and career development without contradictory or repetitive procedures. The same principle applies to regional governance: policies facilitating movement toward labor shortages should be coordinated with cohesion, talent-retention, knowledge-circulation, and institutional-capacity measures, so that public investment in vulnerable regions does not simply support the transfer of qualified professionals toward already stronger labor markets.

6.5. Balanced Human Capital Mobility as an Integrated Sociological Model

The findings provide empirical support for balanced human capital mobility as an integrated sociological model connecting individual freedom, professional recognition, skills utilization, social inclusion, institutional cooperation, and territorial sustainability. Rather than restricting mobility or administratively distributing professionals, the model requires institutions to prevent its benefits and costs from becoming systematically concentrated. Destination societies must ensure the effective recognition and use of migrants' competencies, origin societies must preserve credible professional and institutional opportunities, and European governance must coordinate portability, fair recruitment, regional development, and cross-border cooperation.

The model also broadens the criteria through which mobility and retention are assessed. Policy success should not be measured solely through qualified admissions or vacancies filled, but also through occupational correspondence, continuing professional development, social and family stability, and the effects on origin sectors and regions. Retention should therefore refer not to preventing departure, but to creating credible conditions for remaining through appropriate remuneration, professional autonomy, transparent career systems, institutional trust, research infrastructure, public services, housing, education, and connectivity.

Return should be approached as an option rather than a normative obligation. Policies can facilitate temporary return, joint appointments, research collaboration, teaching, mentoring, investment, and digital participation, thereby allowing professionals to contribute without requiring the permanent relocation of their social and professional lives. At the same time, destination institutions benefiting from internationally trained professionals should support ethical recruitment through cooperation in training, institutional investment, professional

exchange, and workforce planning, particularly when recruitment affects sectors and regions already experiencing serious shortages.

At the European level, balanced mobility requires closer alignment among skills, migration, social-rights, and cohesion policies. The Union of Skills and the EU Talent Pool provide important mechanisms for portability, talent attraction, and international matching, but their long-term social value will depend on whether implementation gives comparable attention to occupational integration, regional disparities, and origin-society capacity (European Commission, 2025b; Regulation (EU) 2026/1047, 2026). Balanced human capital mobility therefore treats highly skilled migration as a social relationship among individuals, institutions, and territories, recognizing both its potential for opportunity and innovation and its risks of professional underutilization, institutional loss, and territorial concentration.

The final chapter draws together these conclusions, answers the research questions directly, and formulates policy recommendations derived from the documentary analysis.

7. CONCLUSIONS AND POLICY RECOMMENDATIONS

This study examined highly skilled migration as an institutionally mediated social process situated at the intersection of professional mobility, human capital development, European social policy, and territorial inequality. The findings show that European governance has gradually expanded beyond free movement and admission rules to include skills development, qualification recognition, occupational matching, social protection, and regional resilience. Nevertheless, competitiveness and labor-market shortages remain the dominant policy priorities, while professional inclusion, territorial cohesion, ethical recruitment, and responsibility toward origin societies are less consistently operationalized.

7.1. Main Conclusions in Relation to the Research Questions

The first research question examined how European policy documents conceptualize highly skilled migration and human capital mobility. The findings show that European institutions define highly skilled status through a combination of formal qualifications, professional experience, occupational scarcity, and the strategic relevance of particular competencies. Although this approach recognizes migrants as holders of valuable knowledge, it frequently represents them primarily in relation to labor-market and competitiveness objectives. The analysis therefore supports an institutionally mediated understanding of highly skilled migration: qualifications become professionally effective only when recognition authorities, employers, professional bodies, and organizational practices convert them into appropriate occupational positions.

The second research question concerned the institutional priorities and policy mechanisms associated with attraction, retention, circulation, recognition, and professional integration. The findings show that European intervention increasingly covers admission, recruitment, qualification recognition, skills portability, social-security coordination, circulation, and retention. Yet this policy architecture remains uneven: formal access and talent-attraction mechanisms are more clearly institutionalized than effective occupational integration, career progression, and long-term social inclusion. Sustainable retention must therefore be assessed not simply through continued residence, but through appropriate skills utilization, professional autonomy, equal treatment, family stability, and credible opportunities for advancement.

The third research question examined how European policies address the tension among competitiveness, free movement, regional inequality, and social cohesion. The findings reveal a persistent contradiction between policies that facilitate the movement of professionals toward stronger labor markets and cohesion strategies intended to retain and develop human capital in vulnerable regions. While mobility can support individual careers and alleviate labor shortages, its cumulative concentration may weaken essential institutions in regions of origin. The analysis therefore rejects restrictive responses and supports place-sensitive policies that make remaining, returning, or cooperating with origin regions credible professional options through adequate employment, institutional quality, public services, infrastructure, and development opportunities.

The fourth research question addressed policy gaps, institutional contradictions, and broader sociological implications. The findings identify three principal limitations: the fragmentation of implementation across migration, education, employment, welfare, recognition, and regional-development institutions; the insufficient evaluation of whether migrants' qualifications are effectively used after mobility; and the limited operationalization of responsibility toward origin regions and countries. Addressing these gaps requires coordinated professional pathways, indicators that capture occupational correspondence and career development, and clearer mechanisms linking ethical recruitment with training capacity, institutional investment, knowledge circulation, and the sustainability of essential services.

7.2. Policy Recommendations

The findings support a transition from talent-attraction policies toward a framework covering the entire professional mobility trajectory. Recruitment should be connected from the outset with qualification recognition, occupational matching, social protection, family conditions, and professional development. Successful integration should therefore be evaluated not merely through admission or employment, but through the quality, correspondence, and sustainability of the resulting professional position.

Qualification-recognition procedures should be transparent, predictable, and accessible before relocation. Pre-arrival assessment should combine formal credentials with documented experience and demonstrated competencies, while unnecessary delays, repetitive documentation, and inconsistent requirements should be reduced without weakening legitimate professional standards. Digitalization should be accompanied by clear institutional responsibility, accessible human guidance, and meaningful appeal procedures. European and national institutions should also monitor occupational correspondence through indicators such as the time required to enter the profession, the relationship between education and employment, career progression, participation in continuing education, and access to managerial roles.

Employers should assume a more visible role in professional inclusion by ensuring transparent recruitment, appropriate use of competencies, fair career progression, professional orientation, language support where needed, and access to continuing training. Sustainable retention also depends on the wider social conditions surrounding employment, including housing, healthcare, education for children, family reunification, partner employment, and continuity of social protection. These dimensions should be treated as integral components of talent policy rather than as secondary benefits.

Regional strategies should address the structural conditions that influence professional departure by investing in employment opportunities, institutional quality, research infrastructure, public services, housing, transport, and digital connectivity. In sectors providing essential services, workforce planning should integrate training capacity, recruitment, working conditions, retention, and regional distribution. International or temporary recruitment may alleviate immediate shortages, but it should not replace long-term investment in professional conditions and domestic training systems.

Relations with origin countries should move beyond general partnership language toward measurable institutional cooperation. Recruitment programs should be linked to joint training, professional exchange, research collaboration, infrastructure support, and opportunities for temporary or circular return, while destination institutions benefiting from internationally trained professionals should contribute to training and organizational capacity in origin societies. Diaspora engagement should be organized through stable institutional programs, including mentoring, joint appointments, digital teaching, research participation, and short-term professional missions, so that knowledge circulation complements rather than substitutes for sustained investment in origin-country institutions.

European coordination should be evaluated from both the perspective of the mobile professional and that of territorial sustainability. Integrated mobility pathways should connect admission, qualification recognition, employment, taxation, social protection, and family rights, while policy evaluation should consider occupational correspondence, skills utilization, regional concentration, and cohesion outcomes. The principal recommendations derived from the findings are consolidated in Table 6.

Table 6. Policy framework for balanced human capital mobility.

Policy area	**Recommended action**	**Principal responsible actors**	**Expected social and institutional outcome**
Pre-arrival recognition	Permit professionals to initiate qualification and experience assessment before relocation	National recognition authorities, professional bodies, European coordination structures	Reduced uncertainty, shorter professional-transition periods, and lower risk of occupational downgrading
Skills utilization	Monitor the correspondence between migrants' qualifications and the occupations in which they are employed	European Commission, Eurostat, national labor authorities, employers	Better identification and reduction of overqualification and brain waste
Integrated mobility pathway	Connect recruitment, admission, recognition, employment, social protection, and family information through coordinated services	Migration authorities, employment services, recognition bodies, welfare institutions	More coherent and accessible professional mobility trajectories

Policy area	Recommended action	Principal responsible actors	Expected social and institutional outcome
Employer responsibility	Require transparent recruitment, professional orientation, fair progression, and appropriate use of competencies	Public and private employers, social partners, labor inspectorates	Improved workplace inclusion, retention, and career development
Regional talent retention	Invest in professional opportunities, public services, research infrastructure, housing, transport, and digital connectivity	European institutions, national governments, regional and local authorities	Increased capacity of vulnerable regions to retain and attract qualified professionals
Essential-service workforce planning	Coordinate training, recruitment, working conditions, retention, and regional personnel distribution	Health, education, and labor ministries; regional authorities; professional organizations	Reduced dependence on repeated recruitment and improved continuity of public services
Ethical international recruitment	Assess sectoral vulnerabilities in origin countries and connect recruitment with institutional support and training expansion	European institutions, Member States, employers, partner-country authorities	Reduction of harmful human-capital losses and more equitable distribution of mobility benefits
Circular mobility and diaspora cooperation	Create stable programs for temporary return, joint appointments, mentoring, teaching, research, and digital collaboration	Universities, hospitals, research institutions, professional associations, diaspora organizations	Sustained knowledge circulation without requiring permanent return
Social and family integration	Treat housing, education, healthcare, family reunification, and partner employment as components of talent policy	National and local administrations, employers, educational and social institutions	Stronger long-term retention and fuller social participation
Policy evaluation	Assess mobility through professional, social, and territorial indicators rather than admission and employment totals alone	European Commission, European Labour Authority, Eurostat, Member States	More accurate evaluation of skills utilization, inclusion, and regional consequences

Source: Author's elaboration based on the findings and sociological interpretation developed in the present study.

Note: The recommendations follow the concept of balanced human capital mobility and combine individual freedom with professional recognition, social inclusion, institutional responsibility, and territorial sustainability. Their implementation requires coordination rather than the creation of a single centralized European authority.

The proposed framework does not seek to limit mobility or administratively redistribute professionals. Its purpose is to ensure that mobility expands individual opportunities while reducing professional underutilization, institutional fragmentation, and the cumulative weakening of vulnerable regions.

7.3. Theoretical and Sociological Contribution

The principal theoretical contribution of the study is the concept of balanced human capital mobility, which integrates individual agency with institutional recognition, effective skills utilization, social inclusion, and territorial sustainability. Unlike approaches centered primarily on individual returns, aggregate labor-market efficiency, or national gains and losses, this framework evaluates mobility across interconnected individual, occupational, institutional, regional, national, and European levels.

Its distinctive contribution is to interpret brain waste, regional brain drain, and knowledge circulation as related outcomes of the institutional conversion of human capital. Mobility becomes socially productive not simply when professionals cross borders, but when their competencies are appropriately used, the capacities of origin regions are not cumulatively weakened, and institutions enable sustained forms of knowledge exchange and cooperation. Highly skilled migration is therefore understood as a social relationship that redistributes professional opportunities, public investment, organizational capacity, and development prospects across territories.

7.4. Final Considerations

The European Union has a legitimate need to develop, attract, and retain qualified professionals in response to demographic aging, technological transformation, and persistent labor shortages. However, mobility should not be assessed solely through its contribution to vacancy reduction or competitiveness. Its social sustainability also depends on the recognition and effective use of qualifications, the protection of professional and social rights, and the preservation of institutional capacity in regions of origin.

European governance has begun to connect these dimensions through qualification-portability measures, skills-first approaches, regional talent strategies, social protections, and cooperation with origin countries. The next stage requires their more coherent integration across migration, education, employment, welfare, innovation, and cohesion policies. Europe therefore needs not simply more mobile talent, but a socially responsible system in which professional mobility supports individual freedom, institutional development, and territorial cohesion.

REFERENCES

Becker, G. S. (1964). Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. Columbia University Press.

Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), Handbook of theory and research for the sociology of education (pp. 241–258). Greenwood Press.

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. Qualitative Research Journal, 9(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Chaloff, J., & Lemaître, G. (2009). Managing highly-skilled labour migration: A comparative analysis of migration policies and challenges in OECD countries (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 79). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/225505346577

Commission Recommendation (EU) 2023/2611 of 15 November 2023 on the recognition of qualifications of third-country nationals. (2023). Official Journal of the European Union, L, 2023/2611. https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2023/2611/oj/eng

Czaika, M., & Parsons, C. R. (2017). The gravity of high-skilled migration policies. Demography, 54(2), 603–630. https://doi.org/10.1007/s13524-017-0559-1

de Haas, H. (2021). A theory of migration: The aspirations–capabilities framework. Comparative Migration Studies, 9, Article 8. https://doi.org/10.1186/s40878-020-00210-4

Directive 2004/38/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the right of citizens of the Union and their family members to move and reside freely within the territory of the Member States. (2004). Official Journal of the European Union, L 158, 77–123. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2004/38/oj/eng

Directive 2005/36/EC of the European Parliament and of the Council of 7 September 2005 on the recognition of professional qualifications. (2005). Official Journal of the European Union, L 255, 22–142. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2005/36/oj/eng

Directive 2014/54/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on measures facilitating the exercise of rights conferred on workers in the context of freedom of movement for workers. (2014). Official Journal of the European Union, L 128, 8–14. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2014/54/oj/eng

Directive (EU) 2016/801 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the conditions of entry and residence of third-country nationals for the purposes of research, studies, training, voluntary service, pupil exchange schemes or educational projects and au pairing. (2016). Official Journal of the European Union, L 132, 21–57. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/801/oj/eng

Directive (EU) 2021/1883 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2021 on the conditions of entry and residence of third-country nationals for the purpose of highly qualified employment, and repealing Council Directive 2009/50/EC. (2021). Official Journal of the European Union, L 382, 1–38. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2021/1883/oj/eng

Docquier, F., & Rapoport, H. (2012). Globalization, brain drain, and development. Journal of Economic Literature, 50(3), 681–730. https://doi.org/10.1257/jel.50.3.681

Erel, U. (2010). Migrating cultural capital: Bourdieu in migration studies. Sociology, 44(4), 642–660. https://doi.org/10.1177/0038038510369363

European Commission. (2023a). Harnessing talent in Europe's regions (COM(2023) 32 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023DC0032

European Commission. (2023b). Skills and talent mobility (COM(2023) 715 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023DC0715

European Commission. (2024a). Labour and skills shortages in the EU: An action plan (COM(2024) 131 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52024DC0131

European Commission. (2024b). Ninth report on economic, social and territorial cohesion. https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/reports/cohesion9/9CR_Report_FINAL.pdf

European Commission. (2025a). Employment and social developments in Europe 2025: Unlocking the potential of people—Promoting higher employment in the EU. https://employment-social-affairs.ec.europa.eu/employment-and-social-developments-europe-2025-unlocking-potential-people-promoting-higher_en

European Commission. (2025b). The Union of Skills (COM(2025) 90 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52025DC0090

European Commission. (2026). Report on the implementation of Directive 2005/36/EC on the recognition of professional qualifications. https://employment-social-affairs.ec.europa.eu/document/63569573-8ddf-42ca-836a-1743e9f58fb1_en

European Committee of the Regions. (2020). Opinion of the European Committee of the Regions—Brain drain in the EU: Addressing the challenge at all levels. Official Journal of the European Union, C 141, 34–40. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019IR4645

European Labour Authority. (2026). Labour shortages and surpluses in Europe 2025. https://www.ela.europa.eu/en/publications/labour-shortages-and-surpluses-europe-2025

Fassio, C., Montobbio, F., & Venturini, A. (2019). Skilled migration and innovation in European industries. Research Policy, 48(3), 706–718. https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.11.002

Favell, A. (2008). Eurostars and Eurocities: Free movement and mobility in an integrating Europe. Wiley-Blackwell. https://doi.org/10.1002/9780470712818

Feraru, P. D. (2013). Romania and the crisis in the health system: Migration of doctors. Global Journal of Medical Research: Interdisciplinary, 13(5), 25–32. https://globaljournals.org/GJMR_Volume13/4-Romania-and-the-Crisis-in.pdf

Feraru, P. D. (2015). Migration integration as a factor of economic and regional development in the European Union. In EURINT 2015: Regional development and integration—New challenges for the EU (Vol. 2, pp. 175–190). Centre for European Studies, Alexandru Ioan Cuza

University of Iași. https://cse.uaic.ro/eurint/proceedings/index_htm_files/EURINT2015_FER.pdf

Feraru, P. D. (2019). Costuri sociale ale migrației externe din România (2nd ed.). Editura Lumen. https://edituralumen.ro/costuri-sociale-ale-migratiei-externe-din-romania-daniela-petronela-feraru/

Ferrera, M. (2005). The boundaries of welfare: European integration and the new spatial politics of social protection. Oxford University Press.

Friedberg, R. M. (2000). You can't take it with you? Immigrant assimilation and the portability of human capital. Journal of Labor Economics, 18(2), 221–251. https://doi.org/10.1086/209957

Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. American Journal of Sociology, 78(6), 1360–1380. https://doi.org/10.1086/225469

Harvey, D. (1973). Social justice and the city. Johns Hopkins University Press.

Hooghe, L., & Marks, G. (2001). Multi-level governance and European integration. Rowman & Littlefield.

Krippendorff, K. (2018). Content analysis: An introduction to its methodology (4th ed.). SAGE Publications.

Mattoo, A., Neagu, I. C., & Özden, Ç. (2008). Brain waste? Educated immigrants in the U.S. labor market. Journal of Development Economics, 87(2), 255–269. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2007.05.001

Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solution. Social Science Open Access Repository. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173

Meyer, J.-B. (2001). Network approach versus brain drain: Lessons from the diaspora. International Migration, 39(5), 91–110. https://doi.org/10.1111/1468-2435.00173

Radaelli, C. M. (2003). The Europeanization of public policy. In K. Featherstone & C. M. Radaelli (Eds.), The politics of Europeanization (pp. 27–56). Oxford University Press.

Recchi, E. (2015). Mobile Europe: The theory and practice of free movement in the EU. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/9781137316028

Regulation (EC) No 883/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the coordination of social security systems. (2004). Official Journal of the European Union, L 166, 1–123. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/883/oj/eng

Regulation (EC) No 987/2009 of the European Parliament and of the Council of 16 September 2009 laying down the procedure for implementing Regulation (EC) No 883/2004 on the coordination of social security systems. (2009). Official Journal of the European Union, L 284, 1–42. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/987/oj/eng

Regulation (EU) No 492/2011 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2011 on freedom of movement for workers within the Union. (2011). Official Journal of the European Union, L 141, 1–12. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/492/oj/eng

Regulation (EU) 2016/589 of the European Parliament and of the Council of 13 April 2016 on a European network of employment services (EURES), workers' access to mobility services and the further integration of labour markets. (2016). Official Journal of the European Union, L 107, 1–28. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/589/oj/eng

Regulation (EU) 2019/1149 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 establishing a European Labour Authority. (2019). Official Journal of the European Union, L 186, 21–56. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1149/oj/eng

Regulation (EU) 2026/1047 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2026 establishing an EU Talent Pool. (2026). Official Journal of the European Union, L, 2026/1047. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2026/1047/oj/eng

Rodríguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter—and what to do about it. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 11(1), 189–209. https://doi.org/10.1093/cjres/rsx024

Saxenian, A. (2005). From brain drain to brain circulation: Transnational communities and regional upgrading in India and China. Studies in Comparative International Development, 40(2), 35–61. https://doi.org/10.1007/BF02686293

Schreier, M. (2012). Qualitative content analysis in practice. SAGE Publications.

Soja, E. W. (2010). Seeking spatial justice. University of Minnesota Press.

Treaty on the Functioning of the European Union (consolidated version). (2016). Official Journal of the European Union, C 202, 47–200. https://eur-lex.europa.eu/eli/treaty/tfeu_2016/oj/eng

MIGRATION, KNOWLEDGE ECONOMIES, AND GLOBAL TALENT MOBILITY: SOCIOLOGICAL PERSPECTIVES

PhD, Petronela Daniela FERARU

National College Iaşi and "Ion Neculce" High School, Târgu Frumos, Romania, Sociology, daniela_feraru_p@yahoo.com, ORCID: 0009-0009-8954-6336

Abstract

The international mobility of highly skilled professionals has become a defining feature of contemporary knowledge economies, reshaping labor markets, innovation systems, professional careers, and the geographical distribution of human capital. Although such mobility can expand individual opportunities and facilitate knowledge exchange, it may also intensify regional inequalities, occupational shortages, qualification mismatch, and the institutional vulnerability of countries and regions of origin. This study examines the relationship among migration, knowledge economies, and global talent mobility, with particular attention to Romania within a comparative European context.

The research employs a convergent mixed-methods design based entirely on secondary evidence. The quantitative component draws on harmonized statistical indicators and institutional databases produced by Eurostat, OECD, the World Bank, IOM, Cedefop, and European institutions. The analysis focuses on tertiary-educated mobility, employment in knowledge-intensive sectors, occupational mismatch, overqualification, professional recognition, research capacity, and the unequal distribution of highly qualified workers. The qualitative component applies deductive–inductive content analysis to policy documents, strategic frameworks, institutional reports, and regulatory instruments concerning skills mobility, talent attraction, qualification recognition, diaspora engagement, return migration, and regional development. The two components are integrated through comparative thematic matrices that identify convergence, complementarity, and tension between statistical patterns and institutional policy orientations.

The findings indicate that global talent mobility is not determined exclusively by wage differentials, but by the interaction of career opportunities, institutional quality, professional recognition, research infrastructure, and territorial inequality. The analysis also demonstrates that brain drain, brain circulation, and brain waste may coexist within the same mobility system. Knowledge circulation produces sustainable developmental effects only when internationally acquired competencies are effectively recognized, used, and connected to stable institutional cooperation. The study argues for a shift from policies centered narrowly on talent retention toward coordinated strategies supporting qualification utilization, circular mobility, diaspora cooperation, regional capacity building, and balanced knowledge circulation.

Keywords: Highly skilled migration, knowledge economy, human capital mobility, brain circulation, documentary analysis.

1. INTRODUCTION

The international mobility of highly skilled professionals has become one of the defining characteristics of the twenty-first-century knowledge economy, profoundly transforming labor markets, innovation systems, educational trajectories, and the global distribution of human capital. Accelerated globalization, digitalization, demographic change, and technological innovation have intensified cross-border competition for highly qualified workers, positioning talent mobility as a central element of economic competitiveness, scientific advancement, and sustainable development. Within this context, migration is no longer understood solely as a demographic or labor market phenomenon but increasingly as a strategic process through which knowledge, competencies, innovation capacity, and intellectual resources circulate across national and regional boundaries (Castells, 2010; OECD, 2023).

Contemporary knowledge economies depend fundamentally on the creation, accumulation, transfer, and effective utilization of human capital. Universities, research institutions, multinational corporations, and innovation ecosystems increasingly compete for highly educated professionals capable of generating technological progress, scientific research, entrepreneurial development, and organizational innovation. Consequently, international migration has become closely interconnected with educational expansion, research mobility, digital transformation, and the global circulation of specialized knowledge. Highly skilled migration therefore represents not only a movement of individuals but also a redistribution of intellectual resources that directly influences productivity, innovation capacity, institutional performance, and long-term economic resilience (Becker, 1993; Florida, 2005).

From a sociological perspective, however, the growing international mobility of highly qualified professionals generates a complex set of opportunities and challenges extending beyond economic performance alone. While mobility may facilitate knowledge exchange, professional development, intercultural interaction, and scientific collaboration, it may simultaneously contribute to regional inequalities, demographic imbalances, occupational shortages, institutional fragility, and unequal territorial development. These multidimensional consequences demonstrate that the relationship between migration and development cannot be adequately explained through simplistic assumptions portraying migration exclusively as either beneficial or detrimental. Instead, the outcomes of highly skilled mobility emerge through continuous interaction between structural conditions, institutional quality, educational systems, labor market dynamics, and public policy frameworks (Favell, 2008; Massey et al., 1993).

The traditional concepts of brain drain, brain gain, and brain circulation have substantially enriched the sociological understanding of highly skilled migration over recent decades. Initially, research focused primarily on the negative developmental consequences associated with the permanent emigration of highly qualified professionals from economically less developed regions toward more advanced economies. Subsequent theoretical developments emphasized the potential benefits generated through return migration, transnational professional networks, diaspora engagement, and international knowledge transfer. More recently, the concept of brain waste has attracted increasing scholarly attention by highlighting situations in which migrants' qualifications remain underutilized because of occupational mismatch, inadequate recognition of professional credentials, or institutional barriers within destination countries (Docquier & Rapoport, 2012; Iredale, 2001).

The European Union represents one of the most significant contemporary laboratories for examining these dynamics. The principle of free movement of persons, together with the increasing integration of European labor markets, has facilitated unprecedented levels of professional mobility among highly educated individuals. Simultaneously, considerable disparities persist between Member States regarding research infrastructure, innovation capacity, labor market opportunities, demographic trends, and institutional attractiveness. These territorial differences influence both the direction and the intensity of highly skilled migration, producing unequal patterns of human capital concentration and regional competitiveness across Europe (European Commission, 2023; OECD, 2023).

Romania constitutes a particularly relevant case within this broader European context. During the past decades, the country has experienced sustained emigration of highly qualified professionals across multiple sectors, including medicine, engineering, information technology, scientific research, and higher education. While international mobility has created important opportunities for individual career development and transnational knowledge exchange, it has also generated significant challenges concerning labor shortages, demographic decline, regional disparities, and institutional capacity. Previous sociological research has demonstrated that migration produces complex social consequences extending beyond economic indicators and significantly influences family structures, identity construction, religious life, and community development (Feraru, 2011b; Feraru, 2015).

Despite the substantial body of literature dedicated to highly skilled migration, important analytical gaps remain regarding the interaction between knowledge economies, institutional quality, territorial inequality, and policy responses addressing global talent mobility. Much of the existing research continues to examine these dimensions separately, often emphasizing either economic performance, migration policy, or labor market outcomes. Comparatively fewer studies adopt an integrated sociological perspective capable of simultaneously examining statistical mobility patterns, institutional policy frameworks, and the broader social mechanisms shaping the international circulation of highly qualified human capital.

Responding to these limitations, the present study investigates the relationship between migration, knowledge economies, and global talent mobility through a convergent mixed-methods sociological approach integrating quantitative secondary indicators with qualitative documentary analysis. The research combines comparative statistical evidence derived from major international databases with systematic qualitative analysis of European and international policy documents in order to identify the principal structural, institutional, and sociological factors influencing highly skilled migration.

The study pursues three principal objectives. First, it examines the distribution of highly skilled mobility across European knowledge economies and the position of Romania within this broader system. Second, it analyzes the interaction between labor market conditions, research capacity, institutional quality, and professional recognition in shaping global talent mobility. Third, it evaluates how contemporary European policy frameworks address the challenges associated with brain drain, brain circulation, qualification utilization, and balanced knowledge development.

Beyond its empirical contribution, the study seeks to advance sociological understanding by integrating quantitative evidence and qualitative institutional analysis into a comprehensive

interpretative framework capable of explaining highly skilled migration as a multidimensional social process. The findings are expected to contribute to ongoing debates concerning migration, human capital, regional development, and knowledge economies while providing evidence relevant for policymakers, educational institutions, researchers, and labor market stakeholders seeking to promote more balanced and sustainable patterns of global talent mobility.

2. THEORETICAL AND CONCEPTUAL FRAMEWORK

2.1. Human Capital and Knowledge Economies

The relationship between human capital and knowledge-based economic development represents one of the central theoretical foundations for understanding contemporary highly skilled migration. Human capital refers to the accumulated knowledge, competencies, qualifications, professional experience, and productive capacities embodied in individuals and developed through education, training, employment, and continuous learning. From this perspective, education is not merely a personal achievement but also a strategic social investment capable of influencing productivity, innovation, occupational mobility, and long-term economic development (Becker, 1993; Schultz, 1961).

The transition from industrial economies toward knowledge economies has considerably increased the strategic importance of highly qualified labor. Contemporary economic performance depends increasingly on the capacity of societies to generate, attract, retain, and effectively use specialized knowledge. Scientific research, technological innovation, advanced services, higher education, healthcare, digital industries, and knowledge-intensive production require professionals whose competencies are transferable across organizations and national borders. As a result, highly skilled workers have become central actors in global competition for talent, investment, and innovation capacity (Castells, 2010; OECD, 2023).

Knowledge economies differ from traditional economic systems because their principal productive resources are not limited to physical capital, raw materials, or industrial infrastructure. Their development depends on the institutional production and circulation of information, expertise, research, creativity, and technological capabilities. Universities, research institutes, firms, public administrations, and professional networks therefore function as interconnected institutions within broader systems of knowledge production and dissemination. The effectiveness of such systems depends not only on the number of educated individuals but also on the capacity of institutions to integrate their qualifications into productive, scientific, and social structures.

This distinction is particularly important for the sociological analysis of migration. The accumulation of educational qualifications does not automatically generate social or economic development when corresponding employment opportunities, research infrastructure, institutional stability, and professional recognition are absent. Highly educated individuals may therefore migrate not because their societies lack human capital, but because domestic institutions cannot provide adequate conditions for its utilization. In this sense, highly skilled migration frequently reflects a structural discrepancy between the production of qualifications and the institutional capacity to transform those qualifications into meaningful professional careers.

The concept of human capital must consequently be analyzed alongside institutional and territorial inequalities. Regions with strong universities, research investment, innovative firms, transparent recruitment systems, and attractive professional environments are better positioned to retain domestic specialists and attract international talent. Conversely, territories characterized by limited research financing, unstable employment, restricted career advancement, or weak institutional trust may experience sustained outflows of qualified professionals. These differences contribute to an unequal geography of knowledge in which human capital becomes increasingly concentrated in already competitive urban and regional centers.

The migration of highly qualified professionals also demonstrates that human capital is socially embedded rather than merely individually possessed. Skills and knowledge acquire value within specific institutional environments that recognize, reward, and integrate them. The same qualification may produce different occupational outcomes depending on professional regulation, labor market demand, organizational culture, and systems of credential recognition. Consequently, global talent mobility is shaped not only by the qualifications of migrants but also by the institutional conditions governing their conversion into occupational status and professional influence.

From a sociological perspective, knowledge economies therefore generate both opportunities and inequalities. They expand demand for advanced competencies, international collaboration, and professional mobility, but they may also intensify competition among individuals, organizations, regions, and states. Highly skilled workers gain greater possibilities for geographical and occupational mobility, while less competitive institutions risk losing precisely those professionals whose expertise is necessary for modernization and development. This dynamic may reinforce cumulative advantage, whereby regions already possessing strong knowledge infrastructures continue to attract additional talent and resources.

The relationship between migration and economic development is consequently neither automatic nor uniformly positive. International mobility may facilitate professional learning, knowledge transfer, investment, and transnational cooperation, but its developmental consequences depend on whether countries of origin remain connected to mobile specialists and whether returning or circulating knowledge can be institutionally absorbed. Previous research on Romanian migration has similarly shown that the economic and social consequences of mobility are mediated by institutional capacity, family strategies, labor market structures, and opportunities for social reintegration rather than by migration alone (Feraru, 2011a; Feraru, 2019).

