CONFERENCE BOOK

TUNCELİ
11 - 13 NİSAN 2025

MUNZUR
8. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ

MUNZUR
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI

ISBN : 978-625-5962-60-7
Academy Global Publishing House

MUNZUR 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
APRIL 11 - 13, 2025
TUNCELI

Issued: 15.05.2025
ISBN: 978-625-5962-60-7

CONFERENCE ID

MUNZUR 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
APRIL 11 - 13, 2025 –
TUNCELI

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS
All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – India – Spain-Iran - Azerbaijan- Pakistan- Romania – China- Nigeria- Fiji- Kazakhstan- Germany- Iran- Algeria- Mongolia – **Philippines-** Saudi Arabia- Afghanistan- Greece- South Korea – Mexico- Indonesia- Greece- Nigeria- Russia- Egypt- Kazakhstan-

-

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
29 papers presented by by participants from Turkey and 40 papers from other Countreies

Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

Edited by

Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli

Scientific & Review Committee

Sayı : E-21304664-051-1705704 12.02.2025

Konu : 31-14279 Prof. Dr. Ali Bilgili'nin Uluslararası Kongrelerde Düzenleme ve Bilim kurullarında yer alması hk

FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Başkanlığı'nın11.02.2025 tarihli ve E-41298163-051-1704750 sayılı yazısı.

İlgi yazınız uyarınca, Anabilim Dalınız öğretim üyesi Prof.Dr.Ali BİLGİLİ'nin, Yükseköğretim Kurulu'nun 15.06.2023 tarihli oturumunda doçentlik başvuruları şartları ile ilgili değişiklik önerileri kapsamında, "Academy Global Conferences & Publishing (https://www.akademikongre.org/registration)" tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görev yapması Dekanlığımızca da uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Necmettin ÜNAL
Dekan V.

Zübeyde Hanım Mahallesi Şehit Ömer Halisdemir Bulvarı No: 9/C 06070 Altındağ / ANKARA
Telefon No: (0312) 317 03 15 Belge Geçer No: (0312) 316 44 72
e-posta: vetmed@veterinary.ankara.edu.tr
KEP Adresi : ankunvrek@ankuni.hs01.kep.tr

Bilgi için:Gülay ŞAFAK
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:(312) 317 03 15-4510
E-Posta: gsafak@ankara.edu.tr

MUNZUR 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
APRIL 11 - 13, 2025
TUNCELI

NO : **AC- 8A - 2025. 340u– 2034**
Konu : Akademik Teşvik Uygunluk Belgesi 10/5/2025

İLGİLİ MAKAMA

Academy Global Conferences tarafından düzenlenen **Munzur 8. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi** 11- 13 Nisan 2025 tarihlerinde Tunceli'de 26 farklı ülkeden akademisyenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kongre kapsamında sunulan 69 bildirinin 29'u Türkiye'den, 40'ı ise farklı 25 ülkeden katılan akademisyenler tarafından sunulmuştur. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun olarak düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz ederiz

Saygılarımızla

Prof. Dr. Ali Bilgili

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
The ArtTown 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION

April 11 - 13, 2025

TUNCELI

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224

ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- 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 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.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

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.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNÖZ**	1	RELATIONSHIP BETWEEN LOAD CAPACITY FACTOR AND FOREIGN DIRECT INVESTMENT: AN ANALYSIS ON TURKİYE	Doç. Dr. Müge MANGA Doç. Dr. Duygu YILDIZ KARAKOÇ
		2	TÜRKİYE'S FOOD SUSTAINABILITY PERFORMANCE WITHIN THE SCOPE OF THE FOOD SUSTAINABILITY INDEX	Doç. Dr. Duygu YILDIZ KARAKOÇ Doç. Dr. Müge MANGA
		3	AGRICULTURAL POLICIES OF TURKEY IN THE CONTEXT OF RIGHT TO FOOD & FOOD SECURITY	Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNÖZ
		4	İstihdam ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: İstihdam Yaratmayan Büyüme	Dr. Servet KAPÇAK
		5	YAPAY ZEKÂ EKONOMİSİ VE DİJİTALLEŞME	Dr. Servet KAPÇAK
		6	UNEMPLOYMENT CONVERGENCE ANALYSIS FOR G7 COUNTRIES: FOURIER UNIT ROOT TEST	Dr. Öğr. Üyesi, Anıl LÖGÜN
		7	THE EFFECT OF URBANIZATION ON ENERGY CONSUMPTION: THE EXAMPLE OF TRB REGION	Dr. Öğr. Üyesi, Anıl LÖGÜN
		8	DÖNGÜSEL EKONOMİ VE ÜLKELERİN ATIK YÖNETİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Yüksek Lisans Öğrenci, ILIRJAN HASA Doç. Dr., GÖKHAN ÖZKAYA

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Perihan ÇULUN**	1	TAKIM TALAŞ YÜZEYİ ÜZERİNE AÇILAN SOĞUTMA KANALI İLE YAPILAN SOĞUTMA İŞLEMİŞNDE TAKIM AŞINMASININ İNCELENMESİ	Doç.Dr, OKTAY ADIYAMAN GÜLÇİN ŞEKER
		2	Potovoltaik panel pasif soğutma sistemlerinde termoelektrik modüllerinin kullanılması	Perihan ÇULUN
		3	Termoelektrik ve Peltiyer Modüllerinin Farklı Uygulama Alanları	Perihan ÇULUN Cengiz ÖNER Nihat TARHAN
		4	INVESTIGATION OF SURFACE PERFORMANCE OF TEXTURED BEARINGS	Prof. Dr. CEM SİNANOĞLU Dr. Öğr. Üyesi FATMA NAZLI ÖZSOLAK ASLIHAN ÇOLAK
		5	*ZINGIBER OFFICINALE*/POLİETİLEN GLİKOL BİYOPOLİMER MATRİSİNDE ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİN YEŞİL SENTEZİNİN OPTİMİZASYONU	Yüksek Lisans Öğrencisi, TUĞCE DİLBER Arş. Gör. GİZEM KARABULUT ŞEVK Doç. Dr. NURAY BEKÖZ ÜLLEN
		6	FARKLI YÜZEY PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜL KAPLAMALARIN MORFOLOJİSİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, TUĞCE DİLBER Arş. Gör. GİZEM KARABULUT ŞEVK Doç. Dr. NURAY BEKÖZ ÜLLEN

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Prof. Dr. MUNİSE AKSÖZ**	1	Selection of Synonymous Words in the Qur'an and Its Impact on the Meaning within the Scope of Linguistic Interpretation	Doç.Dr, Ahmed ALDYAB
		2	Selection of Indefinite Words in the Qur'an and Its Impact on the Meaning within the Scope of Linguistic Interpretation	Doç.Dr, Ahmed ALDYAB
		3	THE LEXICAL MEANING AND TERMINOLOGIZATION OF THE TERM "VELĀYAH" IN THE ARABIC LANGUAGE	Master's Student Ceylan Çetin
		4	THE TERMİNOLOGİCAL DEVELOPMENT OF THE WORD "VELAYAT" İN THE FUNDAMENTAL ISLAMİC SCİENCES	Master's Student Ceylan Çetin
		5	HOW THE AUTHOR AND CHARACTERS SPEAK TO THE TARGET AUDIENCE THROUGH STYLES	Prof. Dr. MUNİSE AKSÖZ
		6	ÖZDEMIR ASAF AND STYLES	Prof. Dr. MUNİSE AKSÖZ
		7	SEVİNÇ ÇOKUM'UN ROMANLARINDA PSİKANALİZ BİLGİSİ	RABİA ŞAFAK PROF. DR. MÜMTAZ SARIÇİÇEK
		8	The Nomenclature Of Agrıcultural Tools And Theır Cultural Contexts In The Tunceli Mazgirt Regıon	Derya BURKAY
		9	MODERN ARAP ŞİİRİ EKOLLERİ VE TEMSİLCİLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, ZEYNEP DİCLE
		10		

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. N. Mthembu Prof. T. Khumalo**	1	Title: REFORMING RETIREMENT BENEFIT DIVISION IN SOUTH AFRICAN DIVORCE LAW: ENSURING EQUITY FOR NON-MEMBER SPOUSES	Dr. N. Mthembu Prof. Dr. T. Khumalo
		2	MAPPING ILLICIT CROPS THROUGH SPECTRAL ANALYSIS: A REMOTE SENSING STRATEGY FOR SECURITY AND AGRICULTURAL STABILITY	Dr. Reza Mohammadi Prof. Dr. Sara Alizadeh
		3	COMPULSORY MEDIATION IN DEFAMATION CASES: NAVIGATING THE TENSION BETWEEN SPEECH RIGHTS AND PERSONAL REPUTATION	Dr. T. Mokoena
		4	HISTORICAL TRAJECTORIES OF REFUGEE AND ASYLUM POLICIES IN AUSTRALIA: A CRITICAL REVIEW OF IMMIGRATION ATTITUDES	Mohammad Reza Farhadi Amina Fatou Ndiaye Dr. Dawid Marek Nowak
		5	THE DYNAMICS OF DECENTRALIZATION IN THE EUROPEAN UNION: IMPLICATIONS AND FUTURE DIRECTIONS FOR UKRAINE	Sofiya Ivanenko
		6	CRIMINAL LIABILITY IN COPYRIGHT VIOLATIONS: A COMPARATIVE OVERVIEW FROM THE WESTERN BALKANS REGION	Elira Dreshaj Arlinda Petrova Fjona Kelmendi
		7	RETHINKING RESOURCE POLICIES: A COMPARATIVE PERSPECTIVE ON END-OF-WASTE LEGISLATION IN THE EUROPEAN UNION	Elena Petrova Dr. Ahmed Al-Rashid Marta Nowak
		8	TRANSFORMATIONAL LEADERSHIP AND POLITICAL DYNAMICS: THEIR IMPACT ON CORPORATE PERFORMANCE IN NATIONAL ENERGY ENTERPRISES	Muhammad Faris Abdullah, Chidinma Grace Okafor
		9	THE IMPACT OF DIGITAL INNOVATION ON FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF CONTRACT LAW	Ms. Aiko Tanaka, Dr. Jonas Bergström, Fatima Al-Karim

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Assis. Prof. Dr. Emma Davis**	1	REDEFINING GOVERNANCE: COMBATING LEADERSHIP FAILURE AND SYSTEMIC CORRUPTION IN POST-INDEPENDENCE NIGERIA	Ahmed Boubacar Diallo, Fatoumata Aminata Diop, Ibrahim Musa Sani
		2	THE CRISIS OF DEMOCRACY IN PAKISTAN: AN ANALYTICAL STUDY THROUGH ISLAMIC AND WESTERN PHILOSOPHICAL PERSPECTIVES	Ahmed Rashid Dr. Fatima Noor Hassan Khalil
		3	TRANSFORMATION AND CHALLENGES IN NATIONAL LAND USE PLANNING SYSTEMS: A COMPARATIVE PERSPECTIVE	Aisha Mahmoud Hassan Leila Fatima Khan Assis. Prof. Dr. Mohammad Reza Darvishi
		4	THE IMPLEMENTATION OF ANTI-CIRCUMVENTION LEGISLATIONS IN THE THAI COPYRIGHT SYSTEM	Somchai Srisai, Lec. Naree Panya, Ananya Nontawat, Dr. Kittisak Jitpaisarn
		5	THE SUCCESS AND CHALLENGES OF EMBEDDING EVIDENCE-BASED RESEARCH METHODS IN POLICING INTERVENTIONS	Dr. Sarah Williams, Assis. Prof. Dr. Emma Davis
		6	TAIWAN'S POLITICAL LANDSCAPE: THE RISE AND FALL OF HAN KUO-YU IN KAOHSIUNG	Emily Williams, Robert Johnson
		7	INTELLECTUAL PROPERTY CHALLENGES IN SPACE EXPLORATION: FOCUS ON EUROPEAN SPACE AGENCY REGULATIONS	Maria Linda Ana Ungureanu Thomas Nikolaus Wagner Isabelle Veronique Dupont Robert Heinrich Schmidt

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Bayarmaa Tsogtbaatar**	1	EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION OF PUBLIC EXAMINATION CHIEF EXAMINERS' REPORTS IN MATHEMATICS CURRICULUM CONTENT	Olamide Oginni Adeola Johnson Chijioke Okafor
		2	IMPLEMENTATION MECHANISMS OF CONTINUOUS PROFESSIONAL DEVELOPMENT FOR EDUCATORS IN KAZAKHSTAN: A STUDY BASED ON THE "TEACHER" PROFESSIONAL STANDARD	Yelena Agranovich, Larissa Ageyeva, Violetta Tyan, Aigul Syzdykbayeva
		3	SKILL MISMATCH BETWEEN HEAVY EQUIPMENT REPAIRER STUDENTS AND EMPLOYERS' REQUIREMENTS	Lec. Bolormaa Dalanbayar, Dr. Batsaikhan Ulaankhuu, Dr. Bayarmaa Tsogtbaatar
		4	ASSESSING CHILDREN'S PROBABILISTIC AND CREATIVE THINKING IN A NON-FORMAL LEARNING CONTEXT	Maria Oliveira, João Santos, Carla Almeida, Pedro Costa
		5	APPLICATION OF CAUSAL INFERENCE AND DISCOVERY IN CURRICULUM EVALUATION AND CONTINUOUS IMPROVEMENT	Lunliang Zhong, Bin Duan
		6	ATTITUDE OF UNIVERSITY STUDENTS TOWARDS THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Roberto Merlo, Dr. Maria González, Zoila Rivero, Dr. Laura González
		7	ENHANCING ONLINE EDUCATION IN ARABIC LANGUAGE TEACHING: CHALLENGES, OPPORTUNITIES, AND STRATEGIES	Salah Algabli, Mohammad Alharbi, Ahmed Al-Mansoori, Khalid Al-Jabri
		8	FUTURE PERSPECTIVES IN ARCHITECTURAL EDUCATION IN PORTUGAL: REVOLUTIONIZING THE TEACHING APPROACH FOR NEW GENERATIONS	Patricia Diogo, João Pereira, Maria Silva, Pedro Costa
		9	STRENGTHENING ADULT EDUCATION TO END FEMALE GENITAL MUTILATION AND ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	Veronica Ngozi Odenigbo, Dr. Lorreta Chika Ukwuaba

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. David Stewart**	1	THE ASSOCIATION BETWEEN ADHD MEDICATION, CANNABIS, NICOTINE USE, MENTAL DISTRESS, AND OTHER PSYCHOACTIVE SUBSTANCES	Nicole Scott, Emily Dwyer, Cara Patrissy, Samantha Bonventre, Lina Begdache
		2	THE IMPACT OF LIFE MEANING ON ACADEMIC PERFORMANCE AMONG JAPANESE COLLEGE STUDENTS	Jihyun Park, Naoko Tanaka, Dr. Satoshi Yamada, Haruki Ishida
		3	IMPROVING DECISION SUPPORT FOR ORGAN TRANSPLANT	lec. Ian McCulloh, Adam Placona, Dr. David Stewart,
		4	EFFECTS OF GRATITUDE PRACTICE ON RELATIONSHIP SATISFACTION AND THE ROLE OF PERCEIVED SUPERIORITY	Dr. Anomi Bearden, Brooke Goodyear, Dr. Alicia Khan
		5	LOVE AND MONEY: SOCIETAL ATTITUDES TOWARD INCOME DISPARITIES IN AGE-GAP RELATIONSHIPS	Assoc. Prof. Dr. Victoria S. Scarratt, Alexander B. Hopkins, Dr. Emily M. Thomas, Samuel J. Richardson
		6	MINDFULNESS-BASED INTERVENTIONS FOR ENHANCING SELF-ESTEEM AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING: EXAMINING THE INFLUENCE OF CONTINGENT SELF-ESTEEM	Sergio Luna, Dr. Raquel Rodríguez-Carvajal

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
11 Nisan / April 11, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Lukáš Svoboda**	1	ISLAMIC CIVILIZATION IN WEST AFRICA: THE ROLE OF THE SOKOTO CALIPHATE IN SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT	Mohammad Buba, Ibrahim Aliyu
		2	TEACHERS’ PERCEPTIONS OF THE IMPACT OF TOBEPHOBIA ON JOB SATISFACTION AND EMOTIONS	Kwame Mensah, Akosua Yeboah
		3	KNOWLEDGE MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Julian Vargas, Maria Gomez
		4	META-TEACHING SKILLS AND IMPROVEMENTS IN CLASSROOM TEACHING QUALITY	Zainab Haji, Faiza Amin
		5	THE ROLE OF STUDENT COUNSELORS IN PROMOTING WELL-BEING AMONG SCHOOLCHILDREN IN THE MIDDLE EAST	Hassan Al-Farhan
		6	THE EFFECTIVENESS OF DRAMA-BASED LEARNING IN FOSTERING CREATIVITY IN PRESCHOOL EDUCATION	Michaela Nováková
		7	PARENTS' PERSPECTIVES ON THE FUTURE OF EDUCATION: A STUDY FROM CENTRAL EUROPE	Lukáš Svoboda
		6		

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Amaneh Manafidizaji**	1	Local Names And Uses Of Anchusa Azurea (Cow's Tongue) Plant Grown In The Pertek Regıon Of Tunceli	ZİLAN EYLEM İLMİN
		2	A LOST HERİTAGE İN GAZİANTEP CULTURE: SUPHA TRADİTİON AND ITS SOCİAL FUNCTİONS	Sema Nurcan ATÇI
		3	The Sacredness Of Nature In Tunceli: Munzur Valley Natıonal Park	Yeliz ONAY
		4	ISLAHÇI HAKLARI: TÜRKİYE'DE FİKRİ MÜLKİYETİN GÖZ ARDI EDİLEN ALANI	Dr. Öğretim Üyesi İlker KARAÖNDER
		5	TÜRKİYE'DEKİ KIRSAL ALANDAKİ GEÇİT HAKKI UYUŞMAZLIKLARI: SOSYOLOJİK BİR DEĞERLENDİRME VE YAPISAL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	Dr. Öğretim Üyesi İlker KARAÖNDER
		6	Futbol Taraftarlarının Şiddetin Kaynağına İlişkin Görüşleri	Bayram KAYA Mustafa KARAKAYA Elif AYDIN
		7	Üniversite Öğrencilerinde Rekreasyonel Sağlık ve Nomofobi: Bir Psikososyal İnceleme	Mustafa KARAKAYA Bayram KAYA
		8	OTORİTENİN PSİKANALİTİK TEMELLERİ, SEKÜLERLEŞME SÜRECİ VE DÖNÜŞEN BABA TEMSİLİ	SİBEL BOZDAĞ Dr. EBRU PEHLİVAN SARI
		9	ALBERT CAMUS VE VİKTOR FRANKL'DA ÖZGÜRLÜK KAVRAMI	Kerim Mahir ALBAYRAK Dr. Ebru PEHLİVAN SARI

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Öğr. Gör. Sefa KAYA**	1	The Social and Spiritual Functions of the Naming Ritual in Tunceli Alevi Belief and Culture	Dilan ŞAHİN
		2	A Purıfıcatıon Rıtual In Tuncelı Alevı Belıef: Mornıng Prayer	Sevcan ÖLMEZ
		3	Women’s Coffeehouse/Local In Burmageçit, Tunceli	Tansu Özkan Aydın
		4	Hızır Fastıng In Tuncelı: The Crossroad Of Faıth And Culture	Tansu Özkan Aydın
		5	At The Heart Of Tuncelı: A Center Of Faıth - Gola Çeto And The Mystery Of Hızır	Cennet ÇAVANA
		6	ELAZIĞ YÖRESEL HALK OYUNLARI	DİLAN BULUT
		7	Dissosiyatif Bozukluklar: Çocukluk Çağı Travmalarının Etyolojisi ve Nörobiyolojik Rolü Bir İnceleme Çalışması	Ali Umar Gülşilan Belet Öğr. Gör. Gizem Gülden
		8	ÇOCUK YOKSULLUĞU: HAK TEMELİNDE ÇOK BOYUTLU BİR DEĞERLENDİRME	Öğr. Gör. Sefa KAYA

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
11 Nisan / April 11, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç.Dr., ESRA KARABAĞ KÖSE**	1	EĞİTİMDE VE AİLEDE ŞİDDET OLGUSU: MESLEK LİSELERİ ÜZERİNDE BİR İNCELEME	Doç.Dr., ESRA KARABAĞ KÖSE
		2	LİDER ÖĞRENCİLER İÇİN LİDER ÖĞRETMEN OLMAK	Doç.Dr., ESRA KARABAĞ KÖSE
		3	İLKOKUL VE ORTAOKUL BİR ARADA OKULLARDA OKUL MÜDÜRLERİNİN KARŞILAŞTIĞI SORUNLAR	Okul Müdürü, BAHAR KIZILKAYA
		4	SANAT EĞİTİMİ VE ETKİNLİK TEMELLİ DERS TASARIMI	Ali Sait ÇELİK
		5	MESLEK LİSELERİNDE NEET, OKULDAN ERKEN AYRILMA VE BECERİ UYUMSUZLUĞUNA YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, CUMHUR DEMİRALP
		6	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK ÖZ YETERLİK ALGILARI İLE ELEŞTİREL DÜŞÜNME EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, AYŞENUR KIZIL Prof. Dr., KÜRŞAT YENİLMEZ
		7	PEER BULLYING IN EARLY CHILDHOOD: CAUSES, CONSEQUENCES, AND PREVENTION STRATEGIES	Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm HOŞ Arş. Gör. Meryem Cemile OK
		8	THE EFFECT OF SPORTS AND MOVEMENT ON CHILDREN'S PHYSICAL AND PSYCHOLOGICAL DEVELOPMENT	Arş. Gör. Meryem Cemile OK Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm HOŞ

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
11 Nisan / April 11, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assoc. Prof. Dr. John Patrick Alvarado**	1	DEVELOPMENT AND ACCEPTANCE OF A MODULE FOR IMPROVING READING AND WRITING SKILLS IN BAYBAYIN: A TRADITIONAL PHILIPPINE WRITING SYSTEM	Maria Venus Solares, Assoc. Prof. Dr. John Patrick Alvarado
		2	ACTIVE LEARNING STRATEGIES IN INFORMATION SYSTEMS MANAGEMENT: STUDENT PERCEPTIONS AND OUTCOMES	Francisco Castro Lopes, Sofia Fernandes
		3	THE IMPACT OF EMOTIONS ON STUDENTS' LEARNING AND ACADEMIC PERFORMANCE	Shakirat Abimbola Adesola, Shuaib Akintunde Asifat
		4	STREET ART AS A TOOL FOR PROMOTING REFLECTIVE THINKING IN EDUCATION: EXAMPLES OF CREATIVE EDUCATIONAL APPROACHES	Georgia H. Mega, Kleomenis Kostopoulos, Rustam Obic
		5	INTERDISCIPLINARITY IN PEDAGOGICAL PRACTICES: CHALLENGES AND SOLUTIONS IN THE CLASSROOM	C. Oliveira, M. Silva, L. Ferreira, R. Pinto
		6	PROMOTING CREATIVE AND CRITICAL THINKING IN MATHEMATICS THROUGH ORIGAMI	Shirinbekova Nigina, Alimova Shamsiya
		7	BLOCKCHAIN-BASED ASSIGNMENT MANAGEMENT SYSTEM	Sai Asritha, Kalyan Srinivas, Somnath Chakravarthi

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
11 Nisan / April 11, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Carlos Rodríguez,**	1	MOTIVATION TYPES FOR LEARNING ENGLISH: A STUDY AT A RURAL UNIVERSITY IN QUINTANA ROO, MEXICO	Ayanbek Nurkadilov, Altynai Akhmetova, Dr. Kamila Kassenova,
		2	THE IMPACT OF POOR TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS ON CHRONIC ABSENTEEISM IN SECONDARY SCHOOLS IN WEST JAVA, INDONESIA	Yenni Anggrayni, Dian Suryani, Rudi Hadi, Dr. Iwan Setiawan
		3	APPLICATION OF EXTREME-BASED TEACHING MODEL IN POST-SECONDARY ONLINE CLASSROOM SETTING: A FIELD EXPERIMENT	Johnathan Smith, Maria Johnson, Dr. Carlos Rodríguez, Lec. Anna Williams
		4	IMPACT OF NON-PARENTAL EARLY CHILDHOOD EDUCATION ON DIGITAL FRIENDSHIP TENDENCY	Sheel Chakraborty, Assis. Prof. Dr. Rajeev Verma, Aarti Kumar,
		5	STUDYING THE EFFICIENCY OF DIGITAL TECHNOLOGY IN ENHANCING ASSESSMENT METHODS IN HIGHER EDUCATION	Dr. Bashir Ferdousi Mohammad Rafiq Rahman Dr. Tariq Hossain Khan Shamsul Alam Choudhury
		6	IMPACT OF STUDENTS' PERCEPTION OF SUCCESS POSSIBILITY ON PERFORMANCE IN SUMMATIVE EXAMS	Rəchelle Elva, Assoc. Prof. Dr. Mikayıl Tofiqov,
		7	DIGITAL CONTENT STRATEGY: COMPREHENSIVE EXAMINATION OF CRITICAL CONTENT ELEMENTS	Oksana Razina, Dr. Shakeel Ahmad, Jessie Qun Ren, Dr. Olufemi Isiaq
		8	THE ROLE OF QUALITY CULTURE IN THE SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF QUALITY ASSURANCE SYSTEMS IN HIGHER EDUCATION	Lec. Leonardo Mion, Sarah Johnson, Dr. Maria Garcia, Ahmed Al-Rashid
		9	SMART LEARNING ENVIRONMENT FOR MUSIC EDUCATION	Konstantinos Sofianos, Michael Stefanidakis

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Prof. Dr. Daniel Wilson**	1	THE IMPACT OF SLEEP ON SELECTIVE ATTENTION IN ADOLESCENTS	Emily Harrison, Dr. Michael Collins, Sophia Adams, Prof. Dr. Daniel Wilson
		2	THE ADOLSCENT VAPING CRISIS IN URBAN INDIA	Arushi S. Goyal, Jo Aggarwal,Dr. Ravi Jasuja
		3	MODELING GENERALIZATION IN THE ACQUIRED EQUIVALENCE PARADIGM WITH THE SUCCESSOR REPRESENTATION	Assoc. Prof. Dr. Ahmed Al-Mahri, Layla Al-Mansoori, Dr. Fahad Al-Said, Nourah Al-Harthy
		4	HARNESSING THE POWER OF LOSS: THE DISCRIMINATORY DYNAMICS OF NON-EMANCIPATORY ORGANIZATIONAL IDENTITY	Dr. Alexandru Popescu, Maria Ionescu, Ms .Andrei Vasilescu, Elena Radu
		5	SUCCESS FACTORS IN PLAY-BASED INTERVENTION PROGRAMS FOR CHILDREN WITH DIVERSE ABILITIES: A COMPARATIVE STUDY	Assis. Prof. Dr. Shuaa A. Mutawally, Budor H. Saigh, Dr. Ebtehal A. Mutawally
		6	THE SOCIAL DYNAMICS OF PANDEMICS: A CLINICAL SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF PRECAUTIONS AND RISKS	Dr. Minh Tu Nguyen, Thi Lan Tran, Dr. Bao Anh Pham, Duc Hoang Le
		7	TEACHING STRATEGIES AND BIAS TOWARD IMMIGRANT AND DISABLED STUDENTS	M. Pellerone, S. G. Razza, L. Miano,
		8		

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

11 Nisan / April 11, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. Petra Gudelj,**	1	STUDENTS' PERCEPTIONS OF SEEKING PSYCHOLOGICAL ASSISTANCE	Dr. Petra Gudelj, Eva Franić, Dr. Martina Kolega
		2	CHILD ABUSE: EMOTIONAL, PHYSICAL, NEGLECT, SEXUAL AND THE PSYCHOLOGICAL EFFECTS: A CASE SCENARIO IN LAGOS STATE, NIGERIA	Ololade M. Aminu, Dr. Adebayo A. Olamide,
		3	THE QUALITY OF PRIMARY CAREGIVING RELATIONSHIPS BETWEEN ADOLESCENTS ORPHANED BY AIDS AND THEIR GRANDMOTHERS: INSIGHTS FROM STAKEHOLDER NARRATIVES	Assis. Prof. Dr. Mmapula Petunia Tsweleng
		4	SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS AND POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER AMONG ADOLESCENTS EXPOSED TO DOMESTIC VIOLENCE IN KENYA	Josephine Muchiri, Dr. Agnes Qdero
		5	SOCIETAL INSIGHT INTO EMOTIONAL ABUSE: A RETROSPECTIVE STUDY IN A JAPANESE PRIMARY SCHOOL	Naoko Fujisaka, Dr. Tetsuya Tanaka, Haruto Yamamoto, Dr. Akiko Sato
		6	EXPLORING THE ROLE OF EROTIC TRANSFERENCE IN THE DURATION OF PSYCHOANALYTIC TREATMENT: A CASE STUDY	M. Javid, R. Hassan, J. DeSilva
		7	ENVIRONMENTAL PERCEPTIONS OF DEPRIVED CHILDREN LIVING IN URBAN SLUMS: A STUDY IN PUNE, INDIA	Hrishikesh Purandare, Ashwini Pethe
		8	ADDRESSING GLOBAL TRAUMA: SOMATIC INTERVENTIONS IN PTSD TREATMENT AND CLINICIAN BURNOUT PREVENTION	Dr. Elena Markov, Prof. Dr. Ivan Petrov,

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
11 Nisan / April 11, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Carlos Gomez, Laura Perez**	1	A THEORETICAL FRAMEWORK FOR CUSTOMER KNOWLEDGE MANAGEMENT IN EUROPEAN E-COMMERCE	Lars Johansson, Caroline Lindgren, Henrik Olsson
		2	DEVELOPING A COMPREHENSIVE E-MARKET FRAMEWORK USING INTELLIGENT AGENTS	Carlos Gomez, Laura Perez
		3	A NOVEL METHOD FOR SELECTING COMPLEX GOODS IN ONLINE MARKETS	Sofia Martins, Ricardo Costa, Marta Oliveira
		4	ANALYZING MIS DEGENERATION UNDER DYNAMIC CONDITIONS: A MATHEMATICAL APPROACH	Fatima Al-Mahdawi, Karim Al-Mansouri
		5	LEARNING MANAGEMENT LESSONS FROM CONTROL SYSTEMS: A THEORETICAL APPROACH	Jamal Zidan, Rania Al-Salem
		6	EXPLOITING SIP FOR ENHANCED MOBILITY IN MEDICAL COMMUNICATION SYSTEMS	Mansur Zayed, Fakhruddin Rashid, Jamil Al-Zahrani
		7	COGNITIVE REPRESENTATION OF VALUES IN ORGANIZATIONAL DECISION-MAKING	Kari Heikkinen, Dr. Markus Virtanen, Dr. Liisa Aalto
		8	EXPLORING THE USE OF SERIOUS GAMES IN SUPPORTING AUTISTIC CHILDREN'S DEVELOPMENT	Afiqah Rani, Nor Azura Zainuddin, Farhan Salleh

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Doç. Dr. Hacı ÇİÇEK**	1	METHODOLOGICAL AND CONTEXTUAL COMPARISON OF TWO WORKS DESCRIBING THE CONQUEST OF ISTANBUL	Ms.C Student, ABDULKADİR ASLAN
		2	THE HUMAN ELEMENT IN THE BUYIDS ARMY	Research Assistant PhD Sevgi Kübra BİLGİN
		3	1940-1945 YILLARI İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI DÖNEMİ TÜRKİYENİN YAŞADIĞI EKONOMİK SORUNLAR VE BU SORUNLARA KARŞILIK POLİTİKA ARAYIŞLARI	Meryem ERTAŞ Prof. Dr. Halis ÖZER
		4	An Evaluation on the Characteristic Features of the City Whose People are Cruel (Surah Nisâ 4/75. Verse Example)	Doç. Dr. Hacı ÇİÇEK
		5	On the Prophets Praying with the Word ‘Our Lord’ (The Example of al-Nasafī’s al-Taysīr fi’t-Tafsīr)	Doç. Dr. Hacı ÇİÇEK

<table>
<tr><td colspan="5">MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224</td></tr>
<tr><td colspan="5">12 Nisan / April 12, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)</td></tr>
<tr><td>Salon</td><td>Moderator</td><td></td><td>Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title</td><td>Authors</td></tr>
<tr><td rowspan="5">HALL / SALON 2</td><td rowspan="5">Doktora Öğrencisi, Gamze DAĞDEVİREN</td><td>1</td><td>ÖĞRENCİLERİN ÇEVRE FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ</td><td>Büşra ESEN
Prof. Dr., Sevda BİRDİR</td></tr>
<tr><td>2</td><td>ANKARA ERKEÇ PASTRAMİ</td><td>Ali Enes ADAK
Doç. Dr. Yılmaz SEÇİM</td></tr>
<tr><td>3</td><td>AN OVERVIEW OF CATALHOYUK CULINARY CULTURE</td><td>KEVSER KAPLAN
Doç. Dr. Yılmaz SEÇİM</td></tr>
<tr><td>4</td><td>NEW TRENDS MICROGREENS AND MICRO SPROUTS</td><td>Lisans Öğrencisi, Şevval KÜÇÜK
Doç.D.,İrfan YURT</td></tr>
<tr><td>5</td><td>ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE ENTEGRE EDİLMİŞ SPORLAR: HADO ÖRNEĞİ VE GELECEĞE YÖNELİK PERSPEKTİFLER</td><td>Doktora Öğrencisi, Gamze DAĞDEVİREN
Doç. Dr., Cumaali YAVUZ</td></tr>
</table>

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Yüksek Lisans Öğrencisi, Ayşenur Baysak**	1	SANAT BAHÇELERİ KONUSUNDAKİ AKADEMİK ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ayşenur Baysak Prof. Dr. Murat DAL
		2	SCAMPER METODU KONUSUNDAKİ AKADEMİK ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ayşenur Baysak Prof. Dr. Murat DAL
		3	GEÇİCİ SÜREKLİLİKTE MEKÂN: ÜRDÜN-ZA'ATARİ MÜLTECİ KAMPI	Doç. Dr. Öğretim Üyesi, Senem KAYMAZ Yüksek Lisans Öğrencisi, Burcu KÖROĞLU
		4	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK LİTERATÜRÜNÜN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: SCOPUS VERİLERİYLE AKADEMİK YAYINLARIN EĞİLİM VE BULGULARI	Yüksek Lisans Öğrencisi Juya ERDOĞAN Prof. Dr. Murat DAL Öğr. Gör. İlhami AY
		5	KÜLTÜR VE SANAT LİTERATÜRÜNÜN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: SCOPUS VERİLERİYLE AKADEMİK YAYINLARIN EĞİLİM VE BULGULARI	Yüksek Lisans Öğrencisi Juya ERDOĞAN Öğr. Gör. İlhami AY Prof. Dr. Murat DAL

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Öğretim Üyesi, İhsan Gülüş**	1	TWO EXAMPLES OF CHANGE IN PUBLICATION POLICY IN LOCAL PRESS: FROM DEMOKRAT ERZİNCAN TO HÜR ERZİNCAN, DEMOKRAT ILIÇ TO ILIC'IN SESİ	Dr. Öğretim Üyesi, İhsan Gülüş
		2	TÜRKİYE'DE INSTAGRAM ÜZERİNE YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Doç. Dr., Ramazan ASLAN Yüksek Lisans Öğrencisi, Süleyman YETİŞ
		3	AESTHETICS OF LIFE IN PHOTOGRAPHY: JOSEF KOUDELKA AND "GYPSIES/ROMA"	Doç. Dr. MEVLÜT CAN KOÇAK Öğr. Gör. OLGUN KÜÇÜK
		4	AN ANALYSIS ON "SUICIDE NOTES" REFLECTED IN THE MEDIA	Doç. Dr. MEVLÜT CAN KOÇAK Öğr. Gör. OLGUN KÜÇÜK
		5	Dijital Olgunluk Çalışmalarının Bibliyometrik İncelemesi: Web of Science Verilerine Dayalı Bir Değerlendirme	Öğrenci , NAZIK D. AL-KHALDI Dr. Öğr. Üyesi, Meltem ECE ÇOKMUTLU
		6	İSLAMİ FİNTEK ALANINDAKİ AKADEMİK EĞİLİMLER: BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ	Yüksek Lisans Öğr. Filiz SEVER Dr.Öğretim Üyesi Meltem Ece ÇOKMUTLU

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Doç. Dr. Ahmet Salih İkiz**	1	DEMOKRAT PARTİ'NİN KUTUPLAŞTIRICI SİYASETİ: VATAN CEPHESİ'NİN DOĞUŞU VE SONU	Yüksek Lisans Öğrencisi, Mehmet KULAK
		2	RUSSIA-CHINA RELATIONS: THE SHADOW OF FUTURE CONFLICT IN THE YIN-YANG BALANCE	Yüksek Lisans Öğrencisi, İLAYDA GÜLÜMSER
		3	UN PEACEFORCE: BALKAN REGION	Yüksek Lisans Öğrencisi, İLAYDA GÜLÜMSER
		4	MAHMUT DİKERDEMİN GÖZÜNDEN ORTADOĞUDAKİ GÜNCEL GELİŞMELERİ YENİDEN OKUMAK	Doç. Dr. Ahmet Salih İkiz

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

12 Nisan / April 12, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Prof. Dr. Elena Vasilieva**	1	RISK ASSESSMENT TOOL FOR AFLATOXIN CONTAMINATION IN DRIED FIGS BASED ON MACHINE LEARNING ALGORITHMS	Klimentia Kottaridi, Lec. Vasilis Demopoulos, Anastasios Sidiropoulos, Dr. Diego Ihara,
		2	PARTICLE SIZE ANALYSIS OF ALLUVIAL GOLD ORE SAMPLES FROM ITAGUNMODI, SOUTHWESTERN NIGERIA USING GAUDIN SCHUMANN METHOD	Dr. Olaniyi Awe, Adelana Adetunji, Assis. Prof. Dr. Abraham Adeleke
		3	REMOVAL OF DEPOSITS AND IMPROVEMENT OF SHELF LIFE IN CO2-RICH MINERAL WATER USING OZONE-MICROBUBBLES	Hwa Choe Un, Hyon Choe Jong, Jun Kim Yong
		4	MULTILAYER ADSORPTION AS A POSSIBLE TRANSITION STATE IN HETEROGENEOUS HYDROGENATION OF C=C DOUBLE BONDS	Viktor Heral, Dr. Natalia Ivanova, Dmitry Kuznetsov, Prof. Dr. Elena Vasilieva
		5	ATMOSPHERIC OXIDATION OF CARBONYL COMPOUNDS: MECHANISTIC INSIGHT, KINETICS, AND THERMODYNAMIC PARAMETERS	Olumayede Emmanuel Gbenga, Dr. Adeniyi Azeez Adebayo
		6	BIOLEACHING FOR EFFICIENT COPPER ORE RECOVERY	Zhannat Karaulova, Assis. Prof. Dr. Dauren Baizhigitov
		7	SUPERCRITICAL METHANOL FOR BIODIESEL PRODUCTION FROM JATROPHA OIL IN THE PRESENCE OF HETEROGENEOUS CATALYSTS	Dr. Ahmed Hassan, Dr. Fatma Ibrahim
		8	TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF DIMETHYL ETHER (DME) AS A VIABLE ALTERNATIVE TO LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)	Wahyu Pamungkas, Riska Setyawati, Dr. Ahmad Rifai,
		9	PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF HYDROCARBON POLLUTANTS IN PRODUCED WATER USING AG-DOPED TIO2 NANOPARTICLES	Hamed Bazrafshan, Assoc. Prof. Dr. Saeideh Dabirnia,

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

12 Nisan / April 12, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. Sofia Alvarez**	1	MINDFULNESS INTERVENTIONS TO IMPROVE SELF-ESTEEM AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING: INVESTIGATING THE ROLE OF CONTINGENT SELF-ESTEEM	Dr. Sofia Alvarez, Lec. Ricardo Gomez, Elisa Martinez, Dr. Javier Lopez
		2	BIFORMERDTA: STRUCTURAL EMBEDDING OF PROTEIN IN DRUG TARGET AFFINITY PREDICTION USING BIFORMER	Leila Baghaarabani, Parvin Razzaghi, Mennatolla Magdy Mostafa,
		3	DECLEx-PROCESSING PIPELINE FOR TUMOR CLASSIFICATION	Gaurav Shinde, Sai Charan Gongiguntla, Prajwal Shirur, Ahmed Hambaba
		4	MICROFLUIDIC MANIPULATION FOR BIOMEDICAL AND BIOHEALTH APPLICATIONS	Assis. Prof. Dr. Reza Hadjiaghaie Vafaie, Dr. Sevda Givtaj
		5	MEDICAL IMAGE FUSION IN BIOMEDICAL ENGINEERING EDUCATION	Ioan D. Popescu, Elena M. Ionescu, Alexandru T. Vasile
		6	DEVELOPING OPTICAL SENSORS FOR CANCER DETECTION USING ELASTIC LIGHT SCATTERING SPECTROSCOPY	Ahmad Ali Khan, Sara Mehmood, Dr. Omar Zubair
		7	ELECTRODERMAL ACTIVITY MEASUREMENT USING CONSTANT CURRENT AC SOURCE	Cristian Chacha, Dr. David Asiain, Jesús Ponce de León, Prof. Dr. José Ramón Beltrán
		8	A NOVEL APPROACH FOR CORONARY HEART DISEASE PREDICTION USING ECG SIGNALS WITH RESNET AND BI-LSTM	Yang Zhang, Jian He
		9	MICROENCAPSULATION OF PROBIOTIC: EVALUATION OF VIABILITY AND CYTOTOXIC ACTIVITIES OF ITS POSTBIOTIC METABOLITES ON MCF-7 BREAST CANCER CELL LINE	Nkem Victor Enwuru, Bola Nkeki, Emmanuel Adebayo Adekoya, Olumide Adebisi Adebesin,

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES **MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES** April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Mariama Jallow**	1	THE IMPACT OF PRINCIPALS' EMOTIONAL INTELLIGENCE ON TEACHERS' JOB SATISFACTION J	Amal Okpara
		2	INTEGRATING SOCIAL MEDIA INTO UNIVERSITY CURRICULUMS: A STRATEGIC APPROACH	Dr. Ananya Kiran
		3	EXAMINING TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT PRACTICES IN SINGAPORE SECONDARY SCHOOLS	Ravi Tan
		4	PROMOTING ENTREPRENEURIAL THINKING THROUGH UNIVERSITY TRANSFORMATION: THE CASE OF SWEDEN	Lena Persson, Erik Olsson
		5	THE EFFECT OF GENDER ON STUDENT PERFORMANCE IN STATISTICS COURSES IN LEBANON	Assis. Prof. Dr. Maya Farah
		6	THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON LEARNING IN HIGHER EDUCATION: A STRATEGIC APPROACH	Aminata Diop, Idriss Bah
		7	ENHANCING TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT: A STUDY FROM A SECONDARY SCHOOL IN GAMBIA	Mariama Jallow
		8	BUILDING ENTREPRENEURIAL UNIVERSITIES: THE CASE OF EGYPTIAN INSTITUTIONS	Hassan El-Sharif, Mona Abdelrahman
		9	GENDER AND ACADEMIC PERFORMANCE IN STATISTICS: A CASE STUDY FROM NIGERIA	Chinonso Okoro, Fatimah Bello