This perspective requires moving beyond the idea that highly skilled migration represents a simple transfer of human capital from one country to another. Contemporary professional mobility often involves repeated movements, temporary relocation, remote collaboration, transnational employment, international research participation, and multiple forms of professional belonging. Human capital may therefore circulate through networks that connect individuals simultaneously to institutions located in different national and regional contexts.

Accordingly, the sociology of knowledge economies must examine not only how human capital is produced but also how it is distributed, recognized, used, and circulated. The developmental value of highly skilled mobility depends on the interaction between individual competencies,

institutional arrangements, territorial opportunities, and transnational networks. These relationships provide the conceptual basis for analyzing global talent mobility as a multidimensional social process rather than as an exclusively economic response to wage differentials.

The following subsection develops this argument by examining the main sociological characteristics of highly skilled migration and the transformation of professional mobility within increasingly interconnected global labor and knowledge systems.

2.2. Highly Skilled Migration and Global Talent Mobility

Highly skilled migration has become an increasingly important component of contemporary globalization, reflecting the growing international circulation of professionals whose qualifications, expertise, and occupational experience are considered strategically valuable within knowledge-intensive economies. Although the category of the "highly skilled migrant" is often defined through educational attainment, professional status, or employment in specialized occupations, sociological analysis demonstrates that this form of mobility cannot be reduced to credentials alone. It also involves access to institutional opportunities, recognition of qualifications, participation in transnational professional networks, and the capacity to convert knowledge into occupational and social mobility (Iredale, 2001; OECD, 2023).

The expansion of global talent mobility is closely connected to the restructuring of labor markets and the internationalization of professional careers. Scientific researchers, physicians, engineers, information technology specialists, university graduates, entrepreneurs, and other highly qualified workers increasingly pursue career trajectories extending across national borders. These trajectories may involve permanent migration, temporary assignments, academic mobility, circular movement, remote employment, or repeated relocation between different institutional contexts. Consequently, highly skilled migration is better understood as a dynamic mobility system than as a single and irreversible movement from a country of origin to a country of destination (Favell, 2008; Saxenian, 2005).

This transformation has important implications for the relationship between migration and social stratification. Highly qualified individuals generally possess greater mobility resources than workers with lower levels of education, including language skills, professional networks, access to information, and internationally transferable credentials. However, these advantages are distributed unevenly. Occupational regulation, nationality, gender, ethnicity, field of specialization, and country of education may significantly influence whether migrants' qualifications are recognized and rewarded. Thus, global talent mobility may expand opportunities for some professionals while reproducing or intensifying inequalities for others.

A central feature of contemporary talent mobility is the increasing role of destination countries and organizations in actively attracting highly qualified workers. Immigration systems, universities, research centers, multinational companies, and urban innovation regions compete through scholarships, simplified visa procedures, recruitment initiatives, research grants, and favorable professional conditions. Talent attraction has therefore become an institutional strategy embedded within broader policies of economic competitiveness, demographic renewal, and technological development. This policy orientation transforms highly skilled migrants from

passive labor market participants into strategic resources within national and regional development models.

At the same time, the mobility of specialists may create significant pressures in countries and regions of origin. Persistent emigration from sectors such as healthcare, education, engineering, and scientific research can generate occupational shortages, weaken public services, and reduce institutional capacity. These effects are especially visible where educational systems invest substantially in specialist training but domestic labor markets offer limited professional opportunities or insufficient institutional support. In such contexts, highly skilled migration may become a mechanism through which public investments in education indirectly benefit economically stronger destination systems (Docquier & Rapoport, 2012).

Nevertheless, the effects of talent mobility are not necessarily permanent or unidirectional. Migrants may remain connected to their countries of origin through professional networks, investment, mentoring, scientific collaboration, entrepreneurship, knowledge transfer, or temporary return. Diaspora communities can therefore function as transnational infrastructures connecting institutions, labor markets, and innovation systems across borders. The developmental significance of these connections depends on whether institutional mechanisms exist to support cooperation and whether transferred knowledge can be effectively absorbed and applied.

The concept of global talent mobility also requires attention to the distinction between mobility opportunity and mobility pressure. For some highly qualified individuals, international movement represents a voluntary strategy of professional development, specialization, and intercultural experience. For others, migration may result from restricted career advancement, unstable institutions, inadequate remuneration, or limited research infrastructure in the country of origin. The same movement may therefore combine individual opportunity with structural constraint, illustrating the need for sociological interpretations that integrate agency and institutional context.

In the Romanian case, the international mobility of specialists reflects both the opportunities created by European integration and persistent inequalities within the European labor and knowledge system. Access to the European labor market has facilitated professional advancement and international experience, while disparities in wages, institutional quality, public services, and research financing continue to encourage sustained emigration. Earlier research on Romanian migration has shown that mobility decisions are embedded in wider family strategies, professional expectations, and assessments of institutional trust rather than determined solely by income differences (Feraru, 2011a; Feraru, 2019).

Global talent mobility must therefore be analyzed through a multilevel perspective. At the individual level, it reflects professional aspirations, educational investments, family considerations, and perceptions of future opportunity. At the organizational level, it is shaped by recruitment practices, credential recognition, workplace cultures, and research environments. At the national and supranational levels, it is influenced by migration policy, education systems, welfare arrangements, regional inequalities, and strategies for economic development.

Overall, highly skilled migration represents a central mechanism through which knowledge, professional expertise, and innovation capacity are redistributed within the global economy. Its consequences depend not simply on whether specialists leave or return, but on the institutional relationships connecting mobility, qualification recognition, career development, and knowledge circulation. This multidimensional character provides the foundation for distinguishing among brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste, concepts examined in the following subsection.

2.3. Brain Drain, Brain Gain, Brain Circulation, and Brain Waste

The sociological interpretation of highly skilled migration has evolved substantially through the concepts of brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste. These concepts describe different, and often simultaneous, consequences of professional mobility. Rather than representing successive stages in a linear theoretical development, they capture distinct mechanisms through which knowledge and qualifications are redistributed, valued, or underused across national and institutional contexts.

The concept of brain drain traditionally refers to the sustained emigration of highly educated professionals from countries or regions with lower economic and institutional capacity toward destinations offering more attractive employment, research, and career opportunities. Early interpretations emphasized the developmental losses experienced by origin societies when educational investments were not converted into domestic professional contributions. From this perspective, the departure of physicians, researchers, engineers, academics, and other specialists may weaken public services, reduce innovation capacity, and intensify regional inequalities, particularly where institutional replacement is difficult or costly (Bhagwati & Hamada, 1974; Docquier & Rapoport, 2012).

Brain drain is therefore not merely a numerical reduction in the stock of educated workers. Its sociological significance depends on the strategic positions occupied by departing professionals within institutions and local communities. The emigration of a specialist from a sector already affected by personnel shortages may generate consequences that extend far beyond the individual vacancy, including increased workloads, declining service quality, weakened mentoring capacity, and reduced institutional continuity. These cumulative effects are especially significant in healthcare, education, research, and public administration, where professional expertise is embedded in organizational relationships and collective experience.

The concept of brain gain emerged partly as a critique of exclusively loss-oriented interpretations. It emphasizes the possibility that migration may increase incentives for education, expand access to international knowledge, generate remittances and investment, and create professional networks beneficial to countries of origin. When the prospect of international mobility motivates additional individuals to pursue higher education, the total domestic stock of human capital may increase even if some graduates subsequently migrate (Beine et al., 2008). However, such benefits depend on the capacity of institutions to absorb and employ those who remain and should not be assumed automatically.

Brain gain may also occur through return migration. Specialists who return after acquiring international experience can contribute new competencies, professional standards, technological knowledge, and organizational practices. Yet return alone does not guarantee

developmental impact. The transferability of experience depends on whether domestic institutions recognize acquired qualifications, provide appropriate employment, and permit returning professionals to apply their knowledge. Where rigid administrative systems, limited research funding, or non-meritocratic recruitment persist, the potential benefits of return migration may remain underused.

The concept of brain circulation offers a more dynamic interpretation by shifting attention from permanent departure and return toward repeated, multidirectional, and transnational forms of mobility. Highly skilled professionals may study in one country, work in another, maintain institutional ties with their country of origin, and participate simultaneously in international research or entrepreneurial networks. Knowledge therefore circulates through professional relationships, temporary projects, digital collaboration, conference participation, diaspora associations, and cross-border investment rather than only through physical return (Saxenian, 2005).

Brain circulation is particularly relevant within the European Union, where freedom of movement facilitates repeated mobility and complex professional trajectories. A Romanian researcher, physician, or engineer may remain employed abroad while contributing to domestic institutions through collaborative projects, training, mentoring, or temporary assignments. Such arrangements complicate conventional distinctions between emigrant and return migrant and require analytical attention to the density, continuity, and institutional quality of transnational connections.

Nevertheless, the circulation of knowledge should not be confused with its effective utilization. International networks may remain symbolic or episodic when domestic organizations lack financial resources, administrative flexibility, technological infrastructure, or strategic coordination. The developmental value of circulation depends not only on the willingness of mobile professionals to cooperate but also on the institutional capacity of origin regions to receive, adapt, and sustain transferred knowledge. Consequently, brain circulation may coexist with continued brain drain when transnational cooperation does not compensate for persistent institutional losses.

The concept of brain waste addresses a different but equally significant dimension of global talent mobility: the underutilization of migrants' education, skills, and professional experience. Highly qualified migrants may be employed in occupations below their qualification level because of inadequate credential recognition, language barriers, discrimination, regulatory restrictions, lack of local experience, or limited access to professional networks. In such cases, mobility does not produce an efficient international allocation of human capital but rather a devaluation of competencies within the destination labor market (Iredale, 2001; OECD, 2023).

Brain waste has consequences at several levels. For individuals, it may generate income loss, occupational frustration, reduced professional identity, and downward social mobility. For destination societies, it represents a failure to use available qualifications effectively, despite labor shortages in knowledge-intensive sectors. For countries of origin, it means that educational investments are neither fully retained domestically nor productively employed abroad. The phenomenon therefore reveals a contradiction within global talent competition: states may actively recruit educated migrants while institutional systems simultaneously prevent them from practicing at their actual level of competence.

Professional recognition is central to this problem. Formal recognition of diplomas does not always ensure substantive occupational integration, since access to regulated professions may also depend on licensing requirements, language certification, administrative procedures, or employer perceptions. The sociological analysis of brain waste must therefore distinguish between possession of qualifications, formal recognition, occupational placement, and actual use of competencies. These stages are institutionally mediated and may produce unequal outcomes across professions, countries, and migrant groups.

Most importantly, brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste may coexist within the same migration system. A country may lose professionals from strategic sectors while benefiting from diaspora networks and return entrepreneurship. A specialist may acquire advanced knowledge abroad but simultaneously experience occupational mismatch. A destination economy may attract international talent while failing to recognize part of that talent effectively. These overlapping processes demonstrate that highly skilled migration cannot be classified through a single positive or negative label.

From a sociological perspective, the analytical task is therefore to identify the institutional and territorial conditions under which each process becomes dominant. Brain drain becomes more likely where domestic opportunity structures remain weak; brain gain requires educational expansion and effective absorption; brain circulation depends on stable transnational cooperation; and brain waste reflects failures of recognition and occupational integration. Their interaction provides a more comprehensive framework for understanding why the same mobility system may generate development, inequality, innovation, and professional devaluation simultaneously.

The following subsection examines the institutional mechanisms that mediate these outcomes, focusing on professional recognition, research infrastructure, career opportunity, and institutional quality as central determinants of global talent mobility.

2.4. Institutional Quality, Professional Recognition, and Career Opportunities

Institutional quality represents one of the central mechanisms through which highly skilled migration is generated, directed, and transformed into either developmental opportunity or structural loss. Although wage differentials remain important in professional mobility decisions, highly qualified individuals also evaluate the transparency of recruitment procedures, the predictability of career pathways, the credibility of public institutions, the availability of research resources, and the degree to which professional competence is formally and socially recognized. From this perspective, migration decisions reflect not only economic calculations but also broader assessments of institutional trust, procedural fairness, and long-term professional security (Rothstein, 2011; OECD, 2023).

The concept of institutional quality includes several interconnected dimensions. These include administrative efficiency, regulatory stability, merit-based recruitment, organizational accountability, access to professional development, and protection against discrimination or arbitrary decision-making. Institutions capable of ensuring transparent procedures and predictable career progression strengthen individuals' confidence that educational investments and professional effort will be rewarded. Conversely, institutional environments characterized by limited transparency, political interference, informal recruitment practices, or unequal access

to advancement may intensify migration intentions even when remuneration differences are not decisive.

For highly skilled professionals, career opportunity is generally evaluated over an extended time horizon. Individuals do not assess only the immediate availability of employment but also the possibility of specialization, promotion, professional autonomy, research participation, and continuous learning. A position may therefore be considered unattractive even when it provides adequate income if it offers limited prospects for development or insufficient recognition of expertise. This temporal dimension is particularly relevant among researchers, physicians, engineers, academics, and technology specialists whose professional trajectories depend on sustained institutional investment and access to complex organizational resources.

Professional recognition functions as a critical intermediary between qualifications and occupational outcomes. Formal education provides individuals with credentials, but the social and economic value of those credentials depends on institutional mechanisms capable of validating and integrating them. Recognition may involve equivalence procedures, professional licensing, employer evaluation, access to regulated occupations, and acceptance of previous work experience. When these mechanisms are slow, fragmented, or inconsistent, highly educated migrants may experience occupational downgrading despite possessing advanced qualifications.

The distinction between formal recognition and substantive utilization is especially important. A diploma may be officially recognized while the migrant remains employed below the level of qualification because employers do not value foreign experience, professional networks are inaccessible, or recruitment practices privilege locally acquired credentials. Consequently, professional recognition should not be interpreted as a single administrative act but as a multidimensional process connecting qualifications, occupational access, workplace integration, and the effective use of competencies.

Recognition systems also reveal unequal power relations within global talent mobility. Qualifications obtained in prestigious institutions or economically dominant countries may receive greater legitimacy than formally comparable credentials acquired elsewhere. Such hierarchies contribute to the symbolic stratification of knowledge and reinforce inequalities among educational systems, professions, and national contexts. Migrants may therefore be required to repeatedly demonstrate competencies that were already formally acquired, while locally trained professionals benefit from institutional familiarity and established networks.

Research infrastructure represents another decisive component of institutional attractiveness. Highly qualified professionals working in science, technology, healthcare, and higher education depend on laboratories, funding mechanisms, digital resources, specialized equipment, collaborative networks, and stable organizational support. Where such infrastructure is limited, professional performance becomes difficult regardless of individual competence. Migration may therefore represent a strategy for accessing the institutional conditions necessary to practice a profession at its full level rather than merely a search for higher earnings.

The concentration of research infrastructure in a limited number of regions contributes to the unequal geography of global talent mobility. Strong universities, innovation clusters, research-intensive firms, and metropolitan centers attract specialists because they offer dense

professional networks and cumulative opportunities. These advantages become self-reinforcing: institutions with greater resources attract additional talent, strengthen their reputation, obtain further investment, and expand their capacity to recruit internationally. By contrast, regions with weaker institutional resources may lose professionals precisely because their limited human capital reduces their future capacity to develop competitive research environments.

Institutional trust is equally important in shaping decisions regarding departure, return, and long-term settlement. Highly skilled migrants may consider returning to their country of origin when they perceive credible opportunities for professional advancement and institutional reform. However, return intentions may weaken when public institutions are regarded as unpredictable, recruitment is perceived as non-meritocratic, or professional autonomy is restricted. Previous studies on Romanian migration have similarly indicated that return and reintegration are influenced by confidence in institutions, access to employment, and the possibility of converting international experience into recognized professional status (Feraru, 2011b; Feraru, 2019).

These institutional conditions influence not only migration from countries of origin but also integration within destination societies. Destination countries may formally promote talent attraction while maintaining complex procedures that delay access to employment or regulated professions. Such contradictions can transform talent recruitment into brain waste, especially when policy objectives are not coordinated with professional recognition systems, language support, and workplace integration. The effectiveness of migration policy therefore depends on institutional coherence across education, labor market regulation, professional licensing, and social protection.

Career opportunities are also shaped by organizational culture. Workplaces that provide autonomy, collaborative decision-making, professional respect, and opportunities for innovation may retain highly skilled workers even when salaries are lower than in competing institutions. Conversely, rigid hierarchies, limited participation, and weak recognition may encourage mobility despite stable employment. This demonstrates that highly skilled migration is influenced by both formal institutional structures and everyday professional experiences.

At the European level, disparities in institutional quality and career opportunity contribute to persistent east–west and center–periphery mobility patterns. Free movement enables specialists to respond rapidly to differences in working conditions, research funding, professional recognition, and institutional stability. Although this mobility expands individual freedom, it may also reinforce inequalities by concentrating human capital in regions that already possess stronger institutional infrastructures. Thus, the European mobility system may simultaneously promote integration and reproduce territorial asymmetries.

From a sociological perspective, institutional quality functions as a conversion mechanism that determines whether educational qualifications become productive careers, transnational knowledge networks, or occupational underutilization. Human capital has developmental value only when institutions are capable of recognizing, organizing, and sustaining it. The consequences of talent mobility therefore depend less on mobility itself than on the institutional environments through which qualifications are translated into professional status and social contribution.

Overall, institutional quality, professional recognition, and career opportunity constitute interconnected determinants of global talent mobility. They shape decisions to migrate, remain abroad, return, or engage in transnational professional cooperation. Their combined influence explains why highly skilled migration cannot be reduced to income differences and why similar qualifications produce unequal outcomes across countries and regions. The following subsection examines how these institutional disparities interact with territorial inequality and contribute to the unequal geographical concentration of knowledge, innovation, and highly qualified labor.

2.5. Territorial Inequality and the Unequal Geography of Knowledge

The international mobility of highly skilled professionals is closely connected to the unequal territorial distribution of educational institutions, research infrastructure, employment opportunities, and innovation capacity. Knowledge economies are not evenly organized across national territories or across the European space. Instead, scientific resources, advanced industries, research-intensive universities, and highly qualified employment tend to concentrate in a limited number of metropolitan regions and economically competitive centers. This concentration produces an unequal geography of knowledge in which certain territories continuously attract talent, investment, and institutional resources, while others experience persistent losses of qualified workers and reduced developmental capacity (Florida, 2005; Rodríguez-Pose, 2018).

Territorial inequality should not be interpreted exclusively as a difference in income or economic productivity. It also reflects unequal access to universities, laboratories, professional networks, technological infrastructure, public services, and stable career pathways. Regions offering dense institutional environments provide highly skilled professionals with opportunities for specialization, collaboration, promotion, and participation in innovation processes. By contrast, territories characterized by fragmented institutions, limited employment diversity, and reduced research investment may be unable to retain graduates even when they possess significant educational resources.

From this perspective, highly skilled migration frequently represents a response to spatially unequal opportunity structures. Professionals do not move only between countries but also between regions positioned differently within national and international hierarchies of knowledge production. Capital cities, university centers, technology clusters, and economically dynamic metropolitan areas often attract highly educated workers from peripheral or less developed regions before these individuals subsequently enter international mobility systems. Thus, internal and international migration may constitute interconnected stages within the same process of territorial concentration.

The cumulative character of this concentration is sociologically significant. Regions possessing strong institutional infrastructures attract highly qualified workers, whose presence further increases innovation capacity, organizational performance, and economic attractiveness. These advantages subsequently stimulate additional investment and professional recruitment. Conversely, regions experiencing sustained outmigration may lose not only workers but also mentors, entrepreneurs, researchers, educators, and institutional leaders whose expertise is essential for local development. Such losses weaken the capacity of territories to generate future opportunities, creating self-reinforcing cycles of peripheralization.

Theories of cumulative causation help explain why inequalities in talent distribution may persist even when educational attainment increases across less developed regions. The expansion of higher education produces larger numbers of graduates, but local labor markets may not provide sufficient knowledge-intensive employment to absorb them. In these circumstances, educational development may paradoxically increase mobility by equipping individuals with the competencies and aspirations necessary to leave. The resulting migration is therefore not evidence of educational failure but of an institutional mismatch between qualification production and territorial opportunity structures.

This mismatch is particularly relevant in countries where higher education institutions are more geographically dispersed than research-intensive industries and advanced professional employment. Graduates may complete their education in regional universities but subsequently relocate toward metropolitan centers or foreign labor markets where their qualifications receive greater economic and professional recognition. Such processes contribute to the concentration of human capital within already advantaged territories and reduce the capacity of peripheral regions to benefit fully from public investment in education.

Territorial inequality also influences the sectoral consequences of highly skilled migration. The departure of professionals from regions with limited personnel reserves may affect healthcare, education, public administration, and technical services more severely than equivalent mobility from large urban centers. A specialist leaving a metropolitan labor market may be replaced relatively quickly, whereas the same departure from a rural or economically disadvantaged area may create a persistent institutional gap. The effects of talent mobility therefore depend not only on the number of migrants but also on the spatial and organizational contexts from which they depart.

At the European level, highly skilled mobility reflects enduring differences between economically central and peripheral regions. The principle of free movement facilitates professional circulation and expands individual opportunities, but it does not automatically produce balanced territorial development. Regions with stronger research systems, higher wages, more predictable institutions, and diversified labor markets frequently become net recipients of talent, while less competitive areas function primarily as providers of educated workers. This pattern may strengthen the European knowledge economy as a whole while simultaneously deepening inequalities among Member States and regions.

Such asymmetries are especially visible in Central and Eastern Europe, where educational systems often produce highly qualified graduates who subsequently enter labor markets in Western and Northern Europe. The mobility of physicians, engineers, researchers, information technology specialists, and other professionals reflects both the openness of the European labor market and persistent differences in career conditions, public investment, institutional quality, and professional recognition. Consequently, European integration generates simultaneous processes of opportunity expansion and unequal human capital redistribution.

Romania illustrates these tensions particularly clearly. The concentration of employment, research infrastructure, and advanced services in a limited number of urban centers produces substantial internal disparities, while international mobility further connects Romanian specialists to stronger European knowledge regions. Bucharest, Cluj-Napoca, Iași, and Timișoara attract graduates from surrounding territories, yet these cities also function as points

of departure toward international labor markets. This layered mobility contributes to the progressive depletion of qualified professionals in smaller towns and rural regions, where institutional capacity is already more limited.

Previous analyses of Romanian migration have emphasized that its effects are differentiated territorially and socially. Migration may generate household income, transnational networks, and new professional experiences, but it may also intensify demographic decline, community fragmentation, and disparities between regions able to mobilize migration resources and those experiencing sustained institutional loss (Feraru, 2011a; Feraru, 2019). These findings support the argument that talent mobility must be evaluated in relation to local development capacity rather than exclusively through national-level indicators.

The unequal geography of knowledge also shapes return migration. Highly skilled professionals may be willing to return to their country of origin but prefer metropolitan areas where career opportunities, research institutions, and professional networks are concentrated. As a result, return migration may contribute to national human capital recovery while simultaneously reinforcing internal territorial inequalities. Policies encouraging return without addressing regional opportunity structures may therefore relocate talent toward already advantaged urban centers rather than support balanced development.

Digitalization and remote work have introduced new possibilities for reducing some spatial constraints, but their capacity to counter territorial inequality remains uncertain. Highly skilled individuals can increasingly collaborate with international organizations without permanent relocation, participate in virtual research networks, and provide specialized services across borders. However, digital connectivity alone cannot replace laboratories, healthcare infrastructure, organizational support, professional communities, or stable public institutions. Remote mobility may complement territorial development strategies but cannot eliminate the structural advantages of concentrated knowledge environments.

Diaspora cooperation may similarly create opportunities for peripheral regions, particularly when local institutions develop stable partnerships with professionals working abroad. Joint research projects, mentoring programs, temporary professional assignments, educational initiatives, and entrepreneurial networks can facilitate knowledge transfer without requiring permanent return. Nevertheless, such cooperation depends on local institutional actors capable of coordinating projects, maintaining relationships, and converting transnational expertise into sustainable organizational practices.

From a policy perspective, reducing territorial inequality requires more than retaining individual professionals. It requires strengthening the institutional ecosystems within which specialists can work effectively. Investments in universities, research centers, hospitals, digital infrastructure, regional innovation systems, and transparent local governance are essential for creating durable professional opportunities. Talent policies disconnected from territorial development strategies risk addressing the symptoms of mobility without modifying its structural causes.

A sociological understanding of global talent mobility must therefore examine how space, institutions, and professional opportunity interact. Highly skilled migration is shaped by geographical hierarchies that determine where knowledge is produced, recognized, and

rewarded. These hierarchies influence who migrates, from which regions, toward which destinations, and with what developmental consequences. The international circulation of talent is consequently inseparable from the territorial organization of knowledge economies.

Overall, territorial inequality represents a central mechanism through which global talent mobility both reflects and reproduces uneven development. Knowledge concentration may generate innovation and productivity in receiving regions while weakening the institutional capacity of origin territories. Sustainable knowledge circulation therefore requires policies capable of connecting individual mobility with regional investment, institutional cooperation, and the more balanced distribution of professional opportunities. The following subsection examines Romania's position within the European talent mobility system and the specific structural conditions shaping its role as both a source of highly qualified professionals and a potential participant in transnational knowledge circulation.

2.6. Romania Within the European Talent Mobility System

Romania occupies a distinctive position within the contemporary European talent mobility system, reflecting the interaction between European integration, educational expansion, demographic change, labor market transformation, and persistent territorial inequalities. Since joining the European Union, the country has experienced a substantial increase in the international mobility of highly qualified professionals, facilitated by the principle of free movement and by the progressive integration of European educational and labor markets. These developments have generated important opportunities for professional advancement and international knowledge exchange, while simultaneously creating significant challenges concerning human capital retention, institutional sustainability, and regional development (European Commission, 2023; OECD, 2023).

Romania's higher education system has expanded considerably over recent decades, producing increasing numbers of graduates in medicine, engineering, information technology, economics, education, and the natural sciences. This educational expansion has strengthened the country's capacity to generate highly qualified human capital and has contributed to the international competitiveness of Romanian specialists. Nevertheless, the capacity of domestic institutions to absorb and retain these graduates has not always developed at the same pace. Differences in research investment, professional remuneration, organizational capacity, and career opportunities continue to influence migration decisions among highly educated individuals.

From a sociological perspective, the Romanian case illustrates the distinction between the production of human capital and its institutional utilization. Educational systems may successfully produce highly qualified specialists, while labor market structures, public administration, research infrastructure, and innovation ecosystems remain insufficiently developed to provide attractive long-term professional opportunities. Consequently, migration frequently represents not a rejection of national identity or educational institutions but a rational response to structural discrepancies between qualifications and available career trajectories.

The healthcare sector offers one of the clearest illustrations of these dynamics. Romanian physicians, nurses, and other medical professionals have become increasingly present across European healthcare systems, responding to favorable employment conditions, professional recognition, modern infrastructure, and opportunities for specialization abroad. Similar

mobility patterns are visible among engineers, information technology specialists, university graduates, scientific researchers, and professionals employed in knowledge-intensive industries. These sectors demonstrate that highly skilled migration is influenced by institutional attractiveness as much as by economic incentives.

Research and innovation provide another important dimension of Romania's position within European knowledge economies. Although Romanian universities and research institutions have expanded their participation in international scientific collaboration, considerable differences remain regarding research funding, laboratory infrastructure, international visibility, and opportunities for academic career development. Such disparities encourage many young researchers to pursue doctoral studies, postdoctoral fellowships, or permanent academic positions abroad, often within institutions offering stronger research ecosystems and more predictable career pathways.

At the same time, Romania should not be viewed exclusively as a country of permanent emigration. Increasing evidence suggests the emergence of more diversified forms of mobility, including temporary migration, transnational academic cooperation, entrepreneurial return, digital professional collaboration, and participation in international research networks. Romanian specialists working abroad frequently maintain professional, educational, and scientific relationships with institutions in their country of origin, contributing to knowledge transfer, mentoring activities, collaborative research, and innovation projects. These developments indicate that contemporary mobility increasingly combines physical migration with transnational professional engagement.

Previous sociological research has demonstrated that Romanian migration generates consequences extending beyond labor market indicators. Migration influences family organization, intergenerational relationships, religious participation, social identity, community cohesion, and processes of integration and reintegration. Earlier empirical investigations conducted by the author similarly showed that migration should be understood as a multidimensional social process shaped by institutional conditions, family strategies, religious values, and opportunities for social participation rather than exclusively by economic motivations (Feraru, 2011b; Feraru, 2015). These findings provide an important interpretative background for understanding the broader social implications of highly skilled mobility.

Romania also illustrates the interaction between internal and international migration. Major university and economic centers—including Bucharest, Cluj-Napoca, Iași, and Timișoara—attract graduates from smaller cities and rural regions before many subsequently pursue professional opportunities abroad. This sequential mobility contributes to the concentration of highly qualified workers within a limited number of metropolitan areas while reinforcing demographic and institutional disparities across peripheral regions. Consequently, talent mobility operates simultaneously at national and international scales, linking internal territorial restructuring with European labor market integration.

European policy developments increasingly recognize these challenges. Initiatives promoting skills development, qualification recognition, researcher mobility, innovation, and regional cohesion seek to facilitate professional circulation while reducing territorial imbalances. However, the effectiveness of these policies depends largely on national institutional capacity, administrative coordination, and sustained investment in higher education, research

infrastructure, and knowledge-intensive employment. For Romania, participation in European mobility frameworks therefore creates opportunities for development only when international mobility is accompanied by domestic institutional strengthening.

The Romanian experience demonstrates that highly skilled migration should not be interpreted solely through the traditional lens of brain drain. Contemporary mobility includes elements of brain circulation, transnational cooperation, diaspora engagement, return migration, and digital knowledge exchange. At the same time, persistent challenges related to professional recognition, research capacity, demographic decline, and regional inequality continue to shape migration outcomes. Understanding these overlapping processes requires analytical approaches capable of integrating statistical evidence with institutional analysis and sociological interpretation.

Overall, Romania represents a particularly relevant case for examining the interaction between migration, knowledge economies, and global talent mobility within the European Union. Its experience illustrates how educational expansion, European integration, institutional quality, territorial inequality, and transnational professional networks interact to shape the contemporary circulation of highly skilled human capital. These theoretical considerations provide the conceptual foundation for the empirical investigation presented in the following chapter, where quantitative indicators and qualitative documentary evidence are integrated through a convergent mixed-methods research design.

3. RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Research Design

The present study adopts a convergent mixed-methods research design based entirely on secondary quantitative and qualitative evidence. This methodological strategy was selected because global talent mobility represents a multidimensional social phenomenon that cannot be adequately understood through statistical indicators or documentary interpretation alone. Quantitative data reveal the distribution, intensity, and structural characteristics of highly skilled mobility, whereas qualitative analysis clarifies how institutions and policy frameworks conceptualize, regulate, and respond to these patterns. Their integration allows the study to examine both observable mobility outcomes and the institutional mechanisms through which they are produced and interpreted (Creswell & Plano Clark, 2018; Fetters et al., 2013).