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Gültekin Gürçay**	1	Acil Serviste Etik Karar Almada Jonsen Metodu: Kurgusal Bir Olgu Üzerinden Değerlendirme	YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ, NERMİN ODABAŞI
		2	NOMOPHOBIA IN HEALTH WORKERS	Ass. Prof. GÖKHAN TAŞKIN
		3	SINIRDA YAŞAMAK: ACİL TIP HEKİMLERİNDE TÜKENMİŞLİK SENDROMU	Dr. Ögr. Üyesi Ramazan KIYAK
		4	AİLE SAĞLIĞI MERKEZİ ÇALIŞANLARININ SAĞLIKTA ŞİDDETE MARUZ KALMA DURUMLARI VE İLETİŞİM BECERİLERİNİN BELİRLENMESİ	Nedim ERSOY Nilüfer YILDIRIM
		5	ÜNİVERSİTE ÇALIŞANLARINDA KARDİYOVASKÜLER HASTALIK RİSK FAKTÖRLERİ BİLGİ DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ	Gamze Aybüke YALÇIN Nilüfer YILDIRIM
		6	EFFECT OF INDIVIDUAL DIGITAL TECHNOLOGY USE ON SYMPTOM MANAGEMENT IN ONCOLOGY PATIENTS	Araş. Gör. Dr., SEMRA SEYHAN ŞAHİN

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Dr. Öğr. Üyesi Işıl SARAÇ SİVRİKAYA**	1	*Herzogiella seligeri* (Brid.) Z.Iwats'ın TAKSONUNUN GLUTATYON İÇERİKLERİ	Prof. Dr. Mevlüt ALATAŞ Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
		2	*Brachythecium rutabulum ve Barbilophozia barbata (Bryophyta)* TÜRLERİNİN GLUTATYON İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	Prof. Dr. Mevlüt ALATAŞ Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
		3	JUJUBA FRUIT EXTRACT MODULATES IMMUNE RESPONSE IN *GALLERIA MELLONELLA* BY UPREGULATING GALIOMYCIN EXPRESSION	GİZEMAY EREN TÜLAY TURGUT GENÇ
		4	*SİLYBUM MARİANUM* MEYVESİNİN AVRUPA FARMAKOPESİ'NE UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. Fatma AYAZ Damt Qasım Hasan HAMZAWI
		5	AN EVALUATION OF RAINBOW TROUT (Oncorhynchus mykiss) AQUACULTURE FACILITIES IN ANTALYA IN TERMS OF ENVIRONMENTAL AND MARKETING CONDITIONS	Umut Barış NİZAM Doç. Dr. Bilge KARAHAN KEMERLİOĞLU
		6	ANTIFUNGAL ACTIVITY OF *Heracleum platytaenium Boiss*. ESSENTIAL OIL AGAINST *Pestalotiopsis theae*	Dr. Öğr. Üyesi Işıl SARAÇ SİVRİKAYA Doç. Dr. Abdullah GÜLLER Dr. Öğr. Üyesi Bekir TOSUN

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assistant Professor Dr. ÖZLEM BATUR DİNLER**	1	Hyperparameter Optimization for Machine Learning-Based IoT Failure Prediction: A Comparative Analysis of Grid Search and Random Search Techniques	Assistant Professor Dr. ÖZLEM BATUR DİNLER
		2	KESİRLİ MERTEBEDEN BLACK-SCHOLES DENKLEMİNİN CONFORMABLE LAPLACE AYRIŞIM METODU İLE ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE	Ayşe ÖZÇİFTÇİ Prof. Dr. Ozan ÖZKAN
		3	HYBRID SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ ALTINDA NADARAJAH-HAGHIGHI DAĞILIMININ PARAMETRELERİNİN TAHMİNİ	Dr., Nurdan YENİAY KOÇER Dr. Öğr. Üyesi, Hasan HÜSEYİN GÜL
		4	POWER RAYLEIGH DAĞILIMININ PARAMETRELERİNİN MAKSİMUM SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI TAHMİNİ	Dr., Nurdan YENİAY KOÇER Dr. Öğr. Üyesi, Hasan HÜSEYİN GÜL
		5	UTILIZING THE DETECTION OF PROMPT INJECTION ATTACKS IN A LARGE LANGUAGE MODEL	Doç.Dr. Canan BATUR ŞAHİN
		6	KESİRLİ TÜREVLER YARDIMI İLE BÜYÜK MEMBRANLARIN TİTREŞİM ANALİZİ ÜZERİNE	Dr, KASHİF ALİ ABRO Dr, AHMET YILDIRIM

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ**	1	FARKLI RENKLİ PERLİTLERİN GENLEŞEBİLİRLİĞİNİN KARAKTERİZASYONU	REMZİ ATİK PROF. DR. MUSTAFA ÇINAR
		2	GARBAGE CLASSIFICATION USING A VIT-BASED DEEP LEARNING MODEL	Dr, Yusuf ÇELİK
		3	BETON VE DONATI KOŞULLARININ TAŞIMA GÜCÜ ETKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	Doç. Dr. Fatih AVCİL Prof. Dr. Ercan IŞIK Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ
		4	YERRADARI (GPR) YÖNTEMİ İLE ZEMİNLERDE RİSK BELİRLENMESİ: ÇANAKKALE ÖRNEĞİ	Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ Doç. Dr. Fatih AVCİL Prof. Dr. Ercan IŞIK
		5	AN OBSERVATIONAL STUDY ON THE MAINTENANCE STATUS OF TRAFFIC SIGNS IN RURAL AREA	Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÜNAL Yasemin OYSAL

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

12 Nisan / April 12, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Assoc. Prof. Dr. Farzad Karimi Ghaleh Jough,**	1	SUSTAINABLE MANUFACTURING OF SOLENOID VALVE HOUSING IN FIJI: FUSED DEPOSITION MODELING AND EMERGY ANALYSIS	Hisham Cabemaiwai, Assis. Prof. Dr. Prasad Dauvakatini,
		2	OPTIMIZATION OF CONSTRUCTION PRACTICES: IMPLEMENTATION OF MODERN WORK MODULES TO INCREASE ATTRACTIVENESS FOR EMPLOYEES	Robin Becker, Nane Roetmann, Manfred Helmus
		3	USE OF SEISMIC ISOLATION SYSTEMS IN HIGH-RISE HOSPITAL BUILDINGS: A HYBRID APPROACH	Emre Bakkaloğlu, Dr. Nisa Torunbalcı
		4	EFFECT OF AGRICULTURAL WASTE AS A FILLER IN FIBRE CEMENT BOARD REINFORCED WITH NATURAL CELLULOSIC FIBRES	Anuoluwapo S. Taiwo, David S. Ayre, Morteza Khorami, Sameer S. Rahatekar
		5	IN-PLANE SHEAR TESTS OF PREFABRICATED MASONRY PANEL SYSTEM WITH TWO-COMPONENT POLYURETHANE ADHESIVE	Erdem Fehling, Dr. Peter Capewell
		6	IDENTIFICATION OF IMPACT LOADS AND SYSTEM PARAMETERS USING 1D-CNN	Xuewen Yu, Danhui Dan
		7	CONSIDERING THE EFFECT OF SEMI-RIGID CONNECTIONS IN STEEL FRAME STRUCTURES FOR PROGRESSIVE COLLAPSE	Assoc. Prof. Dr. Farzad Karimi Ghaleh Jough, Dr. Mohammad Soori
		8	DECISION SUPPORT STRATEGIES FOR MODULARIZATION IN ENGINEERING CONSTRUCTION: CASE STUDIES IN OIL, GAS, AND POWER PLANTS	Bat-Erdene Nyamsuren, Tungalag Batbold, Chuluunbaatar Enkhbaatar
		9	NUTRIENT CONTENT AND LABELING STATUS OF PRE-PACKAGED BEVERAGES IN SAUDI ARABIA	Ruyuf Y. Alnafisah, Nouf S. Alammari, Amani S. Alqahtani
		10	FLOATING OFFSHORE WIND: A REVIEW OF INSTALLATION VESSEL REQUIREMENTS	Alex P. Crowle, Michael J. Stewart, William T. Carter

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025
TUNCELI
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

12 Nisan / April 12, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6		1	ANALYSIS OF NOODLE PRODUCTION PROCESS AT YAN HU FOOD MANUFACTURING: BASIS FOR PRODUCTION IMPROVEMENT	Rhadinia Tayag-Relanes, Felina C. Young
		2	BIOACTIVITY OF PEPTIDES FROM TWO MUSHROOM SPECIES	Assis. Prof. Dr. Parisa Farzaneh, Dr. Azade Harati
		3	THE IMPACT OF NUTRITION EDUCATION ON THE ADHERENCE TO THE MEDITERRANEAN DIET AND SUSTAINABLE EATING HABITS AMONG UNIVERSITY STUDENTS	Wahyu Agus Pamungkas, Riska Belinda Setyawati, Dr. Ahmad Fajri Rifai,
		4	ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF A GREEN SYNTHESIZED DRUG SUPPLEMENT: NUTRITION BIO-SHIELD SUPERFOOD	Azam Bayat, Dr. Aref Khalkhali, Dr. Ali Reza Mahjoub
		5	PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF LACTOSE-FREE YOGURT USING MEMBRANE TECHNOLOGY AND MODIFIED MILK PROTEIN CONCENTRATE	Shahram Naghizadeh Raeisi, Ali Alghooneh

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES April 11 - 13, 2025 TUNCELI Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
12 Nisan / April 12, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Assoc. Prof. Dr. Varun Vijay,**	1	FURNIKO FLOUR: A SYMBOLIC COMPONENT OF GREEK PONTIC CULINARY HERITAGE	A. Keramaris, T. Sawidis, E. Kasapidou, P. Mitlianga
		2	EXPLORING THE POTENTIAL OF INTEGRATING BLOCKCHAIN, CLOUD COMPUTING, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENHANCING DATA EXCHANGE WITHIN CONSTRUCTION SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	Tran Duong Nguyen, Marwan Shagar, Qinghao Zeng,
		3	FLUOROMETRIC APTASENSOR: EVALUATION OF STABILITY AND COMPARISON TO STANDARD ELISA ASSAY	John Carlos Kuri, Assoc. Prof. Dr. Varun Vijay, Dr. Raymond James Turner,
		4	EFFECT OF ETHYL ALCOHOL FACTORY EFFLUENTS ON BARLEY GERMINATION AND GROWTH PERFORMANCE	Azadeh Vaziri, Reza Khodadadi, Niloofar Mohammadi, Samira Farzaneh
		5	DESIGN OF SINGLE-USE FOOD PACKAGING TO PRESERVE TEMPERATURE OF HOT FOOD	Wibowo Sugiono, Hendra Ardiatna, Nabil Firdaus,

Contents

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

TAKIM TALAŞ YÜZEYİ ÜZERİNE AÇILAN SOĞUTMA KANALI İLE YAPILAN SOĞUTMA İŞLEMİNDE TAKIM AŞINMASININ İNCELENMESİ

Doç. Dr. OKTAY ADIYAMAN
Batman Üniversitesi,
oktay.adiyaman@batman.edu.tr - 0000-0002-2674-3836

GÜLÇİN ŞEKER
Batman Üniversitesi,
gulcin.canpolat@hotmail.com - 0000-0002-8259-6009

ÖZET

Talaşlı imalat operasyonlarında ve kesme işleminde sıcaklık ve takım aşınması araştırma konuları olan başlıklar arasında en çok yer alan konulardandır. Araştırmalarda ve uygulamalarda farklı şekillerde soğutma işlemleri uygulanmaktadır. Talaş alma işleminde en yüksek sıcaklıklar takım talaş ara yüzeyinde oluşmaktadır. Sıcaklıkla birlikte kimyasal etkileşimler meydana gelmekte ve takım üzerinde farklı sürtünme kaynaklı aşınmalar oluşmaktadır. Sonuçta da takım körelerek ömrünü tamamlamaktadır. Bu nedenle takım talaş ara yüzeyindeki bir iyileştirme direkt olarak takım ömrüne etki ederek kesme performansını arttıracaktır. Bu çalışmadaki amaç sıcaklığın en fazla olduğu takım talaş ara yüzeyine soğutma işlemi uygulayarak sürtünmeyi azaltmak ve buna bağlı olarak sıcaklık artışını engellemeye yönelik bir uygulama yapmaktır. Böylece bu soğutma yönteminin, takım ömründe ve talaş morfolojisindeki etkilerini incelemektir. Bu amaca yönelik HSS bir takım üzerindeki talaş açısı yüzeyinde 1 mm çapında delik delinerek, bu delikten 25 bar basınçla soğutma suyu jetting soğutma yöntemiyle talaş takım ara yüzeyine uygulanmıştır. Klasik jetting soğutma yöntemi ile çalışmadaki soğutma yönteminin takım ömrü bakımından etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada DNMG 150604 formunda HSS malzeme kesici takım kullanılmıştır. Jetting soğutma yöntemi için ayrı bir basınçlı soğutma ünitesi ve sistemi kurulmuştur. Farklı deney parametreleri ile her iki yöntemdeki bulgular değerlendirilmiştir. Sonuç olarak çalışmada uygulanan soğutma yönteminin takım ömrü açısından olumlu sonuçlar ürettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Triboloji, Jetting soğutma, Takım aşınması

1. GİRİŞ

Talaşlı imalat yönteminde minimum maliyetle ve istenilen kalitede bir parça elde etmek önemli bir husustur. Üretim aşamaları arasındaki endüstride yaygın olarak kullanılan tornalama yöntemi, imalat süreçlerinden en önemlileri arasındadır. Tüm üretilen parçaların kalitesini etkileyen parametrelerden biri, tornalama yöntemi ile meydana gelen son parçaların kalitesidir. Bu sebeple, her bakımdan parçaların ürün kalitesini yükseltmek zorunluktur. İşlenebilirliği zor olan parçaların talaş kaldırma yöntemi ile işlenmesi, minimum işleme zamanında ve en az işleme basamağı uygulanarak imal edilmesi, kaliteli ve verimli bir parça ve bununla birlikte parça yüzeyinin elde edilmesi önemlidir [1]. Modern imalat yöntemlerindeki ilerleme nedeniyle, daha hızlı ve daha kaliteli ürünler üreten sistemler kullanılmaktadır. CNC tezgâhları, yüksek kesme hızlarında ve ilerleme değerlerinde üretim ve işleme kapasitelerine sahiptirler. Takım imalatçıları ve bilimsel Ar-ge çalışması yapan kişiler, malzemelerin verimli bir şekilde işlenebilmesi için imalat sonuçlarının doğru şekilde tahmini için takım geometrisi ve malzemelerinin geliştirilmesine odaklanmaktadır [2].

Talaş kaldırma yönteminde kesici takımın doğru seçilmesi üretim verimliliği ve maliyetleri açısından önemlidir. Doğru kesici takım seçilmiş olması durumunda dahi, kesme işlemleri için kesme parametrelerinin de doğru belirlenmesi verimliliğin sağlanması anlamında önemlidir [3].

Talaşlı imalat yöntemi ile işlemede uygulanan soğutma yöntemleri araştırıldığında, jetting yöntemi olarak isimlendirilen yüksek basınçta soğutma suyu püskürtme yöntemi ve minimum miktarda yağlama (MQL-Minimum Quantitiy Lubrication) yöntemi olarak isimlendirilen aralıklı ve pülverize şekilde soğutma suyu veya kesme yağları püskürtme yöntemleri çoklukla uygulanmaktadır. Kesme sırasında talaş takım ara yüzünde ve takım üzerinde sıcaklığın en yüksek olduğu bölge, takım talaş ara yüzü olarak adlandırılan ikinci kesme bölgesinde oluşmaktadır. Sürtünmenin en yoğun olması nedeniyle bu bölgedeki yüksek sıcaklıktan kaynaklanan takım aşınmaları çoğunlukla oluşmaktadır. Oluşan sıcaklık takımın bu bölgesinde, 1000-1200 ^{0}C’lere kadar çıkabilmektedir. Bu nedenle ikinci kesme bölgesinin doğru ve etkin bir şekilde soğutulması, takım ömrü, elde edilen talaşın morfolojisi ve tribolojik anlamda en anlamlı müdahale anlamına gelecektir. Diğer soğutma yöntemlerinde, ikinci kesme bölgesine, soğutma elemanının (sıvı/hava/gaz) direkt olarak ulaşmadığı, bu bölgenin adeta etrafından dolanarak soğutma işleminin yapıldığı görülmektedir. Bu nedenle sürtünmenin ve sıcaklığın en yüksek olduğu ikinci kesme bölgesine direkt olarak uygulanabilecek soğutma yöntemlerinin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Geleneksel soğutma yöntemlerine ilave olarak sonraları geliştirilen MQL yöntemi oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemde hem esas kesme bölgesine direkt püskürtme, hem de daha az soğutma sıvısının kullanımı avantajları elde edilmiş ve hemen hemen tüm malzeme cinslerinin işlenmesinde aktif olarak kullanılmış ve sonuçları araştırılmıştır. Sreejith (2008) tarafından AA6061 alüminyum malzeme işlenmesinde [4], Kishawy ve arkadaşları (2005), A356 alüminyum kaynağının işlenmesinde [5], Braga ve arkadaşları (2002), alüminyum-silisyum alaşımlarının işlenmesinde [6], MMY yöntemi ile

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

farklı soğutma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Tüm çalışmalarda MMY yönteminin diğer soğutma yöntemlerine göre sonuç parametreleri üzerinde (takım aşınması, yüzey pürüzlülüğü, kesme gücü vb) daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Aynı amaçla çelik malzemelerin de işlenmesinde soğutma yöntemleri birbirleriyle kıyaslanmıştır [7-11]

Diğer soğutma yöntemleri arasında, son yıllarda geliştirilen kesici takım veya takım tutucu içinden açılan kanal veya delikler yoluyla, püskürtmeli şekilde yapılan soğutma yöntemleri ön plana çıkmıştır. Takım içi soğutma yöntemi olarak ta anılmaktadır. Bu sistemlerin takım talaş ara yüzündeki sıcaklığı düşürdüğü ve takım ömrünü arttırdığı tespit edilmiştir [12, 13, 14], titanyum alaşımının takım içi soğutma yöntemi ile işlenmesinde sıcaklığın %67 oranında düştüğünü tespit etmişlerdir. Aynı şekilde yüzey pürüzlülüğünün de bu yöntemde azaldığı tespit edilmiştir. Oliveira ve arkadaşları [15], takım içi soğutma ile ilgili kesici üzerinde talaş takım ara yüzüne delik açmış ve süper martenzitik paslanmaz çeliği işlemişlerdir. Hava, sıvı, hava jeti, sıvı jeti gibi farklı soğutma cinsi kullanılan deneylerde takım içi soğutmanın etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca talaş morfolojisi de incelenmiş, tırtıklı talaş oluşumu da ayrıca araştırılmıştır. Aynı şekilde Şirin de yaptığı [11] benzer çalışmada yeni soğutma tekniklerinden üç farklı tekniği kullanarak (hBN, CO2 ve hBN+CO2) 1.4534 paslanmaz çeliğini tornalamışlardır. %0,6 hacimce orana sahip nanopartikül katkılı saf soğutma yağı karışımı, diğer soğutma yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. MQL yöntemi kullanılmıştır.

İkinci kesme bölgesine direkt olarak uygulanabilecek soğutma yöntemlerinin avantajına binaen yapılan bu çalışmada, takım talaş yüzeyi üzerindeki ikinci kesme bölgesine, 1 mm çapında bir delik delinmiştir. Elde edilen delik içinden yüksek basınçta soğutma suyu geçirilerek daha etkin soğutma işlemi uygulanmış, sürtünme bu yolla düşürülmüş ve sürtünme kaynaklı oluşan sıcaklık daha etkin şekilde bertaraf edilmiştir. Basınçlı sıvının elde edilmesi için devir daim özelliği olan bir sistem oluşturulmuştur. Endüstride kullanılan jetting yöntemi soğutma özelliğine sahip bir kater ile sağlanan soğutma yöntemi ile bu çalışmadaki geliştirilen takım içi soğutma yöntemi, işleme uzunlukları bakımından karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kesicinin Hazırlanması, Takım Tutucular ve Deney Düzeneği

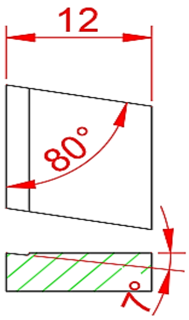
Deneylerin yapılmasında M35 (ASTM A600) HSS malzemeden kesiciler kullanılmış olup bu kesiciye ait kimyasal kompozisyon Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. M35 HSS çeliği kimyasal içeriği

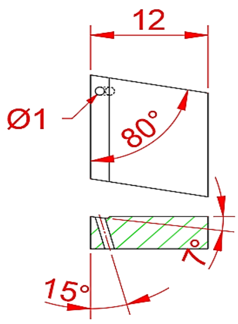
ASTM 600	C	Mn	P	S	Si	Cr	V	Mo	W
M35	0,82-0,95	0,15-0,40	0,03	0,03	0,20-0,45	3,80-4,50	1,75-2,15	4,75-5,25	5,50-6,50

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Kesiciler CNMG 120408 formunda kesilmiştir. Dıştan jetting yöntemi ile soğutma yönteminde kullanılacak HSS kesicilerin talaş yüzeyinde 7 derecelik talaş derinliği ve delik delme işlemi olmadan, içten soğutma yönteminde kullanılacak HSS kesiciler için ise 70 derecelik talaş açısı verilmiş olup takım talaş yüzeyinde 1 mm'lik delik delinmiştir. CNMG 120408 formundan farklı olarak uç radüsü kullanılacak kesicide verilmemiştir. Uç ile ilgili teknik resim Görsel 1'de görülmektedir.