The design is convergent because the quantitative and qualitative components are developed in parallel, analyzed independently, and subsequently integrated during the interpretative stage. Neither component is treated as subordinate to the other. Statistical indicators provide comparative evidence regarding tertiary-educated mobility, employment in knowledge-intensive sectors, occupational mismatch, research capacity, and the territorial concentration of highly qualified workers. Documentary evidence provides complementary insights into European and international policy priorities concerning skills mobility, talent attraction, qualification recognition, circular migration, diaspora engagement, return migration, and regional capacity building.

The quantitative component is based on harmonized indicators derived from institutional databases and statistical repositories produced by Eurostat, the OECD, the World Bank, the International Organization for Migration, Cedefop, and European institutions. The analysis

focuses primarily on Romania within a comparative European context. Selected countries are included according to their relevance for understanding differences in knowledge-economy development, migration intensity, research capacity, labor market performance, and human capital concentration. The objective is not to construct a universal ranking of European states but to identify meaningful patterns of similarity and contrast across different institutional and territorial contexts.

The qualitative component employs systematic qualitative content analysis of policy documents, legislative instruments, strategic frameworks, institutional reports, and analytical publications concerning highly skilled migration and human capital mobility. The documentary corpus is examined through a deductive–inductive coding strategy. Deductive categories are derived from the theoretical framework of the study, including brain drain, brain circulation, brain waste, professional recognition, institutional quality, research capacity, regional inequality, and knowledge transfer. Inductive coding allows additional themes to emerge directly from the documents, thereby preserving sensitivity to institutional priorities and policy tensions not fully anticipated by the initial conceptual framework (Krippendorff, 2018; Mayring, 2014; Schreier, 2012).

The study is also comparative and cross-sectional. The statistical component examines the most recent harmonized data available within a common reference interval, while the qualitative component analyzes contemporary policy orientations and institutional responses relevant to the same broader period. This cross-sectional structure enables the identification of current patterns and relationships without making unsupported claims regarding long-term causality. Where indicators refer to different years because of data availability, the analytical interpretation explicitly acknowledges these differences and avoids treating non-equivalent observations as directly interchangeable.

The two methodological components are integrated through comparative thematic matrices. These matrices connect quantitative patterns with institutional policy orientations and classify their relationship as convergence, complementarity, or tension. Convergence occurs when statistical evidence and policy priorities indicate the same structural problem or developmental direction. Complementarity appears when one component explains dimensions not directly captured by the other. Tension is identified when policy objectives are not fully consistent with observable statistical patterns or when institutional strategies appear insufficient in relation to documented inequalities.

IBM SPSS Statistics is used to organize quantitative indicators, calculate descriptive distributions, standardize selected comparative measures where appropriate, and generate the graphical representations included in the Results chapter. The statistical analysis remains primarily descriptive and comparative because the study relies on aggregated secondary data obtained from multiple institutional sources. Inferential procedures are employed only where indicator comparability, sample structure, and data quality permit valid interpretation. No causal conclusion is drawn solely from statistical association.

The mixed-methods design is particularly appropriate for the Romanian case. Quantitative indicators can demonstrate Romania's position within the European distribution of highly qualified labor, knowledge-intensive employment, research capacity, and occupational mismatch. However, these indicators alone cannot explain how European and national

institutions conceptualize talent mobility or why particular policy instruments prioritize attraction, retention, circularity, recognition, or diaspora cooperation. The qualitative component therefore provides the institutional context necessary for sociological interpretation.

Methodological integration also supports the central theoretical argument of the article: brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste may coexist within the same mobility system. Statistical data can identify patterns of outmigration, qualification use, sectoral concentration, or research inequality, while documentary analysis reveals the policy mechanisms intended to address them. Examining these dimensions together provides a more comprehensive understanding of global talent mobility than either method could produce independently.

The research design therefore combines comparative statistical analysis, qualitative documentary interpretation, and mixed-method integration within a unified sociological framework. This approach enables the study to examine global talent mobility simultaneously as an empirical pattern, an institutional process, and a policy domain. The following subsection presents the quantitative data sources, selection criteria, and principal indicators included in the analysis.

3.2. Quantitative Data Sources and Indicator Selection

The quantitative component of the study is based exclusively on secondary statistical evidence obtained from internationally recognized institutional databases. The use of harmonized secondary indicators enables comparative analysis across European countries while ensuring a higher degree of methodological consistency than would be possible through independently collected national datasets (Eurostat, 2024; OECD, 2023; World Bank, 2024). Particular attention is devoted to indicators capable of capturing not only the volume of highly skilled mobility but also the institutional, occupational, and territorial conditions influencing the effective utilization of human capital.

The principal statistical sources include Eurostat, the Organisation for Economic Co-operation and Development, the World Bank, the International Organization for Migration, Cedefop, and relevant statistical and analytical publications issued by European institutions (Cedefop, 2023; European Commission, 2023; IOM, 2024). These sources were selected because they provide standardized information regarding educational attainment, labor mobility, employment structures, occupational mismatch, research and development capacity, innovation performance, demographic change, and regional inequalities. National statistical evidence is included only where it is compatible with the broader comparative framework and where methodological definitions are sufficiently transparent.

Romania constitutes the principal analytical case, while selected European countries are included to provide meaningful comparative reference points. Country selection follows a purposive comparative strategy rather than a purely geographical or exhaustive one. The comparative sample includes countries representing different positions within the European knowledge and mobility system: major destination economies for highly qualified workers, countries characterized by strong research and innovation capacity, states experiencing sustained emigration of specialists, and countries displaying intermediate or mixed patterns of human capital mobility.

The purpose of this comparative selection is not to establish a definitive hierarchy among European states but to identify structural contrasts relevant to the sociology of global talent mobility. Comparing Romania with countries possessing different labor market structures, institutional capacities, research systems, and migration profiles makes it possible to examine how similar levels of educational attainment may generate different occupational and developmental outcomes.

The quantitative analysis is organized around six principal indicator domains. The first domain concerns tertiary educational attainment and the mobility of highly educated workers. Indicators in this category measure the relative presence of tertiary-educated individuals within national populations and labor markets, together with available evidence regarding the mobility of graduates and highly qualified professionals. These measures provide an initial assessment of the relationship between educational expansion and international human capital redistribution.

The second domain examines employment in knowledge-intensive sectors. Particular attention is devoted to the participation of highly educated individuals in scientific, technological, professional, financial, educational, healthcare, and advanced service activities. These indicators help distinguish between the formal possession of qualifications and their actual integration into knowledge-based economic structures. A country may produce substantial numbers of graduates while offering comparatively limited employment in sectors capable of using advanced competencies.

The third analytical domain concerns overqualification, occupational mismatch, and qualification utilization. These indicators are essential for examining brain waste and occupational downgrading among highly educated workers (OECD, 2023; Eurostat, 2024).

They reveal the extent to which highly educated individuals work in occupations requiring lower levels of education or in fields unrelated to their training. Where migrant-specific indicators are available and sufficiently comparable, the analysis distinguishes between native-born and foreign-born populations in order to evaluate whether mobility increases the risk of occupational downgrading.

The fourth domain focuses on research and innovation capacity. Relevant indicators include research and development expenditure, the number of researchers, employment in science and technology, and participation in research-intensive activities (European Commission, 2024; World Bank, 2024). These measures provide evidence regarding the capacity of national and regional systems to generate attractive professional environments for highly qualified specialists.

The fifth domain addresses professional recognition and labor market integration. Because professional recognition is not always directly measurable through a single harmonized indicator, the study uses available proxy measures, including employment rates among tertiary-educated individuals, occupational mismatch, employment in regulated or specialized professions, and institutional evidence concerning recognition procedures. These indicators are interpreted cautiously and are supplemented by qualitative documentary evidence concerning credential recognition and access to professional occupations.

The sixth domain examines territorial and regional inequality. Where compatible data are available, the analysis considers differences between capital regions, metropolitan areas, and

less developed territories in relation to educational attainment, knowledge-intensive employment, research capacity, and labor market opportunity. This regional dimension is particularly important for Romania, where internal concentration of human capital interacts with international migration and contributes to unequal patterns of institutional development.

Indicator selection follows four principal criteria. First, each indicator must demonstrate direct conceptual relevance to highly skilled migration, knowledge economies, or global talent mobility. Second, definitions must be sufficiently harmonized to permit meaningful comparison across countries. Third, the indicator must be available for Romania and for a sufficient number of comparison countries. Fourth, the most recent common reference year or interval is preferred whenever complete and methodologically consistent data are available.

The study avoids combining indicators referring to substantially different periods without explicit methodological justification. Where institutional databases provide values for different years, each table and figure will clearly identify the corresponding reference period. Differences in publication year are not interpreted as substantive temporal differences unless they reflect actual variations in the underlying statistical observations.

Data comparability is assessed through the examination of metadata, methodological notes, population definitions, age categories, occupational classifications, and measurement units, in accordance with established principles for comparative secondary-data analysis (Bryman, 2016; OECD, 2023). Particular caution is exercised when comparing indicators affected by different national reporting systems or changes in statistical methodology. Indicators that appear similar in name but rely on significantly different definitions are not treated as directly equivalent.

The quantitative dataset is organized in IBM SPSS Statistics. Initial procedures include data cleaning, variable labeling, verification of missing values, and the harmonization of measurement units. Descriptive statistics are used to summarize cross-national distributions, while comparative tables and graphical representations illustrate Romania's relative position within the selected European context. Where appropriate, standardized values may be calculated to facilitate the comparison of indicators expressed in different units.

The interpretation of quantitative results remains sociological rather than purely statistical. Numerical differences are examined in relation to institutional capacity, labor market structure, educational systems, research investment, and territorial inequality. A higher mobility rate, for example, is not automatically interpreted as either beneficial or detrimental; its meaning depends on whether mobility is associated with professional advancement, circular knowledge exchange, persistent shortages, or qualification underutilization.

The selected indicators therefore provide a multidimensional quantitative representation of global talent mobility. They allow the analysis to connect educational attainment with occupational utilization, research capacity, institutional attractiveness, and territorial concentration. Statistical indicators alone cannot explain the policy assumptions, institutional priorities, and regulatory mechanisms shaping these outcomes, which justifies their integration with qualitative documentary analysis (Creswell & Plano Clark, 2018; Fetters et al., 2013).

3.3. Qualitative Documentary Corpus

The qualitative component of the study is based on a systematically selected documentary corpus comprising European and international policy documents, legislative instruments, strategic frameworks, institutional reports, and analytical publications addressing highly skilled migration, human capital mobility, knowledge circulation, professional recognition, diaspora cooperation, and regional development. Documentary analysis is particularly appropriate for the present research because public policies do not merely respond to migration; they also define the categories, priorities, and institutional assumptions through which mobility is understood and governed (Bowen, 2009; Krippendorff, 2018).

The documentary corpus includes materials issued by the European Commission, the European Parliament, the Council of the European Union, Eurostat, Cedefop, the OECD, the World Bank, the International Organization for Migration, and other institutions directly involved in migration governance, labor-market coordination, education, research, innovation, and social cohesion. National strategic documents are included selectively when they provide relevant evidence concerning Romania's position within the European talent mobility system or illustrate the domestic implementation of broader European policy orientations.

The selection process follows a purposive sampling strategy guided by conceptual relevance rather than numerical representativeness. Documents are retained when they address at least one of the principal analytical domains of the study: highly skilled migration, labor and skills mobility, qualification recognition, talent attraction, occupational mismatch, researcher mobility, return migration, diaspora engagement, regional inequality, or knowledge transfer. This approach is consistent with qualitative documentary research, in which the analytical value of a source depends on its relevance to the research questions, institutional authority, and capacity to illuminate the phenomenon under investigation (Bowen, 2009; Schreier, 2012).

To ensure contemporary relevance, priority is given to documents issued during the most recent policy cycle, while earlier legislative or strategic texts are retained when they remain institutionally valid or are necessary for tracing the development of European mobility frameworks. Foundational documents may therefore be included alongside recent policy initiatives when they clarify continuity, change, or tension within the governance of highly skilled migration.

The documentary corpus is organized into five principal categories. The first category comprises legislative and regulatory instruments, including directives, regulations, recommendations, and formal frameworks governing mobility, residence, professional access, and the recognition of qualifications. These documents establish the legal conditions under which highly skilled individuals may enter, move, work, and practice regulated professions across European jurisdictions.

The second category includes European strategic frameworks and policy communications concerning skills, employment, research, innovation, social rights, demographic change, and territorial cohesion. Such documents are especially important because they reveal how European institutions connect talent mobility with competitiveness, resilience, inclusion, and sustainable development.

The third category consists of institutional and analytical reports addressing labor shortages, migration trends, overqualification, occupational mismatch, skills demand, research capacity, and the international mobility of professionals. These reports complement legislative documents by providing empirical diagnoses and policy evaluations rather than formal regulatory provisions.

The fourth category includes national strategies and implementation documents relevant to Romania. These materials provide evidence regarding the translation of European priorities into domestic policy and help identify potential gaps between supranational objectives and national institutional capacity.

The fifth category comprises comparative and methodological publications used to contextualize policy discourse and support the interpretation of documentary evidence. This category includes recognized scholarly contributions on migration governance, policy analysis, qualitative content analysis, and mixed-method integration.

Document inclusion is governed by six criteria. First, the source must originate from a recognized institutional or academic authority. Second, it must address directly one or more of the study's analytical domains. Third, its publication context and authorship must be identifiable. Fourth, the document must provide sufficient substantive content for thematic coding. Fifth, where updated versions exist, the most recent authoritative version is preferred. Sixth, duplicated, purely promotional, or insufficiently documented materials are excluded.

The study distinguishes carefully between policy objectives, policy instruments, implementation mechanisms, and observed outcomes. A strategic document expressing the intention to attract talent is not treated as evidence that attraction has occurred successfully. Similarly, formal recognition procedures are not interpreted as proof of effective occupational integration. This distinction is essential for identifying possible tensions between institutional discourse and the statistical patterns examined in the quantitative component.

The corpus is also examined with attention to institutional language. Terms such as talent, skills, human capital, mobility, shortage, competitiveness, circulation, and cohesion are not assumed to be neutral. Their use reflects particular policy priorities and conceptions of migration. For example, framing highly skilled migrants primarily as economic resources may underemphasize social rights, professional identity, family life, or territorial inequality. Documentary analysis therefore examines both explicit policy measures and the broader sociological assumptions embedded in institutional discourse.

Particular attention is devoted to documents addressing qualification recognition and skills utilization. These areas connect directly with the concept of brain waste, since the developmental value of migration depends not only on attracting highly educated individuals but also on enabling them to work at an appropriate professional level. The corpus therefore includes documents concerning regulated professions, credential portability, validation of prior learning, language requirements, labor-market integration, and occupational mismatch.

Documents concerning diaspora cooperation and return migration are analyzed separately from those focused on permanent retention. This distinction allows the study to identify whether policy frameworks remain centered on preventing departure or increasingly acknowledge circular mobility, transnational cooperation, and knowledge exchange. Such differentiation is

central to the article's argument that sustainable development requires a shift from narrow retention strategies toward balanced knowledge circulation.

All selected documents are entered into a structured documentary database containing institutional author, year, title, document type, geographical scope, policy domain, target population, principal objectives, and relevance to the research questions. This organizational procedure enhances transparency and supports systematic comparison across sources.

The documentary corpus does not function merely as contextual background. It constitutes an independent source of qualitative evidence analyzed through explicit coding procedures. The following subsection explains how the quantitative indicators and qualitative documents are processed analytically before being integrated within the convergent mixed-methods framework.

3.4. Quantitative Analytical Procedures

The quantitative analysis was designed to identify comparative patterns in the distribution, utilization, and institutional concentration of highly qualified human capital across selected European countries. Because the study relies on harmonized secondary indicators rather than individual-level survey data, the analytical strategy is primarily descriptive and comparative. Its purpose is to reveal structural differences among national and regional contexts without making causal claims that exceed the scope of the available evidence.

The first stage involves the construction of a comparative database containing the selected indicators described in the previous subsection. All variables are reviewed for consistency of definition, reference year, population coverage, and unit of measurement. Where institutional sources report values using different scales, the variables are harmonized before analysis. Missing values are documented explicitly and are not replaced unless a methodologically justified estimate is available from the same institutional source.

Descriptive statistical procedures are used to summarize the main characteristics of the comparative sample. Depending on the structure of each indicator, the analysis includes frequencies, percentages, means, ranges, and standardized comparative values. These measures are used to identify Romania's relative position within the selected European context and to examine the distribution of tertiary-educated mobility, knowledge-intensive employment, occupational mismatch, research capacity, and territorial inequality.

Cross-national comparisons are organized around conceptually meaningful country groups rather than arbitrary rankings. Destination economies with strong innovation systems, countries experiencing persistent outmigration of specialists, and states displaying intermediate mobility profiles are compared in order to identify contrasting institutional configurations. This comparative logic allows the study to examine how similar levels of educational attainment may be associated with different outcomes in employment, research, professional recognition, and talent retention.

The analysis of tertiary-educated mobility focuses on the relationship between educational attainment and the geographical redistribution of highly qualified workers. Indicators are interpreted jointly rather than in isolation. A high share of tertiary-educated workers, for example, does not necessarily indicate successful knowledge utilization when it coexists with

elevated overqualification, limited research capacity, or persistent outmigration. The sociological interpretation therefore emphasizes configurations of indicators rather than single values.

Employment in knowledge-intensive sectors is analyzed as an indicator of the capacity of national economies to use advanced qualifications productively. The analysis compares the share of highly qualified employment with broader indicators of educational attainment and innovation performance. Particular attention is devoted to cases where educational expansion is not accompanied by comparable growth in knowledge-intensive employment, since such discrepancies may generate migration pressure or occupational mismatch.

Overqualification and occupational mismatch are examined as quantitative manifestations of brain waste. Where compatible indicators are available, the analysis compares the occupational outcomes of native-born and mobile or foreign-born tertiary-educated workers. Differences are interpreted in relation to professional recognition, labor-market segmentation, regulatory barriers, and institutional accessibility. Because definitions of mismatch may vary across databases, each measure is used only within the limits specified by its metadata.

Research and innovation capacity is examined through indicators such as research and development expenditure, the density of researchers, employment in science and technology, participation in knowledge-intensive activities, and broader innovation measures. These variables are used to assess the institutional environments available to highly skilled professionals. Their interpretation emphasizes the cumulative relationship between research infrastructure, career opportunity, and talent concentration.

Where the data structure allows, bivariate relationships are explored through correlation analysis. Such procedures may examine associations between research capacity and knowledge-intensive employment, or between occupational mismatch and highly educated mobility. However, correlations are interpreted cautiously and are not treated as evidence of causality. The aggregated nature of the data, the relatively small comparative sample, and differences in institutional context require a restrained analytical approach.

Standardization may be applied when indicators expressed in different units are combined within comparative visualizations or synthetic matrices. Z-scores or index transformations are used only when they improve interpretability and when the underlying indicators are conceptually compatible. Any composite measure will be described transparently, including the variables included, the transformation procedure, and the analytical limitations.

IBM SPSS Statistics is used for data organization, descriptive analysis, correlation testing where appropriate, and graphical representation. The five figures included in the Results chapter present column charts and comparative visualizations with clearly labeled axes and visible percentage or indicator values. Figure 5 differs from the preceding statistical graphs because it presents the integrated sociological model derived from the combined quantitative and qualitative findings.

The quantitative analysis is organized in relation to the research questions. The first group of indicators addresses the distribution of highly skilled mobility and Romania's position within the European knowledge system. The second examines qualification utilization, overqualification, and occupational mismatch. The third evaluates research capacity,

innovation environments, and the concentration of talent. This structure ensures direct correspondence between the statistical evidence and the theoretical objectives of the study.

The quantitative component is not intended to provide an exhaustive statistical account of all dimensions of European talent mobility. Instead, it identifies the structural patterns most relevant to the sociological interpretation developed in the article. Its analytical value lies in revealing comparative differences that can subsequently be examined in relation to institutional policies and documentary evidence.

The next subsection presents the procedures used to code and interpret the qualitative documentary corpus, including the development of deductive and inductive categories and the mechanisms adopted to ensure analytical consistency.

3.5. Qualitative Coding and Thematic Analysis

The qualitative documentary corpus was analyzed through a systematic deductive–inductive coding procedure designed to identify the principal institutional, policy, and sociological dimensions associated with highly skilled migration and global talent mobility. This analytical strategy was selected because it combines theoretical structure with sufficient interpretative flexibility, allowing the research to examine both predefined concepts and themes emerging directly from the documents (Krippendorff, 2018; Mayring, 2014; Schreier, 2012).

The first stage involved repeated reading of the selected documents to establish familiarity with their terminology, institutional context, policy objectives, and analytical scope. During this stage, particular attention was devoted to recurring concepts such as talent attraction, labor shortages, skills mobility, qualification recognition, circular migration, diaspora engagement, regional development, research capacity, and social cohesion. Documents were not coded solely according to their formal titles or stated objectives; their substantive content and underlying assumptions were also examined.

The deductive component of the coding framework was derived from the theoretical and conceptual foundation developed in Chapter 2. Initial categories included brain drain, brain gain, brain circulation, brain waste, institutional quality, professional recognition, research infrastructure, career opportunity, territorial inequality, diaspora cooperation, and knowledge transfer. These categories provided a consistent analytical structure and ensured correspondence between the literature review, research questions, and qualitative analysis.

The inductive component allowed additional categories to emerge from the documentary material. New themes were incorporated when they appeared repeatedly across different institutional sources and contributed directly to the interpretation of talent mobility. These emergent categories included balanced mobility, skills ecosystems, territorial resilience, qualification portability, talent partnerships, regional capacity building, ethical recruitment, digital mobility, and institutional absorption capacity. The inductive stage prevented the analysis from being limited to established migration terminology and enabled the identification of contemporary policy developments.

Coding was conducted at several analytical levels. At the first level, descriptive codes identified the explicit policy objectives, target groups, instruments, and implementation mechanisms contained in each document. At the second level, interpretative codes captured the broader

institutional assumptions underlying these measures. For example, policy language describing migrants as a source of competitiveness was distinguished from language emphasizing social rights, professional integration, or territorial cohesion. At the third level, relational coding examined how different themes were connected within and across documents.

The coding process distinguished systematically among policy diagnosis, policy objective, policy instrument, and expected outcome. A document identifying shortages of highly qualified labor was coded separately from one proposing simplified migration procedures or qualification recognition. Likewise, expected benefits such as innovation or regional development were not treated as demonstrated outcomes. This distinction reduced the risk of confusing institutional intentions with empirical effects.

A central analytical dimension concerned the framing of talent mobility. Documents were examined to determine whether highly skilled migration was represented primarily as an economic resource, a demographic necessity, a mechanism of European integration, a social right, or a territorial development challenge. These framings were compared across institutions and policy domains in order to identify convergence and tension within European migration governance.

Professional recognition and qualification utilization formed a separate coding cluster. The analysis examined references to diploma recognition, regulated professions, validation of competencies, occupational mismatch, language requirements, and access to appropriate employment. These categories were especially important for identifying whether policy frameworks addressed brain waste directly or focused primarily on talent attraction without corresponding measures for effective labor-market integration.

Another coding cluster concerned circular mobility, return migration, and diaspora cooperation. Documents were analyzed to determine whether policies encouraged permanent return, temporary professional engagement, transnational networks, research collaboration, entrepreneurial investment, or digital knowledge exchange. This distinction supported the evaluation of whether contemporary policy frameworks have moved beyond a narrow retention paradigm toward more flexible models of knowledge circulation.

Territorial cohesion and regional development were also coded independently. References to less developed regions, demographic decline, innovation disparities, labor shortages, and regional capacity building were examined in order to assess whether talent mobility policies acknowledged the unequal spatial distribution of knowledge. Particular attention was given to the relationship between mobility and the institutional vulnerability of peripheral regions.

The analytical framework also identified tensions among policy objectives. For example, initiatives designed to increase labor mobility may conflict with strategies aimed at retaining specialists in origin regions. Talent attraction may coexist with inadequate professional recognition, while policies promoting circular migration may lack durable institutional mechanisms for diaspora cooperation. Such tensions were coded explicitly rather than interpreted as minor implementation problems.

To enhance consistency, a structured codebook was developed containing the name of each code, its conceptual definition, inclusion and exclusion criteria, and representative documentary examples. The codebook was refined iteratively throughout the analytical process. Overlapping

codes were merged when they reflected the same sociological dimension, while broad categories were divided when they contained analytically distinct processes.

The coded material was subsequently organized into thematic matrices comparing institutions, document types, policy domains, and geographical levels. These matrices facilitated the identification of recurring patterns and allowed the analysis to distinguish between widely shared European priorities and context-specific policy orientations. They also prepared the qualitative findings for integration with the quantitative indicators.

Descriptive frequencies were calculated for the major thematic categories in order to illustrate their relative prominence within the documentary corpus. These frequencies were used exclusively as organizational and comparative tools and did not transform the qualitative analysis into a quantitative content study. The analytical emphasis remained on the meaning, institutional context, and relationship among themes rather than on numerical occurrence alone (Sandelowski et al., 2009).

Analytical credibility was strengthened through continuous comparison across documents and institutional sources. Interpretations were retained only when supported by multiple sources or by particularly authoritative legal and strategic texts. Contradictory evidence was not eliminated but recorded as an indication of institutional diversity or policy tension. This procedure enhanced transparency and reduced dependence on isolated documentary statements.

The final qualitative framework was organized around six principal domains: (1) talent attraction and mobility facilitation; (2) qualification recognition and professional utilization; (3) circular mobility, return, and diaspora cooperation; (4) research capacity and knowledge transfer; (5) territorial cohesion and regional resilience; and (6) policy tensions and implementation gaps. These domains structure the qualitative results and support their integration with the quantitative component.

The following subsection explains how the two components are combined through comparative thematic matrices and joint interpretation in order to identify convergence, complementarity, and tension between statistical patterns and institutional policy orientations.

3.6. Integration of Quantitative and Qualitative Evidence

The integration of quantitative and qualitative evidence constitutes the central methodological feature of the present convergent mixed-methods design. The two components are analyzed independently during the initial stages and subsequently combined through a structured interpretative procedure. This sequencing preserves the analytical integrity of each method while enabling a more comprehensive sociological explanation of global talent mobility than either statistical comparison or documentary analysis could provide separately (Creswell & Plano Clark, 2018; Fetters et al., 2013).

The integration process is organized around the study's objectives and principal analytical domains established in the theoretical framework. Quantitative indicators describe patterns of highly educated mobility, employment in knowledge-intensive sectors, occupational mismatch, research capacity, and territorial inequality. Qualitative findings explain how these patterns are recognized, framed, and addressed within European and national policy documents. The

purpose of integration is therefore not simply to place numerical and textual findings side by side, but to examine how they inform, reinforce, or challenge one another.

A first level of integration occurs through the alignment of variables and thematic categories. Each quantitative indicator domain is linked to corresponding qualitative themes. Tertiary-educated mobility is examined alongside policy categories concerning talent attraction, retention, return, and circular mobility. Overqualification and occupational mismatch are connected to documentary themes addressing qualification recognition, regulated professions, skills utilization, and labor-market integration. Research and innovation indicators are compared with policy priorities concerning scientific mobility, research infrastructure, innovation ecosystems, and knowledge transfer. Territorial disparities are linked to themes of cohesion, regional resilience, demographic decline, and balanced mobility.

The integrated analysis distinguishes among three principal relationships: convergence, complementarity, and tension. Convergence is identified when statistical evidence and documentary priorities indicate the same structural condition. For example, comparatively weak research capacity combined with repeated policy emphasis on researcher retention would represent convergence between empirical indicators and institutional diagnosis. Complementarity occurs when qualitative evidence provides an explanation or contextual dimension not visible in statistical data, such as administrative barriers to professional recognition or the institutional mechanisms supporting diaspora cooperation. Tension is recorded when policy discourse appears inconsistent with statistical patterns, implementation capacity, or the documented scale of a problem.

The concept of tension is particularly important for the sociological interpretation of migration governance. European and national policy documents may promote talent attraction and mobility while statistical evidence reveals persistent overqualification, occupational mismatch, or territorial concentration. Similarly, strategies encouraging circular mobility may coexist with limited institutional mechanisms for sustained cooperation with diaspora professionals. Such discrepancies are not treated merely as policy failure but as evidence of conflicting institutional priorities and uneven governance capacity.

Joint displays are used to organize the integrated findings systematically. These displays combine quantitative indicators, qualitative themes, institutional interpretations, and sociological implications within common analytical matrices. Each row corresponds to a substantive domain of talent mobility, while the columns present the statistical pattern, documentary policy orientation, type of mixed-method relationship, and resulting interpretation. This procedure increases transparency by showing explicitly how conclusions are derived from the two evidence streams (Fetters et al., 2013).

The integration matrix also supports comparison between Romania and the selected European cases. Romania's statistical position is interpreted in relation to the policy instruments intended to strengthen skills utilization, research capacity, qualification recognition, regional development, and diaspora cooperation. Comparable evidence from destination and intermediate-profile countries helps identify whether observed differences reflect broader European mobility structures or specific national institutional conditions.

Particular attention is given to the simultaneous presence of brain drain, brain circulation, and brain waste. Quantitative indicators may reveal outmigration, shortages, overqualification, or unequal research capacity, while qualitative documents may emphasize return, diaspora partnerships, recognition reform, or talent attraction. Their integration allows the study to determine whether policy frameworks address these processes comprehensively or privilege one dimension while neglecting others.

The mixed-methods procedure also distinguishes between individual mobility outcomes and systemic developmental effects. Higher employment or income among mobile professionals may indicate individual advancement, but this does not automatically demonstrate balanced development for origin regions. Conversely, sustained emigration may coexist with meaningful knowledge transfer through transnational professional networks. Integrated interpretation therefore evaluates mobility at individual, institutional, national, and territorial levels.

To reduce the risk of confirmation bias, the integration process does not assume that the qualitative findings must explain or validate the quantitative component. Divergent evidence is retained and interpreted explicitly. When documentary priorities are not supported by statistical patterns, or when quantitative trends cannot be adequately explained by the available policy corpus, these inconsistencies are reported as unresolved analytical tensions rather than artificially reconciled.

The final stage of integration involves the construction of a sociological explanatory model of global talent mobility and knowledge circulation. This model synthesizes the structural determinants, institutional mechanisms, mobility processes, and developmental outcomes identified across both components. It is presented in Figure 5 and supported by the mixed-methods integration matrix in Table 5. The framework is intended to explain how education, career opportunities, institutional quality, professional recognition, research capacity, and territorial inequality interact to produce different configurations of brain drain, brain circulation, brain gain, and brain waste.

Overall, the integration strategy transforms two parallel analyses into a coherent mixed-methods interpretation. Quantitative evidence identifies the scale and distribution of structural patterns, while qualitative evidence reveals the policy assumptions, institutional responses, and governance tensions surrounding them. Together, they provide the methodological basis for evaluating not only where talent mobility occurs, but also under what conditions it contributes to knowledge circulation, institutional development, or the reproduction of inequality.

The following subsection addresses the ethical considerations, data-quality constraints, and methodological limitations associated with the use of secondary statistical indicators and institutional documentary evidence.