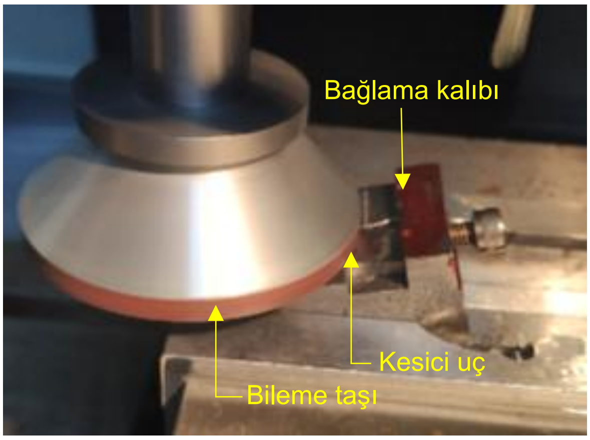
Deliksiz kesici (dıştan soğutma)



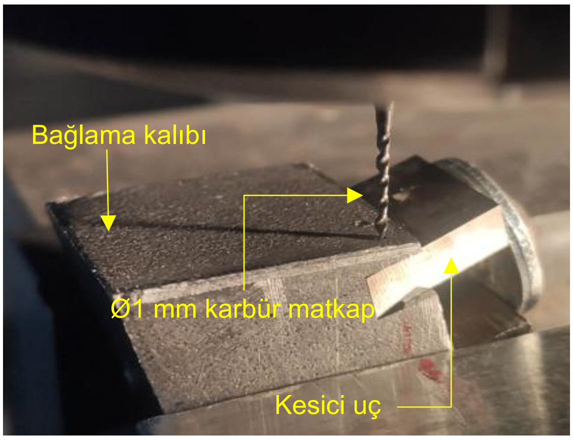
Delikli kesici (içten soğutma)

Görsel 1. Kullanılan CNMG 120408 formlu kesici ölçü ve şekilleri

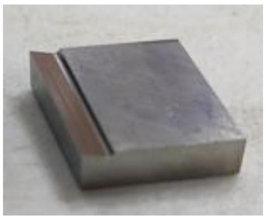
HSS kesici uça talaş açısı açılması verilmesi işlemi alet bileme taşı ile yapılırken, kesici talaş yüzeyine delik delinmesi işlemi ise CNC işleme merkezi tezgâhında yapılmıştır (Görsel 2).

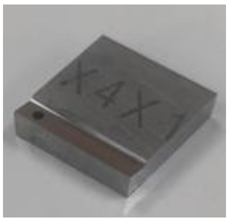


Talaş açısı açılması



Delik delme işlemi

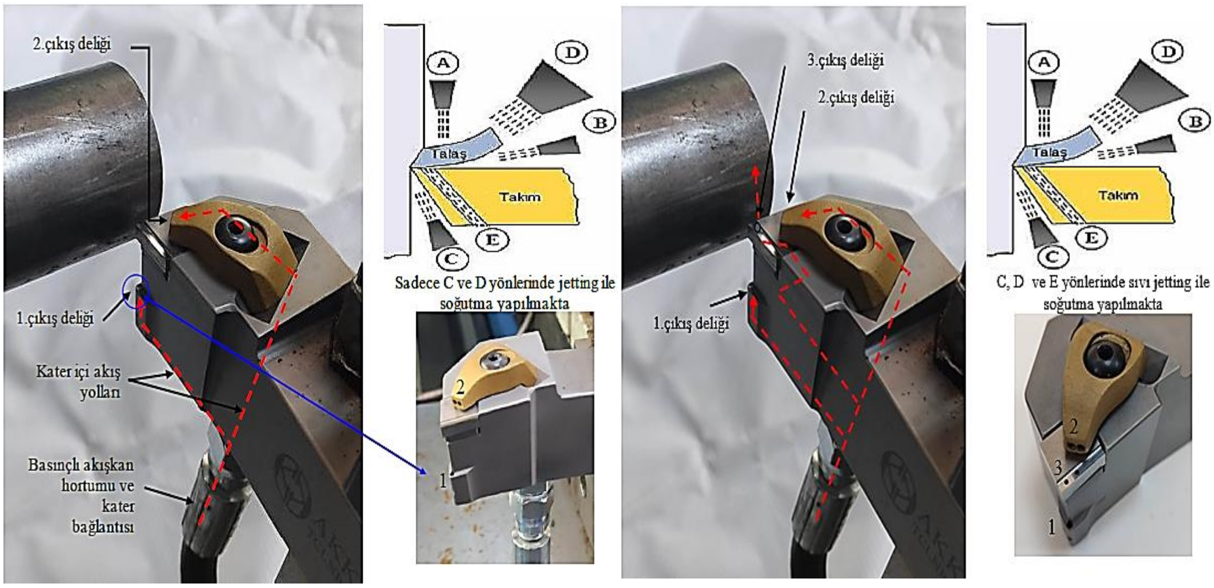

Hazırlanan deliksiz kesici uç (dıştan soğutma için)


Hazırlanan delikli kesici uç (içten soğutma için)

Görsel 2. Kesici imalatı için işlemler ve elde edilen kesici uçlar

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Tüm işlemleri bitmiş ve hazır hale getirilen CNMG formlu kesiciler jetting soğutma özelliğine uygun TCLNR 3232 P12-H koduna sahip AKKO marka kater üzerine monte edilmiştir. Soğutma yöntemi olarak iki farklı yöntem seçilmiştir. Birinci yöntemde katerdeki kesici sıkma pabucu içinden (Görsel 3, 2. çıkış deliği) ve kater yan kenarındaki çıkış deliğinden (Görsel 3, 1. çıkış deliği) jetting yöntemi ile basınçlı soğutma sıvısı kullanımı yöntemidir. Bu yöntem çalışmamızda dıştan jetting soğutma yöntemi olarak adlandırılmıştır. İkinci yöntemde ise birinci yöntemdeki basınçlı soğutmaya ilave olarak takım talaş yüzeyinde açılan bir delik ile (Görsel 3, 3. çıkış deliği) yine jetting yöntemi ile soğutma şeklidir. Bu yöntem de çalışmamızda içten soğutma yöntemi olarak adlandırılmıştır. Deliksiz (dıştan soğutma için) kesici uçlar için kater üzerinde herhangi bir işlem yapılmamasına karşın, içten soğutma için kullanılacak ve takım talaş yüzeyine 1 mm çapında delik delinmiş kesicilerdeki açılan deliğe, soğutma sıvısının ulaşabilmesi için kesici altlık kısmına ayrı bir kanal açılarak kater içinden soğutma suyu yolu açılmıştır (Görsel 3).

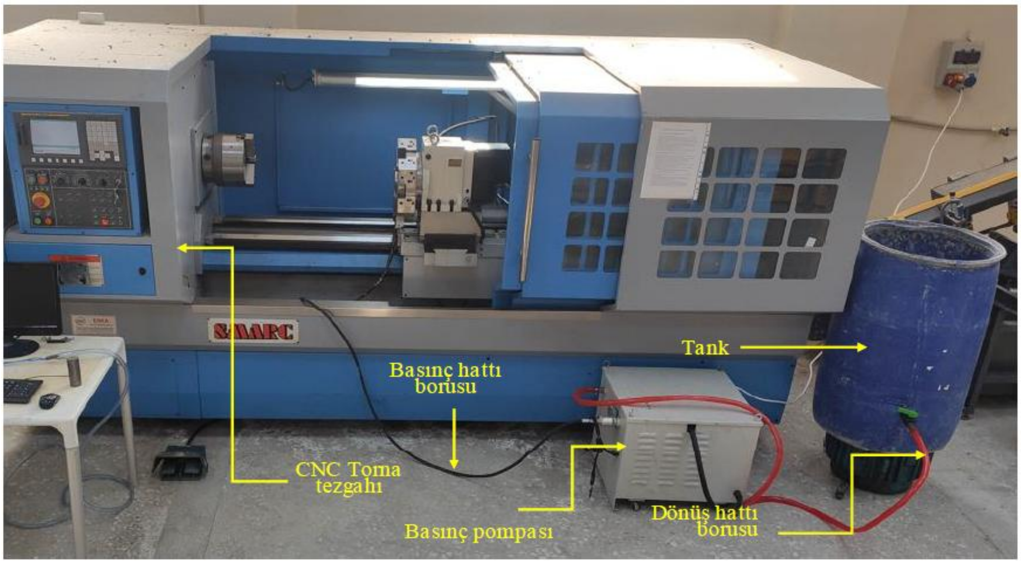


Dıştan Jetting ile soğutma sıvı akış yolları — İçten soğutma yönteminde sıvı akış yolları

Görsel 3. Soğutma yöntemlerine ait kater üzerine açılan sıvı akış yolları ve çıkış delikleri

Hem içten soğutma yönteminde hem de dıştan jetting yönteminde kesici ve kater üzerindeki çıkış deliklerine 25 bar basınçta soğutma sıvısı pompalanmıştır. Bunun için bir pompa ünitesi kurulmuş ve devirdaim sistemi ile soğutma suyu tekrar tekrar kullanılmıştır. Basınçlı sıvı elde etmek için kurulan sistem Görsel 4'te gösterilmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Pompa basınç göstergesi　　Soğutma sıvısı çıkışı

Görsel 4. CNC Basınçlı akışkan birimi elemanları, basınç değeri ve sıvı çıkışı

Tüm deneylerdeki talaşlı imalat işlemleri, SMARC marka CAK6166B X200 model CNC torna tezgâhında yapılmıştır. Deneylerde kesme yağı olarak Coldex marka TE 210 ES model sentetik standart bor yağı kullanılmıştır. Bor yağın kimyasal özellikleri olarak, görünüşü sarı renkte, % 5'lik emülsiyon ile süt beyazı rengine dönmektedir, pH (% 5'lik emülsiyon miktarında) değeri 8.00-8.50, yoğunluk 1.00 gr/ml ve viskozitesi 14 cSt şeklindedir. Su ile 1/20 oranında karıştırılarak emilsüyon hazırlanmış ve kullanılmıştır.

2.1. Deneysel Tasarım ve İşlem Parametreleri

Tüm deneylerde L9 ortagonal deney tasarımı referans alınarak kesme hızı ve ilerleme değeri olacak şekilde 2 farklı işlem parametresi ve bu parametrelere ait her bir parametre için 3 seviye belirlenmiştir. Çizelge 2'de deneylerde uygulanacak işlem parametreleri (faktörler) ve bu faktörlere ait seviyeler verilmektedir. Her 9 deney dıştan jetting soğutma ve içten soğutma yöntemi uygulamasında yapılmış, böylece toplamda 18 deney yapılmıştır.

Çizelge 2. Deney tasarımı ve işlem parametreleri

Parametre	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Kesme Hızı (m/dak)	30	50	75
İlerleme (mm/dev)	0,05	0,075	0,1

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Soğutma Yöntemi	Dıştan jetting	İçten soğutma
Paso sayısı	2	
İşleme Ortamı	Emülsiyon olarak hazırlanmış bor yağı	

Her bir soğutma yönteminde yapılan 9 deneyde kullanılan parametreler ve bu parametrelerin deneylerdeki dağılımı Çizelge 3'te gösterilmektedir.

Çizelge 3. Deney parametreleri

Deney sıra no	Kesme Hızı (m/dak)	İlerleme (mm/dev)
1	30	0,05
2	30	0,075
3	30	0,1
4	50	0,05
5	50	0,075
6	50	0,1
7	75	0,05
8	75	0,075
9	75	0,1

Tüm tornalama işlemlerinde deney numunesi AISI 1020 çeliğinden seçilmiştir. AISI 1020 çeliği düşük karbonlu bir çelik türü olup sünek olarak kabul edilebilecek sertlikte bir çelik cinsidir. Bu malzemeye ait kimyasal ve fiziksel özellikler Çizelge 4'te verilmektedir.

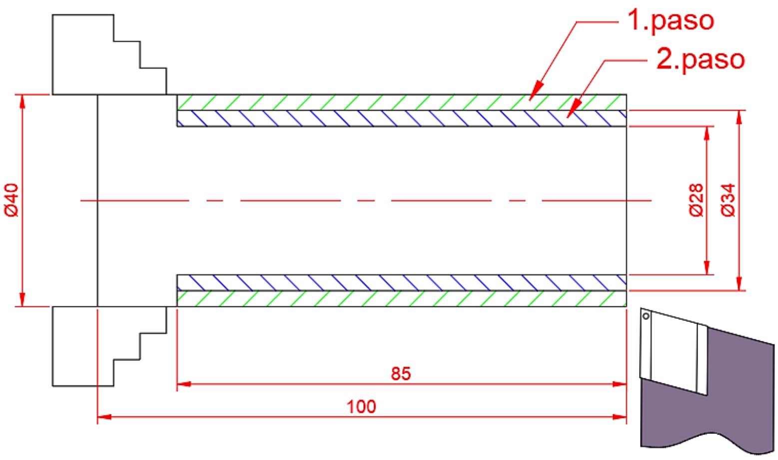
Çizelge 4. AISI 1020 çeliği kimyasal kompozisyonu ve fiziksel özellikleri

Kimyasal kompozisyon								
Malzeme	**C%**	**Si%**	**Mn%**	**P**	**S**	**Cr**	**Mo**	**Ni**
AISI 1020	0.22-0.25	0.15-0.40	0.50-0.80	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01

Fiziksel özellkler			
Çekme dayanımı (Mpa)	**Akma dayanımı (Mpa)**	**% Uzama**	**Sertlik (HB)**
380-420	165-205	15-25	100-120

Tornalamada kullanılan AISI 1020 çeliğinden deney numuleri 40 mm çapında ve 100 mm boyunda seçilmiş, talaş derinliği olarak sabit 3 mm olacak şekilde 85 mm boy ve 2 pasoda tornalanmıştır (Görsel 5). Tornalamada kullanılan AISI 1020 çeliğinden deney numuneleri 40 mm çapında ve 100 mm boyunda seçilmiş, talaş derinliği olarak sabit 3 mm olacak şekilde 85 mm boy ve 2 pasoda tornalanmıştır (Görsel 5).

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



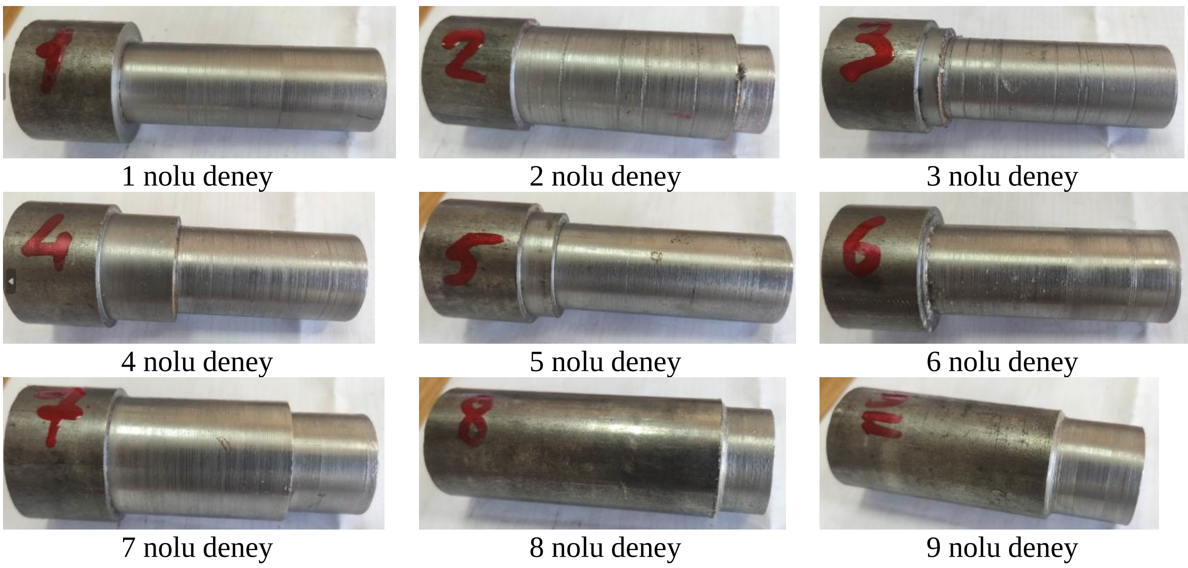
Görsel 5. Tornalanacak iş parçası ve ölçüleri

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Dıştan Jetting Soğutma Yöntemi ile Yapılan Tornalama İşlemleri

Bu tez çalışmasında, seçilen iki farklı soğutma yönteminden ilki olan dıştan jetting yöntemi ile yapılan tornalama işlemlerinde elde edilen iş parçalarının tamamı ile ilgili parça resimleri Görsel 6'da görülmektedir. Parçaların işlenmesinde talaş derinliği 3 mm ve 2 pasoda işlenecek şekilde CNC programı oluşturulmuştur.

Görsel 6 incelendiğinde 1, 3, 5 ve 6 no'lu deneylerde iş parçalarının tamamen işlendiği, 2, 4 ve 7 no'lu deneylerde birinci pasonun işlendiği ancak ikinci pasonun tamamlanamadığı, 8 ve 9 no'lu deneylerde ise birinci pasonun tamamlanamadığı görülmektedir.

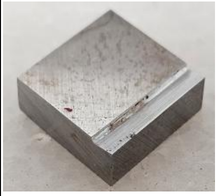
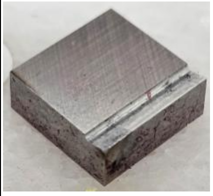
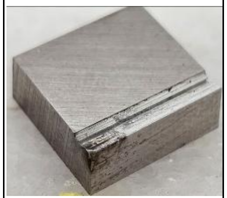
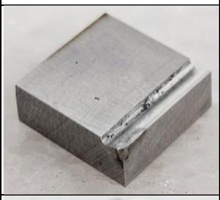
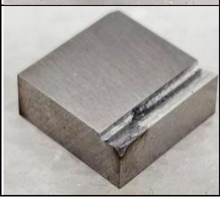
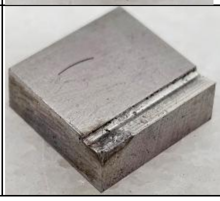
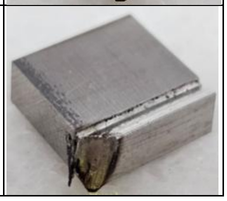


Görsel 6. Dıştan jetting yöntemi ile yapılan deneylere ait elde edilen parça resimleri

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

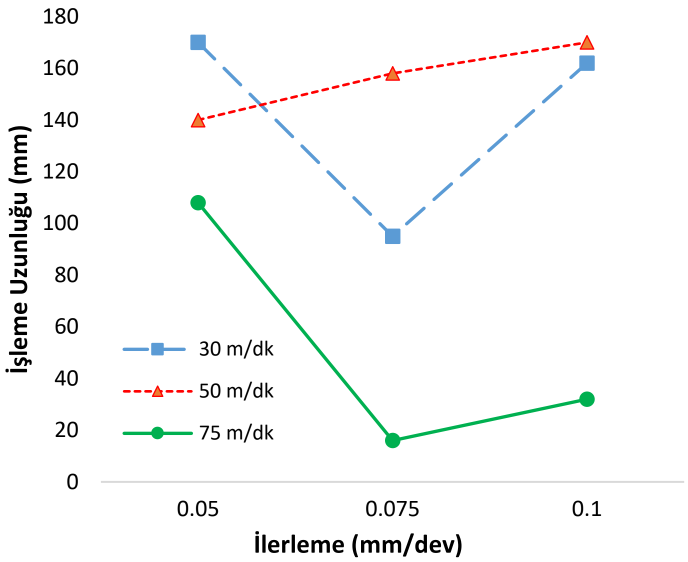
Benzer şekilde işleme parametrelerine bağlı olarak kesicilerle ilgili takım deformasyona uğrayana kadar veya tam işleme yapılabilmişse buna ait işlenen işleme uzunluğuna ait toplu değerler Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. Dıştan jetting soğutma yöntemi ile elde edilen işleme uzunlukları

Deney No	**Kesme Hızı (V) (m/dak)**	**İlerleme (mm/dev)**	**İşleme uzunluğu (mm)**		Deney No	**Kesme Hızı (V) (m/dak)**	**İlerleme (mm/dev)**	**İşleme uzunluğu (mm)**		Deney No	**Kesme Hızı (V) (m/dak)**	**İlerleme (mm/dev)**	**İşleme uzunluğu (mm)**	
1	30	0,05	170		**4**	50	0,05	140		**7**	75	0,05	108	
2		0,075	95		**5**		0,075	158		**8**		0,075	16	
3		0,1	162		**6**		0,1	170		**9**		0,1	32	

Çizelge 5'teki değerler incelendiğinde tüm değerlere ait elde edilen işleme uzunlukları ile ilgili grafiksel gösterim Görsel 7'de gösterilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 7. Dıştan jetting soğutma yönteminde işleme uzunluklarının parametrelere göre değişimi

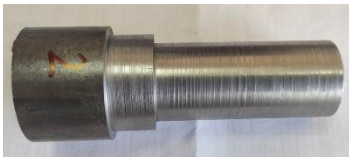
Görsel 7 incelendiğinde kesme hızının en yüksek değeri olan 75 m/dak değerinde tam işleme uzunluğu olan 170 mm değerine ulaşılamadığı görülmektedir. Bu nedenle HSS tipi kesici için 75 mm/dak kesme hızı değerinin uygun olmadığı anlaşılmaktadır. 30 m/dak kesme hızında genellikle yatay bir eğilimin olduğu görülmekte, düşük kesme hızı ile birlikte işleme uzunluklarının birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. 30 m/dak kesme hızında ilerleme değerinin etkisinin minimum olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu kesme hızında işleme zamanı bakımından en yüksek ilerlemelerde işleme yapılmalıdır. 50 m/dak kesme hızındaki işleme uzunlukları değerlendirildiğinde ise ilerleme artışı ile işleme uzunluğu arasında lineer bir artış yönünde ilişkinin olduğu görülmektedir. Genel bir perspektif ile grafik değerlendirildiğinde ise hem takım ömrü hem de işleme uzunluğuna bağlı olarak işleme zamanı yönünden en iyi sonuçların, kesme hızının 50 m/dak ve ilerlemenin 0.1 mm/dev değerinde (6 no'lu deney) elde edildiği görülmektedir. 30 m/dak değeri ile 50 m/dak değerlerinde benzer sonuçlar görülmesine karşın işleme zamanı yönünden değerlendirildiğinde 50 m/dak kesme hızında işleme yapmak daha elverişli olarak görülmektedir. Çizelge 5'teki kesici aşınma durumları incelendiğinde ise birinci ve yedinci birinci ve yedinci deneye kadar kesicilerde aşınmalara bağlı olarak körelmelerin meydana geldiği, sekizinci ve dokuzuncu sekizinci ve dokuzuncu deneylerde ise kesicinin deformasyona uğrayarak kesme özelliğini tümüyle yitirdiği görülmektedir.