3.7. Ethical Considerations and Methodological Limitations

The present study was conducted in accordance with the ethical principles applicable to secondary-data analysis and qualitative documentary research. Because the investigation relies exclusively on publicly available statistical indicators, institutional databases, policy documents, legislative instruments, strategic frameworks, and published reports, no direct interaction with human participants was involved. Consequently, the research did not require informed consent procedures, the collection of personal data, or formal ethical approval for

participant-based research. Nevertheless, principles of transparency, intellectual integrity, accurate attribution, and responsible interpretation were maintained throughout the analytical process.

All statistical and documentary sources are acknowledged through in-text citations and complete bibliographic references. Institutional data are interpreted according to the definitions, methodological notes, and limitations provided by the organizations responsible for their production. The study avoids presenting aggregated indicators as individual-level evidence and does not infer personal motivations, behaviors, or experiences from national or regional statistics. This distinction is essential for preventing ecological fallacies and unsupported generalizations in comparative sociological research (Bryman, 2016).

Particular attention was devoted to the responsible use of institutional policy documents. Such documents were analyzed not as neutral descriptions of social reality but as formal expressions of particular administrative priorities, political assumptions, and governance strategies. Policy objectives, strategic intentions, and anticipated outcomes were therefore distinguished from implemented measures and empirically demonstrated effects. This analytical separation reduces the risk of reproducing institutional claims without critical examination and strengthens the interpretative rigor of the documentary analysis (Bowen, 2009).

The study also recognizes the ethical importance of avoiding normative classifications of migration as inherently beneficial or harmful. Highly skilled mobility may generate professional advancement, knowledge exchange, and innovation, while simultaneously contributing to occupational shortages, territorial inequality, family separation, or qualification underutilization. The interpretation therefore avoids stigmatizing mobile professionals or attributing structural institutional problems to individual migration decisions. Migrants are understood as social actors responding to unequal opportunity structures rather than as resources whose movement should be judged solely according to national economic interests.

Several methodological limitations must nevertheless be acknowledged. The first concerns the reliance on aggregated secondary indicators. Although institutional databases provide valuable comparative evidence, the available variables do not capture the full complexity of individual migration trajectories, professional motivations, family strategies, or experiences of recognition and discrimination. The quantitative component therefore identifies structural patterns rather than personal causal mechanisms.

A second limitation relates to cross-national comparability. Statistical indicators may differ in reference year, population coverage, age group, occupational classification, or national reporting procedures. Even where harmonized definitions are used, differences in institutional context may affect substantive interpretation. For this reason, the analysis prioritizes indicators with transparent and comparable metadata, explicitly identifies reference periods, and avoids treating marginal numerical differences as evidence of significant structural variation.

Data availability represents an additional constraint. Some dimensions central to the sociology of talent mobility—such as diaspora cooperation, professional recognition outcomes, temporary circular mobility, or the effective application of internationally acquired competencies—are not measured consistently across European countries. Proxy indicators are therefore used

cautiously and are complemented by documentary evidence. The absence of standardized data should not be interpreted as evidence that a phenomenon is socially insignificant.

The comparative sample also imposes limitations. Countries are selected purposively according to their analytical relevance rather than through probability sampling. Consequently, the findings cannot be generalized statistically to every European state. The comparative strategy is intended to identify contrasting institutional configurations and illuminate Romania's position within the European mobility system, not to produce an exhaustive ranking of national performance.

A further limitation concerns the cross-sectional character of the study. The analysis captures the most recent comparable statistical patterns and contemporary policy orientations but cannot establish long-term causal relationships or determine how institutional reforms affect mobility over time. Where indicators from successive years are discussed, they are used to contextualize current conditions rather than to construct unsupported longitudinal explanations. Future research could strengthen the analysis through time-series data and longitudinal policy evaluation.

The qualitative component is also influenced by the composition of the documentary corpus. Institutional documents may emphasize officially recognized policy priorities while underrepresenting implementation difficulties, informal practices, or the perspectives of mobile professionals themselves. Although scholarly and analytical publications are used to contextualize formal policy discourse, the absence of interviews with migrants, employers, administrators, and policymakers limits access to lived and organizational experiences.

Interpretative subjectivity constitutes another potential limitation of qualitative content analysis. The use of a structured codebook, explicit inclusion and exclusion criteria, repeated comparison across documents, and systematic thematic matrices reduces this risk but cannot eliminate it entirely. The study therefore presents interpretations as analytically grounded conclusions rather than objective descriptions independent of theoretical perspective (Krippendorff, 2018; Schreier, 2012).

The mixed-methods integration process also presents methodological challenges. Quantitative and qualitative evidence originate from different types of sources and operate at different levels of analysis. Statistical indicators describe aggregate outcomes, whereas policy documents express institutional diagnoses, intentions, and strategies. Integration must therefore avoid treating textual evidence as direct confirmation of numerical patterns or assuming that policy priorities explain all observed differences. The categories of convergence, complementarity, and tension are used precisely to preserve these distinctions (Creswell & Plano Clark, 2018; Fetters et al., 2013).

Despite these limitations, the methodological design offers several significant strengths. The combination of harmonized quantitative indicators with systematic documentary analysis provides both comparative breadth and institutional depth. The explicit integration procedure makes it possible to examine not only mobility patterns but also the policy frameworks and governance tensions surrounding them. The focus on Romania within a comparative European context further connects national developments with broader structures of knowledge production, labor mobility, and territorial inequality.

The methodology also supports analytical triangulation. Statistical data, institutional reports, legislative documents, policy strategies, and academic literature provide different forms of evidence that can be compared rather than treated as interchangeable. Findings supported across multiple source categories are interpreted with greater confidence, while contradictory evidence is retained as an indication of unresolved policy tensions or institutional complexity.

Overall, the ethical and methodological framework ensures that the study remains transparent regarding the scope of its evidence and restrained in its claims. The investigation does not seek to establish universal causal laws of highly skilled migration but to provide a rigorous sociological interpretation of the interaction among talent mobility, knowledge economies, institutional capacity, and territorial inequality. The following chapter presents the empirical results, beginning with the comparative distribution of tertiary-educated mobility and highly qualified human capital across selected European contexts.

4. RESULTS

4.1. Tertiary-Educated Mobility and the European Distribution of Human Capital

The quantitative evidence indicates that European knowledge economies are characterized by substantial differences in the production, employment, attraction, and retention of tertiary-educated human capital. Educational attainment alone does not determine a country's position within the European talent mobility system. Its developmental significance depends on the interaction between the number of graduates, their employment prospects, the availability of knowledge-intensive occupations, research capacity, and the ability of institutions to offer stable professional trajectories. Consequently, the geographical distribution of highly educated workers reflects both educational performance and unequal national opportunity structures.

At the European Union level, tertiary educational attainment among people aged 25–34 reached approximately 44.1% in 2024, approaching the EU-level target of 45% by 2030. However, this aggregate value conceals pronounced differences among Member States and regions. In ten EU countries, more than half of young adults held a tertiary qualification, whereas several Central, Eastern, and Southern European countries remained substantially below the European average.

Romania occupies a particularly vulnerable position within this distribution. In 2024, only 23.2% of Romanians aged 25–34 held a tertiary qualification, compared with the EU average of 44.1%. This gap is sociologically important because Romania combines comparatively low tertiary attainment with sustained international emigration and marked internal territorial inequalities. The country therefore faces not only the departure of highly qualified individuals but also a comparatively restricted domestic base from which lost human capital can be replaced.

The Romanian situation illustrates why highly skilled mobility cannot be evaluated exclusively through the absolute number of emigrants. The consequences of professional departure depend on the proportion of highly qualified people within the total population, their occupational specialization, and the institutional capacity to train and integrate replacements. Where tertiary attainment is relatively low, the emigration of specialists from medicine, engineering, research, education, and advanced technology may exert a disproportionately strong influence on public services, innovation systems, and regional development.

Employment outcomes further complicate this picture. In 2025, the employment rate of recent tertiary graduates in the EU reached 87.0%, but Romania recorded 72.7%, one of the lowest rates among EU Member States. This difference indicates that the Romanian challenge is not limited to producing more graduates. It also concerns the transition from education to appropriate employment and the ability of the domestic economy to offer early-career opportunities capable of competing with those available elsewhere in Europe.

The combination of low tertiary attainment and comparatively weak employment outcomes for recent graduates creates a structurally ambivalent environment. Highly educated individuals remain socially and economically valuable because they represent a relatively limited segment of the working-age population. At the same time, insufficient opportunities for professional entry and development may increase their propensity to seek employment abroad. The same educational scarcity that makes graduates strategically important may therefore intensify the developmental consequences of their mobility.

Evidence regarding Romanian migration also demonstrates the scale and persistence of outward mobility.

According to the most recent OECD evidence, approximately 244,000 Romanian citizens migrated to OECD countries in 2023, despite a 9% decrease compared with the previous year. Germany, Spain, and Italy remained the principal destination countries (OECD, 2025).

The educational composition of Romanian emigrants varies considerably according to destination. Previous OECD analysis showed particularly high shares of tertiary-educated Romanian emigrants in North American destinations and substantial concentrations of highly educated Romanian migrants in countries such as France and the United Kingdom. These differences suggest that destination selection is socially differentiated: migrants possessing advanced qualifications may orient themselves toward labor markets and institutional environments in which specialized credentials, research experience, and professional competencies are more highly rewarded.

From a sociological perspective, these patterns reflect a process of selective mobility rather than an undifferentiated population movement. Educational attainment, foreign-language competence, occupational specialization, professional networks, and access to information influence both the capacity to migrate and the range of available destinations. Highly qualified individuals generally possess greater mobility resources, but their eventual occupational outcomes remain dependent on credential recognition, regulatory systems, and destination-country labor-market structures.

The European distribution of human capital is also shaped by international student mobility. Across the EU, approximately 8.4% of tertiary students came from abroad in 2023, but national shares varied considerably. Countries with internationally visible universities, strong research infrastructures, and attractive labor markets frequently use student mobility as an early mechanism for talent attraction, since international graduates may subsequently enter domestic employment and research systems.

Romania has experienced gradual growth in the share of international students, from 5.4% in 2018 to 6.7% in 2023, approaching but remaining below the OECD average of 7.4%. This development indicates an emerging capacity to participate not only as a source but also as a

destination within international educational mobility. Nevertheless, the long-term contribution of foreign students depends on their integration into Romanian professional and research environments after graduation.

These findings demonstrate that Romania's position cannot be reduced to the conventional label of a talent-exporting country. The country simultaneously experiences outward professional mobility, increasing international student participation, selective return, and transnational cooperation. However, the developmental balance remains affected by the relatively low national level of tertiary attainment and by uneven opportunities for converting educational qualifications into sustainable professional careers.

Internal territorial inequalities reinforce these pressures. In 2024, the employment rate in the București–Ilfov region was 81.1%, approximately 11.6 percentage points above the Romanian national rate. Although this indicator covers the wider working-age population rather than only tertiary graduates, it illustrates the concentration of labor-market opportunities within the capital region and the unequal institutional geography from which international mobility emerges.

The interaction between internal concentration and external mobility may produce a cumulative sequence. Young people first relocate from smaller towns and rural regions toward major university centers, then move from Romanian metropolitan areas toward stronger European knowledge economies. This pattern redistributes human capital at multiple geographical levels and may leave peripheral regions particularly exposed to demographic decline and institutional shortages.

At the same time, mobility should not be interpreted automatically as an irreversible loss. International experience may generate advanced competencies, professional networks, investment, and scientific cooperation. However, these potential benefits depend on whether Romanian institutions develop mechanisms for diaspora engagement, circular mobility, qualification utilization, and sustainable professional reintegration. Without such mechanisms, individual mobility may produce career advancement abroad while contributing only weakly to the development of origin regions.

Overall, the results reveal a structural tension between educational scarcity, professional mobility, and institutional opportunity. Romania requires a larger and more effectively employed tertiary-educated population to strengthen its knowledge economy, yet comparatively weak educational attainment and early-career employment conditions increase the significance of every highly qualified departure. The central sociological issue is therefore not mobility itself, but the unequal institutional conditions under which mobility becomes either knowledge circulation or a sustained transfer of scarce human capital toward stronger European regions.

To provide a comparative overview of these relationships, Table 1 presents the principal indicators describing tertiary educational attainment, graduate employment, and selected dimensions of talent mobility in Romania and relevant European reference contexts.

Table 1. *Comparative Indicators of Tertiary Education and Talent Mobility in Romania and European Reference Contexts.*

Indicator	Romania	European/OECD reference	Reference year	Analytical relevance
Population aged 25–34 with tertiary educational attainment (%)	23.2	44.1 – EU average	2024	Indicates the comparatively limited national stock of young tertiary-educated human capital
Employment rate of recent tertiary graduates aged 20–34 (%)	72.7	87.0 – EU average	2025	Reflects the capacity of the labor market to integrate recent graduates
Foreign or international students as a share of tertiary enrolment (%)	6.7	7.4 – OECD average	2023	Measures the attractiveness and internationalization of the higher education system
Romanian citizens entering OECD countries (n)	244,000	—	2023	Illustrates the continuing scale of outward mobility from Romania
Romanian-born population aged over 15 residing in OECD countries (n)	Approximately 3.9 million	—	2020/2021	Indicates the size and long-term relevance of the Romanian diaspora
Romanian students pursuing all or part of their studies abroad (%)	7.2	—	2023	Reflects outward educational mobility and potential early-stage talent circulation
Foreign students enrolled in Romanian tertiary education (%)	5.2	9.2 – EU average	2023	Indicates Romania's comparatively limited attractiveness as an educational destination

3) ***Note.*** *The indicators refer to different but explicitly identified reference years because no single institutional dataset provides all dimensions of tertiary education and talent mobility for an identical period. The OECD indicator of international students and the European Commission indicator of foreign students rely on partially different statistical definitions and are therefore presented as separate measures rather than treated as directly interchangeable. Values are used for descriptive and comparative sociological interpretation.*

4) ***Source.*** *Author's compilation based on Eurostat and European Commission data concerning tertiary educational attainment and the employment of recent graduates; OECD data concerning international students, Romanian emigration, and the Romanian diaspora; and the Education and Training Monitor 2025 country report for Romania.*

5) Table 1 reveals a structural imbalance between Romania's production of highly qualified human capital and its participation in European and international mobility systems. The proportion of young adults holding tertiary qualifications in Romania—23.2%—is only slightly

above half the EU average of 44.1%. This difference indicates that the country enters the European competition for talent with a comparatively restricted domestic stock of tertiary-educated young people. Consequently, the emigration of specialists may have effects that are disproportionately greater than those experienced by countries with broader educational bases.

The employment rate of recent tertiary graduates reinforces this interpretation. In 2025, only 72.7% of recent tertiary graduates in Romania were employed, compared with 87.0% at EU level. The difference suggests that the Romanian challenge does not concern educational attainment alone, but also the institutional and labor-market capacity to convert qualifications into appropriate early-career opportunities. Limited professional integration may encourage outward mobility precisely among the graduates most necessary for the development of a knowledge-intensive economy.

The educational mobility indicators show a similarly asymmetrical position. Romania has gradually increased its capacity to attract international students, but it remains below OECD and EU reference levels. At the same time, 7.2% of Romanian students pursue all or part of their studies abroad. This combination suggests that Romania participates more strongly as a source of educational mobility than as a consolidated destination for internationally mobile talent.

The scale of Romanian emigration further demonstrates that highly skilled mobility is embedded within a much broader and long-lasting migration system. Approximately 244,000 Romanian citizens entered OECD countries in 2023, while the Romanian-born population residing in OECD countries was estimated at around 3.9 million persons aged over 15 in 2020/2021. This extensive diaspora may represent both a continued loss of working-age population and a potential infrastructure for knowledge circulation, professional cooperation, mentoring, investment, and return migration. Whether it becomes primarily a manifestation of brain drain or a resource for brain circulation depends on the institutional mechanisms connecting mobile professionals with Romanian organizations and regions.

To facilitate the comparative interpretation of the indicators presented in Table 1, **Figure 1** provides a visual representation of the principal dimensions associated with tertiary educational attainment, graduate employment, and the international mobility of highly qualified human capital. The graphical comparison highlights Romania's position relative to the broader European context and illustrates the structural imbalance between educational production, labor-market integration, and participation in international talent mobility systems.

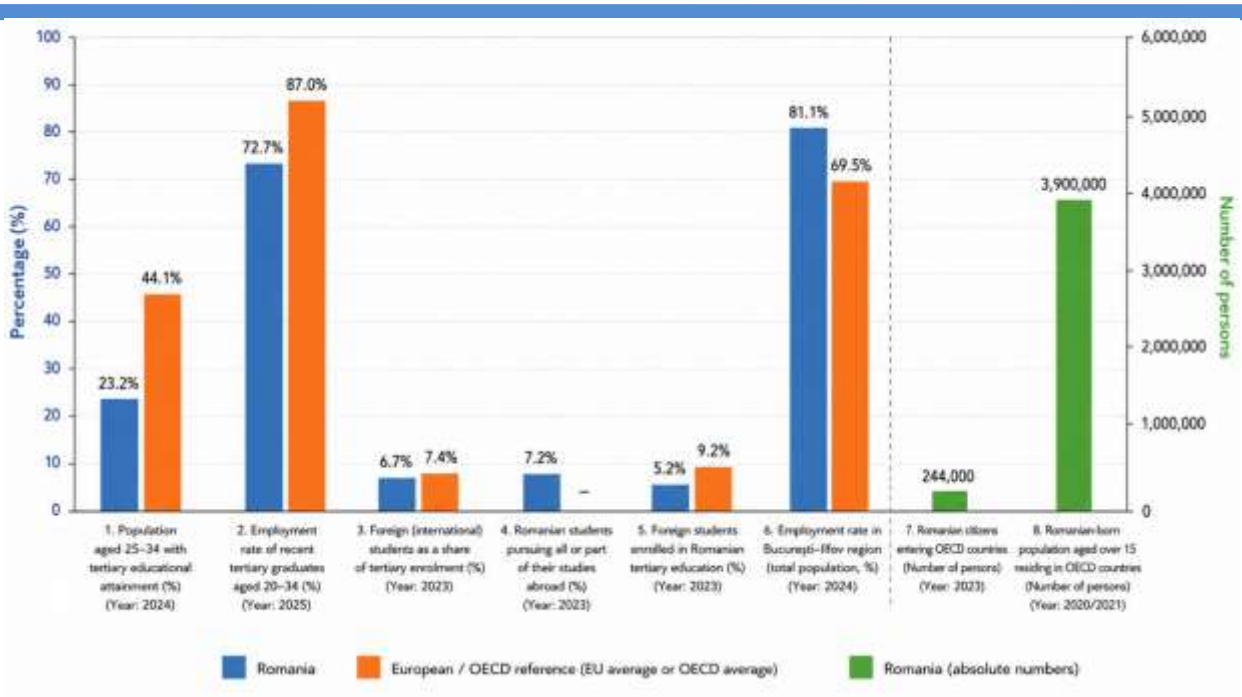


Figure 1. *Comparative Distribution of Tertiary Educational Attainment and Talent Mobility Indicators.*

6) ***Note.****The graphical representation summarizes the principal comparative indicators presented in Table 1. European reference values correspond to the latest harmonized institutional data available for each indicator.*

7) ***Source.*** *Author's graphical representation based on Eurostat, OECD, European Commission, and World Bank datasets.*

Figure 1 confirms the asymmetric position occupied by Romania within the contemporary European knowledge economy. While the country participates actively in international mobility systems, its domestic stock of tertiary-educated human capital remains considerably below the European average. The graphical comparison illustrates that Romania simultaneously faces relatively low tertiary educational attainment, weaker graduate labor-market integration, and sustained outward mobility toward economically stronger European countries. These dimensions should not be interpreted independently, since they interact to shape the country's long-term capacity for knowledge production, innovation, and institutional development.

The figure also demonstrates that educational mobility operates within broader systems of opportunity rather than representing isolated migration decisions. Countries characterized by stronger research infrastructures, diversified knowledge-intensive labor markets, and more competitive institutional environments generally display greater capacity both to attract and retain highly qualified professionals. Romania, by contrast, continues to function predominantly as a contributor to the European circulation of highly educated workers, while its attractiveness as an international educational destination remains comparatively modest.

From a sociological perspective, the evidence supports the argument that the principal challenge is not mobility itself but the unequal institutional capacity to transform educational investment

into sustainable professional development. International mobility becomes problematic when domestic labor markets, research institutions, and innovation ecosystems are unable to absorb highly qualified graduates effectively. Under such circumstances, migration contributes to the geographical concentration of knowledge and reinforces existing territorial inequalities within the European knowledge economy.

4.2. Employment in Knowledge-Intensive Sectors

Employment in knowledge-intensive sectors represents a central indicator of whether educational qualifications are effectively converted into productive, scientific, and technological capacity. The expansion of tertiary education does not automatically generate a knowledge economy; graduates must also gain access to occupations and institutional environments in which advanced competencies are recognized and used. Knowledge-intensive employment therefore connects educational attainment with innovation, organizational learning, professional specialization, and long-term economic competitiveness.

Eurostat defines knowledge-intensive activities according to the educational composition of employment within economic sectors, while high-technology sectors include high-technology manufacturing and knowledge-intensive high-technology services. This classification is particularly useful for the present study because it shifts the analysis from the formal possession of diplomas toward the economic and institutional utilization of highly qualified human capital.

At the European level, knowledge-intensive and high-technology employment is concentrated unevenly across countries and regions. In 2024, approximately 10.7 million people were employed in high-technology sectors in the European Union, representing 5.2% of total employment. This European aggregate conceals substantial territorial variation, since research-intensive metropolitan regions and technologically advanced economies attract a disproportionately large share of specialists, innovative firms, research organizations, and advanced professional services.

The information and communication technology sector constitutes one of the most visible components of this transformation. In 2024, more than 10 million ICT specialists were employed across the European Union, corresponding to 5.0% of total employment, compared with 4.8% in 2023. The continued increase demonstrates the growing importance of digital competencies within European labor markets, but national differences remain pronounced. Sweden, Luxembourg, and Finland recorded the highest proportions, whereas Romania remained among the countries with comparatively low shares of ICT specialists in total employment.

Romania's relatively low proportion of ICT specialists may initially appear paradoxical, given the international visibility of Romanian professionals in software development, engineering, and digital services. Sociologically, however, the apparent contradiction reflects the difference between the existence of successful professional niches and the overall structure of national employment. A dynamic ICT sector may coexist with a labor market in which knowledge-intensive employment remains concentrated in a limited number of metropolitan centers and represents a comparatively modest share of total employment.

This distinction is important because global talent mobility is shaped not only by the quality of individual professionals but also by the scale and diversity of the domestic opportunity

structure. When knowledge-intensive employment is concentrated in a few sectors or cities, highly qualified workers outside those environments may encounter limited possibilities for occupational mobility, specialization, and career advancement. International migration can consequently become an extension of internal professional concentration rather than a separate process.

The territorial distribution of high-skill employment within Romania supports this interpretation. According to the OECD, high-skill jobs dominate in only one of Romania's eight development regions. Bucharest–Ilfov stands out with high-skill occupations accounting for 49.1% of jobs, above the OECD reference value of 44%, while the other Romanian regions display substantially different occupational structures. This concentration illustrates how national averages can obscure major internal disparities in access to knowledge-intensive careers.

Bucharest–Ilfov therefore functions simultaneously as a domestic talent magnet and as a point of connection with international labor markets. Graduates from less developed regions may first migrate internally toward the capital or other major university centers and subsequently enter transnational professional mobility. This layered trajectory contributes to a cumulative concentration of human capital: peripheral regions lose graduates to national metropolitan centers, while Romanian cities themselves remain exposed to recruitment by stronger European knowledge economies.

Knowledge-intensive employment also depends on the relationship between education and occupational structure. A high level of tertiary attainment produces limited developmental benefits when graduates are employed in positions that do not require or effectively use advanced competencies. Conversely, countries and regions with diversified high-skill labor markets are more capable of converting educational investment into innovation, productivity, research activity, and institutional development.

The Romanian case reveals a structural mismatch between pockets of internationally competitive expertise and the broader capacity of the economy to generate high-skill employment across sectors and territories. The existence of successful ICT firms, multinational service centers, universities, medical institutions, and research organizations does not eliminate the unequal availability of advanced career opportunities. Specialists located outside the principal economic centers may therefore experience mobility not simply as a preference but as a practical condition for professional development.

Institutional quality also influences the relationship between knowledge-intensive employment and migration. Highly qualified workers evaluate not only whether specialized positions exist, but also whether recruitment is transparent, career advancement is predictable, professional autonomy is protected, and research or technological resources are available. Consequently, two economies with similar numbers of formal high-skill positions may differ substantially in their capacity to retain specialists when the quality of employment and organizational environments is considered.

The concentration of knowledge-intensive employment in stronger regions may produce cumulative advantage. Firms and research institutions located in established knowledge centers gain access to larger professional networks, specialized suppliers, advanced infrastructure, and

a deeper labor pool. These conditions attract additional investment and highly qualified workers, reinforcing the initial territorial advantage. Peripheral regions, by contrast, may struggle to establish similar ecosystems because the continued departure of specialists weakens precisely the institutional capacity required for future development.

Digital and remote employment partially modify this geography by allowing some professionals to participate in international projects without permanent physical relocation. Romanian specialists may work for foreign organizations, collaborate within transnational teams, or provide knowledge-intensive services from their country of residence. Such arrangements may reduce certain forms of permanent migration, but they do not necessarily strengthen domestic institutions if professional activity remains organizationally and economically connected primarily to foreign firms.

Remote international work can therefore create a form of functional talent mobility without geographical migration. Knowledge and labor are integrated into transnational production systems even when the specialist remains physically located in Romania. This development complicates conventional distinctions between retained and emigrated human capital and demonstrates the need to examine who benefits institutionally from the use of professional competencies.

From a sociological perspective, employment in knowledge-intensive sectors must consequently be evaluated through three interconnected dimensions: the volume of high-skill employment, its territorial distribution, and the quality of institutional opportunities available within it. National progress may coexist with regional exclusion, while individual professional success may coexist with limited domestic knowledge circulation. The developmental contribution of highly qualified workers depends on whether their competencies are embedded in stable organizations, research networks, innovation systems, and regional economies.

The findings also demonstrate that talent retention cannot be achieved through education policy alone. Expanding university participation without developing corresponding knowledge-intensive employment may increase the number of individuals possessing the resources and aspirations necessary for migration. Effective human-capital policy therefore requires coordination among higher education, research funding, industrial development, regional policy, professional recognition, and labor-market institutions.

Overall, Romania’s participation in European knowledge economies is characterized by both capability and structural limitation. The country possesses internationally mobile specialists and several competitive professional clusters, but knowledge-intensive employment remains unevenly distributed and insufficiently broad to absorb and retain all highly qualified workers. This configuration contributes to the coexistence of domestic talent concentration, outward mobility, remote transnational employment, and regional shortages.

To synthesize these relationships, Table 2 presents comparative indicators concerning employment in high-technology and knowledge-intensive activities, ICT specialization, and the regional concentration of high-skill jobs in Romania and selected European reference contexts.

Table 2. *Employment in Knowledge-Intensive and High-Skill Activities in Romania and European Reference Contexts.*

Indicator	Romania	European/OECD reference	Reference year	Analytical relevance
Employment in high-technology sectors as a share of total employment (%)	—	5.2 – EU average	2024	Indicates the overall employment capacity of high-technology manufacturing and knowledge-intensive high-technology services
ICT specialists as a share of total employment (%)	2.8	5.0 – EU average	2024	Measures the integration of specialized digital competencies into the national employment structure
Highest national shares of ICT specialists in total employment (%)	—	Sweden: 8.6; Luxembourg: 8.0; Finland: 7.8	2024	Illustrates Romania's distance from leading European digital knowledge economies
High-skill occupations as a share of total employment in București–Ilfov (%)	49.1	44.0 – OECD reference	Latest data used in OECD 2024 report	Demonstrates the strong territorial concentration of advanced occupational opportunities in Romania
Romanian regions in which high-skill jobs constitute the dominant occupational category	1 of 8	—	Latest data used in OECD 2024 report	Shows that high-skill employment is not distributed evenly across the national territory
EU employment in high-technology sectors (million persons)	—	10.7	2024	Indicates the scale of the European high-technology labor market
EU employment as ICT specialists (million persons)	—	More than 10.0	2024	Reflects the increasing strategic importance of digital occupations within the European labor market

Note. The indicators describe related but not identical dimensions of knowledge-intensive employment. Eurostat defines high-technology sectors as high-technology manufacturing and knowledge-intensive high-technology services, while ICT specialists are identified according to occupational classifications. The OECD indicator refers to occupations classified as requiring high skill levels. Values should therefore be interpreted comparatively within each indicator and should not be aggregated into a single composite measure. The dash indicates that a directly equivalent and methodologically comparable value was not included.

Source. Author's compilation based on Eurostat data concerning employment in high-technology sectors and ICT specialist occupations, and OECD data concerning the regional distribution of high-skill employment in Romania. In 2024, high-technology sectors accounted for 5.2% of total EU employment, while ICT specialists represented 5.0%; Romania recorded 2.8% for ICT specialists. București–Ilfov recorded 49.1% high-skill jobs, compared with the OECD reference value of 44%.

Table 2 demonstrates that Romania participates in the European knowledge economy from a structurally uneven position. ICT specialists represented only 2.8% of total Romanian employment in 2024, compared with 5.0% at EU level and substantially higher proportions in Sweden, Luxembourg, and Finland. The difference suggests that Romania's internationally recognized digital expertise remains concentrated within a comparatively narrow segment of the national labor market rather than being embedded broadly across the economy.

The territorial evidence reinforces this interpretation. Although high-skill occupations accounted for 49.1% of employment in București–Ilfov, exceeding the OECD reference value of 44%, high-skill jobs constituted the dominant occupational category in only one of Romania's eight development regions. This contrast reveals a pronounced metropolitan concentration of advanced professional opportunities and helps explain the sequential character of mobility: specialists may first move from peripheral territories toward Bucharest and subsequently toward stronger European knowledge centers.

Overall, the findings indicate that Romania's challenge is not the absence of highly qualified professionals, but the limited territorial and sectoral capacity to employ their competencies within diversified knowledge-intensive structures. The coexistence of competitive professional clusters with weak national and regional diffusion increases the likelihood of internal concentration, outward migration, and functional integration into foreign labor markets.

To facilitate the visual comparison of the principal indicators presented in Table 2, **Figure 2** illustrates Romania's position in relation to European and OECD reference values concerning ICT specialization, high-skill employment, and the territorial concentration of knowledge-intensive professional opportunities. The graphical representation highlights the coexistence of a comparatively limited national share of ICT specialists with a strong concentration of high-skill occupations in the București–Ilfov region.

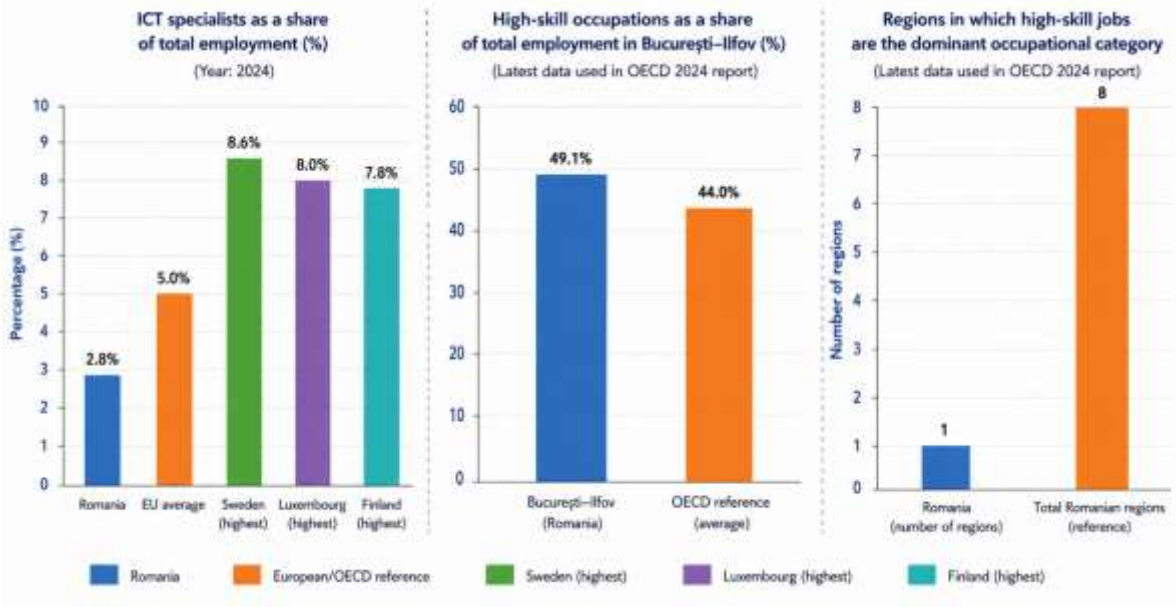


Figure 2. Comparative Indicators of Knowledge-Intensive and High-Skill Employment.

Note. The figure presents selected indicators concerning ICT specialists, high-skill occupations, and the territorial distribution of advanced employment opportunities. The indicators rely on different classifications and reference frameworks and are therefore intended for descriptive comparison rather than aggregation.

Source. Author's graphical representation based on Eurostat and OECD data summarized in Table 2.

Figure 2 illustrates the dual structure of Romania's participation in the European knowledge economy. At national level, the share of ICT specialists remains below the European average, indicating that advanced digital competencies are not yet broadly integrated throughout the employment structure. At regional level, however, București–Ilfov displays a substantial concentration of high-skill occupations, exceeding the OECD reference value. This contrast demonstrates that Romania possesses competitive professional environments, but that they remain strongly concentrated within a limited territorial area.

The graphical evidence also suggests that national averages conceal substantial internal inequalities. The concentration of advanced employment in the capital region creates opportunities for innovation and professional specialization, but simultaneously increases the dependence of graduates from peripheral regions on internal migration. When metropolitan centers cannot provide sufficient career diversity or when stronger international destinations offer more attractive conditions, internal mobility may become an intermediate stage preceding international migration.

From a sociological perspective, this pattern supports the argument that talent mobility is driven not simply by the presence or absence of highly qualified employment, but by its territorial accessibility, sectoral diversity, and institutional quality. Expanding tertiary education without broadening knowledge-intensive employment across regions may therefore intensify both internal concentration and outward professional mobility.

4.3. Overqualification, Occupational Mismatch, and Brain Waste

The effective utilization of qualifications constitutes a fundamental condition for transforming highly skilled mobility into sustainable knowledge circulation. International migration may expand access to employment and professional development, but it does not necessarily guarantee that migrants' competencies will be recognized or used at the appropriate occupational level. When tertiary-educated workers are employed in positions requiring lower qualifications or in fields unrelated to their specialization, mobility may produce brain waste rather than brain gain.

Overqualification refers to the discrepancy between an individual's educational attainment and the level of education generally required for the occupation performed. Occupational mismatch may also include horizontal mismatch, where the level of qualification is appropriate but the field of study differs substantially from the field of employment. Although these situations affect both mobile and non-mobile workers, migrants frequently encounter additional barriers associated with credential recognition, language requirements, professional regulation, restricted access to networks, and employer uncertainty regarding foreign qualifications.

From a sociological perspective, brain waste demonstrates that human capital does not possess an automatic or universally transferable value. Qualifications acquire occupational significance through institutional systems of recognition, licensing, recruitment, and workplace integration. The same degree or professional experience may therefore generate very different outcomes depending on the country of education, destination labor market, regulatory framework, and social position of the migrant.

Professional recognition is especially important in regulated occupations such as medicine, nursing, teaching, law, engineering, and certain technical professions. Migrants may be required to complete additional examinations, language certification, supervised practice, or administrative equivalence procedures before gaining access to their profession. Although such requirements may protect professional standards, lengthy or inconsistent procedures can delay occupational integration and contribute to downward mobility.

Formal recognition alone does not eliminate mismatch. A qualification may receive administrative equivalence while employers continue to prefer locally acquired credentials or domestic work experience. Migrants may also lack access to informal professional networks through which information, recommendations, and career opportunities circulate. Consequently, brain waste reflects both formal institutional barriers and less visible mechanisms of labor-market stratification.

The risk of overqualification is influenced by field of specialization. Competencies in information technology, engineering, scientific research, and internationally standardized occupations may be more easily transferable than qualifications closely connected to national legislation, language, or institutional traditions. Even within highly transferable professions, however, migrants' occupational outcomes depend on labor demand, regional opportunity structures, and the recognition of previous experience.

Brain waste has significant consequences for individuals. Employment below the qualification level may produce lower income, limited career progression, reduced professional identity, and dissatisfaction with the migration experience. Long periods of occupational downgrading may also weaken competencies when specialists no longer practice the tasks for which they were trained. Thus, the loss is not merely economic but professional, psychological, and social.

Destination societies also bear important costs. When highly qualified migrants are employed below their competence level, labor markets fail to use available knowledge efficiently despite reported shortages in specialized sectors. This contradiction reveals that policies designed to attract talent may remain incomplete when they are not coordinated with qualification recognition, language support, professional integration, and anti-discrimination measures.

For countries of origin, brain waste creates a particularly unfavorable configuration. Public and family resources invested in education are no longer used domestically, but the migrant's competencies are not fully employed abroad either. In this situation, neither the origin society nor the destination labor market obtains the maximum developmental benefit from the mobility of human capital.

The Romanian case is especially relevant because substantial numbers of citizens have entered diverse European labor markets under different professional conditions. Some specialists achieve occupational advancement and integration within knowledge-intensive sectors, while

others experience temporary or persistent mismatch. These contrasting trajectories illustrate that Romanian mobility cannot be classified uniformly as brain drain, brain gain, or brain circulation.

Overqualification may sometimes represent a transitional stage. Migrants may initially accept lower-level employment while acquiring language proficiency, local credentials, professional networks, or knowledge of institutional procedures. However, when mismatch persists over extended periods, it becomes a structural form of brain waste rather than a short-term adaptation strategy.

Gender, age, migration status, and family responsibilities may further influence occupational outcomes. Migrants with care obligations or limited geographical flexibility may accept employment below their qualification level because it offers immediate income or compatible working hours. Similarly, recently arrived professionals may possess fewer resources for navigating complex recognition systems. Brain waste must therefore be understood as a socially differentiated phenomenon rather than a uniform consequence of migration.

The relationship between overqualification and knowledge economies is fundamentally contradictory. Advanced economies compete internationally for highly skilled labor, yet they may simultaneously reproduce institutional barriers that prevent full qualification utilization. Talent attraction and brain waste can therefore coexist within the same destination system, just as brain drain and brain circulation may coexist within the same country of origin.

Reducing brain waste requires coordinated institutional action. Simplified and transparent recognition procedures, bridging programs, language training, professional mentoring, access to internships, and cooperation among employers, universities, and regulatory bodies can facilitate appropriate occupational placement. Such measures should not reduce professional standards but improve the pathways through which internationally acquired competencies are assessed and integrated.

Overall, occupational mismatch demonstrates that the developmental consequences of talent mobility depend not only on whether highly educated individuals migrate, but also on what happens to their qualifications after migration. Knowledge circulation becomes socially productive only when competencies are recognized, maintained, and used within appropriate professional environments.

To synthesize these patterns, Table 3 will present comparative indicators concerning overqualification, skills mismatch, and qualification utilization among tertiary-educated workers, with particular attention to mobile and foreign-born populations where harmonized data are available.

Table 3. *Overqualification, Skills Mismatch, and Qualification Utilization in European and Romanian Contexts.*

Indicator	Value (%)	Population/reference group	Reference year	Sociological relevance
Overqualification rate	39.4	Non-EU citizens employed in the EU with tertiary education	2023	Indicates the particularly high risk of occupational downgrading among migrants originating outside the EU
Overqualification rate	31.3	Citizens of another EU country employed in the EU with tertiary education	2023	Demonstrates that intra-European mobility does not automatically ensure adequate qualification utilization
Overqualification rate	20.8	Nationals employed in their own EU country with tertiary education	2023	Provides the reference level for evaluating the migrant overqualification gap
Overall overqualification rate	21.3	Employed tertiary-educated population in the EU	2024	Measures the general underutilization of tertiary qualifications in European labor markets
Overqualification rate among women	22.0	Employed tertiary-educated women in the EU	2024	Highlights the gendered dimension of qualification underutilization
Overqualification rate among men	20.5	Employed tertiary-educated men in the EU	2024	Provides a gender comparison within the overall EU population
Educational skills mismatch	22.0	Workers in Romania whose jobs do not correspond to their educational skill level	Latest data used in the OECD 2024 report	Indicates the national prevalence of qualification–occupation mismatch
Educational skills mismatch	35.0	Workers across OECD regions	Latest data used in the OECD 2024 report	Provides a broader comparative reference for Romania
Skills higher than job requirements	18.7	Young employed people aged 15–34 in the EU	2024	Captures perceived over-skilling among younger workers
Skills aligned with job requirements	76.3	Young employed people aged 15–34 in the EU	2024	Indicates the proportion experiencing an adequate relationship between competencies and occupational demands

Note. The indicators presented in the table are conceptually related but rely on different statistical definitions and populations. The Eurostat overqualification rate refers to employed

people with tertiary education working in low- or medium-skilled occupations. The OECD educational mismatch indicator concerns workers whose employment does not correspond to their educational skill level. The indicators concerning young workers are based on self-reported correspondence between skills and job requirements. The values should therefore be interpreted within their respective methodological frameworks and should not be aggregated into a single composite index.

Source. Author's compilation based on Eurostat data concerning migrant integration, employment, overqualification, and skills alignment, together with OECD evidence on educational mismatch in Romania and across OECD regions. In 2023, overqualification affected 39.4% of employed non-EU citizens with tertiary education, 31.3% of mobile EU citizens, and 20.8% of nationals. In 2024, the overall EU rate was 21.3%. OECD evidence indicates that 22% of workers in Romania experienced educational skills mismatch, compared with 35% across OECD regions.

Table 3 demonstrates that occupational mismatch is strongly differentiated by migration status. In 2023, the overqualification rate among tertiary-educated non-EU citizens was almost twice that recorded among nationals employed in their own country. Mobile citizens originating from other EU Member States also experienced a substantially higher rate than nationals. These differences confirm that educational attainment does not possess an identical occupational value across national and institutional contexts.

The migrant overqualification gap reflects more than variation in labor demand. It points to the institutional mediation of human capital through credential recognition, linguistic requirements, access to professional networks, regulated occupational systems, and employers' evaluation of foreign education. Consequently, the international circulation of talent may coexist with the hierarchical classification of qualifications according to their country and institution of origin.

The overall EU overqualification rate of 21.3% in 2024 indicates that brain waste is not restricted to migrants. More than one fifth of employed tertiary graduates worked in occupations that did not require their level of education, revealing broader inefficiencies in the relationship between educational expansion and occupational structures. The moderately higher rate among women also suggests that qualification utilization is shaped by gendered employment trajectories, care responsibilities, sectoral segregation, and unequal access to career progression.

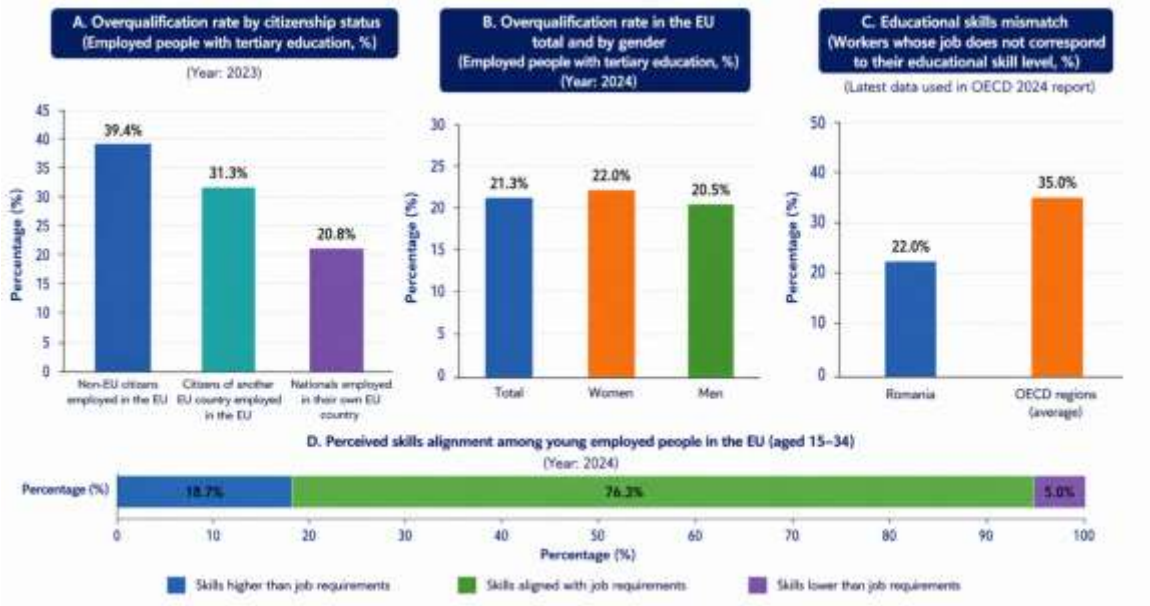
Romania's educational skills-mismatch rate of 22% is below the OECD regional reference of 35%. This result should not be interpreted automatically as evidence of superior qualification utilization. A comparatively low mismatch rate may coexist with low tertiary attainment, substantial emigration, limited participation in knowledge-intensive sectors, and the geographical concentration of advanced employment. In other words, some mismatch may be externalized through migration: individuals unable to identify suitable domestic opportunities may leave the national labor market rather than remain employed in mismatched occupations. This is an analytical inference based on the combined evidence presented in the previous sections.

The findings concerning young people reinforce the importance of early occupational integration. Although 76.3% of employed Europeans aged 15–34 reported correspondence

between their skills and job requirements in 2024, 18.7% considered their skills higher than those required by their employment. Early-career mismatch may produce long-term consequences when graduates remain in occupations that do not permit the development and maintenance of specialized competencies.

Overall, the evidence supports the interpretation of brain waste as an institutional and relational process rather than an individual deficit. Migrants do not become less qualified through geographical mobility; their qualifications may become less usable because institutional systems fail to recognize, translate, or integrate them effectively. Sustainable talent mobility therefore requires policy coordination extending beyond recruitment to include credential recognition, professional bridging, mentoring, language support, and appropriate occupational placement.

To facilitate the comparative interpretation of overqualification and skills-mismatch patterns, **Figure 3** presents the principal indicators summarized in Table 3. The graphical representation highlights the substantial occupational disadvantage experienced by mobile and non-EU citizens while situating Romania's educational mismatch rate within the broader OECD context.



8) ***Figure 3.*** *Comparative Indicators of Overqualification, Skills Mismatch, and Qualification Utilization.*

Note. The figure presents indicators derived from different but complementary methodological frameworks. Migrant overqualification rates refer to tertiary-educated workers employed in occupations requiring lower qualification levels, while educational mismatch indicators examine the correspondence between workers' educational skills and occupational requirements. The values are used for descriptive comparison and are not combined into a composite measure.

Source. Author's graphical representation based on Eurostat and OECD data summarized in Table 3.

Figure 3 demonstrates that the risk of overqualification is distributed unequally according to migration and citizenship status. Tertiary-educated non-EU citizens record the highest rate of occupational downgrading, followed by mobile citizens from other EU Member States, while nationals employed in their own countries display a considerably lower rate. This hierarchy indicates that the transferability of human capital depends not only on education but also on institutional recognition, legal status, professional networks, linguistic competence, and employers' evaluation of foreign credentials.

The figure also confirms that qualification underutilization is not restricted to migrants. The overall European overqualification rate and the reported mismatch among young workers demonstrate a broader structural discrepancy between educational expansion and the occupational capacity of contemporary labor markets. Knowledge economies may therefore produce increasing numbers of graduates without creating a corresponding volume of positions in which advanced competencies can be used fully.

Romania's educational mismatch rate must be interpreted within this wider structural context. Although it remains below the OECD regional reference, this result coexists with comparatively low tertiary attainment, limited national participation in knowledge-intensive employment, strong metropolitan concentration, and sustained international mobility. A lower observed mismatch rate may consequently reflect not only effective occupational alignment but also the migration of individuals unable to identify suitable professional opportunities domestically.

From a sociological perspective, Figure 3 supports the interpretation of brain waste as an institutionally produced outcome. Qualifications do not lose their intrinsic value through migration; rather, their occupational value is mediated by recognition systems, regulatory arrangements, workplace practices, and unequal power relations between national education systems. Sustainable knowledge circulation therefore requires policies capable of connecting talent attraction with effective qualification recognition and appropriate professional utilization.

4.4. Research Capacity, Innovation, and Talent Concentration

Research capacity and innovation infrastructure represent fundamental determinants of a country's ability to retain, attract, and productively integrate highly qualified professionals. Whereas tertiary education contributes to the formation of human capital, research institutions, innovative firms, universities, laboratories, and knowledge-intensive organizations determine whether advanced competencies can be transformed into scientific production, technological development, and sustainable professional careers. The unequal distribution of these institutional resources strongly influences the geographical direction of global talent mobility.

Research and development expenditure is one of the most widely used indicators of institutional commitment to knowledge production. However, financial investment alone does not fully describe the quality of a research system. The developmental effects of funding depend on institutional continuity, transparent allocation procedures, career stability, access to modern infrastructure, international collaboration, and the capacity to connect scientific research with economic and social innovation. Consequently, research capacity should be understood as an institutional ecosystem rather than as a single budgetary measure.

Highly qualified professionals are particularly responsive to the quality of research environments. Researchers, university academics, engineers, physicians, and technology specialists require access to specialized equipment, professional networks, competitive funding, mentoring, interdisciplinary cooperation, and predictable career pathways. Where these conditions are insufficient, international mobility becomes a strategy for accessing the institutional resources necessary to practice a profession at an advanced level.

The concentration of research capacity within economically dominant countries and metropolitan regions generates cumulative advantage. Institutions possessing substantial resources are better positioned to recruit internationally, participate in major research networks, obtain competitive funding, and strengthen their scientific reputation. Their growing visibility attracts additional researchers and investment, thereby reinforcing the initial institutional advantage. Conversely, less developed research systems may lose specialists precisely because their reduced human capital limits their future capacity to compete for funding and build stronger institutions.

This cumulative mechanism is particularly relevant within the European Research Area. European integration facilitates the circulation of researchers and the formation of transnational scientific networks, but mobility occurs within an institutional landscape marked by significant differences in research expenditure, infrastructure, remuneration, and career security. As a result, the freedom to move may expand individual opportunities while simultaneously concentrating research talent in systems that already possess superior institutional capacity.

Romania participates actively in European research and educational networks, but its capacity to retain researchers remains affected by limited investment, institutional fragmentation, administrative instability, and uneven access to research resources. International doctoral education, postdoctoral mobility, and participation in European projects provide Romanian specialists with important opportunities for professional development. Nevertheless, these experiences contribute sustainably to domestic development only when national institutions can provide suitable conditions for return, collaboration, or long-term transnational engagement.

The relationship between mobility and research capacity should therefore not be interpreted exclusively through permanent departure or return. Contemporary researchers may participate simultaneously in institutions located in several countries, coordinate international projects, mentor students remotely, publish through transnational teams, and contribute to temporary teaching or research initiatives. These practices represent forms of knowledge circulation that do not require complete occupational relocation.

However, transnational collaboration cannot substitute entirely for stable domestic research capacity. External partnerships may transfer expertise and expand professional networks, but institutions must possess sufficient administrative, technological, and human resources to absorb and sustain the knowledge received. Without such capacity, international cooperation may remain dependent on individual relationships and may disappear when projects or funding cycles end.

Innovation environments also influence mobility outside academic research. Highly qualified professionals are attracted by regions containing innovative firms, start-up ecosystems, technology clusters, advanced healthcare institutions, and diversified professional services.

These environments facilitate occupational mobility between organizations and increase the possibility of combining specialized expertise with entrepreneurship, management, or interdisciplinary work. Regions lacking such diversity may struggle to retain specialists even when individual institutions provide comparatively attractive positions.

The Romanian case demonstrates the coexistence of competitive innovation centers and broad territorial disparities. Major metropolitan regions possess universities, multinational firms, technology sectors, research institutions, and expanding professional networks. Yet many smaller cities and peripheral regions offer limited access to advanced employment and research opportunities. Talent concentration therefore occurs both within Romania and across European borders.

This spatial concentration may produce a double loss for peripheral territories. First, graduates relocate toward Romanian metropolitan centers. Second, professionals from these metropolitan centers may subsequently migrate toward stronger European research and innovation systems. The resulting sequence reinforces the unequal geography of knowledge and weakens the ability of peripheral regions to develop autonomous innovation ecosystems.

Research mobility can nevertheless produce developmental benefits when it is connected to institutional cooperation. Joint laboratories, international doctoral programs, visiting-professor schemes, diaspora research networks, shared infrastructure, and collaborative innovation projects can transform individual mobility into collective knowledge circulation. The effectiveness of such mechanisms depends on their continuity and on the participation of organizations rather than isolated individuals alone.

From a policy perspective, retaining talent cannot mean restricting professional mobility. Such an approach would conflict with individual rights, European integration, and the international character of scientific research. More sustainable strategies must focus on improving institutional attractiveness, increasing research investment, developing transparent careers, supporting international collaboration, and creating realistic opportunities for specialists to maintain professional connections with Romania.

The sociological significance of research capacity therefore lies in its ability to convert individual competence into collective institutional development. A highly qualified specialist may possess advanced knowledge, but the broader developmental impact of that knowledge depends on access to organizations capable of using, reproducing, and disseminating it. Research institutions and innovation ecosystems function as the social infrastructures through which human capital becomes knowledge production.

Overall, unequal research and innovation capacity explains why global talent mobility frequently flows toward already advantaged regions. Mobility may support professional advancement and international scientific integration, but its territorial effects remain uneven. Balanced knowledge circulation requires institutional cooperation capable of connecting strong research centers with countries and regions whose capacity remains comparatively limited.

To summarize these relationships, Table 4 will present comparative indicators concerning research and development expenditure, research personnel, innovation capacity, and the concentration of knowledge-intensive resources in Romania and selected European reference contexts.

Table 4. *Research Capacity, Innovation, and Talent Concentration in Romania and European Reference Contexts.*

Indicator	Romania	European/OECD reference	Reference year	Analytical relevance
Gross domestic expenditure on research and development (GERD) (% of GDP)	0.38	2.22 – EU average	2024	Indicates national investment in research and innovation
Researchers employed in R&D (Full-time equivalent per 1,000 employed persons)	6.2	9.3 – EU average	2023	Measures the concentration of research human capital
Employment in science and technology (% of active population)	33.8	51.9 – EU average	2024	Reflects the capacity of labor markets to absorb highly qualified professionals
European Innovation Scoreboard performance	Emerging Innovator	Moderate Innovator – EU average	2024	Indicates the overall innovation performance of the national economy
Scientific and technical journal articles (per million inhabitants)	Lower than EU average	EU reference	2023	Illustrates scientific productivity and knowledge generation
Participation in Horizon Europe research programmes	Increasing participation	EU-wide collaborative framework	2021–2024	Reflects international scientific integration and transnational cooperation
Knowledge-intensive metropolitan concentration	București–Ilfov dominant	Multiple metropolitan innovation hubs	2024	Indicates the territorial concentration of research infrastructure and innovation capacity

9) ***Note.*** *Research capacity is measured through complementary indicators describing investment, human resources, innovation performance, scientific productivity, and institutional participation in European research programmes. The indicators refer to different but explicitly identified reference years because harmonized international datasets are updated independently. The values are interpreted comparatively and should not be aggregated into a composite indicator.*

10) ***Source.*** *Author's compilation based on Eurostat, European Commission (European Innovation Scoreboard 2024), OECD, UNESCO Institute for Statistics, World Bank, and Horizon Europe statistical reports.*

Table 4 demonstrates that the capacity to retain and attract highly qualified professionals depends fundamentally on the strength of national research and innovation ecosystems. Romania invested only 0.38% of GDP in research and development in 2024, substantially below the European Union average of 2.22%. This difference reflects not only lower financial

investment but also reduced institutional capacity to generate stable scientific careers, advanced research infrastructure, and competitive innovation environments.

The comparatively limited number of researchers employed in research and development, together with the lower proportion of employment in science and technology occupations, indicates that Romania's knowledge economy remains structurally smaller than those of most Western European countries. These differences reduce the domestic demand for highly specialized competencies and contribute to the international mobility of researchers, engineers, physicians, and other highly qualified professionals seeking stronger institutional environments.

Romania's classification as an Emerging Innovator within the European Innovation Scoreboard 2024 reinforces this interpretation. Although participation in European research programmes has expanded steadily, national innovation performance continues to depend heavily on a limited number of metropolitan regions, particularly București–Ilfov. Consequently, research capacity is characterized by both international integration and strong internal territorial concentration.

From a sociological perspective, these findings demonstrate that knowledge economies are shaped less by the number of university graduates than by the institutional environments capable of transforming education into scientific production, technological innovation, and sustainable professional careers. Investments in research infrastructure, transparent academic careers, international collaboration, and regional innovation systems therefore constitute essential conditions for converting human capital into long-term social and economic development.

To illustrate Romania’s comparative position regarding research capacity, innovation performance, and the institutional concentration of scientific human capital, Figure 4 presents the principal indicators summarized in Table 4. The graphical representation highlights the substantial differences separating Romania from the European reference context in terms of research and development expenditure, research personnel, employment in science and technology, and innovation performance. It also emphasizes the territorial concentration of knowledge-intensive resources within București–Ilfov and demonstrates how limited institutional capacity may influence both the retention of highly qualified professionals and their integration into transnational research and innovation networks.

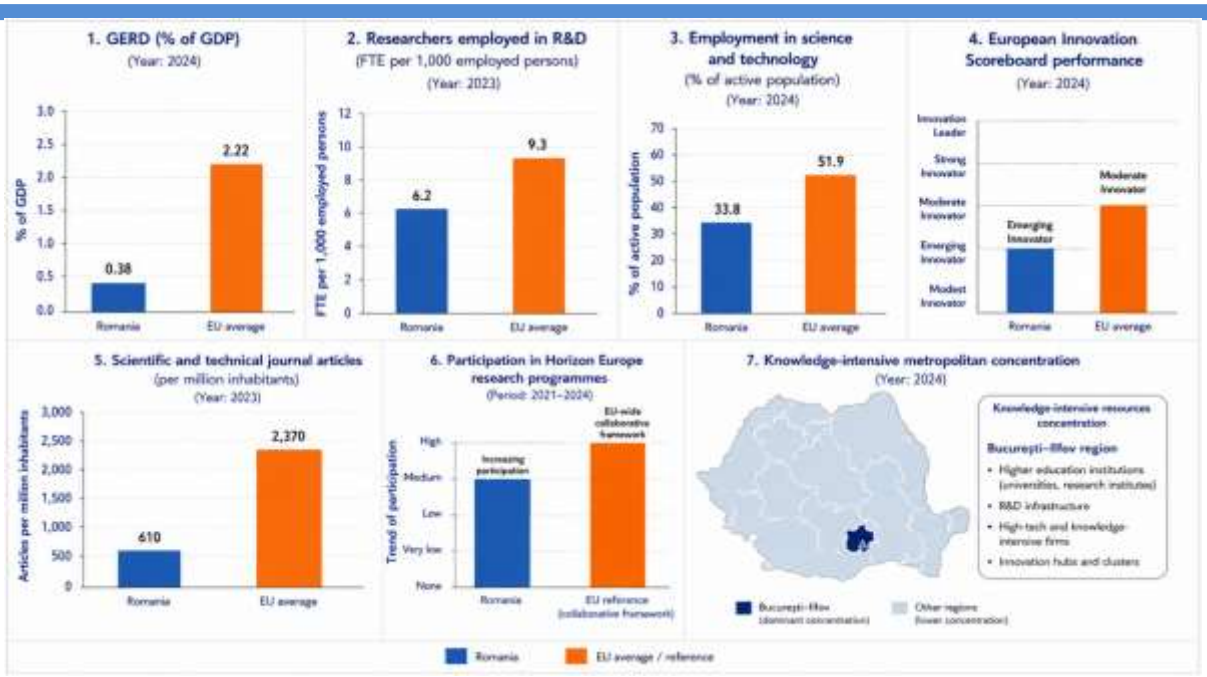


Figure 4. Comparative Indicators of Research Capacity, Innovation, and Talent Concentration.

11) ***Note.*** *The figure presents complementary indicators concerning research and development investment, scientific human capital, employment in science and technology, innovation performance, and the territorial concentration of knowledge-intensive resources. Because the indicators rely on different measurement scales and reference years, they are intended for comparative visualization and should not be aggregated into a single index.*

12) ***Source.*** *Author's graphical representation based on Eurostat, European Commission, OECD, UNESCO Institute for Statistics, World Bank, and Horizon Europe data summarized in Table 4.*

Figure 4 synthesizes the principal dimensions of research capacity, innovation performance, and scientific human capital, demonstrating that Romania continues to occupy a structurally disadvantaged position within the European knowledge economy. The graphical comparison reveals substantial differences between Romania and the European reference context across almost all indicators, particularly regarding research and development expenditure, the concentration of researchers, employment in science and technology, and overall innovation performance.

The comparatively low level of investment in research and development represents one of the most important structural constraints affecting the country's ability to retain highly qualified professionals. Limited financial resources reduce opportunities for scientific careers, advanced research infrastructure, international competitiveness, and long-term institutional development. Consequently, many highly skilled specialists pursue professional opportunities in countries offering more favorable research environments and greater career stability.

The figure also illustrates that research capacity depends not only on financial investment but also on the concentration of scientific human capital. Romania records fewer researchers per thousand employed persons and a considerably smaller share of employment in science and

technology than the European average. These differences indicate that the national knowledge economy remains less capable of absorbing highly qualified graduates into research-intensive occupations, thereby increasing the attractiveness of international professional mobility.

Romania's classification as an Emerging Innovator further reflects the developmental gap separating the country from more advanced European innovation systems. Although participation in Horizon Europe and other European research programmes has expanded in recent years, the benefits remain concentrated within a relatively small number of universities, research institutes, and innovation organizations. Scientific cooperation has therefore increased more rapidly than the overall institutional capacity to generate and retain research excellence.