3.2. Takım Talaş Yüzeyine İçten Jetting Soğutma Yöntemi ile Tornalama İşlemleri

Takım talaş yüzeyine takım içinden açılan bir delik ile soğutma sıvısı göndererek soğutma işleminin gerçekleştirilmesi olarak tanımlanabilecek içten soğutma yöntemi ile yapılan tornalama işlemlerinde, elde edilen iş parçalarının tamamı ile ilgili parça resimleri Görsel 8'de görülmektedir. Parçaların işlenmesinde dıştan jetting yöntemi ile karşılaştırma yapmak amacıyla aynı parametreler kullanılmış ve talaş derinliği olarak 3 mm şeklinde 2 pasoda işlenecek şekilde CNC programı oluşturulmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7


1 nolu deney


2 nolu deney


3 nolu deney


4 nolu deney


5 nolu deney


6 nolu deney


7 nolu deney


8 nolu deney

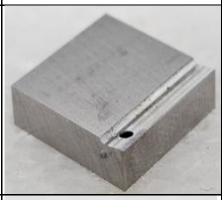
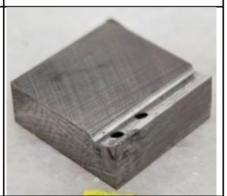
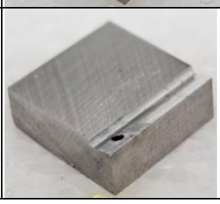
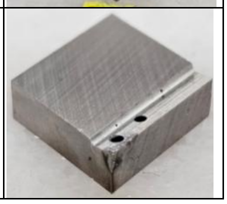

9 nolu deney

Görsel 8. İçten soğutma yöntemi ile yapılan deneylere ait elde edilen parça resimleri

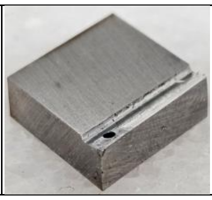
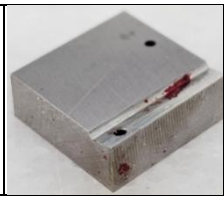
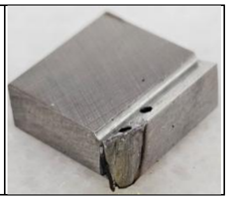
Görsel 8 incelendiğinde 5 ve 9. deney hariç tüm parçaların işlendiği görülmektedir. Burada 5. deneyinde kesme parametrelerinden daha çok parça içindeki bir süreksizlik veya sert tabakaya denk gelinmesi veya rijitlik, takım tutucusundaki bir problem gibi bazı farklı nedenlerden oluştuğu kanaatindeyiz. Daha yüksek kesme değerleri olan 6, 7 ve 8. deneylerde herhangi bir problem yaşanmaması böyle bir kanaatin oluşması yönünde fikir oluşturmaktadır.

İçten soğutma yöntemindeki işleme parametrelerine bağlı olarak, kesicilerin değerlendirilmesi noktasında elde edilen işleme uzunluklarına ait toplu değerler ise Çizelge 6'da verilmektedir.

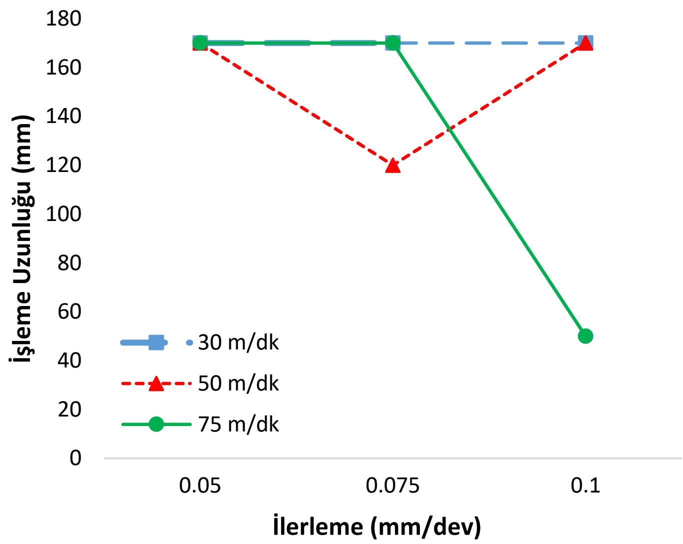
Çizelge 6. İçten soğutma yöntemi ile elde edilen işleme uzunlukları

Deney No	**Kesme Hızı (V) (m/dak)**	**İlerleme (mm/dev)**	**İşleme uzunluğu (mm)**		Deney No	**Kesme Hızı (V) (m/dak)**	**İlerleme (mm/dev)**	**İşleme uzunluğu (mm)**		Deney No	**Kesme Hızı (V) (m/dak)**	**İlerleme (mm/dev)**	**İşleme uzunluğu (mm)**	
1	30	0,05	170		**4**	50	0,05	170		**7**	75	0,05	170	
2		0,075	170		**5**		0,075	120		**8**		0,075	170	

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

3		0,1	170		**6**		0,1	170		**9**		0,1	50	

Çizelge 6'daki değerler incelendiğinde tüm değerlere ait elde edilen işleme uzunlukları ile ilgili grafiksel gösterim Görsel 9'da gösterilmektedir.



Görsel 9. İçten soğutma yönteminde işleme uzunlarının parametrelere göre değişimi

Çizelge 6 ve Görsel 9 dikkate alındığında, içten soğutma yönteminde 9 no'lu deney hariç tüm deneylerde işleme yapıldığı, takım ömrünün işlemin sonuna kadar sürdüğü görülmektedir. 9 no'lu deneyde, kesme hızı ve ilerleme hızının artma ile takımın deformasyona uğradığı ve bundan dolayı ve bundan sonra kesme özelliğini yitirdiği görülmektedir. Ancak dıştan jetting yönteminde Çizelge 6'da da görüldüğü üzere işleme uzunluğu 32 mm iken içten soğutma yönteminde bu değer 50 mm'ye çıkmıştır. Dıştan jetting yönteminde 2, 4, 7, 8 ve 9 no'lu deneylerde parçanın tamamının işlenememesine karşılık içten soğutma yönteminde 9 no'lu deney haricinde tüm parçalar işlenmiştir. Takım aşınma miktarları yönünden karşılaştırma ileriki sayfalarda ayrıca yapılacaktır. Eldeki verilerden de anlaşılacağı üzere, içten soğutma yöntemi, dıştan püskürtme yöntemine göre daha iyi sonuçlar üretmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Her iki soğutma yöntemi uygulanmış parçaların tornalanması ile ilgili ulaşılan sonuçlar aşağıdaki şekildedir:

- İçten soğutma yöntemi ile daha uzun işleme uzunlukları elde edilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

- Dıştan soğutma yöntemi ile 7 parça işlenebilirken, içten soğutma yönteminde 8 parça işlenmiştir. İşlenmeyen parçalarda ise içten soğutma yönteminde, takım körelmesine kadar daha fazla işleme uzunluğu elde edilmiştir.
- Dıştan jetting yoluyla soğutmada hem takım ömrü hem de işleme uzunluğuna bağlı olarak işleme zamanı yönünden en iyi sonuçların, kesme hızının 50 m/dak ve ilerlemenin 0.1 mm/dev değerinde elde edilmiştir.
- İçten soğutma yönteminde 9 no'lu deney hariç tüm deneylerde işleme yapıldığı, takım ömrünün işlemin sonuna kadar sürdüğü görülmüştür.

İçten soğutma yöntemi ile ilgili yapılan değerlendirmeler ve ulaşılan sonuçlar açısından, sonraki çalışmalarda araştırmacıların aşağıda belirtilen alanlarda bilimsel çalışmalar önerilmektedir:

- Takım içine thermocouple takılarak sıcaklık değişimleri gözlemlenebilir ve içten soğutma yönteminin farkı bu anlamda daha derin analiz edilebilir.
- Talaş yüzeyi üzerine kesici kenar boyunca birden fazla delik açılarak, daha derin talaş derinlikleri ile işlemler tekrarlanabilir.
- Sünek ve sert malzeme işlemelerindeki içten soğutma yönteminin etkileri incelenmelidir.

TEŞEKKÜR

Araştırmanın yürütülmesi için Batman Üniversitesi BAP (Bilimsel Araştırma Projeleri) birimi tarafından BTÜBAP-2022-YL-05 numaralı çalışmaya mali destek sağlandığı için Batman Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Neşeli, S., Taşdemir, Ş., Yaldız, S., Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı İle Tornalamada Yüzey Pürüzlülüğünün Tahmin Edilmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22 (3), 65-75, 2009.

[2] Bakır, B., *CNC Freze takımlarında Kullanılan Karbür Parmak Freze Takımı Geometrisinin İşlenebilirliğe Etkilerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.

[3] Yılmaz, E., *Dış Tornalama İşleminde, Takım Tutucu Malzemesinin Sertliklerinin (HRc) Yüzey Pürüzlülüğü ve Kesme Kuvvetlerine Etkisinin Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.

[4] Sreejith, P.S., Machining of 6061 aluminium alloy with MMS, dry and flooded lubricant conditions, Materials Letters, 62, 276–278, 2008.

[5] Kishawy, H.A., Dumitrescu, M., Ng, E.-G., Elbestawi, M.A., Effect of coolant strategy on tool performance, chip morphology and surface quality during high speed machining of A356 aluminum alloy, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 45, 219–227, 2005.

[6] Braga, D.U., Diniz, A.E., Miranda, G.W.A., Coppini N.L., Using a minimum quantity of lubricant (MQL) and a diamond coated tool in the drilling of aluminum–silicon alloys, Journal of Materials Processing Technology, 122(1), 127-138, 2002.

[7] O. Pereira, A. Rodríguez, A. Fernández-Abia, A.I. Barreirove L. L.de Lacalle, Cryogenic and minimum quantity lubrication for an eco-efficiency turning of AISI 304, Journal of Cleaner Production, 139, 440-449, 2016.

[8] Sivaiah P., Chakradhar, D., Effect of cryogenic coolant on turning performance characteristics during machining of 17-4 pH Stainless Steel: A comparison with mql, wet, dry machining, Journal of Manufacturing Science and Technology, 21, 86-96, 2018.

[9] C. Zhang, S. Zhang, X. Yan ve Q. Zhang, Effects of ınternal cooling channel structures on cutting forces and tool life ın side milling of H13 steel under cryogenic minimum quantity lubrication condition, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 83, 975-984, 2016.

[10] Özek, C., Tosun, N., *Tornalama İşleminde Takım Talaş Ara Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi*, On Birinci Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, 110. Antalya, 2004.

[11] Şirin, E., Optimization of Surface Roughness and Cutting Temperature in Turning of 1.4534 Stainless Steel under Sustainable Conditions. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(2), 654-668, 2024.

[12] Minton, T., Ghani, S., Sammler, F.; Bateman, R., F€urstmann, P., Roeder, M., Temperature of internally-cooled diamond-coated tools for dry-cutting titanium. machınıng scıence and technology, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 75: 27–35, 2013, doi:10.1016/j.ijmachtools.2013.08.006

[13] Isik, Y., Using internally cooled cutting tools in the machining of difficult-to-cut materials based on waspaloy. Advances in Mechanical Engineering, 8(5), 168781401664788, 2016, doi:10. 1177/1687814016647888.

[14] Dhananchezian, M., Satishkumar, D., Palani, S., Ramprakash, N., Study the effect of cryogenic cooling with modified cutting tool insert in the turning of Ti-6Al-4V alloy. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2(9), 2541–2547, 2013.

[15] Azevedo De Oliveira, D., Magalhães, F. C., Abrão, A. M., Câmara, M. A., The performance of grooved turning tools under distinct cooling environments. Machining Science and Technology, 28(4), 570-596, 2024.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

USE OF THERMOELECTRİC MODULES İN PHOTOVOLTAİC PANEL PASSİVE COOLİNG SYSTEMS

[a]**Perihan ÇULUN**
[a]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Bingöl University, Bingöl, Turkey pculun@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1797-9695

Abstract

In this study, the use of thermoelectric or peltier modules in cooling studies carried out to prevent efficiency decreases caused by high temperatures on photovoltaic panel surfaces or to improve panel electrical efficiency has been investigated. Research on the use of thermoelectric modules to increase panel electrical efficiency is basically carried out in two branches. The first of these is to obtain additional electricity from the panel by using panel heat and to increase the final electrical efficiency of the panel, and the second is to cool the panel by using a portion of the electricity obtained from the panel in the module. In both cases, there is the advantage of using 100% solar energy. It is also necessary to clarify which type of use of thermoelectric modules is more effective in increasing panel electricity. In the light of current studies, the advantages and disadvantages of these types of use, as well as the application methods, difficulties, cooling performances, and efficiency increases provided by these modules in panel cooling have been investigated and evaluated.

Keywords: TEC, TEG, Thermoelectric generators, Photovoltaic panels, Cooling

1. INTRODUCTION

In renewable energy applications, solar energy is widely used within the scope of PV and PV-T integrated systems. Efforts to increase the efficiency of these technologies, to complete their deficiencies, and to make improvements continue in different subjects. Studies on both thermal storage and increasing electrical energy in PVT systems, and studies on increasing electrical efficiency in PV systems continue. Among these studies, passive cooling systems in particular are in more research demand because they do not require additional energy[1]. In PVs, the temperature increase parallel to the radiation falling on the panel surface negatively affects the electrical energy production efficiency of the cells. Panels normally operate at the maximum efficiency when operating under standard test conditions (STC). However, as the panels heat up, they move away from the standard test conditions of 25℃ and their efficiency decreases as they move away from this condition. When temperatures rise to 80-110℃, the panel life is negatively affected. In this respect, it is extremely important to keep the panel temperature below 110℃. For every 1°C temperature increase in the panels, the panel output power decreases by 4-5%[2]. In this respect, one of the most popular techniques among the various cooling techniques investigated is passive cooling methods. The cooling systems that stand out in photovoltaic panel passive cooling systems are PCM material cooling[1], cooling with Thermoelectric Modules (TEM/TEC/TEG), thermoelectric cooling or hybrid cooling systems that combine these[3]. When thermoelectric modules are used in PV panels as either thermoelectric coolers (TEC) or thermoelectric generators (TEG), energy waste can be prevented and PV efficiency can be increased. According to studies where additional electricity is obtained by using TEG in PV panels, it has been stated that these panels have become much more efficient than standard panels [4].

If thermoelectric modules are used as coolers (TEC), they consume some electrical energy and cool the PV panel with the peltier effect. As a result of this cooling, an increase in panel electrical efficiency can be achieved. However, the final electrical efficiency of the PV-TEC system should be evaluated by taking into account the amount of electricity consumed by the TEC module. These modules can provide both panel temperature reduction and additional electricity production thanks to the TEG by using their ability to generate electricity between two environments with a ΔT temperature difference between them with the Seebeck effect[5]. With PV-TEG systems, panel efficiency is increased as the panel temperature is reduced and electrical energy is obtained from the panel heat [6]. More studies on PV-TEG systems can be found in review studies [7].

Since the individual efficiencies of PV and TEG systems are low, the efficiencies of PV-TEG systems are not actually very high [6]. However, it is understood that their efficiency is higher than that of PV panels alone [8]. Especially in concentrated panels that concentrate the sun's rays at a focal point, higher temperatures occur, so TEG modules can operate at higher efficiency if appropriate cooling is provided[9]. PV-TEG and PV-TEC applications are limited due to integration, design and cost issues [10]. However, they have advantages such as being simple, small, having no moving parts, low maintenance costs, etc. PV-TEG systems have the advantage of providing alternative clean and higher efficiency energy, as well as having zero pollution factor, zero noise and minimum maintenance cost during their working processes[11].

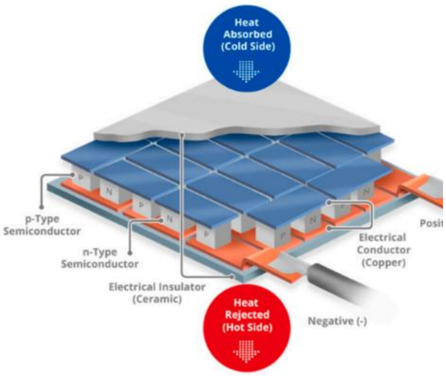
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

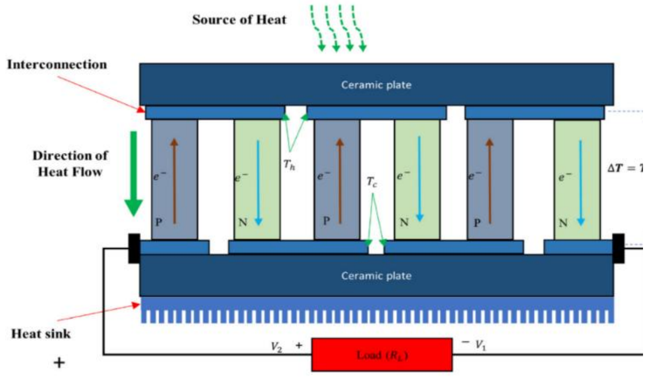
In the hybrid PV/PCM/TEG designed passive cooling system, the maximum panel temperature was reduced by 9.28◦C, and an efficiency increase of 9.69% was achieved compared to the reference panel. It was stated that TEGs used together with PCM increased the panel electricity production compared to using only PCM. It was emphasized that the use of thermal paste between the PV panel and TEG modules significantly affected the results. The PCM effect was prominent in both the reference panel and the panel using TEG[3].

In this study, literature research has been conducted on the cooling of photovoltaic panels with thermoelectric coolers (PV_TEC) and their other derivatives. The generation of electricity using photovoltaic panel temperatures (PV_TEG) and hybrid systems (PV_PCM_TEG, PV_PCM_TEC) created by using PCM materials for this thermoelectric cooling or electricity generation. Different scenarios in PV-TEG systems are extremely important for finding a more sustainable system. The research has been examined in terms of the pros, cons, application methods, and difficulties encountered in application of these systems.

2. THERMOELECTRIC MODULES

TEG consist of a large number of P and N polar semiconductors as shown in the Figure 1. As a result of the current passing through two different semiconductor material connections, one of the materials cools down while the other heats up, which is known as the Peltier effect. On the other hand, the reverse of this event is also possible. In other words, current passes through two semiconductor materials connected in series with a temperature difference between them. This is called the Seebeck effect of the thermoelectric material[12]. In TEGs, the heat transmitted from the hot side to the cold side is transferred by the Thomson effect. The heat absorbed from the cold side by the Thomson effect is emitted from the hot side. Electric current passes through the N and P conductors due to the temperature difference ΔT between the hot and cold ends (Figure 1).





A B

Figure 1. a) Heat absorption and dissipation by Thomson effect in TEG module consisting of many N and P semiconductors [13], b) TEG electrical circuit and electrical conduction [6]

Thermoelectric modules suitable for use in PV panels are generally modular based on Bismuth telluride. The fact that these modules are easily available in the market and their temperature range are also ideal for these applications. Some common thermoelectric modules known as Peltier in the market are given in Table 1.

TABLE 1. DİFFERENT THERMOELECTRİC MODULES (PELTİER) AND THEİR PROPERTİES

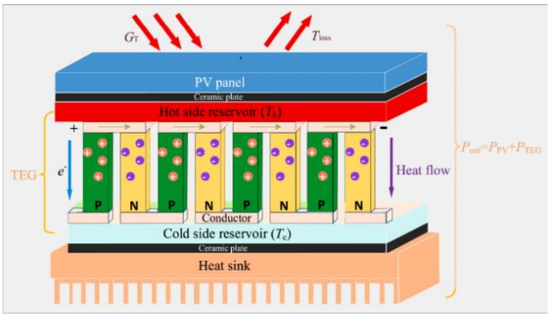
PRODUCT	TEC 1	TEC 1	TEC 1	TEC 1	TEC 1
TYPE	12703	12704	12705	12706	12708
OPERATİON TEMP.(MAX) (°C)	200	200	200	200	200
POWER(MAX) (W)	26.7	35.6	44.5	53.3	71.1
TEMP. DİFF(MAX) (°C)	68	68	68	68	68
MAX. VOLTAGE (V)	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4
MAX. CURRENT(A)	3	4	5	6	8

3. PV-TEG MODULE APPLICATION METHODS

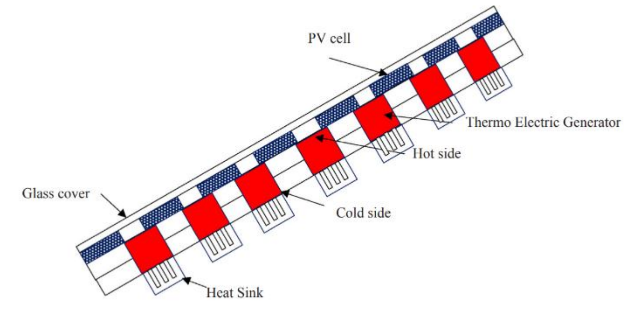
PV panels use solar radiation to convert photon energy into electrical energy. However, the panels also store heat energy [14]. This reduces panel efficiency and shortens panel life when panel temperatures are high enough. Panel electrical efficiency can be increased by using TEG modules that can generate electricity from this heat energy, and their life can also be extended since they also provide cooling. When TEG operate between two different temperatures with the Seebeck effect, they generate electricity in proportion to this temperature difference. By taking advantage of this situation, the hot side of the TEG modules comes into contact with the heated back surface of the panel, while the surface that needs to be cooled comes into contact with the cooling fin or other cooling medium (Figure 2)[15]. In this way, additional electricity

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

can be produced from the panel by using PV panel heat with the help of TEG [16]. Bjørk and Nielsen mentioned that in a PV panel where 145 W of energy is produced, 4.4 W of energy is produced by the TEG module. This actually shows that 3% of the total energy produced is produced by the TEG module. On the other hand, the same study also pointed out that only 1.84% of the total energy produced in the PV-TEG system is produced by the TEG module[17]. In addition to these low efficiencies, there are also studies that have obtained significant high efficiency results. For example, while the efficiency of PV alone is 16.5%, the total efficiency is 22.02% in the PV + TEG system, at a temperature difference of 11.6°C, the minimum efficiency value of TEG is stated to be 6.61%[18]. It is stated that if TEG modules are used for the purpose of generating electricity in PV panels, the final efficiency increase of the panel will be between 3% and 14% [14, 18-20].



A[15]



B[14]

Figure 2. Electricity generation from panel heat using TEG modules[14][15]

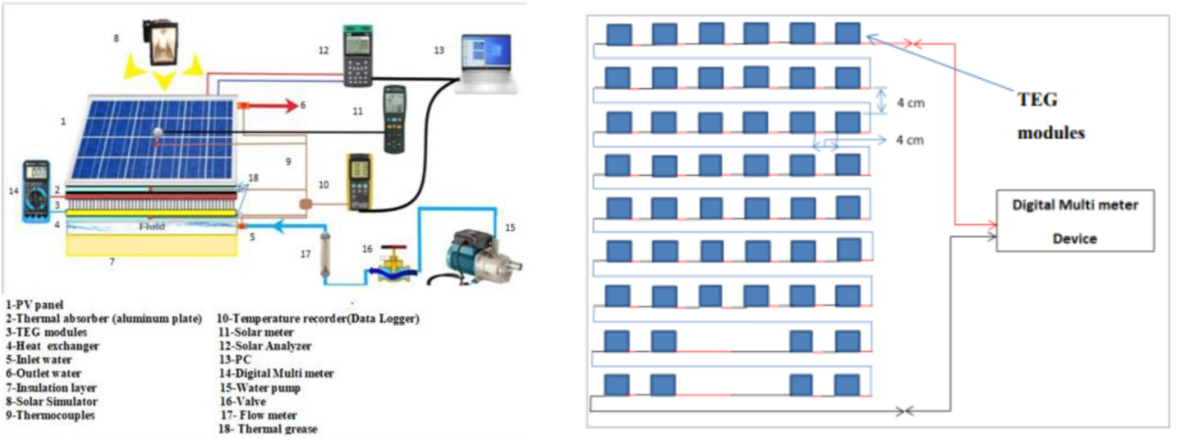
In general, PV-TEG system efficiency depends on the PV panel and TEG efficiencies and can be expressed with equation 1 and equation 2. TEG module efficiencies can generally vary between 4-10%. The power produced by the TEG varies depending on the temperature difference at the two connection points and the load. The maximum TEG power is obtained when the load resistance is equal to the internal resistance[21]. The maximum efficiency of TEGs expressed as Carnot efficiency in Equation 3. The total energy obtained from the PV-TEG system is equal to the sum of the individual energies of the PV and TEG as in Equation 1 or 2. The Carnot efficiency that can be obtained in a TEG system is directly proportional to the temperature difference between the hot and cold connections of the module, and inversely proportional to the temperature of the hot side of the module[17]. From Equation 3, it is understood that as the hot source temperature to which the TEG modules are exposed increases, their efficiency will actually decrease.

$$E_{PV\text{-}TEG} = E_{PV} + E_{TEG} \quad (1)$$

$$\eta_{PV\text{-}TEG} = \eta_{PV} + \eta_{TEG}\,(1- \eta_{PV}) \quad (2)$$

$$\eta_{carnot} = \Delta T/T_h \quad (3)$$

It is understood from literature research that TEG module efficiencies are generally below 4% or 5%. Babu and Ponnambalam obtained a maximum efficiency of 5.3% at 3.7 Ω load resistance for the TEG modules they selected in their study. It was mentioned that the PV-TEG electrical efficiency was 4% higher and the corresponding panel temperatures were reduced in the case of 1000 w/m^2 irradiance[14]. Therefore, with the effective use of these modules, both additional electricity is provided and PV panel efficiency increases due to the cooling of the panel. Although the efficiency of these modules is low, it is stated that when used with PV panels and a suitable cooling method, they significantly increase panel efficiency. In a sample study, 50 TEG modules placed on an aluminum sheet plate reduced the panel temperature from 67 ◦C to 44.4 ◦C, resulting in a 31.66% energy gain[22]. In this study, TEG modules were cooled with water. In this study, a total of 20.21 W of electrical energy was obtained, 17.81 W from the panel and 2.4 W from the TEG module. Thus, 11% of the energy produced belonged to the TEG module. In such a study, even if the final efficiency of the PV-TEG increases, there is a significant electricity consumption for the pump used. Although active cooling is a disadvantage, it has been said that if proper active cooling is done, it will positively affect the efficiency of the PV panel by 10%[10].



A B

Figure 3. Active cooling PV-TEG system [21]

In another PV-TEG study where 32 thermoelectric modules were used and the TEG system was cooled with tap water, the PV-TEG panel power was 25.4, while the PV panel power was 20.9W(Figure 3). It was mentioned that as the panel temperature value changed, a 27% efficiency increase was observed in the PV-TEG system [20]. In the PV panel study where TEC modules were partially (case a) and fully charged (case b), 4.46–6.23% higher electrical efficiency was achieved for case b.(Figure 4) [23].

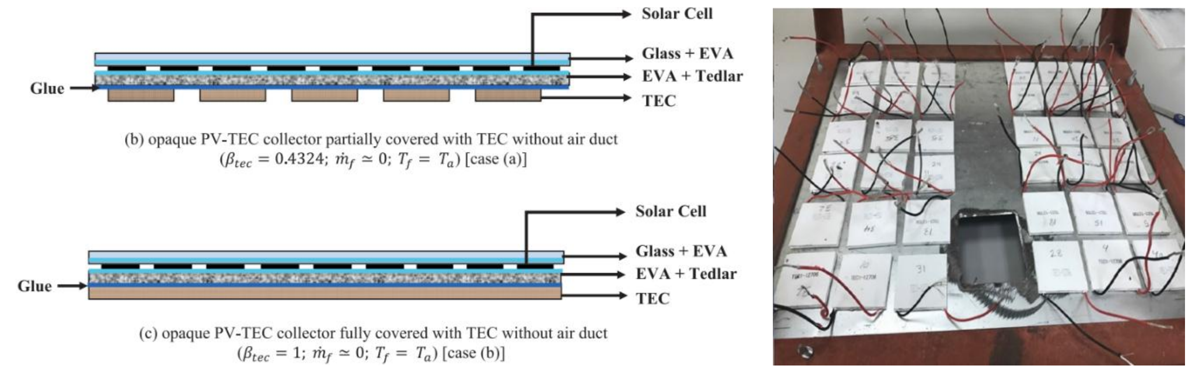


Figure 4. Partial (case a) and complete (case b) filling of PV panel with TEG [23]

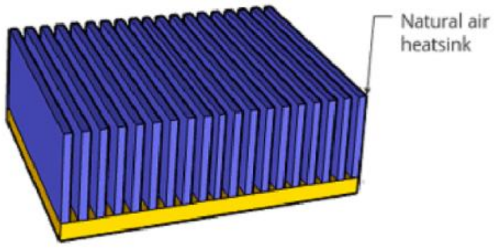
There are studies that even mention that it is possible to increase the efficiency of solar cells by 30% using TEG systems. The use of TEGs can also be beneficial in space platforms that collect energy through photovoltaics. However, such platforms are exposed to high temperatures due to their proximity to the sun. In concentrated panels that concentrate the sun's rays at a local point, higher temperatures occur. In such applications, if there is a TEG suitable for working under the relevant conditions, TEG modules can operate at higher efficiency if appropriate

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

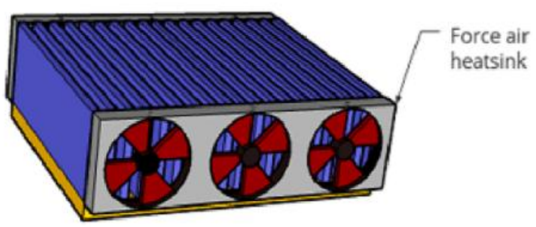
cooling is provided due to high temperatures[9]. However, TEG modules are currently being produced that will withstand temperatures of 200°C or perhaps up to 750°C. However, future NASA solar cell uses for such applications are still being discussed[24]. In the study where the use of PV-TEG systems as the primary power source in satellites is aimed, the PV-TEG system was investigated numerically and experimentally. It was stated that the solar cell efficiency of PV-TEG modules could be increased by 21.9% if an insulating material with very low thermal conductivity (such as k = 0.01 W/mK) was used instead of the ceramic (Al_2O_3) or graphite substrate used in the TEG module structure [24]. It has been added that the use of ceramic and graphite materials in TEGs will not be suitable for space research. The most important situation that draws attention in this study is that there is no significant change in TEG efficiency for k values of 10, 1, 0.5, 0.1, while in the case of using k = 0.01 material, the PV_TEG system efficiency has increased significantly.

4. COOLING METHODS IN TEG SYSTEMS

Since the electrical efficiency obtained from TEG systems is closely related to the temperature difference between the hot and cold surfaces of these modules, it is important to cool the relevant modules well. Natural air cooling[25], forced air circulation cooling[26], forced water cooling[10], phase change material cooling[27], cooling with the help of heat pipes[28] are the types of cooling. Among these cooling types, forced cooling types have the disadvantage of causing additional energy consumption such as fan pump, while the efficiency of natural convection cooling is very low (Figure 5). For cooling with phase change material, it is necessary to determine the material melting point, material amount and application location well.



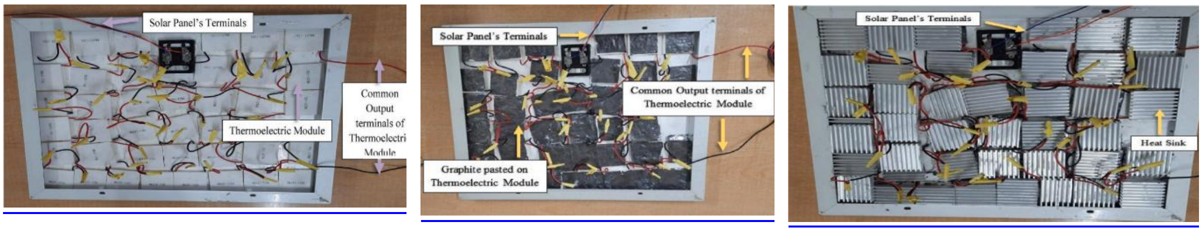
A



B

Figure 5. a) natural air heatsink, b) Forced air heatsink[29] and aluminum fins

In order to emphasize the cooling effect, the voltages of the PV-TEG without cooling, with graphite sheet and fins are 0.727 V, 0.889 V and 1.476 V, respectively. With the use of graphite sheet, an increase of 0.241 V was achieved for a temperature of 3.92 °C, and with the use of fins, an increase of 0.749 V was achieved, resulting in a voltage that is 1.78 times higher, thanks to the temperature difference increased by 5.96 ◦C [30]. Both graphite and aluminum fins increased the performance of the TEG module. Graphite sheet has the advantage of being lighter and cheaper than aluminum fins, while aluminum fins have the advantage of having a more effective cooling capacity than graphite sheet (Figure 6).



A B C

Figure 6. a)TEG without cooling[30], TEG with grafit sheet only[30], c) TEG with heat sink[30]

One of the cooling methods of TEG modules is water or a recirculating cooling fluid, if there is an active cooling fluid without requiring additional cost. The previously purchased PV/T-TEG system can be given as an example. As seen in the related figure, cold water can be provided to cool the TEG modules thanks to a water pump that already exists in the PV/T system [31]. In applications where TEGs are cooled with water, although TEG efficiencies are higher, the use of pumps for water circulation causes additional energy consumption. If there is already a water-cooled system such as internal combustion engine vehicles, the advantage of water cooling in such systems is beneficial as it does not require additional energy. However, in solar panels, this method is not clear whether it is sustainable or economical, as it requires additional energy and makes the system more cumbersome. However, such active cooling is possible at lower costs when water-circulating systems such as PV/T are available (Figure 7)

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

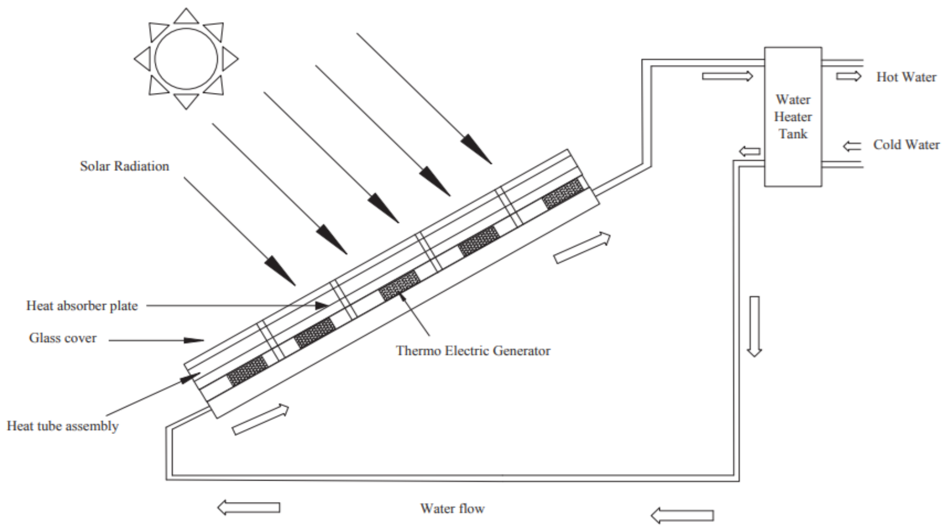


Figure 7 PV/T –TEG systems [31]

PV/T collectors produce both electrical and thermal energy using solar energy. The PV panel is cooled by taking the heat of the PV/T panel through a cooling liquid. In this way, the electrical efficiency of the cooled panel is also increased. An intercooler fluid such as water is circulated to cool the TEG modules, thus heating the water. In this way, since the active cooling of the TEG modules is provided, efficiency values can also be increased. In a study conducted on PV/T, it was mentioned that the system efficiency would increase by 10-20% and the overall system efficiency would increase by 40-50%[31]. Since the active cooling of TEG modules significantly increases efficiency, it is clear that using TEG modules in PV/T systems is more important in terms of efficiency than using them in PV panels, and more effective systems will be provided. Since cooling of TEG modules in PV/T systems is easier, the application of TEG modules in these systems is also easy.

5. ANALYSIS OF PV/PCM/TEG RESEARCH

The important passive cooling method for PV panel efficiency increases is the PCM method. PV/PCM/TEC applications are important in this respect (Figure 8, Figure 9). It is clear that TECs using PCM provide higher power output than those without PCM, and similarly, panels using PCM provide higher power than those without PCM. In this respect, in addition to PCM applications, there are also applications investigated as PV-TEG-PCM [32].

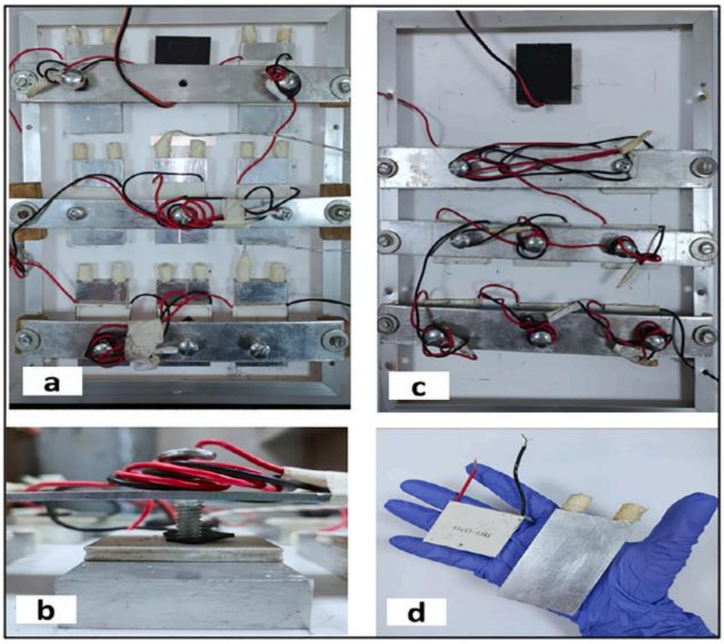


Figure 8. a) Side and, b) top view of the actual design of PV/PCM/TEC system, c) PV/TEC system, d) TEC and aluminum block for PCM[32].

In Figure 8, it is stated that in the study where PCM was used as a heat sink between PV and TEG, the panel temperature was reduced from 74.43 ℃ to 53.72 ℃, and the electrical power increased by 100% and the efficiency increased by 1.38% [33]. It has been stated that panel efficiencies increased by 15.88%, 16.2% and 16.42% for wind speeds of 1 m/s, 2 m/s and 3 m / s. Although it is said that electricity is produced at least during the night with the energy stored in the PCM in such a system, the situations where the PCM is right behind the panel need to be analyzed thoroughly. Indeed, if the heat in the PCM modules between the PV and TEG modules is not completely released, this can cause the PV panel to remain hotter than it should be for a long time, resulting in less electricity production [27].

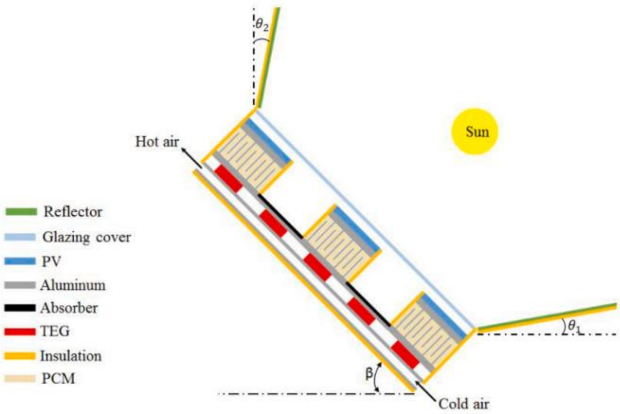
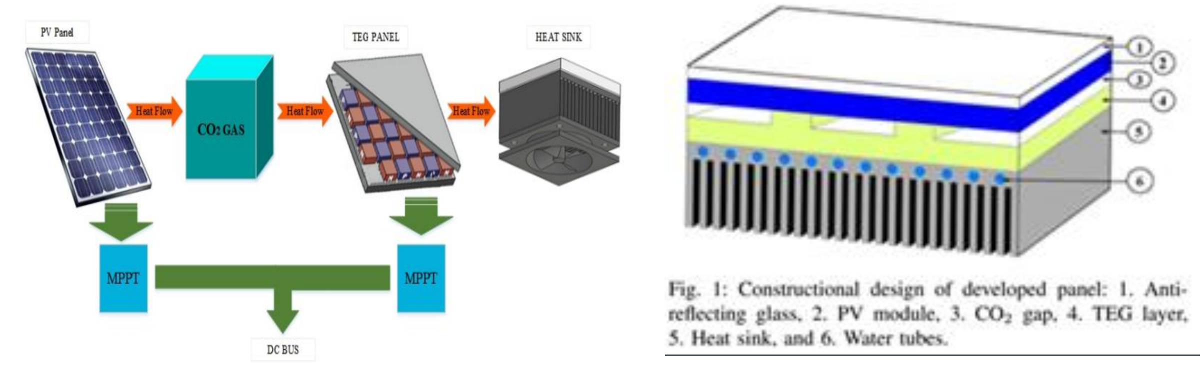


Figure 9. In PV-TEG-PCM system, PCM is used between PV and TEG [27]

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Khan et. al. (2024) used a PCM filled aluminum block between the PV panel and the TEG module as seen in the figure. It is seen that the cooling of the TEG module is left to the natural ventilation of the environment[32]. In this study, according to the results of experiments carried out with PCM having a melting point of 40℃ for 6-7 hours, the panel temperatures for PV/PCM/TEC, PV/TEC and PV were measured as 45.70 ◦C, 48.45 ◦C, and 49.71 ◦C, respectively. It has been stated that if PCM maintains its temperature above 40 ◦C for more than 3–4 hours in the temperature range of 28.8 ◦C - 33.2 ◦C, it has a negative effect on the PV panel temperature. Indeed, although the ambient air cools, the panel temperature remains high due to PCM. According to the one-day data obtained, temperature decreases of 9.28 ◦C and 5.20 ◦C were provided for PV/PCM/TEC and PV/TEC, respectively. The maximum average power for PV/PCM/TEC was 5.98, the relevant reference power was 5.4W; For PV/TEC, 5.52 W and the corresponding reference power was measured as 5.37 W. Thus, a power increase of 9.20% and 1.61% was achieved for PV/PCM/TEC and PV/TEC compared to the reference PV panel, respectively.

The study where CO_2 was used within the scope of efficiency increase studies in PV-TEG systems also draws attention[33]. In this study, it was stated that the reason for using CO_2 was the greenhouse gas effect and heat production on the hot side of the TEG module. In this respect, as seen in the figure, various CO_2 gas gaps were used before the TEG modules. While visible rays are converted into electrical energy during the solar radiation conversion phase, invisible rays are either scattered or absorbed along the panel. With the CO_2 used in the module in this study, these invisible rays are converted into thermal energy. In the presence of these invisible rays, CO_2 gas creates vibration. Glass and CO_2 layers create a greenhouse effect inside the panel and as a result, a large amount of heat is produced inside the panel. TEG modules located between CO_2 and heat emitters can capture this heat and produce electricity (Figure 10). Dark blue and black panels available in the market facilitate the absorption of solar radiation and its conversion into heat [33].