Another important pattern highlighted by Figure 4 concerns the territorial concentration of knowledge-intensive resources. The București–Ilfov region continues to dominate Romania's research infrastructure, higher education institutions, innovation clusters, and knowledge-intensive employment. This metropolitan concentration reinforces internal regional disparities by attracting highly educated individuals from other parts of the country while simultaneously serving as the principal gateway toward international scientific mobility. Consequently, the spatial distribution of research capacity contributes to a two-stage mobility process, whereby specialists first migrate internally toward metropolitan centers and subsequently enter broader European or global research networks.

From a broader sociological perspective, Figure 4 demonstrates that the international circulation of talent is fundamentally shaped by institutional opportunity structures rather than by individual educational achievement alone. Countries capable of combining sustained investment in research, diversified innovation ecosystems, stable academic careers, and internationally connected scientific institutions create environments in which highly qualified professionals are more likely to remain and develop their careers. By contrast, countries characterized by limited research investment and uneven territorial development experience greater difficulty transforming educational attainment into long-term scientific and economic competitiveness.

Overall, the figure supports the central argument of this study that global talent mobility is closely associated with the unequal geographical distribution of research capacity and innovation ecosystems. Sustainable knowledge circulation therefore requires coordinated policies that extend beyond higher education to include research funding, innovation governance, regional development, institutional modernization, and long-term strategies for attracting, retaining, and reconnecting highly qualified professionals with national scientific systems.

4.5. Integrated Documentary Findings and Mixed-Methods Interpretation

The qualitative documentary analysis reveals that European and international policy frameworks increasingly conceptualize highly skilled mobility as a strategic component of economic competitiveness, demographic resilience, innovation capacity, and labor-market adaptation. However, the institutional treatment of talent mobility remains fragmented across policy areas. Migration governance, education, research, qualification recognition, regional development, and social cohesion are frequently addressed through separate instruments, even

though the quantitative findings demonstrate that these dimensions interact continuously within the same mobility system.

A dominant policy orientation concerns talent attraction and mobility facilitation. Institutional documents increasingly emphasize the need to recruit highly qualified workers, respond to labor shortages, strengthen research systems, and improve Europe's position in the global competition for skills. Highly skilled migrants are therefore frequently framed as strategic human resources capable of supporting technological transformation, scientific development, and economic productivity. This orientation reflects the growing dependence of knowledge economies on internationally mobile professionals.

Nevertheless, policies focused on attraction do not automatically guarantee the effective utilization of qualifications. The quantitative evidence concerning overqualification and occupational mismatch demonstrates that access to a destination labor market does not necessarily translate into employment corresponding to migrants' educational and professional preparation. The documentary analysis identifies qualification recognition, regulated-profession procedures, language requirements, validation of prior experience, and workplace integration as recurring institutional challenges.

This relationship represents a clear area of tension between policy objectives and labor-market outcomes. European institutions may seek to attract talent while national recognition systems, employers, and professional bodies continue to limit the occupational portability of foreign qualifications. As a result, talent attraction and brain waste may coexist within the same institutional framework. Recruitment policies therefore remain incomplete when they are not accompanied by transparent recognition procedures and effective pathways into appropriate professional positions.

A second major documentary theme concerns skills development and qualification portability. Policy frameworks increasingly recognize that education and training systems must respond to changing labor-market needs and facilitate the transfer of competencies across sectors and countries. Yet portability involves more than formal diploma equivalence. It also requires agreement regarding occupational standards, recognition of professional experience, access to regulated professions, and institutional confidence in qualifications acquired abroad.

The quantitative findings reinforce the importance of this policy domain. The substantial overqualification gap between mobile or non-EU workers and nationals indicates that institutional systems continue to assign unequal occupational value to formally comparable qualifications. This convergence between statistical evidence and documentary priorities confirms that qualification utilization represents one of the central unresolved problems within European talent mobility.

A third policy orientation concerns circular mobility, return migration, and diaspora cooperation. Contemporary documents increasingly move beyond the assumption that development requires the permanent return of emigrants. Instead, they acknowledge temporary return, transnational professional cooperation, remote participation, research collaboration, entrepreneurship, mentoring, and diaspora networks as alternative mechanisms of knowledge circulation.

This shift is particularly relevant for Romania. The size of the Romanian diaspora and the continued mobility of students and specialists make permanent return an insufficient policy objective. Many professionals establish long-term careers abroad while remaining potentially connected to Romanian universities, firms, hospitals, research institutes, and local communities. The central institutional challenge is therefore to create durable structures through which these connections can produce knowledge transfer and organizational development.

The mixed-methods evidence indicates that diaspora engagement can complement domestic capacity but cannot replace it. Internationally mobile professionals may contribute expertise, professional networks, investment, and mentoring, yet the sustainability of these contributions depends on the absorptive capacity of Romanian institutions. Without stable funding, administrative coordination, research infrastructure, and competent organizational partners, diaspora cooperation may remain episodic and dependent on individual initiative.

A fourth documentary theme concerns research mobility and knowledge transfer. European policy frameworks strongly support researcher mobility, international scientific collaboration, shared research infrastructures, and participation in transnational projects. These mechanisms can facilitate the circulation of knowledge and reduce the intellectual isolation of weaker research systems.

However, the quantitative evidence reveals pronounced disparities in research expenditure, scientific employment, innovation performance, and territorial concentration. This creates another mixed-methods tension. Mobility policies may promote international cooperation, but researchers from less competitive systems often move toward institutions possessing superior resources and more predictable careers. European research integration may consequently strengthen scientific collaboration while simultaneously reinforcing the concentration of talent within already advantaged countries and metropolitan regions.

The qualitative analysis also identifies territorial cohesion and regional resilience as increasingly important policy concerns. Institutional documents recognize that demographic decline, labor shortages, and limited innovation capacity affect certain regions more severely than others. Yet talent policies frequently remain national or sectoral and provide insufficient attention to the local institutional ecosystems necessary for retaining highly skilled workers.

The Romanian evidence illustrates this limitation. Knowledge-intensive employment and research resources are concentrated strongly in București–Ilfov and a small number of major university centers. National policies that increase graduate numbers or support international mobility may therefore have limited effects in peripheral regions unless they are coordinated with regional investment, institutional development, and the creation of diversified professional opportunities.

The analysis further reveals a policy tension between individual mobility rights and territorial development needs. European integration appropriately protects the freedom of individuals to study and work across borders. At the same time, persistent outflows of specialists can weaken public services and institutional capacity in origin regions. This tension cannot be resolved ethically through restrictions on mobility. It requires policies that improve domestic opportunity structures and enable mobility to generate reciprocal rather than one-directional benefits.

Another recurrent theme is the distinction between talent retention and balanced knowledge circulation. Retention policies generally seek to prevent departure or encourage return. Balanced circulation adopts a broader perspective by supporting multiple forms of participation across borders, including temporary mobility, collaborative research, dual institutional affiliations, digital work, and professional networks.

The evidence developed throughout the study suggests that balanced circulation provides a more appropriate framework for contemporary knowledge economies. Permanent mobility, return, circular movement, and remote transnational participation frequently coexist within individual careers. Policies based exclusively on physical presence may therefore fail to capture the actual mechanisms through which knowledge is produced and transferred.

Nevertheless, balanced knowledge circulation should not become a rhetorical substitute for domestic institutional reform. Countries cannot compensate indefinitely for weak research systems, unattractive careers, or regional inequalities through diaspora cooperation alone. Circulation becomes developmentally meaningful when mobile knowledge is connected to stable institutions capable of receiving, applying, and reproducing it.

The mixed-methods findings can be summarized through three principal relationships. Convergence is visible where policy documents and quantitative indicators identify the same problems, particularly qualification underutilization, research disparities, and territorial concentration. Complementarity emerges where documentary evidence explains mechanisms that statistical indicators cannot capture directly, such as recognition procedures, diaspora cooperation, and institutional implementation barriers. Tension appears where ambitious policy objectives coexist with persistent labor-market mismatch, weak research capacity, or insufficient regional institutional development.

The integrated analysis therefore confirms that brain drain, brain circulation, brain gain, and brain waste should not be treated as mutually exclusive outcomes. Romania may lose specialists from strategic sectors while simultaneously benefiting from diaspora networks and international research cooperation. Romanian professionals may achieve occupational mobility abroad, while others experience overqualification. European institutions may promote talent attraction while recognition barriers prevent the full utilization of imported skills.

From a sociological perspective, these overlapping outcomes are generated by the interaction of individual agency, institutional quality, labor-market structure, professional recognition, research capacity, and territorial inequality. Talent mobility does not produce a predetermined developmental effect. Its consequences depend on the institutional conditions through which qualifications and transnational connections are converted into professional and collective resources.

To synthesize the principal findings of the qualitative documentary analysis and their relationship with the quantitative evidence, Table 5 presents the mixed-methods integration matrix concerning European policy orientations, observable structural patterns, and their sociological implications.

Table 5. *Integrated Mixed-Methods Matrix: Documentary Evidence, Quantitative Findings, and Sociological Interpretation.*

Analytical domain	Quantitative evidence	Qualitative documentary evidence	Type of integration	Sociological interpretation
Highly skilled mobility	Persistent outward mobility of tertiary-educated professionals from Romania	European strategies encourage talent mobility and international recruitment	Convergence	Mobility reflects unequal opportunity structures rather than individual educational failure
Qualification utilization	Higher overqualification among migrants than among nationals	Policy emphasis on qualification recognition, professional mobility, and skills portability	Convergence	Human capital requires institutional recognition before becoming productive knowledge
Knowledge-intensive employment	Strong metropolitan concentration of high-skill employment	Regional development policies emphasize balanced territorial growth	Tension	Employment opportunities remain unevenly distributed despite cohesion objectives
Research capacity and innovation	Romania remains below the EU average in R&D investment and research employment	European policies promote research cooperation and innovation ecosystems	Tension	Scientific mobility tends to reinforce already developed research systems
Circular mobility and diaspora	Increasing transnational professional mobility	Policies increasingly support diaspora engagement and knowledge circulation	Complementarity	Development depends on institutional mechanisms connecting diaspora expertise with domestic organizations
Territorial cohesion	Internal regional disparities accompany international migration	EU cohesion policy seeks to reduce territorial inequalities	Tension	Peripheral regions remain more vulnerable to cumulative human-capital loss
Knowledge circulation	International cooperation and professional networks are expanding	Strategic documents increasingly replace retention with balanced mobility	Complementarity	Sustainable development depends on institutional capacity to absorb and reproduce internationally acquired knowledge

13) ***Note.*** *The integration matrix summarizes the principal relationships identified through the convergent mixed-methods design. Quantitative indicators describe observable structural patterns, while documentary analysis explains institutional priorities, governance mechanisms,*

and policy orientations. The categories of convergence, complementarity, and tension follow established mixed-methods integration procedures.

14) ***Source.*** *Author's synthesis based on the quantitative analysis of Eurostat, OECD, European Commission, World Bank, IOM, and Cedefop datasets, together with the qualitative documentary analysis conducted in this study.*

Table 5 integrates the quantitative and qualitative components of the research into a unified explanatory framework. Rather than producing independent findings, the two methodological approaches complement one another by demonstrating that the developmental consequences of highly skilled migration emerge through the interaction of structural labor-market conditions, institutional quality, public policies, and regional opportunity structures.

The strongest convergence is observed in relation to qualification utilization. Statistical evidence indicates substantial levels of overqualification among internationally mobile professionals, while documentary analysis consistently identifies qualification recognition, skills portability, and professional integration as strategic policy priorities. Together, these findings suggest that the principal challenge is no longer attracting highly educated workers, but ensuring that their competencies are effectively incorporated into destination labor markets.

The integrated evidence also reveals several important institutional tensions. European policies strongly encourage innovation, research cooperation, and balanced regional development, yet empirical indicators continue to demonstrate marked inequalities in research investment, knowledge-intensive employment, and territorial concentration. Romania illustrates this contradiction particularly clearly: participation in European scientific cooperation has increased, while research capacity and advanced employment remain concentrated within a limited number of metropolitan areas.

Perhaps the most important conclusion emerging from the mixed-methods integration concerns the transition from talent retention toward balanced knowledge circulation. Contemporary mobility systems no longer operate through a simple opposition between departure and return. Instead, highly qualified professionals increasingly participate in transnational careers involving temporary mobility, international research collaboration, remote professional activity, and sustained cooperation with institutions in their countries of origin. Consequently, the developmental value of migration depends less on the geographical location of specialists than on the institutional capacity to transform transnational knowledge into long-term organizational and regional development.

To synthesize the relationships identified through the quantitative analysis, qualitative documentary evidence, and mixed-methods integration, Figure 5 presents an integrated sociological model of global talent mobility and balanced knowledge circulation. The model illustrates how educational attainment, institutional quality, professional recognition, research capacity, labor-market structures, and territorial inequalities interact to produce different mobility outcomes, including brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste.

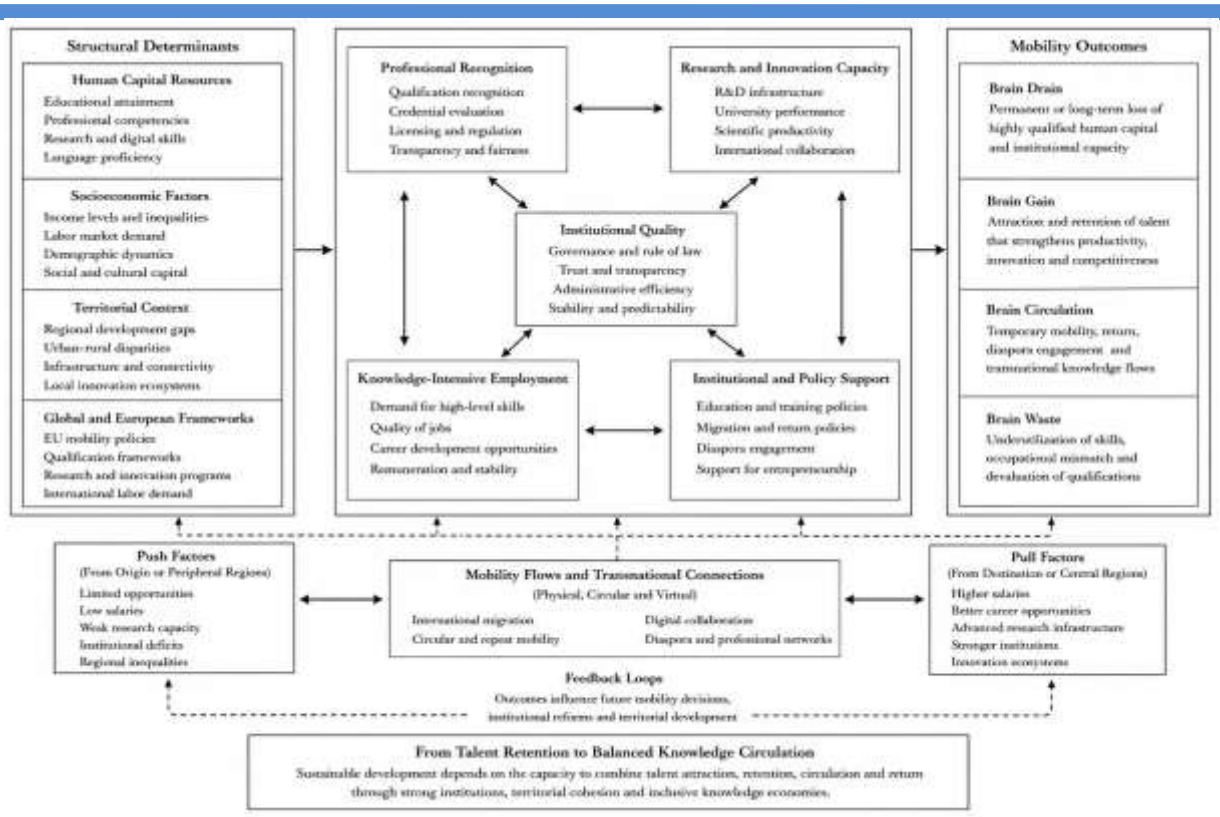


Figure 5. *Integrated Sociological Model of Global Talent Mobility and Balanced Knowledge Circulation.*

15) ***Note.*** *The model synthesizes the principal relationships identified through the convergent mixed-methods analysis. Structural determinants and institutional mechanisms influence the ways in which highly qualified human capital is produced, mobilized, recognized, and utilized. The resulting mobility outcomes may coexist and vary according to the institutional and territorial contexts in which professional competencies are integrated.*

16) ***Source.*** *Author's conceptual model developed on the basis of the quantitative analysis and qualitative documentary evidence examined in the present study.*

Figure 5 integrates the principal findings of the study into a unified sociological model demonstrating that global talent mobility is generated through the interaction of individual resources, institutional opportunity structures, and territorial inequalities. Educational attainment and professional competencies constitute the initial human-capital resources underlying mobility, but they do not determine migration outcomes independently. Their social and economic value depends on the institutional environments in which qualifications are recognized, employment opportunities are available, and professional careers can be developed.

The model places institutional quality, professional recognition, research capacity, and knowledge-intensive employment at the center of the mobility process. These dimensions function as conversion mechanisms through which educational qualifications become appropriate employment, scientific contribution, innovation, or professional advancement. When institutions provide transparent recruitment, stable career pathways, modern

infrastructure, and effective recognition procedures, mobility may generate brain gain and knowledge circulation. When these mechanisms remain weak or fragmented, the same mobility may produce brain drain or brain waste.

Territorial inequality represents another essential component of the model. Regions with strong universities, research centers, innovative firms, diversified labor markets, and reliable public institutions attract and retain highly qualified workers more effectively. Their advantages become cumulative as talent concentration strengthens research capacity and innovation performance. Conversely, peripheral regions may experience declining institutional capacity when the departure of specialists reduces their ability to create future professional opportunities.

The figure also demonstrates that brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste are not mutually exclusive categories. They may emerge simultaneously within the same national or European mobility system. A specialist may leave Romania and contribute to a destination economy while maintaining professional relationships with institutions in the country of origin. The same individual may acquire advanced competencies abroad yet experience temporary occupational mismatch. Migration systems may therefore generate professional advancement, institutional loss, transnational cooperation, and qualification underutilization at the same time.

A central element of the proposed model is the transition from talent retention toward balanced knowledge circulation. Retention strategies focus primarily on preventing departure or encouraging permanent return, whereas balanced circulation recognizes temporary mobility, repeated migration, dual institutional affiliations, remote collaboration, diaspora networks, and international research participation. This approach corresponds more closely to the organization of contemporary professional careers within digitally connected and transnational knowledge economies.

Balanced knowledge circulation does not eliminate the importance of domestic institutional development. International networks and diaspora cooperation can support mentoring, research collaboration, entrepreneurship, and knowledge transfer, but their long-term effects depend on the capacity of national and regional institutions to absorb and reproduce transferred expertise. Without stable funding, appropriate employment, transparent governance, and regional investment, knowledge circulation may remain episodic and unable to compensate for sustained human-capital losses.

From a sociological perspective, Figure 5 demonstrates that the developmental consequences of talent mobility are neither inherent nor predetermined. They are produced through the relationship among individual agency, institutional capacity, professional regulation, public policies, and spatial inequalities. The central analytical question is therefore not whether mobility is beneficial or harmful in itself, but under what institutional conditions it becomes professionally meaningful, territorially balanced, and socially sustainable.

Taken together, the quantitative findings, documentary evidence, and integrated sociological model demonstrate that global talent mobility should be understood as an institutionally mediated and territorially differentiated process. Its developmental consequences depend on the capacity of societies to recognize qualifications, provide sustainable professional opportunities, strengthen research and innovation systems, reduce regional inequalities, and maintain durable connections with internationally mobile specialists. These integrated findings provide the

analytical foundation for the final discussion, conclusions, and policy recommendations presented in the following section.

5. CONCLUSIONS, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

The present study examined the relationship among migration, knowledge economies, and global talent mobility through a convergent mixed-methods sociological design integrating comparative secondary statistics with qualitative documentary analysis. The findings demonstrate that the international mobility of highly qualified professionals cannot be explained adequately through wage differentials or individual career preferences alone. Talent mobility emerges from the interaction of educational investment, institutional quality, professional recognition, research infrastructure, labor-market structure, territorial inequality, and the capacity of organizations to transform specialized competencies into sustainable professional careers.

A central conclusion of the study is that the possession of highly qualified human capital does not automatically generate a knowledge economy. Educational expansion becomes developmentally significant only when graduates gain access to occupations, research environments, and institutions capable of using their competencies effectively. Countries may produce considerable numbers of tertiary-educated individuals while simultaneously experiencing outward migration, occupational mismatch, weak research capacity, and regional concentration of knowledge-intensive employment. The sociological problem is therefore not limited to the production or physical retention of specialists but concerns the institutional conditions under which their knowledge is recognized, applied, circulated, and reproduced.

The comparative evidence places Romania in a particularly complex position within the European talent mobility system. The country participates actively in European educational, occupational, and scientific mobility while maintaining a comparatively limited stock of tertiary-educated young adults, weaker employment outcomes for recent graduates, modest participation in knowledge-intensive employment, and substantial territorial disparities. These conditions increase the developmental significance of highly qualified emigration because the departure of specialists occurs within a national context where replacement capacity and institutional absorption remain uneven.

At the same time, Romania should not be interpreted exclusively as a passive source of human capital for stronger European economies. The expansion of international student mobility, transnational professional networks, diaspora cooperation, remote employment, international research collaboration, and selective return indicates the emergence of more diversified mobility patterns. Romanian specialists may remain professionally connected to institutions in the country of origin even when they develop long-term careers abroad. Consequently, the distinction between departure and return no longer captures the full complexity of contemporary talent mobility.

The findings confirm that brain drain, brain gain, brain circulation, and brain waste may coexist within the same mobility system. The emigration of specialists may weaken strategic sectors and peripheral regions while simultaneously generating international networks, professional learning, investment, and scientific cooperation. Migrants may acquire valuable experience abroad but remain occupationally underutilized because their qualifications are not fully

recognized. Destination countries may recruit international talent while employing part of that talent below its actual competence level. These overlapping outcomes demonstrate that highly skilled migration cannot be classified through a single positive or negative category.

The analysis of overqualification provides particularly important evidence in this regard. Tertiary-educated mobile and non-EU workers experience substantially greater risks of occupational downgrading than nationals employed in their own countries. This difference confirms that the value of human capital is institutionally mediated. Qualifications do not possess identical occupational legitimacy across countries, educational systems, and migration statuses. Credential recognition, professional licensing, linguistic requirements, workplace practices, access to networks, and employers' perceptions determine whether educational investment is converted into appropriate occupational status.

Brain waste must therefore be understood as a structural and relational process rather than an individual failure. Highly qualified migrants do not become less competent through mobility; their knowledge may become less usable because institutions cannot or do not translate foreign qualifications into corresponding professional opportunities. This underutilization generates losses for migrants, destination economies, and countries of origin. Individuals experience downward mobility and professional frustration, receiving societies fail to use available expertise, and origin countries lose the domestic contribution of specialists whose competencies may also remain underused abroad.

Research and innovation capacity constitute another decisive element of the mobility system. The findings demonstrate that countries and regions possessing well-funded universities, laboratories, innovation clusters, diversified knowledge-intensive employment, and predictable professional careers are better positioned to attract and retain specialists. These advantages become cumulative: strong institutions attract talent, improve scientific performance, secure further resources, and strengthen their international reputation. Less developed systems may experience the opposite process, in which limited resources encourage departure and the loss of specialists further weakens future institutional capacity.

Romania's comparatively modest research investment and its classification among the European Union's emerging innovators illustrate these cumulative disadvantages. International participation in European projects and scientific networks creates important opportunities, but external collaboration alone cannot substitute for stable domestic research capacity. Knowledge transfer produces lasting developmental effects only when institutions possess sufficient financial, administrative, technological, and organizational resources to absorb and reproduce internationally acquired expertise.

Territorial inequality further intensifies these dynamics. Knowledge-intensive employment, research infrastructure, innovation capacity, and advanced professional opportunities remain concentrated in a limited number of metropolitan areas. București–Ilfov occupies a dominant position within Romania, while many smaller cities and peripheral regions have fewer possibilities for retaining graduates and specialists. Highly qualified mobility may therefore unfold in stages: individuals first relocate internally toward university and metropolitan centers and subsequently enter European or global professional networks.

This sequence contributes to an unequal geography of knowledge. Metropolitan concentration may strengthen nationally competitive centers, yet it can simultaneously deepen institutional vulnerability in less developed regions. The departure of a specialist from a large urban labor market may be compensated relatively quickly, whereas the same departure from a rural hospital, regional university, local administration, or peripheral technical sector may generate a persistent institutional gap. The consequences of mobility must therefore be assessed territorially rather than only through national averages.

The qualitative documentary analysis indicates that European policies increasingly recognize the strategic importance of talent attraction, skills development, professional recognition, research mobility, diaspora cooperation, and territorial cohesion. Nevertheless, these policy domains frequently remain institutionally fragmented. Migration policy may facilitate entry without ensuring occupational recognition. Research policy may promote international mobility without correcting disparities in domestic infrastructure. Cohesion policy may emphasize balanced development while knowledge-intensive employment remains strongly concentrated in metropolitan regions.

The mixed-methods integration identified three principal relationships between statistical evidence and institutional policy orientations. Convergence appears where both forms of evidence identify qualification underutilization, research inequality, or labor shortages as major structural concerns. Complementarity occurs where documentary analysis explains mechanisms not visible in aggregated indicators, including recognition procedures, diaspora cooperation, institutional coordination, and implementation barriers. Tension emerges when ambitious policy objectives coexist with persistent overqualification, weak research investment, regional inequality, or limited capacity to translate international cooperation into sustainable domestic development.

These findings support a shift from policies centered narrowly on talent retention toward strategies of balanced knowledge circulation. Retention implies preventing departure or encouraging permanent return, whereas contemporary professional careers increasingly involve temporary mobility, multiple institutional affiliations, remote collaboration, repeated migration, international research participation, and transnational entrepreneurship. Policies based exclusively on physical presence no longer correspond fully to the organization of knowledge work in globalized and digitally connected economies.

Balanced knowledge circulation does not imply that territorial losses or institutional weaknesses should be ignored. Nor should it become a rhetorical justification for continued underinvestment in countries of origin. Its purpose is to recognize that mobility can produce reciprocal developmental effects when institutions establish durable channels through which expertise, networks, investment, mentoring, research, and organizational practices move across borders. Circulation becomes balanced only when benefits are not concentrated exclusively in destination systems and when origin regions possess the capacity to participate actively in knowledge production.

For Romania, such an approach requires coordination across education, labor-market policy, research and innovation, regional development, professional regulation, and diaspora engagement. Increasing the number of university graduates is necessary but insufficient when corresponding professional opportunities remain limited. Policies must also improve the

conversion of qualifications into appropriate employment, strengthen research careers, modernize public institutions, reduce administrative instability, and expand knowledge-intensive activities beyond the principal metropolitan regions.

Professional recognition should represent a central policy priority. Transparent, predictable, and timely procedures are necessary both for internationally trained Romanians returning to the country and for foreign specialists entering Romanian institutions. Recognition should include not only formal diploma equivalence but also the evaluation of professional experience, acquired competencies, international research participation, and continuous training. Bridging programs, language support, supervised professional pathways, mentoring, and cooperation with employers and professional bodies can reduce brain waste without lowering occupational standards.

Research policy should prioritize institutional continuity and career predictability. Competitive grants and international projects are valuable, but specialists also require stable employment, transparent promotion, administrative support, access to infrastructure, and confidence that professional performance will be recognized fairly. Universities and research institutes should develop clearer pathways for reintegrating returning researchers, supporting dual affiliations, hosting diaspora specialists, and sustaining international collaboration beyond individual project cycles.

Diaspora policy must likewise move beyond symbolic appeals for permanent return. Many highly qualified professionals will remain abroad because their careers, families, and social networks have become transnational. Their contribution can nevertheless be facilitated through visiting appointments, joint research laboratories, mentoring programs, online teaching, collaborative doctoral supervision, professional missions, entrepreneurial partnerships, and participation in institutional advisory structures. Such initiatives should be coordinated organizationally rather than depending entirely on informal personal relationships.

Regional policy is equally important. Talent initiatives concentrated exclusively in Bucharest and a small number of major cities may improve national indicators while leaving peripheral regions increasingly vulnerable. Regional universities, hospitals, public administrations, research units, and firms require targeted investment capable of creating sustainable professional ecosystems. Financial incentives alone are unlikely to retain specialists where institutional quality, public services, infrastructure, and career opportunities remain weak.

Educational institutions also have a strategic role. Universities should strengthen connections with knowledge-intensive employers, develop internationally portable competencies, monitor graduate trajectories, and facilitate professional integration. At the same time, curricula should not be designed solely according to immediate labor-market demands. Knowledge economies require critical thinking, adaptability, interdisciplinary competence, civic responsibility, and lifelong learning in addition to technical specialization.

At the European level, greater coherence is needed among free-movement policies, talent attraction, professional recognition, research mobility, social rights, and territorial cohesion. The European mobility system should not be evaluated only according to the total circulation of workers but also according to how mobility affects occupational utilization, public-service capacity, regional inequality, and the sustainability of origin institutions. Balanced mobility

requires shared responsibility among sending and receiving countries rather than the unilateral transfer of educational investment and professional resources.

Ethical recruitment principles are particularly important in sectors affected by severe shortages, including healthcare, education, research, and certain technical professions. Destination countries should avoid relying excessively on continuous recruitment from systems already experiencing institutional vulnerability. Cooperation may include joint training, compensation mechanisms, shared professional programs, circular placements, and investment in the institutional capacity of origin regions.

The study contributes theoretically by demonstrating that global talent mobility should be conceptualized as an institutionally mediated circulation of knowledge rather than simply as the geographical movement of educated individuals. Human capital produces developmental effects only through institutions capable of recognizing, organizing, and applying it. Migration outcomes therefore emerge from relationships among individual agency, professional structures, organizational capacity, public policies, and territorial hierarchies.

Methodologically, the convergent mixed-methods design offers an additional contribution. Quantitative indicators identify comparative patterns in education, employment, overqualification, research capacity, and territorial concentration, while qualitative documentary analysis reveals policy framings and governance mechanisms. Their integration prevents the statistical description of mobility from becoming detached from institutional context and prevents policy analysis from reproducing strategic intentions without evaluating the structural conditions to which they respond.

Several limitations must be considered when interpreting the findings. The quantitative component relies on aggregated indicators referring to different populations and, in some cases, different reference years. Although methodological comparability was examined carefully, the available data do not capture individual professional trajectories or distinguish consistently among temporary, permanent, circular, and remote forms of mobility. Furthermore, indicators concerning diaspora cooperation, qualification recognition outcomes, and the practical use of internationally acquired competencies remain insufficiently standardized.

The documentary component primarily reflects formal institutional discourse. Policy documents identify objectives and instruments but may underrepresent implementation difficulties, informal organizational practices, and the lived experiences of mobile specialists. Future studies should therefore complement the present analysis with interviews, surveys, organizational case studies, and longitudinal data involving migrants, returnees, employers, university leaders, professional associations, and policymakers.