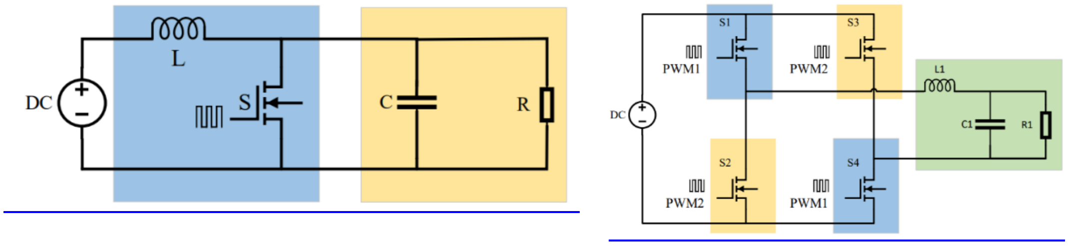
A B

Figure 10. Using CO_2 gas to increase efficiency in PV-TEG system [33]

6. TEG MODULE ELECTRICAL CONNECTIONS IN PV-TEG SYSTEM

By connecting multiple TEG modules in series, high voltage can be achieved, and by connecting them in parallel, current can be increased. However, in PV-TEG research, TEG modules are usually connected in series to keep the voltage amount high. There are also studies that record open circuit voltage and short circuit current data[22, 34]. In the system where 196 TEGs were used together with 2 100W PV panels, cooling was provided by natural convection using cooling fins. The study, in which all TEG modules were connected in series, was carried out in Malaysian climate conditions in March 2021. In the study, an average efficiency increase of 13.69% was determined on sunny days, 1.75% on rainy days and 1.26% on cloudy days [35].

DC to DC converters, which are developed to maximize energy in systems that produce DC voltage such as PV panel systems, wind turbines, and TEG modules, are needed (Figure 11, Figure 12). DC converters were originally developed to reduce or increase DC voltage or to change the voltage amplitude. In TEG systems, DC DC converters are used to connect the circuit to the load, increase the voltage, and change the voltage amplitude. In some studies, full bridge converters that convert DC power to AC power are also used [36].



A

B

Figure 11. a) Booster DC converter circuit (Booster), b) DC to AC full bridge converter [36]

In PV-TEG systems, as seen in the figure, TEG and PV are connected separately to a DC-DC boost converter and converted with the help of an inverter that converts DC to AC before going to smart meters or loads [13, 36]. Series connection of TEG modules is generally preferred as it provides higher efficiency in PV-TEG systems.

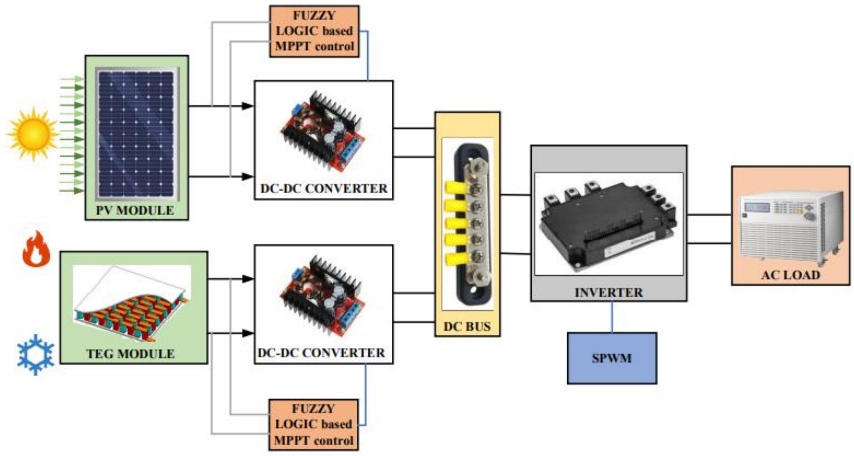


Figure 12. Block model diagram of PV-TEG systems [36]

7. THERMAL RESISTANCE IN MODULE APPLICATIONS

In PV-TEG designs, the effect of thermal resistances on electricity production is significant. In PV-TEG systems, one thermal resistance is between the PV-TEG and the other is between the cold side of the TEG module and the surrounding environment. In order to provide more electricity production from TEG modules, it is extremely important to keep both thermal resistances low and thus to provide high transmission coefficients. Indeed, the roughness on both the module and panel surfaces causes the contact to be air-gapped. Air-gapped contact significantly reduces the heat transmission coefficient. The transmission coefficient of air (0.026 W/mK) is almost four times lower than the transmission coefficient of metals. This increases the thermal resistance at the contact points and significantly reduces the system

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

efficiency and performance [37-39]. For this purpose, various thermal interface materials (TIM) are suggested to fill the gaps and reduce thermal resistance. It is understood that the main thermal interfaces used in the literature are adhesives, gels, nanocarbon adhesives, thermal grease, Epo-tek, Pyrolytic graphite sheet (Figure 13). Generally, the thermal pastes used are expected to have high heat transfer coefficients and low viscosity and adhesiveness to keep the modules on the surface. In the case of gel use, an efficiency increase of 1.24–2.85% was determined [40]. In another study, it was stated that the results of the adhesive using thermal grease and nano composite mixture as intermediate adhesive provided a 16% increase in efficiency compared to the results using only grease [41].

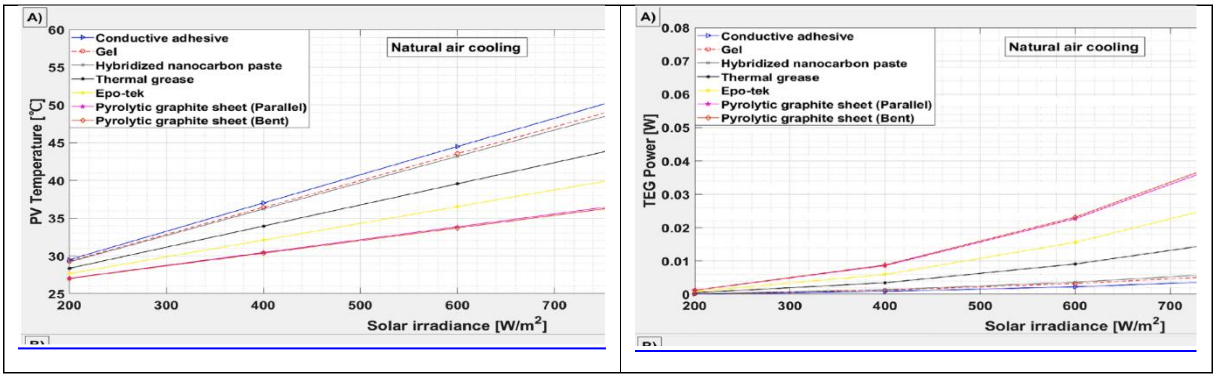


Figure 13. different thermal paste affect [12]

Thermal paste materials such as thermal grease, gel and carbon paste, when exposed to high temperatures for a long time, their structures deteriorate and their properties decrease or disappear. Contact thermal resistance is directly proportional to the thickness of the material and inversely proportional to thermal conductivity. Thermal resistances used in research are generally in the range of 1×10^{-6} –5×10^{-4} m^2 K/W [42]. In this respect, the selection of materials with high thermal conductivity and as thin as possible will reduce thermal resistance. In this respect, research on pyrolytic graphite sheets (PGS) with high thermal conductivity coefficients such as 1600 W/m.K and thin layers such as 25-µm is also ongoing[29].

A B

Figure 14. a)Thermal paste, b)thermal ped

Although different uses of suitable thermal pastes are being investigated to improve heat transfer at the PV-TEG interface and the cooled interface of TEGs, since the existing thermal pastes are pastes developed for the purpose of cooling computer processors, the bonding properties of these pastes are not as good as their conduction coefficients. In this respect, their active use in PV-TEG applications is almost non-existent. It is envisaged that other alternatives such as carbon graphite TIM and thermal pads can also be used to provide thermal conductivity (Figure 14b). In this sense, it may be promising to use thermal pads or carbon graphite TIMs with double-sided good bonding properties by also providing double-sided bonding properties.

8. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The use of thermoelectric modules in photovoltaic panels increases the final efficiency of the panels. The modules, which provide additional energy from the heat of the panels, also increase the panel efficiency since they cool the panel. Cost analysis, long-term applicability and appropriate designs of PV-TEG modules are required. In PV-TEG systems, good cooling of TEGs is extremely important both for the electrical energy produced by TEGs alone and for cooling the PV panel and generating more electricity. In this respect, in order to obtain good efficiency from PV-TEG systems, the use of TEG modules in PV/Ts is inevitable. Indeed, since there is already a pump in the system itself in PV/Ts where water is circulated, no additional energy is required for cooling the system. Since suitable active cooling can be provided without requiring additional costs, the applicability of PV/T-TEG systems will be easier than PV-TEG systems. Inactive cooling methods such as aluminum fin cooling and PCM material cooling are being investigated in PV-TEG systems.

The important problem encountered in PV-TEG systems is the use of suitable thermal pastes for TEG modules. In fact, different uses of suitable thermal pastes are being investigated to improve heat transfer at the PV-TEG interface and the cooled interface of TEGs. However, since the thermal pastes available in the market are pastes developed for the purpose of cooling computer processors, the adhesion properties of these pastes are not as good as their conduction coefficients. In this respect, their applicability in PV-TEG applications should be questioned. It has been observed that carbon graphite TIM and thermal pads can be used as other alternatives in terms of providing thermal conductivity. In this sense, it may be promising to use thermal pads with good double-sided adhesion properties or carbon graphite TIMs by also providing double-sided adhesion properties.

[1] P. ÇULUN and S. K. IŞIK, "RECENT DEVELOPMENTS IN COOLING OF PHOTOVOLTAIC SOLAR PANELS," *Current Research in Engineering,* p. 113, 2023.

[2] G. Kidegho, F. Njoka, C. Muriithi, and R. Kinyua, "Evaluation of thermal interface materials in mediating PV cell temperature mismatch in PV-TEG power generation," (in English), *Energy Rep,* vol. 7, pp. 1636-1650, Nov 2021, doi: 10.1016/j.egyr.2021.03.015.

[3] A. Khan, N. Shahzad, A. Waqas, M. Mahmood, M. Ali, and S. Umar, "Unlocking the potential of passive cooling: A comprehensive experimental study of PV/PCM/TEC hybrid system for enhanced photovoltaic performance," (in English), *J Energy Storage,* vol. 80, Mar 1 2024, doi: ARTN 110277
10.1016/j.est.2023.110277.

[4] A. F. Mirza, M. Mansoor, K. Zerbakht, M. Y. Javed, M. H. Zafar, and N. M. Khan, "High-efficiency hybrid PV-TEG system with intelligent control to harvest maximum energy under various non-static operating conditions," (in English), *J Clean Prod,* vol. 320, Oct 20 2021, doi: ARTN 128643
10.1016/j.jclepro.2021.128643.

[5] S. S. Indira *et al.*, "A review on various configurations of hybrid concentrator photovoltaic and thermoelectric generator system," *Sol Energy,* vol. 201, pp. 122-148, 2020.

[6] K. Khan *et al.*, "Data-driven green energy extraction: Machine learning-based MPPT control with efficient fault detection method for the hybrid PV-TEG system," *Energy Rep,* vol. 9, pp. 3604-3623, 2023.

[7] Z. Wehbi, R. Taher, J. Faraj, C. Castelain, and M. Khaled, "Hybrid thermoelectric generators-renewable energy systems: A short review on recent developments," *Energy Rep,* vol. 8, pp. 1361-1370, 2022.

[8] M. A. Fini, D. Gharapetian, and M. Asgari, "Efficiency improvement of hybrid PV-TEG system based on an energy, exergy, energy-economic and environmental analysis; experimental, mathematical and numerical approaches," (in English), *Energ Convers Manage,* vol. 265, Aug 1 2022, doi: ARTN 115767
10.1016/j.enconman.2022.115767.

[9] F. J. Montero *et al.*, "Hybrid photovoltaic-thermoelectric system: Economic feasibility analysis in the Atacama Desert, Chile," *Energy,* vol. 239, p. 122058, 2022.

[10] H. Metwally, N. Mahmoud, W. Aboelsoud, and M. Ezzat, "Yearly performance of the photovoltaic active cooling system using the thermoelectric generator," *Case Stud Therm Eng,* vol. 27, p. 101252, 2021.

[11] R. Venkateswari and N. Rajasekar, "Review on parameter estimation techniques of solar photovoltaic systems," *International Transactions on Electrical Energy Systems,* vol. 31, no. 11, p. e13113, 2021.

[12] P. Çulun, "Evaluatıon of Recent Developments in Thermoelectrıc Generators," ed: Sept, 2023.

[13] F. H. M. MUHI and M. Güçyetmez, "Load management design and techno-economic analysis for an islanded hybrid Pv-Teg microgrid," *Energy Rep,* vol. 11, pp. 5542-5555, 2024.

[14] C. Babu and P. Ponnambalam, "The theoretical performance evaluation of hybrid PV-TEG system," (in English), *Energ Convers Manage,* vol. 173, pp. 450-460, Oct 1 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2018.07.104.

[15] J. Wang, Y. Li, B. Yang, and L. Jiang, "Multi-optimized reconfiguration of hybrid photovoltaic-thermoelectric generation (PV-TEG) system for performance enhancement," *Energ Convers Manage,* vol. 307, p. 118373, 2024.

[16] M. B. Zohra, A. Riad, and A. Alhamany, "Optimizing the conception of hybrid PV/PCM by optimizing the heat transfer at the contact interface and by integrating two types of PCM," *Results in Engineering,* vol. 16, p. 100614, 2022.

[17] R. Bjork and K. K. Nielsen, "The performance of a combined solar photovoltaic (PV) and thermoelectric generator (TEG) system," (in English), *Sol Energy,* vol. 120, pp. 187-194, Oct 2015, doi: 10.1016/j.solener.2015.07.035.

[18] K. Tyagi, B. Gahtori, S. Kumar, and S. Dhakate, "Advances in solar thermoelectric and photovoltaic-thermoelectric hybrid systems for power generation," *Sol Energy,* vol. 254, pp. 195-212, 2023.

[19] M. A. Qasim, V. I. Velkin, and S. E. Shcheklein, "Experimental study on hybridization of a PV–TEG system for electrical performance enhancement using heat exchangers, energy, exergy and economic levelized cost of energy (LCOE) analysis," *Clean Energy-China,* vol. 7, no. 4, pp. 808-823, 2023.

[20] M. A. Qasim, V. I. Velkin, S. E. Shcheklein, S. A. Salih, B. A. Aljashaami, and A. A. Sammour, "Conversion of Heat Generated During Normal PV Panel Operation into Useful Energy via a Hybrid PV-TEG Connection," (in English), *Int J Renew Energy R,* vol. 12, no. 4, Dec 2022. [Online]. Available: <Go to ISI>://WOS:000904604700009.

[21] H. Lee, A. M. Attar, and S. L. Weera, "Performance prediction of commercial thermoelectric cooler modules using the effective material properties," *J Electron Mater,* vol. 44, pp. 2157-2165, 2015.

[22] W. N. ABBAS, M. W. ALJİBORY, and H. T. HASHİM, "Experimental Investigation of Photovoltaic–Thermoelectric Generator (PV-TEG) Integrated Hybrid System Performance," *Journal of Current Researches on Engineering, Science and Technology,* vol. 9, no. 1, pp. 145-160, 2023.

[23] N. Dimri, A. Tiwari, and G. Tiwari, "Effect of thermoelectric cooler (TEC) integrated at the base of opaque photovoltaic (PV) module to enhance an overall electrical efficiency," *Sol Energy,* vol. 166, pp. 159-170, 2018.

[24] Ö. F. Keser, B. Idare, B. Bulat, and A. Okan, "The Usability of PV-TEG Hybrid Systems on Space Platforms," (in English), *2019 9th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (Rast),* pp. 109-115, 2019, doi: 10.1109/rast.2019.8767785.

[25] J. Darkwa, J. Calautit, D. Du, and G. Kokogianakis, "A numerical and experimental analysis of an integrated TEG-PCM power enhancement system for photovoltaic cells," *Applied Energy,* vol. 248, pp. 688-701, 2019.

[26] P. Bamroongkhan, C. Lertsatitthanakorn, and S. Soponronnarit, "Experimental performance study of a solar parabolic dish photovoltaic-thermoelectric generator," *Energy Procedia,* vol. 158, pp. 528-533, 2019.

[27] M. Naderi, B. M. Ziapour, and M. Y. Gendeshmin, "Improvement of photocells by the integration of phase change materials and thermoelectric generators (PV-PCM-TEG) and study on the ability to generate electricity around the clock," (in English), *Journal of Energy Storage,* vol. 36, Apr 2021, doi: ARTN 102384
10.1016/j.est.2021.102384.

[28] T. Venkatesh, S. Manikandan, C. Selvam, and S. Harish, "Performance enhancement of hybrid solar PV/T system with graphene based nanofluids," *International Communications in Heat and Mass Transfer,* vol. 130, p. 105794, 2022.

[29] S. M. AL Shurafa, F. B. Ismail, H. A. Kazem, T. E. Sann, and T. A. H. Almajali, "Enhancing Photovoltaic-Thermoelectric Generator (PV-TEG) system performance via mathematical modeling and advanced thermal interface material: An emphasis on Pyrolytic graphite Sheet (PGS)," (in English), *Sol Energy,* vol. 273, May 1 2024, doi: ARTN 112514
10.1016/j.solener.2024.112514.

[30] M. Gopinath and R. Marimuthu, "PV-TEG output: comparison with heat sink and graphite sheet as heat dissipators," *Case Stud Therm Eng,* vol. 45, p. 102935, 2023.

[31] C. Babu and P. Ponnambalam, "The role of thermoelectric generators in the hybrid PV/T systems: A review," *Energ Convers Manage,* vol. 151, pp. 368-385, 2017.

[32] A. Khan, N. Shahzad, A. Waqas, M. Mahmood, M. Ali, and S. Umar, "Unlocking the potential of passive cooling: A comprehensive experimental study of PV/PCM/TEC hybrid system for enhanced photovoltaic performance," *J Energy Storage,* vol. 80, p. 110277, 2024.

[33] S. Koushik, S. Das, V. Sharma, P. Walde, and N. Maji, "PV and TEG Hybrid Power Generation for Enhancement of Efficiency," (in English), *Ind Int C Pow Elect,* 2018. [Online]. Available: <Go to ISI>://WOS:000474720800031.

[34] M. Gopinath and R. Marimuthu, "PV-TEG output: Comparison with heat sink and graphite sheet as heat dissipators," (in English), *Case Stud Therm Eng,* vol. 45, May 2023, doi: ARTN 102935
10.1016/j.csite.2023.102935.

[35] U. A. Saleh, S. A. Jumaat, M. A. Johar, and W. A. Jamaluddin, "Performance of the Hybrid Photovoltaic-Thermoelectric Generator (PV-TEG) System under Malaysian Weather Conditions," (in English), *5th Ieee Conference on Energy Conversion 2021 (Cencon 2021),* pp. 11-16, 2021, doi: 10.1109/Cencon51869.2021.9627257.

[36] R. Z. Caglayan, K. Kayisli, M. Roscia, A. Harrouz, R. Bayindir, and I. Colak, "PV&TEG Hybrid System controlled with Fuzzy based MPPT," (in English), *2023 11th International Conference on Smart Grid, Icsmartgrid,* 2023, doi: 10.1109/Icsmartgrid58556.2023.10171081.

[37] Y. Zhou *et al.*, "Recent advances in thermal interface materials," *ES Materials & Manufacturing,* vol. 7, no. 7, pp. 4-24, 2020.

[38] J. Zhang and Y. Xuan, "Investigation on the effect of thermal resistances on a highly concentrated photovoltaic-thermoelectric hybrid system," *Energ Convers Manage,* vol. 129, pp. 1-10, 2016.

[39] Y. X. Zhang, N. Zhu, X. D. Zhao, Z. Y. Luo, P. F. Hu, and F. Lei, "Energy performance and enviroeconomic analysis of a novel PV-MCHP-TEG system," (in English), *Energy,* vol. 274, Jul 1 2023, doi: ARTN 127342
10.1016/j.energy.2023.127342.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

[40] W. Gu, T. Ma, A. Song, M. Li, and L. Shen, "Mathematical modelling and performance evaluation of a hybrid photovoltaic-thermoelectric system," *Energ Convers Manage,* vol. 198, p. 111800, 2019.

[41] A. Kotkondawar, A. Bhende, V. Khond, and S. Rayalu, "Performance evaluation of PV-TEC coupling device for power production with improved hybrid nanocarbon based thermal material interface," *Energy Rep,* vol. 7, pp. 6868-6875, 2021.

[42] Z. Ouyang and D. Li, "Modelling of segmented high-performance thermoelectric generators with effects of thermal radiation, electrical and thermal contact resistances," *Scientific reports,* vol. 6, no. 1, p. 24123, 2016.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

DİFFERENT APPLİCATİON AREAS OF THERMOELECTRİC AND PELTİER MODULES

[a]Perihan ÇULUN, [a]Cengiz ÖNER, [a]Nihat TARHAN

[a]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Bingöl University, Bingöl, Turkey
pculun@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1797-9695

ABSTRACT

Evaluation and conversion of solar energy and waste heat energy are of great importance for national economies. Peltiers used for cooling purposes, especially cooling using solar energy or generating electrical energy using waste heat energy, can make significant contributions to countries' energy savings. Peltier modules have the capacity to obtain electrical energy from temperature differences or, conversely, to heat one side and cool the other side using electrical energy. They are generally preferred in small-capacity cooling applications due to higher efficiency. Although Peltiers are mostly preferred for cooling purposes, it is also possible to produce electricity from low-efficiency waste heat with the help of these modules. In addition, thermoelectric modules of these modules, which are especially made more suitable for electricity production, continue to be produced. In this study, interesting uses of both Peltier and thermoelectric modules were evaluated within the framework of current studies on cooling and generating electrical energy from Peltiers and generating electrical energy from thermoelectric generators, and the widespread use of these modules was aimed at.