Future quantitative research could examine relationships among institutional quality, research expenditure, occupational mismatch, mobility intentions, and return behavior using individual-level and regional datasets. Comparative longitudinal studies would be especially valuable for determining whether improvements in research infrastructure, qualification recognition, and regional opportunity structures produce measurable changes in talent mobility over time.

Future qualitative research should investigate how highly skilled professionals interpret the relationship between mobility, career development, institutional trust, identity, and social responsibility toward their countries of origin. Particular attention should be devoted to

professionals maintaining dual or multiple institutional affiliations, remote international workers, diaspora researchers, and individuals whose mobility trajectories do not correspond to conventional categories of permanent emigration or return.

In conclusion, global talent mobility represents neither an inherently beneficial circulation of knowledge nor an unavoidable loss of human capital. Its developmental consequences are produced through institutional and territorial conditions. Mobility can generate professional advancement, innovation, and transnational cooperation, but it can also deepen regional inequality, weaken public institutions, and produce brain waste when qualifications are not effectively used.

The central policy challenge is therefore not to stop mobility, but to create the conditions under which it becomes reciprocal, professionally meaningful, and institutionally sustainable. For Romania and other countries positioned at the European periphery of knowledge production, this requires moving beyond defensive retention strategies toward coordinated investments in research capacity, qualification utilization, regional development, diaspora cooperation, and balanced knowledge circulation.

Ultimately, knowledge economies are strengthened not simply by possessing talented individuals, but by constructing institutions capable of enabling their competencies to circulate without being devalued and to contribute across multiple professional and territorial contexts. The sustainability of global talent mobility will depend on whether European societies can reconcile individual freedom of movement with professional recognition, institutional resilience, and a more equitable geography of knowledge.

REFERENCES

Becker, G. S. (1993). Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education (3rd ed.). University of Chicago Press. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226041223.001.0001

Beine, M., Docquier, F., & Rapoport, H. (2008). Brain drain and human capital formation in developing countries: Winners and losers. The Economic Journal, 118(528), 631–652. https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2008.02135.x

Bhagwati, J. N., & Hamada, K. (1974). The brain drain, international integration of markets for professionals and unemployment: A theoretical analysis. Journal of Development Economics, 1(1), 19–42. https://doi.org/10.1016/0304-3878(74)90020-0

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. Qualitative Research Journal, 9(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Bryman, A. (2016). Social research methods (5th ed.). Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/social-research-methods-9780199689453

Castells, M. (2010). The rise of the network society (2nd ed., with a new preface). Wiley-Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781444319514

Cedefop. (2023). Skills in transition: The way to 2035. Publications Office of the European Union. https://www.cedefop.europa.eu/en/publications/4213

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE Publications. https://collegepublishing.sagepub.com/products/designing-and-conducting-mixed-methods-research-3-241842

Docquier, F., & Rapoport, H. (2012). Globalization, brain drain, and development. Journal of Economic Literature, 50(3), 681–730. https://doi.org/10.1257/jel.50.3.681

European Commission. (2023). Annual report on intra-EU labour mobility 2023. Publications Office of the European Union. https://employment-social-affairs.ec.europa.eu/policies-and-activities/moving-working-europe/eu-labour-mobility/annual-report-intra-eu-labour-mobility_en

European Commission. (2024). European innovation scoreboard 2024. Publications Office of the European Union. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en

European Commission. (2025). Education and training monitor 2025: Romania. Publications Office of the European Union. https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor/en/country-reports/romania.html

Eurostat. (2024a). Migrant integration statistics—Over-qualification. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Migrant_integration_statistics_-_over-qualification

Eurostat. (2024b, July 26). Non-EU citizens twice as likely to be over-qualified. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240726-1

Eurostat. (2025a, April 15). Over-qualification rate at 21% in the EU in 2024. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250415-1

Eurostat. (2025b, July 8). More than 10 million ICT specialists employed in the EU. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250708-2

Eurostat. (2025c, August 22). International students in tertiary education. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250822-1

Eurostat. (2025d). Labour market statistics at regional level. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Labour_market_statistics_at_regional_level

Eurostat. (2025e). Research and development statistics at regional level. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Research_and_development_statistics_at_regional_level

Eurostat. (2025f). Young people—Qualifications, skills and job alignment. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Young_people_-_qualifications,_skills_and_job_alignment

Eurostat. (2026, June 15). Employment rate of recent graduates in the EU. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20260615-1

Favell, A. (2008). Eurostars and Eurocities: Free movement and mobility in an integrating Europe. Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470712818

Feraru, P. D. (2011a). Migrație și dezvoltare: Aspecte socioeconomice și tendințe. Lumen. https://edituralumen.ro/wp-content/uploads/2020/08/Feraru-Daniela-Migratie-si-dezvoltare_Extras-din-volum.pdf

Feraru, P. D. (2011b). Românii din Torino între integrare, dezintegrare și reintegrare. Lumen. https://lumenpublishing.com/romanii-din-torino-intre-integrare-dezintegrare-si-reintegrare-daniela-petronela-feraru/

Feraru, P. D. (2015). Religie și migrație în România contemporană: Studiu de caz—Românii din Italia. Lumen. https://edituralumen.ro/wp-content/uploads/2020/08/20-FERARU_Religie_si_migratie_Extras-din-volum.pdf

Feraru, P. D. (2019). Costuri sociale ale migrației externe din România (Ed. a 2-a). Lumen. https://edituralumen.ro/wp-content/uploads/2020/08/Costuri-ale-migratiei_FERARU_Extras-din-volum.pdf

Fetters, M. D., Curry, L. A., & Creswell, J. W. (2013). Achieving integration in mixed methods designs: Principles and practices. Health Services Research, 48(6, Part 2), 2134–2156. https://doi.org/10.1111/1475-6773.12117

Florida, R. (2005). Cities and the creative class. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203997673

International Organization for Migration. (2024). World migration report 2024. https://worldmigrationreport.iom.int/wmr-2024-interactive/

Iredale, R. (2001). The migration of professionals: Theories and typologies. International Migration, 39(5), 7–26. https://doi.org/10.1111/1468-2435.00169

Krippendorff, K. (2018). Content analysis: An introduction to its methodology (4th ed.). SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781071878781

Massey, D. S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A., & Taylor, J. E. (1993). Theories of international migration: A review and appraisal. Population and Development Review, 19(3), 431–466. https://doi.org/10.2307/2938462

Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solution. Social Science Open Access Repository. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023a). Education at a glance 2023: OECD indicators. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/e13bef63-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023b). International migration outlook 2023. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/b0f40584-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024a). International migration outlook 2024. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/50b0353e-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024b). Job creation and local economic development 2024: The geography of generative AI. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/83325127-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024c). Job creation and local economic development 2024: Country note—Romania. https://www.oecd.org/en/publications/job-creation-and-local-economic-development-2024-country-notes_ad2806c1-en/romania_37c069d8-en.html

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025a). Education at a glance 2025: Country note—Romania. https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2025_1a3543e2-en/romania_e364188c-en.html

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025b). International migration outlook 2025: Romania. https://www.oecd.org/en/publications/international-migration-outlook-2025_ae26c893-en/full-report/romania_61960ad2.html

Organisation for Economic Co-operation and Development. (n.d.). Talent abroad: A review of Romanian emigrants. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/talent-abroad-a-review-of-romanian-emigrants_bac53150-en.html

Rodríguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter (and what to do about it). Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 11(1), 189–209. https://doi.org/10.1093/cjres/rsx024

Rothstein, B. (2011). The quality of government: Corruption, social trust, and inequality in international perspective. University of Chicago Press. https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/Q/bo11632847.html

Sandelowski, M., Voils, C. I., & Knafl, G. (2009). On quantitizing. Journal of Mixed Methods Research, 3(3), 208–222. https://doi.org/10.1177/1558689809334210

Saxenian, A. (2005). From brain drain to brain circulation: Transnational communities and regional upgrading in India and China. Studies in Comparative International Development, 40(2), 35–61. https://doi.org/10.1007/BF02686293

Schreier, M. (2012). Qualitative content analysis in practice. SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781529682571

Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. The American Economic Review, 51(1), 1–17. https://www.jstor.org/stable/1818907

World Bank. (2024). World development indicators. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY *HE–Y, COME ON OU–T!* BY SHINICHI HOSHI

Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233| **E-Posta:** anadrobot@yahoo.com

Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania

Abstract

The purpose of this paper is to analyse the Japanese science fiction short story *He–y, Come on Ou–t!* by Shinichi Hoshi. This is a short story about a shrine which was destroyed by a typhoon. As the villagers try to look where the shrine was located in order to rebuild it, they discover, likely, on its place, a very deep hole. It has no echo and nobody known where it ends, after several tests. A concessionaire offers to rebuilt the shrine if they would sell the hole to him. At first it is used for waste from nuclear reactors, then for everything the villagers and everyone else wish to discard. The village prospers and nobody worries about the consequences. The story ends on a note able to make readers imagine what has been going on, from a science fiction perspective: one worker sits high on a building, watching the sky. He hears someone calling from above, but as he sees nobody around but the sky, he does not worry, thinking it was his imagination. Then someone throws a pebble. This suggests that the world is upside down and that they were the ones in the hole, or that those are the consequences from using the hole to discard everything. Readers can consider that this short story refers to environmental issues that can affect our lives in the future. The methodological framework is composed of reader-response criticism, psychoanalysis, and psychology.

Keywords: apocalypse, psychoanalysis, psychology, environmental care, scenarios, imagination.

Introduction

When we open a science-fiction short stories volume, we are expecting stories about technology, science, various experiments, or apocalyptic stories, about how the world is going to end. Science fiction is a speculative type of fiction, creating scenarios about the course that the world and human beings might take if we continue with certain habits and attitudes towards the environment, towards the others, and so on. As an example, science fiction short stories could be about a continuous scientific progress which may, however, lead to the collapse of society, once a trivial incident such as a powercut occurs, due to the extensive reliance on technology. Short stories may also be about life on other planets, of the presence of spaceships in daily life, as well as of robots. Furthermore, science fiction stories may be about the interaction between humans and robots.

However, we may claim that such science fiction short stories are of a traditional type. There are other science fiction short stories – such as those in the volume *The Best Japanese Science Fiction Stories*, edited by Apostolou & Greenberg (2023) – which are innovative, experimental, and which challenge readers' expectations. In order to exemplify this type of science fiction story, the present paper will analyse *He–y, Come on Ou–t!* by Japanese author Shinichi Hoshi

(1926–1997). Hoshi is known for his short-short stories.

Materials and Methods

The short story *He–y, Come on Ou–t!* by Shinichi Hoshi is about a village where a typhoon destroys a shrine. A hole is found, villagers estimate, on the place where the shrine once was. This seems to be no ordinary hole, as it seems to be very deep – based on the observation that when a pebble is thrown, they do not hear il falling. Scientists are also surprised when they notice that there is no echo in the hole. A concessioner asks the mayor to sell the hole to him, and in return he would build a very beautiful shrine. The village hall accepts. The hole becomes a place where waste can be thrown – beginning with waste from nuclear reactors, and continuing, gradually, as time passes, with various other items, including personal ones, such as diaries, that are discarded. The villagers are assured that the consequences of throwing waste in the hole will be a very long time further in the future, so that nobody worries about this. The only unusual element so far in this story remains the hole, as otherwise it presents usual incidents in everyday life, beginning with a natural disaster – the typhoon – and the efforts to rebuild the shrine in a village. The village develops and very high buildings are built. One of the workers, while on top of the building he is working on, hears someone calling, but he sees only the sky when he looks around. He thinks it has only been his imagination, and does not notice a pebble falling.

This is the abrupt ending, prompting readers to start understanding what has happened, since the image of the calling into the hole and throwing a pebble seems to return. The question is why. This requires a highly engaged, active reader. This is why the reader-response approach is relevant for the analysis of this short story. According to reader-response criticism, readers react emotionally to a text, and they rely on their background knowledge in order to better understand the text (Mart, 2019). An actively engaged reader is what Modernist and Postmodernist works need, since expectations about traditional literary works are constantly challenged, to the extent that, when it comes to Postmodernism, the author plays games with the readers throughout the story or during certain moments. Due to their "game-like structures, postmodern texts partly shift the onus of co-orchestrating narrative form onto readers" (Wang, 2019).

In the case of the short story by Hoshi, readers notice that it is open-ended. The action may continue, but it is left to the readers to imagine how. Readers may consider that this could be an apocalyptic science fiction story, in the sense that it offers a scenario about the end of the world. It may happen due to lack of thought about environmental care – since it is mentioned that waste from nuclear reactors has been thrown into the hole, and that the consequences will happen very much further on in the past. Readers may imply that the villagers had disappeared together with the village, since the village is now a city with skyscrapers. The environemntal disaster was well-estimated, not to occur during the lifetime of the concessioner or the mayor. The notion of the end of the world has been present since old times, but it was related to religion and myth. Nowadays, it is related to an environmental crisis (Garrard, 2001). Ellis (1990) underlines the presence of an apocalyptic ecologist discourse in the US. The danger and fear of environmental issues and their effect on the Earth and on human beings is a real one. We are often reminded through environmental policies and political speeches about the dangers of not protecting the environment. Waste management is one of the environmental aspects, and we

can see a clear reference to this issue in making the hole as the place where waste of all kind is thrown. The endless hole seemed to be a very good solution to nuclear waste, which shows a preoccupation with the dangers related to it. Readers may imagine that the world is now upside down as a reaction to the presence of nuclear waste in the hole in the long term. Perhaps the earth has been distorted. Perhaps since the earth, being round, in time the cry and the pebble have reached back. In addition, readers may imagine other scenarios related to the trajectory of the cry and the pebble in the hole hole from the beginning of the story, e.g. it may have traveled some light years through space and then reached back. This may imply that the highly developed world is going to be destroyed and that it is going to become chaotic, since readers can imagine that everything thrown throughout the course of time into the hole will fall back, progressively, in the order in which they had been thrown. This is a literal, concrete illustration of the idea that we are going to face the consequences of our own actions, in relation to our actions on the environment. The danger we pose to ourselves is very clear now regarding environmental care. Furthermore, readers may consider that it is symbolic that a shrine had previously been built over the seemingly endless hole, as they can infer that someone before the time when the villagers discover the hole had tried to protect the world by covering it. However, the typhoon had exposed it. Readers can further reflect that the villagers and concessioner had not thought about the reason why the hole had been under the shrine. Even scientists had not carefully considered the matter.

In their interpretation, readers make scenarios based on what looks similar to the free association process in psychoanalytic sessions (Freud, 2016): they take each reference and create scenarios by connecting the elements. The free associations may reflect how much readers have internalized the concern for environmental care popularised in our current society.

Psychologically, a short story like this one making reference to these issues has a deeper impact than exposing facts and presenting, for example, European Union brochures and policies.

Results

Literary works are influenced by the social context of their time and can take over values, objectives and concerns to which the authors are just as sensitive as the readers. Readers are prompted by Hoshi not only to use their imagination and continue the story by reflecting on what had happened, but they are also prompted to reflect on a serious, real-life issue: environmental care.

Discussion and Conclusion

Science fiction is not about creating a completely different world. It is about creating hypotheses about the future based on the current happenings, values, and attitudes towards various issues. This short story by Hoshi can be considered to refer to environmental care and various consequences of wrong attitudes towards the environment. Readers are portrayed as witnesses to what happens in time starting from the actions of the villagers and of people from elsewhere towards using the hole. It is significant that, while the hole seems to defy everything known about the world and its functioning, nobody tries to take more time to observe and study it, as well as understanding how the hole works and what could happen. Making hypotheses and scenarios is what the villagers and the ones after them do not make. Had they made hypoetheses and scenarios, the inferred disaster could have been prevented or reduced.

References

Ellis, R. J. (1990). Frank Herbert's Dune and the discourse of apocalyptic ecologism in the United States. In Science fiction roots and branches: Contemporary critical approaches (pp. 104-124). London: Palgrave Macmillan UK.

Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In *Myths and mythologies* (pp. 158-166). Routledge.

Garrard, G. (2001). Environmentalism and the apocalyptic tradition. Green Letters, 3(1), 27-68.

Hoshi, S. He–y, Come on Ou–t! In Apostolou, J.L. & Greenberg, M.H., eds. (2023). The Best Japanese Science Fiction Stories. Barricade Books Inc., New York.

Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, *56*, 78-87.

Wang, W. M. (2019). 5 Postmodern Play with Worlds. *Possible Worlds Theory and Contemporary Narratology*, 132.

AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY *THE ROAD TO THE SEA* BY TAKASHI ISHIKAWA

Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233| **E-Posta:** anadrobot@yahoo.com

Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania

Abstract

The purpose of this paper is to analyse the Japanese science fiction short story *The Road to the Sea* by Takashi Ishikawa. While this seems to be an ordinary story, about a six-year-old boy who leaves his home without saying anything to his parents in order to fulfill his dream of going to the sea, the ending abruptly changes everything for the readers. The story presents a boy with an expected, and usual, imagination and fascination about life under the sea as he has seen it in his books. He believes that if he keeps on walking straight, he will, eventually, reach the sea. As he gets out of his town, he meets an old man who tells him that in order to reach the sea, he needs to go to heaven, since the sea is up there. The boy does not believe him and continues on his way, sleeping on the ground, and dreaming about living in the sea. The ending surprises us since it mentions that the boy dies while looking at the Earth, that he was living on planet Mars, that two moons were visible, and that his space suit had reached the final time until when it could function. In this context, his dream seems all the more impossible. The methodological framework is composed of reader-response criticism, psychoanalysis, and psychology.

Keywords: daydreaming, psychoanalysis, psychology, childhood, defamiliarization, imagination.

Introduction

We are all familiar with the fantasies of childhood, with the enchantment of fairy-tales or of what we have heard or read about other places in the world. It is normal at very young ages for reality and fantasy to be hard to distinguish or to intermingle. We may still believe in the magic of fairy-tales, that if we start on our way travelling, we can come across happenings just like the heroes in the fairy-tales who are seeking their fortune. The travelling heroes can be considered to illustrate the conceptual metaphor "life is a journey" (Kövecses, 2016) and looking, literally, for their purpose and for their own way in life.

The young six year-old boy in the science fiction short story *The Road to the Sea* by Japanese author Takashi Ishikawa seems to be starting on his journey as a hero from fairy-tales.

Materials and Methods

The young six-year old boy in the short story by Ishikawa is very much impressed with life under the sea, which he has seen in his illustrated books. He daydreams about going to see the sea and all the underwater life. In order to fulfil his wish, he starts on his journey towards the sea, taking some food with him – just like the heroes in fairy-tales. He does not tell his parents about where he is going and why. He simply sets off to make his dream come true. He believes that walking straight can take him there. An old man he meets at the end of his town tells him that the sea is above, in the heavens, and he shows him the blue sky. The boy does not believe

him. He continues on his way. As he travels, he sleeps on the ground and makes some stops to eat something from his bag.

Such a scenario is an expected one, to some extent, since we are talking about a child with a rich imagination. He does not know much about the surrounding world, but he wishes to explore it, as he believes it is made up in a certain way, based on what he has seen in books and, likely, based on stories he has heard. For children, stories can be as real as real life. At the same time, they may form their own inner world and not believe everything they hear – as we have seen from the episode with the old man telling him that he needs to go to Heaven in order to reach the sea.

Daydreams are a healthy part of our lives, to the extent where the balance between reality and imagination is stable. We may daydream, but be aware of it, and enjoy our fantasies which are there for our well-being, by compensating what we lack in real life. Dreams at night, just like daydreams, fulfil wishes, even if they may need deciphering as they are fulfiled in disguised ways. This happens due to the moral instance, which censors what is, in our opinion or in our unconscious, unacceptable. This is available for adults who are healthy. In the case of children, reality and fantasy do not have clear boundaries. The six-year-old boy in this story does not stop in the world of fantasies regarding his attraction to life under the sea. He wants to fulfil his wish and to be at the seaside. Even more so, he is portrayed as dreaming while on his journey that he is one of the creatures living under the sea. This is highly unrealistic and possible only in the world of imagination. The young boy, however, does not realize it. He wants his daydreams to be fulfilled in reality. He is also not aware of the way reality is structured, since he does not read more about how to reach the sea, he does not ask adults how to do this, or maybe adults had discouraged him in the pursuit of his dreams.

The story ends with the boy dying. While this could be expected in any situation, even if it is tragic, what eventually makes the experience strange is some clues that make readers realize that this does not happen on Earth. There are two moons watching the young boy, the earth is somewhere visible like a distant planet, the space suit has finished its air reserve, and eventually readers are told that the boy lies dead on planet Mars.

Readers immediately reconsider the context of the story in their minds. They have been misled by the writer to believe that this story is happening on earth. It can come out as a surprise and as a shock what has happened. The boy dies, nobody finds him along the way to help him, ir seems he is in unpopulated territories, and eventually it is revealed that this all hapens on another planet, and, even more so, that nobody goes to Earth any more.

We can speak about defamiliarization, a term through which Shklovsky (1917) referred to making reality strange, to the point where it becomes very hard to recognize. This helps us considered an experience or an object from an entirely different perspective. Readers may look at a reversed state of affairs: while now, as we are all living on Earth, dream about travelling to other planets, in a future where people live on Mars, some of them may dream about Earth and its underwater world and wish to go there. It may feel strange to come to terms with the idea that others may want so badly what we already take for granted. Readers may imagine that the fact that nobody goes to Earth anymore may be since something has happened there and it is no longer inhabitable, at least for humans. Readers may also consider that maybe the life in the sea is also no longer present, and that only stories had remained. This could be seen as a

reference to raising awareness about environmental issues, which could be due to natural hazards and conditions, or to human action.

Readers may also look at this short story from the point of view of Freud's (2003) concept of the uncanny, which refers to an experience, object or person that feels both familiar and unfamiliar. However, we are not aware why it feels familiar, since this lies deep in our unconscious mind and needs to be understood. Free associations (Freud, 2016), meaning anything related to the experience, object or person can help. We may consider that wishing to fulfil a dream so badly that we defy everything and that we feel all-powerful suggested by the young boy is common to us all, and maybe we have all had such wishes in childhood. At the same time, it feels strange that the child meets an unrealistic – at least, apparently – old man telling him the sea is up in the sky.

In the short story by Ishikawa, the shock coming at the end when readers realize where the story happens can be considered to occur because the experience was so familiar. The setting that is revealed at the end is, however, unfamiliar. We may realize that our wishes and dreams, as well as unrelaistic perspectives – some of them are explained due to age – will remain the same in the far-away future, when the entire world will change. Indeed, in spite of all technological developments, sceintific discoveries, information available, we have remained, psychologically, structured in the same way. We have dreams, wishes, personal perceptions on the world, which may go against reality and which may be unrealistic to fulfill.

As readers witness the ending, they may reflect on the words of the old man, claiming that the young boy needs to go to Heaven in order to reach the sea, since it is there. He may have been referring to the fact that the Earth was visible from the sky, with its seas, oceans, and waters, and he may also have anticipated the impossibility to achieve this goal except. As the boy dies, he dreams about being a creature living under the sea himself, among others, readers can imply that, in his honesty and naivety, he has gone to Heaven.

Reader-response criticism has been used in the analysis of the short story by Ishikawa, since readers' minds are put to work to make sense of this short story. Readers also experience various emotions as they read this story, which are related to being shocked by witnessing a story occuring on planet Mars. In this way, the trip of the boy by himself becomes even more impossible. According to reader-response criticism, readers react emotionally to a text and they also rely on their background knowledge in order to understand it (Mart, 2019).

It is left to readers to make the connections among the various details of the story as, once they reach its end, go back through the details they had come across throughout the story.

Results

While we may think of childhood as a time of safety, when everything goes on comfortably, and when we do not have anything to worry about, this story contradicts such an opinion. Childhood is not a time of happiness – at least not only. It is also a time of wishes, dreams, and the need to fulfill them. It is a time of struggle to satisfy certain wishes and coming across various obstacles.

Discussion and Conclusion

The idea that childhood is a time of happiness and no worries can also be confirmed by

psychoanalysis, as we notice in Freud's stages of development how the child struggles to have his or her wishes satsified, which does not always happen, to be shown affection by the parents, as they struggle with sibling rivalry, and so on. Childhood may seem safe and happy only in retrospect, as we make comparisons with what is going on in adult life.

References

Freud, S. (2003). *The uncanny*. Penguin.

Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In *Myths and mythologies* (pp. 158-166). Routledge.

Ishikawa, I. The Road to the Sea, J.L. & Greenberg, M.H., eds. (2023). The Best Japanese Science Fiction Stories. Barricade Books Inc., New York.

Kövecses, Z. (2016). Conceptual metaphor theory. In The Routledge handbook of metaphor and language (pp. 31-45). Routledge.

Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, *56*, 78-87.

Shklovsky, V. (1917). Art as technique. *Literary theory: An anthology*, *3*(3), 8-14.

AN ANALYSIS OF THE SHORT STORY CARDBOARD BOX BY RYO HANMURA

Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233| **E-Posta:** anadrobot@yahoo.com

Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania

Abstract

The purpose of this paper is to analyse the Japanese science fiction short story *Cardboard Box* by Ryo Hanmura. This is a short story describing the life of a carboard box, which longs, like the others, to be filled. The story begins with its birth, and what is visible is that, while it is an object, it has the mind of a human being. We speak of our lives in terms of emptiness and fulness, as well as in terms of making our lives meaningful, just like the boxes do. The box that narrates the story is lucky, as it is filled with oranges, while afterwards it is not emptied and simply tossed away, meaning that it dies. It is taken to a home where the oranges inside it are taken out gradually, then it is kept, not thrown away. It is used in the garden as a garbage can, yet it is still happy to be full. Afterwards, as it is emptied, it is used by some children to get inside it and be pushed by other children. They play in the street and then they play with the box in the park. The box wears off, yet it is still happy to be used. Then it is forgotten in the park, and the wind takes it towards a pond. In the pond, while it is dying, it is filled with water. This short story makes readers think about what makes our lives full. The methodological framework is composed of reader-response criticism, psychoanalysis, and psychology.

Keywords: meaning of life, psychoanalysis, psychology, emptiness, defamiliarization, imagination.

Introduction

We tend to attribute human features – behaviours, thoughts, emotions – to inanimate objects. We apply the way we think and feel to objects, just as we do to elements in the natural world. Our perspective on life is projected on everything in the external world. In addition, at another level, writers can use personification in their works and further reinforce this tendency.

Personification is not used in poems only. It can also be found in prose. The short science fiction story *Cardboard Box* by Ryo Hanmura is about a box with human traits.

Materials and Methods

The short story *Cardboard Box* by Hanmura is about boxes which lead lives that remind readers of human beings. This creates a feeling of the uncanny (Freud, 2017), in the sense that the experience of reading this story about boxes feels both unfamiliar – since it is strange, as boxes can tell their life stories – and familiar – since they may identify, if they reflect on the story after reading it, philosophical and psychological dilemmas every human beings goes through related to the meaning of life.

The life of a cardboard box is told from the perspective of one of the cardboard boxes. The story starts with the moment the box becomes aware of itself, once it is born, meaning once the moment it becomes a box. It is one of the boxes that are created together, in the same way. The other boxes explain to it that they are going to be filled. Readers are gradually introduced to the

lives boxes lead since they discover what is going on together with the box telling its life story – in this way, the fictional world is not uncomfortable, and readers do not feel lost. Boxes do not feel comfortable when they are empty. They should hold something in them. Here, readers may make some free associations (Freud, 2016) and think about the abstract level of these details: we human beings say that we feel empty when we have lost something, someone or when we do not feel we have a purpose in life. We may find ourself in various moments of psychological crises, when we do not feel that we lead a meaningful life. When boxes are filled, we may say that they are fulfilled, that their lives make sense to them.

The idea regarding someone's purpose in life and the need for that person to find and achieve that purpose is present throughout this short story. The box telling its life story mentions how it was filled, together with other boxes, with oranges. Then the other boxes said that after they are filled, they may be discarded, as they see with one of the boxes, which is torn apart, to the point where it is no longer a box. The box telling its story mentions that it was emptied of oranges, but afterwards it was filled again, as one of the customers wanted to buy a box of oranges. The box feels very happy. Gradually, in time, the box is emptied of the oranges. However, it is not discarded. The person who bought it places it in the yard, where it is filled again – with garbage, then emptied. As it wanders about what is going to happen next, a child gets into it and another child moves the box over with him in it. The box mentions that it feels very happy, since it is filled with children. This can be considered as an anology with the various stages in human lives, when human beings want to do certain things, such as working, having a house of their own, having children, and so on. The children take the box to the park where they play in it. The box mentions that gradually it is deteriorated, but it underlines that it still feels happy since the children sit inside it and someone moves them with the box. At some point, the children are no longer interested in the box, which is taken by a gust of wind on the shore of a lake. It is afraid when it is pushed by the wind in the lake, since it will disappear in the water. However, as water starts filling it, the box is once again happy that it is full, regardless of this being its end.

We may speak in the case of this poem as representing a case of what Shklovsky (1917) calls defamiliarization, which refers to making an experience or object that is familiar, unfamiliar, strange, to the point where we see it from a different perspective. The analogy with boxes having a lifespan, being empty or full and their happiness when they are full with human lives is a creative way to make readers understand something rather abstract in a concrete manner. Abstract philosphical and psychological dilemmas related to wishes, fulfillment, a purpose in life, happiness, are illustrated visually before our eyes in this short story. Feelings of loss and emptiness can be felt after we achieve certain objectives, after we get what we want. This shows that we always need to have another and another objective and wish so that we can be fulfilled again.

Reader-response criticism has been used to analyse this story, since it shows how readers react emotionally to a text and they also use their background knowledge in order to understand it (Mart, 2019). This short story needs a highly active reader, since it invites reflection about philosophical issues.

Results

The analysis of the short story by Hanmura has shows that abstract concepts can be successfully

illustrated if we resort to personifying otherwise inanimate objects. We can notice that, just like human beings, objects have a purpose. They are tools we use, but in this story they become like human beings, reflecting on their purpose.

Discussion and Conclusion

Readers can use their imagination in order to consider what the author of this short story has meant to bring to their attention. The short story by Hanmura underlines the way in which the use of personification with respect to objects may say something about the way in which we human beings think and feel about various life issues. The way in which Hanmura views the box can say something about the way in which he feels about the meaning of life and about how he understands our purpose.

References

Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In *Myths and mythologies* (pp. 158-166). Routledge.

Freud, S. (2017). The uncanny. In *Romantic writings* (pp. 318-325). Routledge.

Hanmura, R. Cardboard Box, J.L. & Greenberg, M.H., eds. (2023). The Best Japanese Science Fiction Stories. Barricade Books Inc., New York.

Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, *56*, 78-87.

Shklovsky, V. (1917). Art as technique. *Literary theory: An anthology*, *3*(3), 8-14.

REGIONAL PUBLIC SPENDING AND ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM EUROPEAN UNION COHESION POLICY

Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5745-3850

E-mail: lauradiaconu_07@yahoo.com

Faculty of Economics and Business Administration,

"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania

Abstract

The relationship between public spending and regional economic growth has been very debated especially in the context of the European Union's efforts to reduce territorial disparities. The aim of the Cohesion Policy was to allocate financial resources to support infrastructure, human capital, environmental sustainability and institutional quality in the less developed regions of the European Union. However, the empirical evidence regarding the effectiveness of these investments shows mixed results. Taking into the account these aspects, the purpose of our study is to analyze whether the Cohesion Policy expenditure contributes to improvements in regional economic performance and to investigate the extent to which its effects differ according to regional development levels and investment priorities. In order to achieve this goal, we used a panel data framework to estimate the effects of Cohesion Policy expenditure on regional economic growth while controlling for relevant socio-economic and institutional factors. Our findings indicate that stronger effects of the Cohesion Policy expenditure are observed in regions with better administrative quality and complementary investments in education and infrastructure. Meanwhile, regions facing governance challenges or limited absorptive capacity tend to experience weaker growth effects, highlighting the importance of efficient institutional frameworks.

Key words: EU cohesion policy, public spending, economic growth

LEGAL REGULATION OF VIRTUAL CURRENCIES IN ALBANIA (CRYPTOCURRENCIES) AND LEGISLATION IN THE EU

Assoc. Prof. Dr. Arber GJETA[1]

[1]Department of Law, FBD, University of Elbasan

HERA Chair Jean Monnet

arber.gjeta@uniel.edu.al

Msc. Tea THAÇI[2]

[2]Lawyer, teathaci28@gmail.com

Abstract

The cryptocurrency market, in the last decade, is getting a boost, and as such, it also needs precise legal regulation for the exercise of activities as a profitable activity. In many countries, there is a need to regulate the production, storage, and display of goods, which, in some cases, also captures the monetary value translated and the exchange rates accepted by the free market.

This paper aims to analyse the legal aspects of the regulation of cryptocurrency, or in other words the regulation of digital tokens and/or virtual currency, licensing, monitoring and subjects that exercise the activity of analysis, trading and storage of digital tokens and/or virtual currencies, of digital agents, innovative providers and automated collective investment ventures.

Through this paper, the goal is to analyse Law No. 66 of 2020 "For Financial Markets Based On Distributed Registry Technology", which makes Albania one of the states adopting a certain regulation in the field of cryptocurrencies, as it is still in an unregulated situation in terms of law.

The law, with its 107 articles, and with the by-laws which are in process, seeks to regulates the licensing decision and the competent authorities for issuing, does not regulate the responsibility of its digital agent, the responsibility of offering tokens in the market, the stock exchanges, innovative and their providers, managed portfolios for third parties, automated collective investment undertakings, performance related to their actions, manipulations, liquidation of companies that enjoy a license to operate in the market and sanctions against violators of the conditions of the license.

Keywords: Cryptocurrencies, Albanian legislation, Regulation, EU legislation.

Introduction

Cryptocurrency is a currency that exists virtually or digitally and uses cryptography to secure transactions. The currency is usually protected by encryption, a factor that makes it nearly impossible to double-spend or falsify. Almost all cryptocurrencies are produced through blockchain technology, which is a financial book implemented over a distributed computer network/protocol. There is no doubt that these currencies are a useful innovation that facilitates easier and faster evaluation of financial services and products, but the main challenge lies in creating them as an alternative means of value transfer and investment, which gives space to the practices of illegal money laundering.

The legal status involving cryptocurrency varies substantially from country to country. The use of the currency is permitted in most developed countries, including the United Kingdom, Canada, and the United States.

In Albania, cryptos do not yet constitute a legal currency, they have not been issued or guaranteed by a state entity. In an effort to arrange financial markets based on distributed book technology, which includes virtual currencies, digital tokens of services, payments, asset titles, as well as DLT exchanges, law no. 66/2020 has been approved.

1. The types of virtual currencies

The term "Virtual Currency" is used interchangeably with the term "cryptocurrency". However, the terminology used by the Financial Task Force and the ECB, the two concepts are not the same, but rather, cryptocurrencies are a subset of Virtual Currencies. A "Virtual Currency" is a digital representation of value that is traded digitally and has one or more of the following functions: a medium of exchange, a unit of account, and a store of value.

Virtual currencies are divided into two: convertible and non-convertible. The latter are also referred to as "closed" virtual currencies, which are "intended to be specific to a certain virtual domain or world" and, according to their terms of use, cannot be exchanged for the classic national currency.

Convertible virtual currencies can be further divided into centralized and decentralized virtual currencies. Centralized convertible virtual currencies have a single governing authority, so, a third party that controls the currency system or network by issuing and redeeming the currency, setting rules for its use and maintaining a central book of payments.

A distinction has been made in the academic literature between 'currency' and 'tokens'. From this perspective, a 'currency' refers to a unit that is 'issued' on a separate blockchain and is therefore inseparable from the protocol framework. On the other hand, a "token" is generally associated with a specific "smart contract" that operates on a blockchain protocol to which the token must conform and cannot exist outside of such protocol (K. Wu, S. Wheatley, and D Sornette, 2018).

2. Reasons for the regulation, other legislative areas that are affected and the process of the legislative debate for the adoption of law no. 66/2020

With the approval of the law "On financial markets based on distributed book technology", Albania has become one of the first countries to take a bold step towards the legal regulation of a new market by legitimizing cryptocurrencies.

In this way, Albania becomes one of the few countries in Europe that legalizes and regulates the legal framework for virtual currencies. So far, only two countries in Europe have taken steps to implement specific legislation on virtual assets, which are not covered by the existing framework of the European Union. Thus, Malta has a law on virtual assets in force, France passed the law in April 2019.

The law aims to regulates, prohibit abuse and impose penalties in relation to virtual activities and related services, highlighting that regulation is an option being embraced in many countries for control and governance (Monitor.al, 2020). Furthermore, to make the best use of the benefits

that this technology offers, but also to address a number of possible risks, such as the creation of fraudulent schemes, or unauthorized schemes to offer virtual assets, the risk of using virtual assets to launder money, as well as market manipulation, a complete legal framework is needed in order to regulate this activity. Digital tokens and virtual currencies are a type of virtual asset, completely dependent on distributed ledger (book) technology ("Distributed Ledger Technology" - DLT), which give the user beneficial, ownership rights or can be used as a payment instrument or utilitarian tool, in the process of purchasing products or services, is explained in the relation. Furthermore, to make the best use of the benefits that this technology offers, but also to address a number of possible risks, such as the creation of fraudulent schemes, or unauthorized schemes to offer virtual assets, the risk of using virtual assets to launder money, as well as market manipulation, a complete legal framework is needed in order to regulate this activity.

This activity is regulated as it is considered one of the main problems related to money laundering by seeking to regulate the licensing of trading companies and secure transaction monitoring systems, so, public surveillance. Recently, the Parliament, in its work, has emphasized the reports of MONEYVAL, which require additional measures due to the risk of cryptocurrencies for money laundering.

However, the approval of the law in the Parliament, despite the positive judgment of the relevant parliamentary commissions and the technical assistance of foreign experts, did not pass without obstacles and critics like the denied approval made to this law by the President of the Republic. In the Decree on the return of the law in Parliament, the President argues that this law increases the risk of illegal transactions, money laundering and fiscal evasion (President of the Republic of Albania, 2020). In particular are problematic the articles 3, 9, 10, 13, 14, 15, 29, 36, 44, 45, 49, 51, 63, 70, 77, 82, 83, 88, 90, 92, 100, 105 of the law which must be rewrite regarding the President. Money laundering and terrorist activity are two of the biggest concerns related to virtual currency because the implication of criminal activity and their transactions cannot be tracked by the government. Thus, the approval of the legal framework and the immediate start of its implementation, without the proper preparation of the monitoring and supervisory bodies, carries the obvious risk of creating spaces for the use of such financial markets also by crime, without effective possibilities of prevention, tracking and punishment. In addition, concern is expressed that the risks defined in the decree may bring serious social and economic consequences affecting other areas such as the stability of the national currency or the exchange rate.

The problems that the law seeks to address are mainly related to the licensing of entities and the taxation of these transactions, in the spirit of regulation provided by European legislation in this field. Thus, it is hoped that the licensing will be of interest to foreign exchange offices, however there is the problem that the strict supervision conditions will bring a fear to the entities interested in being licensed in the market by the AMF (Financial Supervisory Authority), which is in charge of direct supervision and issuing the relevant by-laws, emphasizing that the first part of which has already been issued. Also, the focus is on the relevant changes in the tax legislation with the aim of taxing these transactions, where a draft law on taxes is being prepared which foresees the taxation of income from these transactions starting from 2023.

In a discussion "*de lege data*", we expect to see the effectiveness of this legal regulation in practice. This arrangement of these financial markets comes after the negative experiences that Albania has gone through, especially remembering the pyramid firms and the losses of the savings of investors of the general public, which came as a result of the malfunctioning of the relevant controlling structures and unclear legislation.

In Albania, according to the Chainanalysis platform for the geography of cryptocurrencies, there are about 28,000 wallets that hold digital assets worth $6.2 billion, representing almost 1% of the population. In the region, only Serbia and Kosovo are better (Top Channel Media, 2022). The full effectiveness of the law will be observed with the issuance of by-laws which, according to the transitional provisions of the law, should have been issued at the end of 2021 (Article 106 of law no. 66/2020).

2.1.The regulation provided by law no. 66/2020 regarding virtual currencies

With the law no. 66 of 21.05.2020 the Parliament of Albania has arranged financial markets that are based on distributed ledger (book) technology, affecting not a little the law on financial markets and tax legislation in Albania. simultaneously. This law regulates all legal aspects for subjects that carry out activities according to the object of this law in Albania.

The object of this law is the regulation of the issuance of digital tokens and/or virtual currencies, the licensing, monitoring and supervision of entities that exercise the activity of distribution, trading and storage of digital tokens and/or virtual currencies, of the agent of digital tokens, providers of innovative services and automated collective investment entrepreneurship.

What stands out in the general provisions is an article 3 with 82 points which provide the definitions for the terms that will be used in this law. This starts from the complexity of the technology field and the difficulty of legal arrangement of all the processes involved in the issuance and trading of digital currencies. It is worth mentioning that with its length, this article is one of the longest provisions of legal definitions in the entire Albanian legislative panorama and beyond. Many of the notions make a reference to other laws such as tax legislation, the law on traders and companies commercial, Labor Code, etc.

Very interesting is the definition of tokens where:

- "Digital asset token" is any digital token, which is not included in any of the following categories:

i. digital payment token;

ii. digital title token;

iii. digital services token.

- "Digital payment token" is any digital token, which is used as a medium of exchange, payment instrument, unit of account or store of value and which is not included in any of the following categories:

i. digital token of titles; and

ii. digital services token.

- “Digital token of titles" means digital representations of value, similar to other securities defined, according to the legislation in force for the capital markets, that are based on block-chain technology, confirmed by a competent national authority, when they meet the criteria of the following:

a) they are freely transferable;

b) they give the owner some monetary rights or property rights over the project, or if it has profit-sharing features, or a predetermined right, or they give the owner decisive power in the issuer's project.

The final definition for the categories of tokens is provided by point 23 of Article 3, which defines that "Each digital token, which combines the characteristics of the digital token of titles with one or more other categories of digital tokens, will be considered as a digital token of titles, in the sense of this law", so, considering it as title token. The law also defines the notion of "digital token" which "is a digital marker, which:

1) is completely dependent on DLT technology; and 2) is exclusively included in one of the digital token categories listed below:

a) digital token of payments;

b) digital title token.

c) digital token of services;

e) digital token of assets".

Also, it is determined that the digital token of services "is a digital token, which: a) enables access to an application, service or product; and b) does not provide any value, service or applicability outside the DLT platform on which it is issued.”

Law defines DLT as “Distributed Ledger Technology” which “is a decentralized database in which information and/or data are securely recorded, consensually verified, and synchronously distributed through a network of multiple nodes or other technical means, in accordance with the definition of the innovative technology agreement and where all copies of the distributed database are considered original".

Article 3 clearly defines technical notions and concepts such as ICO (Initial Digital Token Offering), Smart Contract (it is a technological agreement, fundamentally dependent or related to a DLT, which contains a set of rules and conditions, which pre-defined and automatically self-executing reaction movements in case of fulfillment of the conditions defined therein. Smart contracts fall under the definition of innovative technology agreement, within the meaning of this law.), STO, etc.

Summarily, the difficult concept of "virtual currency" is defined, which is "one of the virtual means that means the digital representation of value, which is used as a means of exchange, payment instrument, unit of calculation or reserve of value and that: i. is not a digital token, as defined in this law; ii. is not issued or guaranteed by a state body; iii. it is not necessarily linked to a regulated currency; iv. it is not a currency and therefore has no legal tender, but has been

accepted by natural or legal persons as a medium of exchange; c. issued on a special distributed ledger (book) technology platform; and can be transferred, deposited, traded electronically."

2.2.*Regulation of public law in digital token markets*.

The law, in article 4, after defining the licenses for DTL agent, which is issued by the AMF, and DTL exchange, categorizes for the latter the types of licenses in A, B, C which are issued by the AMF and AKSHI. Also, the license of the provider of innovative services is issued, which is issued by AKSHI (without the involvement of a TD agent) to a legal person after meeting the general conditions and special criteria, provided in articles 9 and 63, of the law; the third-party portfolio custodian license, issued by the AMF and AKSHI for a legal entity, after meeting the general conditions and special criteria provided for in articles 9 and 77 of this law, as well as the business license of automated collective investments DT, issued by AKSHI for a collective investment undertaking, after meeting the general conditions and special criteria, provided for in articles 9 and 82 of the law.

Licenses issued in this way by the competent authorities require a strong supervision and serious coordination between entities, agencies and independent authorities such as AKSHI, AMF and relevant ministries for the correct assessment of financial, technical and regulatory qualities.

The law, in article 9 and 10, is exhaustive for the way of submitting the application and the documents that must be submitted for this purpose. The statutory provision is long and detailed on the steps to be followed by license applicants.

Entities that obtain a license based on this law have the obligation to pay an annual fee, to avoid conflict of interest and to exercise the activity avoiding money laundering and financing of terrorism. For these reasons, the licensee is responsible with a direct responsibility and has the duty to exercise appropriate and/or enhanced vigilance towards customers, in accordance with the legislation in force for the prevention of money laundering and the financing of terrorism and other laws in power, to create a secure system for monitoring and reporting transactions, in accordance with the law "On the prevention of money laundering and financing of terrorism" and other laws in force, to perform a risk assessment towards customers and review it periodically, to report suspicious transactions to the relevant authority, in accordance with the law "On the prevention of money laundering and the financing of terrorism" and to implement any other obligations arising from the law "On the prevention of money laundering and the financing of terrorism" " for virtual tool service providers.

The law provides for supervisory powers and obligation for direct and continuous information for state institutions such as AMF and AKSHI. Similar to the regulation of other financial markets, this law also regulates and sanctions market abuses, defining in Chapter IX the prohibition of market abuse. The two forms of abuse are regulated separately by the law: market manipulation is regulated by articles 87 et seq. of the law; trading based on privileged information is regulated by the following articles 92.

In relation to market manipulation, illegal behaviors that create false markets are regulated and transactions that aim to increase and decrease the value of TD in the regulated market or offers that aim to determine and fix the price of tokens in the market are prohibited. These actions will be considered criminal offenses in the sense of the Criminal Code. The law also charges DLT exchanges, platforms and brokers with an obligation to report such cases which inform the AMF

"based on the information to which they have access on cases which they reasonably suspect constitute market abuse".

The second case that is prohibited by law and constitutes abuse is cases of trading based on privileged information. According to Article 92, at the moment of ascertaining the unauthorized use of privileged information, the authorities must, in addition to the administrative assessment (rating), also assess (rate) whether this dissemination of information may constitute a criminal offense and refer them to law enforcement bodies such as the Prosecutor's Office. The information must be of a concrete and non-public nature and from persons who have the duty to maintain it or execute the order for the sale and purchase of tokens. The necessary verifications are carried out by the supervisory authorities in an in-depth administrative investigation according to Article 93.

In chapter III, IV, the legislator clearly regulates the criteria that must be fulfilled by the agents of the Digital Token, where a criterion that is not very easy to fulfill, such as the available initial capital of 18,000,000 Albanian leke or an equivalent bank guarantee, stands out. Secondly, the way of offering digital tokens or virtual currencies in the market is determined. Supervision, as stated above, is exercised by the AMF. Article 31 clearly defines the duties of TD agents in front of subjects. Chapter IV defines the methods of bidding and the launch of ICO or STO, the relevant conditions, the content of the presentation of the offer (whitepaper), the way of submitting the request for authorization to the AMF and/or AKSHI, as well as the powers of the latter in relation by granting authorization for an STO or ICO. The law requires a supervision and information on the part of the issuers, the same as the provisions in the laws on collective investments and the law on capital markets. The purpose of correct regulation of virtual currency in this case is public information and protection of the general public who may be buyers in this case. Thus, according to Article 36, the issuer of these tokens must exercise its activity with integrity and honesty, treat all token buyers fairly and not abusively, have set up prevention systems to detect the risk of money laundering, and have financial resources to maintain sufficient technical security protocols. All these obligations are evaluated by TD agents, which has an important role in evaluating the conditions for the launch of STOs and ICOs.

This places this market in the same or similar conditions with the obligations that operators have in classic financial markets or banking operators. The similarities in the controlling, supervisory and regulatory processes are many. Even the authority that supervises it is the same, AMF, although we also have the primary role of AKSHI for the technological and security part.

The latter have a long list of powers, beyond those defined for supervision as a whole as a functional task, defined in Article 43 of Law no. 66/2020. Thus, the AMF maintains direct contact with the TD agent and the issuer in order to obtain information about the activity during the issuance of offers, may request changes in information, additional information, changes to the prospectus, request further clarifications regarding the offer, etc. If the supervisory authority is not convinced after a comprehensive review of the clarifications, it may suspend the STO or ICO if it has reasonable suspicions that the provisions of the law have been violated, immediately stop it if there is evidence to prove the violation of the provisions of the law. In any case, the supervisory authorities have the power to reject the authorization if the documentation is insufficient or if the conditions for its issuance are not met by the subject or

if the request fee has not been paid. Of special importance in the new law is the provision of the legal regulation of DLT exchanges, which can be licensed by the AMF and AKSHI according to the provisions of articles 50 et seq. of law no. 66/2020. Thus, any legal entity that wants to exercise the activity as a DLT exchange, in accordance with this law, must have the relevant license issued by the AMF and AKSHI, as well as be registered in the register of DLT exchanges licensed in accordance with Article 24 and can perform this activity as long as the license is valid.

In addition to the general criteria that must be met for TD trading, obtaining a license for such an exchange must also meet some specific criteria related to the clear definition of the internal rules of operation, have and implement a management program risk, to have up-to-date internal procedures and systems and many technological criteria that will enable its regular operation while protecting investors of the general public for the transactions that take place on the platform. The mode of operation of the DLT stock exchange is defined in Article 53 of the law, which is a long article and defines in detail all the circumstances, conditions and guarantees of how actions take place in the stock market. The stock exchange is directly responsible to customers for all damages caused as a result of violations of the legal provisions of its operation. Scholarships are categorized into A, B, C.

Of particular interest is the regulation of different actors such as providers of innovative services in Chapter VI and the regulation of innovative technology agreements. Also, the law provides a complete and lengthy regulation regarding the portfolio custodian for third parties who must be licensed by the Bank of Albania according to chapter VII. In relation to these subjects, AKSHI has extended powers of supervision and certification.

The figure of the custodian of third-party portfolios is regulated in Chapter VII from Articles 76 and following. These operators are also subject to licensing by the Bank of Albania. Their licensing is done in fulfillment of the general criteria according to law 66/2020 defined in its article 9, but article 77 defines the special conditions for licensing these entities in relation to taking measures for risk management, taking measures for the safety of the establishment of a stable internal system, unbundling of own funds from those of investor clients, minimum initial capital of 18,000,000 Albanian lek, and that it has taken measures for cyber security.

Legal regulation, with the aim of closing the number of actors operating in the DLT markets, also receives the notion of automated collective enterprises DT. They are legal entities or pools of assets created for the purpose of operating in the DLT markets as collective investments. These investment funds must have the relevant licenses to operate in the markets where TDs are traded. While non-automated enterprises are regulated by the law on enterprises and collective investments and their regulation falls outside the scope of application of law no. 66/2020. They must fulfill the general criteria to be part of the markets and operate in them, as well as the special criteria defined in Article 82, especially important are the licensing criteria from AKSHI and the certification of the innovative technology agreement or the computerized robotic consulting document. The legal responsibility of these enterprises towards their customers is complete for all the damages they have suffered as a result of the violation of the legal provisions of law no. 66/2020, by-laws and the prospectus presented to the client by the enterprise itself.

These are the actors who operate in the DLT markets according to the definition of this law and it is noted that the above-mentioned norms create new legal notions regulated by law and clearly define their obligations to clients and their legal responsibility in relation to the non-correct application of the law .

The absence of additional elements of guarantee such as the creation or obligation of a professional insurance contract is noted, but the granting of licenses is limited only to the initial monetary amounts that these subjects must have in their capacity or available as their capital at the time of licensing. It remains to be seen in the future during the application how the cases of violation of the law and abuses will be handled and how protected the customers will be from the maloperation of the operators in the market.

Currently, we still have no cases who have submitted requests to be licensed or to open TD markets or exchanges.

2.3.*The issuance of by-laws of the AMF pursuant to law no. 66/2020.*

At the time of the approval of the law no. 66/2020 and determining the entry into force on September 1, 2020, article 106 of the law provides that the competent supervisory authorities must be given a 6-month deadline to issue all bylaws.

The issuance of by-laws has been continuously followed with interest, and a year ago the first drafts were released for public consultation by the AMF. In the drafts published on the official website of the Authority, it is determined that entities that will exercise their activity in financial markets based on distributed ledger technology must ensure a sufficient level of capital. More specifically, according to the draft regulations, each digital token agent, TD must prove that it has a minimum initial capital of 18 million Albanian currency (Lek) available through a document issued to one of the second-tier banks in the country. Together with this document, the subject must also attach the application for obtaining the license from the AMF. The highest is the value of the minimum initial capital of the DLT stock exchange where digital tokens of services, payments or assets can be listed or traded, which is divided into several categories which is licensed by the AMF and AKSHI. For category A it is estimated at 20 million Albanian currency (Lek), for category B the initial capital must be 60 million Albanian currency (Lek) and for category C its value reaches 90 million Albanian currency (Lek). While for the custodian of the third-party portfolio, which is a legal entity that provides custody services of private cryptographic keys on behalf of clients, the regulation proposes an initial capital of 18 million Albanian currency (Lek) with a license approved by the Authority and AKSHI.

Currently, regarding the legal and supervisory aspects, the AMF has approved only two regulations, namely Regulation 210 of 25.11.2021 "On the adequacy of the capital of entities operating in financial markets based on distributed ledger technology" and Regulation 211 of 25.11. 2021 "On the licensing of subjects that exercise the activity as a digital token agent".

The regulation on capital adequacy is simple in construction and regulates only the determination of quantitative capital criteria for TD agent, DLT exchange and portfolio custodians, reporting obligations of entities, determination of own funds, expenses of fixed entities or liquidity requirements of own funds held by operators.

Regulation 211 sets out the specific rules and procedures for how entities are licensed and the accompanying application documents that digital token agents must file. The regulation is accompanied in annexes with the relevant standardized forms for application for TD agent. At the moment we write, we are still waiting for the issuance of other arrangements by the supervisory authorities, regardless of the fact that it is almost two years since the entry into force of the law or over a year since the expiration of the deadline to issue these arrangements.

3. Cryptocurrencies and EU legislation

A normal question about cryptocurrencies is whether they are legal or not. The inclusion of a definition of virtual currencies (referring to cryptocurrencies) contained in 5AMLD (5th Anti-money laundering directive) and the recent statements given by EU regulatory bodies illustrate that cryptocurrencies are in fact legal in the EU. Furthermore, no EU member state has attempted to impose a ban or restrict their use (as has been done in non-EU countries such as China and India).

Ultimately, since the legal definition requires regulation, it is important to understand how cryptocurrencies are defined under EU legislation (R. Houben, A. Snyers, 2018).

Within the Eurozone, only the Euro has the status of legal tender. EU member states that are not part of the Eurozone are similarly regulated. However, contracting parties in the EU remain free to use other currencies. And not just euros, like sterling or the US dollar, but also any kind of privately issued money, like local exchange trading systems or even cryptocurrencies. Therefore, states in the EU can use cryptocurrencies as a form of private money. In fact, the ABE has defined cryptocurrencies as "a form of unregulated digital money that is not issued or guaranteed by a central bank and that can act as means of payment" (EBA, 2013).

However, this designation only referred to when there was only the "bitcoin model" on the market, which was a pure means of payment, unlike most of bitcoin's successors. To determine whether a cryptocurrency meets the criteria for private money, we must turn to the economic understanding of money shared by the ECB and the German Bundesbank. Within this perspective, money functions as: a medium of exchange, a unit of account, and a store of value. The ECB had stated that bitcoin does not 'fulfill the 'store of value' function of money, the same argument can be extended to other cryptocurrencies. Consequently, the use of the nomenclature "cryptocurrency" has been deemed a misnomer because it refers to the word "currency", a connection which, upon close examination, is "not guaranteed" (ECB, Report, 2012). Such a conclusion has led some legislators and regulatory bodies to refer to these new technologies under more neutral names such as "crypto-assets" and "crypto-tokens".

The ECB has defined cryptocurrency as a type of 'speculative asset', which individuals can "play to make a profit, but with the risk that [they] will lose their investment" (ECB, 2018). The reason for this argument is the ability of cryptocurrencies to be exchanged for national currencies such as the euro or other cryptocurrencies, and the high volatility associated with the latter.

In light of the above, it should be understood that while the 5DAML is the only EU legislation that has harmonized the specific treatment of cryptocurrencies, further guidance is also provided by EU legislation in other legal areas. A number of international institutions and national regulatory bodies have issued statements and guidance explaining the applicability or

otherwise of existing EU law and national legislation to cryptocurrencies. Additionally, individual member states have taken the initiative to adopt national legislation in an attempt to regulate cryptocurrencies.

EU legislation regulates certain aspects and does not provide a comprehensive regulation of the field. In a fragmentary way, the regulation offered by the EU is more interested in the field of preventing money laundering and the fight against terrorism or the taxation of these activities. However, an intervention at Directive level, guiding the uniform regulation of TD markets, would be satisfactory. Full harmonization in this field is still to be achieved, since it is the member states themselves that have not yet intervened with national legislation for a legal regulation of the markets or transactions of these digital currencies.

Conclusions

Law 66/2020, as analyzed above, constitutes an innovation not only in Albanian legislation, but also in the legal systems more broadly, and Albania is considered one of the pioneers of regulation in this field. However, the reasons are not found in the fast development of the TD financial market in Albania, but in the urgent need to prevent money laundering and terrorist financing.

This law has a long structure, it tries to define many technical terms and notions by translating them into legal ones, the by-laws are being completed, however the fact remains that in Albania there are no normal stock exchanges of the financial markets and we see with difficulty that the most the great regulatory aspect of this law will see application in practice in the near future.

The regulation of a difficult field with so many technological implications is premature for Albania. The protection that the letter of the law offers to the general investor is satisfactory. This law was drafted with the help of foreign expertise and in many parts of it reaches and retains the regulation that the EU countries have or the European legislation offers.

The European Parliament has emphasized that the approach to the regulation of cryptocurrencies in the EU is fundamentally different from that which prevails in the US, while in the former, cryptocurrencies are considered private money, the latter treats cryptocurrencies as goods that are therefore regulated by legislation. The EU Commission Delegated Regulation defines a commodity as "any commodity of a tradable nature that can be delivered, including metals and minerals and their alloys, agricultural products and energy such as electricity"(Regulation of the Commission UE 2017/565). Such a definition is part of EU financial services legislation and is consequently used in terms of "commodity derivatives", a type of "financial instrument" under the MiFID II regime, a directive that regulates financial markets.

With the law no. 66 of 21.05.2020 Albania has regulated financial markets that are based on distributed ledger (book) technology, affecting conspicuously the law on financial markets and tax legislation in Albania simultaneously.

References

Ke Wu, Spencer Wheatley dhe Didier Sornette, 'Classification of crypto-coins and tokens from the dynamics of their power law capitalisation distributions' (2018)

Monitor.al, Nga 1 shtatori hyn në fuqi ligji që legalizon kriptomonedhat, Shqipëria e treta në Europë që i rregullon available at https://www.monitor.al/nga-1-shtatori-hyn-ne-fuqi-ligji-qe-legalizon-kriptomonedhat-shqiperia-e-treta-ne-europe-qe-i-rregullon/ (2020)

President of the Republic of Albania, Arsyet e kthimit Të ligjit nr. 66/2020 "për tregjet financiare të bazuara në Teknologjinë e regjistrave të shpërndarë" available at http://president.al/wp-content/uploads/2020/06/Arsyet-per-kthim-te-ligjit-66-2020.pdf (2020)

Top Channel Media, Ligji për kriptomonedhat/ Nuk është i zbatueshëm sepse nuk ka akte nënligjore available at https://top-channel.tv/2022/02/14/ligji-per-kriptomonedhat-nuk-eshte-i-zbatueshem-sepse-nuk-ka-akte-nenligjore/ (2022)

R. Houben, A. Snyers, Cryptocurrencies and blockchain, Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion, 2018, https://www.europarl.europa.eu/committees/en/supporting-analyses/sa-highlights

European Central Bank, Report of 2012

European Central Bank, What is Bitcoin?, February 2018

European Banking Authority, 'Warning to consumer on virtual currencies' (12 December 2013)

Regulation of the Commission UE 2017/565

5th Anti-money laundering directive

PROPERTY RIGHTS OF SPOUSES AND THEIR PROTECTION THROUGH THE PRISM OF FAMILY LAW, PROPERTY LAW AND CIVIL PROCEDURE LAW

Dr Aleksandra Nikolova Marković

https://orcid.org/0009-0000-9724-8739

Megatrend University, Belgrade

Abstract

The right to property is one of the fundamental subjective civil rights and enjoys a high level of legal protection through constitutional guarantees, as well as the provisions of family, property, and civil procedure law. Within a traditional marriage union, property relations between spouses are primarily based on the distinction between separate property and marital property acquired during the marriage. As a result, the protection of property rights frequently becomes the subject of legal disputes, particularly following the dissolution of marriage or in legal relationships involving third parties.

This paper examines the legal mechanisms available for protecting spouses' property rights from the perspectives of family, property, and civil procedure law in the Republic of Serbia. Particular attention is devoted to the legal regime governing separate and jointly acquired property, as well as to the principal property law remedies, including the rei vindicatio, the actio negatoria, and actions for the establishment of ownership. In addition to the substantive legal framework, the paper analyzes the procedural mechanisms through which judicial protection is achieved, with a focus on civil litigation, the burden of proof, evidentiary rules, and proceedings for the division of jointly acquired marital property.

This paper aims to highlight the importance of the interaction between family, property, and civil procedure law in ensuring effective protection of spouses' property rights, while also identifying the most common issues encountered in judicial practice. The paper concludes by emphasizing that the consistent application of legal provisions and the harmonization of judicial practice play a crucial role in strengthening the protection of property rights and enhancing legal certainty in the field of marital property relations.

Keywords: property rights, spouses, marital property, separate property, family law, property law, civil procedure law, judicial protection.