Keywords: TE, TEC, TEM, TEG, TEJ

1. INTRODUCTION

It is clear that research on efficient use of energy or increasing the use of renewable energy resources will be on the agenda for a long time. While one involves more efficient use of existing energy, the other aims to provide a country's economy and a clean environment with the widespread use of clean and renewable energy. One of the important energy savings is the conversion of waste thermal energy. Indeed, the amount of energy wasted in this area is not small. In this respect, it is important to spread the use of thermoelectric modules (TEM), which enable the conversion of waste thermal energy into both thermal and electrical energy. A large number of N- and P-type thermoelectric materials (TE) are connected in series to form a

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

thermoelectric module (TEM). TEMs can be used to generate electricity using waste heat, as well as to provide cooling using electrical energy[1]. It is expected that modules will make significant contributions to the country's economy, especially if they are used to obtain electrical energy from waste heat after their electrical efficiency increases. Even though the electrical efficiency of these modules is low in the current situation, their ability to be used in the conversion of waste heat in the long term makes them preferable despite their high initial costs. In the case of their use for electricity production purposes, electricity production from waste heat without consuming additional energy is possible[2]. As the production of higher efficiency, higher temperature resistant modules becomes more widespread and their costs decrease, it is understood that they will find application wherever waste heat is present.

TEMs are actually classified according to high temperature and low temperature applications[3]. Their most common uses are low temperature applications. Bi_2Te_3 based materials are actually materials used in low temperature applications. Such low temperature applications actually provide safe electricity generation at temperatures close to room temperature. Therefore, it is actually sufficient to have a hot or cold surface for electricity generation[4]. The highest temperature at which these products operate is 250°C.

In addition to applications where TEMs are used for electricity generation, they can also be used in cooling applications using electricity. When used in electricity generation using the Seebeck effect, they are called Thermo Electric Generators (TEGs) because they work as electric generators. In applications where cooling is done using the Peltier effect, they are called Thermoelectric Cooling (TECs). Since the cooling efficiency of TECs is higher than their efficiency in generating electricity, they are known more as cooling modules in the market instead of thermoelectric modules. Since TEC modules provide cooling from a waste heat source and actually provide a transformation of thermal energy in its own version, this process can be achieved with higher efficiency compared to electricity generation. Although the use of TEC modules is more widespread than TEGs, both application areas actually need more research and application areas. It has been determined that there are significant deficiencies in this area.

In this study, the application areas of TEMs for electricity generation or cooling purposes were examined using literature research. The usage areas of TEG/TEC modules within the scope of

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

the study were introduced, and the difficulties and opportunities encountered in the relevant areas were discussed. It is aimed to help the widespread use of TEG/TEC modules, which have an important place in the evaluation of waste thermal energy and energy saving by converting them, in our country in the future. In this respect, both TEG and TEC modules will constitute an important source for usage areas and academic studies in this field.

2.STRUCTURE AND WORKING PRINCIPLE OF THERMOELECTRIC MODULES

2.1. Thermoelectric Effect and Its History

The thermoelectric effect was first discovered by German scientist Thomas John Seebeck. This effect, known as the Seebeck effect, was discovered by the movement of a compass needle in a closed circuit created by combining two different metal ends. However, it was not initially understood by Seebeck that this was an electrical effect. However, Thomas Seebeck was the first person to discover the phenomenon of heat conversion into electricity or electricity conversion into heat, which forms the basis of TEMs. In 1834, French scientist Jean Pelteir discovered that when electrical energy was used in this circuit, the heat increased at one end and the heat decreased at the other end in the experiments he conducted as a continuation of these studies. Therefore,while T. John Seebeck demonstrated production through temperature difference in 1821, Jean Charles Athanasa Peltier demonstrated that heating effect would be provided on one side and cooling effec would be provided on the other side as a result of voltage difference between the surfaces in 1834. Approximately a century later, in the 1930s, these modules first began to be produced in the form of peltiers (TEC) to be used for cooling purposes.

After the discovery of Seebeck and Peltier effects, when the front and back surface temperatures of the ceramic surface TE materials are provided to be different from each other, an electric current is passed. The amount of electric current can be increased by increasing the temperature difference between these surfaces. Using this advantage, electricity can be produced with the help of the temperature difference created between the two surfaces with the help of waste heat.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

This makes it possible to convert waste heat into electrical energy. The opposite situation, that is, it can be used as a heat pump or cooler by giving electrical energy.

2.2. Seebeck and Peltier Effect

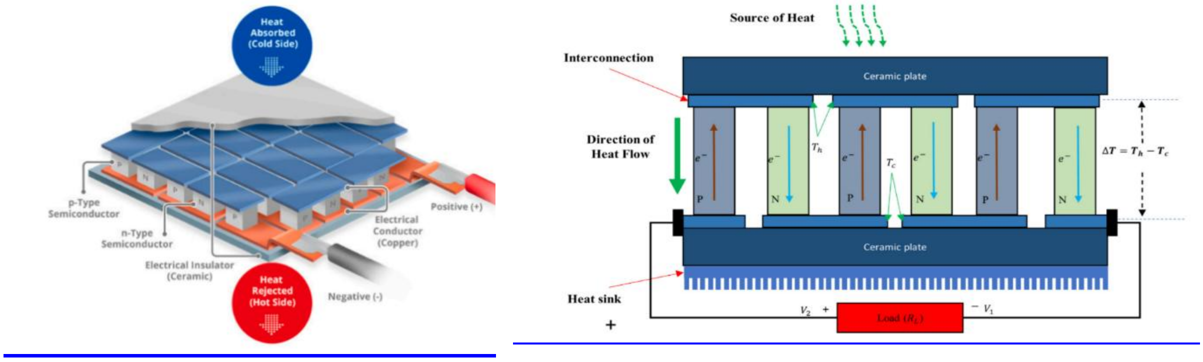
The electric current passing through the circuit formed by the combination of two different metals, one hot and the other cold, is called the Seebeck effect. The amount of voltage passing through this circuit depends on the temperature differences (ΔT) of the TEMs formed by the materials, the semiconductor double numbers (n), and the Seebeck coefficient (α) of the semiconductor materials used. It is seen in equation 1 that the voltage value is directly proportional to these parameters[5].

$$V = n\alpha\Delta T \tag{1}$$

The Seebeck number of TEMs is generally around 100µV/°C minimum[6]. This coefficient varies depending on the material type as well as the temperature of the same material. Here, the temperature difference is actually equal to the temperature difference between the hot (T_h) and cold (T_c) sides (Equation 2).

$$\Delta T = T_h - T_c \tag{2}$$

It is known that the voltage amount can be increased by the series connection of the N and P pairs in TEMs, and the current amount can be increased by the parallel connection of the series-connected groups[6]. TEM modules consist of a large number of P and N pole semiconductors as shown in Figure 1.



A B

Figure 1. a) Heat absorption and dissipation by Thomson effect in TEG module consisting of many N and P semiconductors [7], b) TEG electrical circuit and electrical conduction [8]

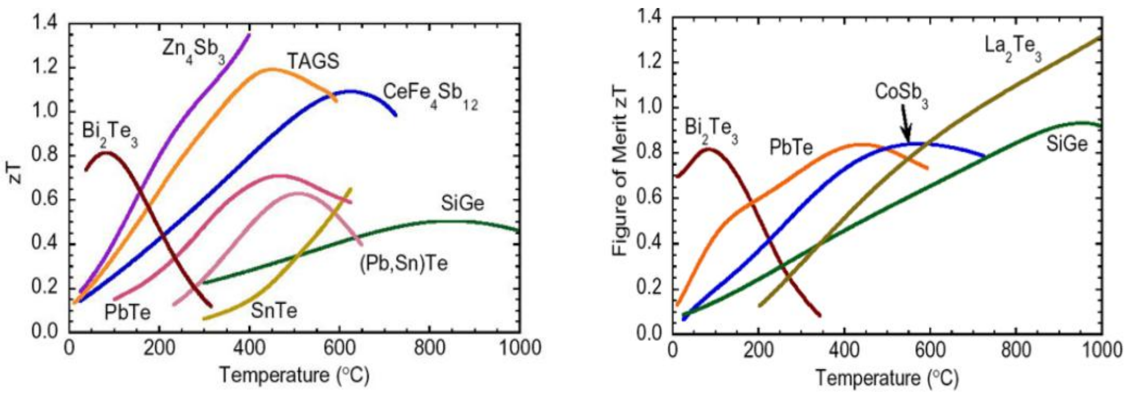
P and N type semiconductor materials are being developed in terms of the ZT factor called thermoelectric material factor (Figure of Merit) and temperature resistance. Since the ZT factor is an indicator of the higher electricity production capacity of these materials, it is important to work on increasing this value as much as possible. While the ZT factor is below 1 in TE materials based on Bismuth Telluride, this value is tried to be increased above 1 with current materials (Figure 2). Whether TEM or TEC, all of them are basically produced from semiconductor materials such as lead, tin and tellurium. It is known that the semiconductors used in peltiers developed for cooling purposes are generally Bi_2Te_3 and Sb_2Te_3[9]. However, in TEMs produced from Bismuth Telluride (Bi_2Te_3), a maximum of 5% efficiency can be achieved as a result of the temperature not exceeding 260°C and the maximum ZT being 1.2 [10]. The material factor of the thermoelectric couple depends on the Seebeck coefficients (α_p, α_n), thermal conductivity coefficient (k) and electrical resistance (R) of the relevant thermoelectric couple as seen in equation 3 [11].

$$ZT = (\alpha_p - \alpha_n)^2/kR \tag{3}$$

If the electric conductivity coefficient (σ) and the mean absolute temperature (T) are known, ZT:

$$ZT = \alpha^2\sigma T/k \tag{4}$$

Though the rule of thumb was ZT<1, it is now known that ZT values of 2 and higher can be achieved by using different alloys [12]. In fact, it has been understood that ZT can reach high values such as 2.5 and 3.5 with alloys such as Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 and PbSeTe/PbTe.



A B

Figure 2. ZT factors of different TE material types P and N type in different working ranges [13]

The temperature resistance of TE materials is at least as important as the ZT value. In fact, the greatest energy waste occurs in sectors such as foundries, high-temperature exhaust gases, flue gases, melting processes, etc. The absence of TE materials with applicable resistance in these areas will continue to cause major energy losses. The ZT factor of different P and N type Thermoelectric materials in different operating ranges is shown in Figure 2 [13]. As can be seen, while the traditional materials used, Bismuth Telluride-based N and P type materials, are in the temperature range of 200-250°C, research on newly developed TE materials resistant to temperatures up to 1000°C is ongoing.

The opposite of the Seebeck effect in TE materials is known as the Peltier effect. When a current is passed through a circuit containing two different metals connected to form a closed circuit, one of the metals will start to heat up and the other will start to cool down. In this way, the effect of heating on one side and cooling on the other side as a result of using electrical energy in the circuit is called the Peltier effect (Figure 3).

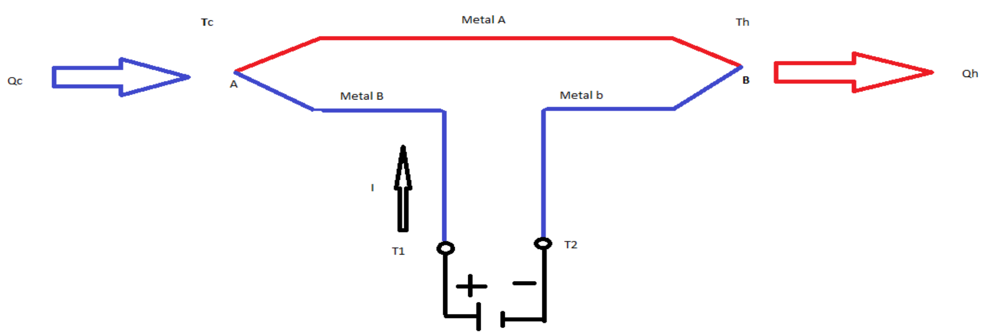


Figure 3. Peltier effect

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

2.3.Thomson Effect

The Thomson effect was discovered by William Thomson (Lord Kelvin) in 1854. This effect is used in technologies such as thermoelectric generators, cooling systems and energy production applications. Peltiers use the Thomson effect to create a certain temperature difference, allowing one side to cool and the other side to heat. The Thomson effect expresses the numerical relationship between the Seebeck and Peltier effects [11]. According to the Thomson effect, when current (I) passes through a circuit, not only the temperature difference (ΔT) but also the Thomson coefficient (τ) of the thermoelectric material is affected. This Thomson value is expressed in the formula as follows. With the Thomson effect, the heat absorbed from one side is radiated from the other side (Figure 1).

$$Q_T = \tau \times I \times \Delta T \tag{5}$$

2.4. Thermoelectric Generators

TEMs containing large numbers of N and P pairs, however, generally have very small structures and low electrical efficiency. Therefore, the amount of electrical energy produced from a single TEM is low. In this respect, high-power thermoelectric generators (TEG) are obtained by connecting different numbers of TEMs in series. It is foreseen that they will be of great importance in the future in terms of evaluating waste heat due to their simple working principles, lack of moving parts and no maintenance requirements. TECs and TEMs, which are basically similar in their production methods, have similar working principles and although both can be used for the same purpose, the efficiency of TECs obtained for cooling effect and TEMs developed for electricity generation purposes are different from each other. In other words, since the modules produced as Peltiers in the market are developed for cooling purposes, their cooling efficiency is higher while their electricity generation efficiency is lower. On the other hand, the electrical efficiency of TEM modules developed especially for electricity generation has also been relatively improved compared to TEC modules. Table 1 shows the commercially available Bismuth Tellur based TEC/TEM modules and their related features.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

TABLE 1. DEATURES OF DİFFERENT PELTİER MODELS

PRODUCT	TEC 1	TEC 1	TEC 1	TEC 1	TEC 1
TYPE	12703	12704	12705	12706	12708
OPERATİON TEMP.(MAX) (°C)	200	200	200	200	200
POWER(MAX) (W)	26.7	35.6	44.5	53.3	71.1
TEMP. DİFF(MAX) (°C)	68	68	68	68	68
MAX. VOLTAGE (V)	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4
MAX. CURRENT(A)	3	4	5	6	8

2. USES OF PELTIER MODULES FOR COOLING PURPOSES

Peltier modules are actually thermoelectric modules that create a temperature difference using electrical energy. As a result of the electric current passing through the Peltier modules, one surface cools while the other surface heats up. Peltiers are widely used in small capacity cooling applications by taking advantage of this feature. Since cooling occurs with the Peltier effect, they are called Thermoelectric Cooling (TEC). Coolings made with the help of Peltiers have applications such as cooling electronic devices, portable coolers such as mini refrigerators, small capacity cooling needs in laboratory environments or medical devices, laser cooling, personal cooling, PV panel cooling, etc. Peltier modules are preferred because they are small, portable, do not contain moving parts, can cool quickly, and do not have harmful emissions. On the other hand, their use in large capacity applications is limited due to their low efficiency and usability in low temperature applications. TEC modules based on ($Bi_2Te_{3-x}Se_x$) and ($Bi_xSb_{2-x}Te_3$) are unfortunately resistant to low temperature ranges such as 230-250°C [14].

TEC modules are used for cooling computer servers, microprocessors and power amplifiers. In portable mini coolers, medical small power coolers, the heated area can be cooled with TECs in order to increase the working efficiency of the laser. Wearable technologies that cool can be produced by using the electrical energy generated from solar energy in wearable textile products.

3.1. Peltier Cooler Mini Refrigerators and Air Conditioners

The COP increase study in a mini refrigerator using TEC modules is shown in Figure 4. In the example study, water was used as the intermediate fluid in a mini refrigerator and TEC modules were used for cooling the water. The cold part of the TEC modules is inside the cabinet and the

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

hot part is outside the cabinet. Cooling of the outside hot side of the TEC module must also be maintained so that the temperature in the cooled area can drop sufficiently. Therefore, in this case, in order for the TEC module to work, an electric flow must be provided from an electric source, the cold side starts to cool and the hot side starts to warm. So TEC module must be cooled with a device that consumes additional electrical energy, such as a fan, on the outside [15]. At 4 V and 1.006 A current, COP is 77.3%, at a temperature difference of 8°C for cooling temperature. The highest temperature difference is stated as 26.4°C and COP is 11.2% for 10 V, 9.149 A and 91.49 W.

A

B

Figure 4. photographic picture of experimental setup: 1 – power supply, 2 – S.S. box, 3 – sensor, 4 – wooden box, 5 – heat sink, 6 – Peltier unit, 7 – fan; b) schematic diagram of experimental setup: 1 – S.S. box, 2 – fan, 3 – heat sink, 4 – Peltier unit, 5 – foam box, 6 – voltage regulator, 7 – power supply

In a similar another study, it was emphasized that as a result of testing 1-3 TEM modules with different voltage values such as 8, 10 and 12 V in different cooling volumes to increase cooling performance, steady-state temperatures decreased with increasing number of modules and higher COP was provided in the 8-volt system compared to 12-volt. The reason for this was attributed to the inadequacy of cooling of the heated part in the TECs when 12-volt energy was supplied [16]. Since refrigerators and air conditioners work on similar principles, studies on mini-type air conditioners working with TEC are also ongoing [17]. Figure 5 shows the use of TEG/TEC modules in a heat pump operating with geothermal system support. Since there is water or refrigerant pumped in such a system, the cooling process of the TEG/TEC modules will also be done as active cooling and therefore the modules will operate with high efficiency.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

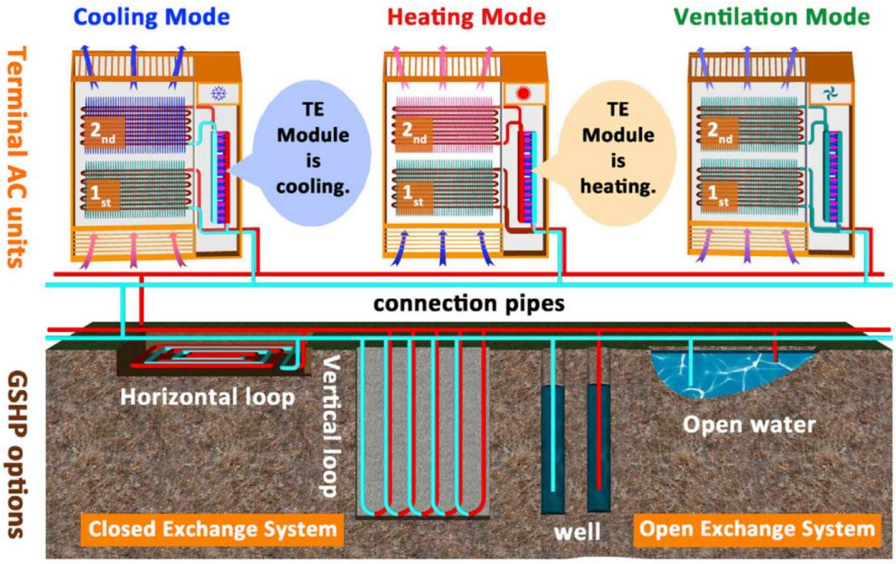
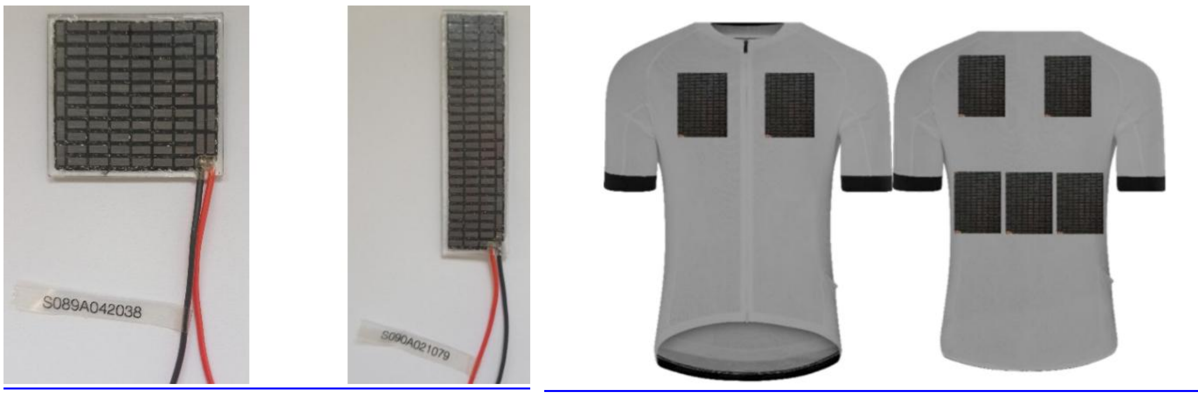


Figure 5. Using TEG modules in heat pump or air conditioning systems [17]

3.2. Use of Peltier in Smart Wearable Products

With the development and widespread use of flexible thermoelectric modules, their use for electricity generation or cooling purposes will become widespread. As a matter of fact, it has been stated that flexible TEC modules and their use in wearable products provide a cooling effect of up to 5°C as shown in the figure [18, 19]. There are many work areas where air conditioning systems are not possible for various reasons. In this respect, various smart wearable personal cooling systems equipped with TEC should be implemented in order to cool down the people working in the relevant areas (Figure 6). TEC applications in wearable technologies [20].



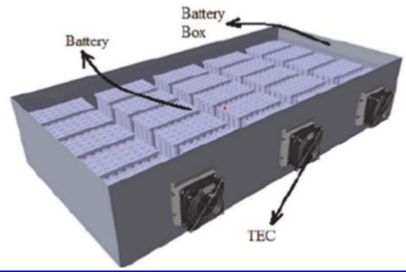
A B

Figure 6. a) Flexible TEC module production, b) Use of flexible TEC modules in wearable smart clothing

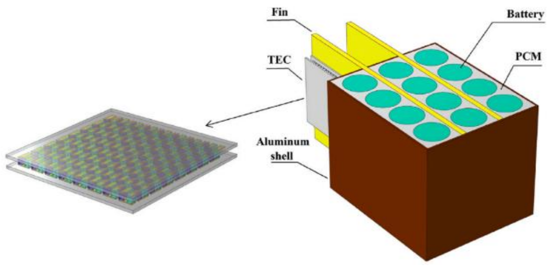
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

3.3. Use of Peltier in Cooling Electronic Devices and Batteries

TEC modules are also used in cooling electronic devices and batteries [21, 22]. In Figure 7b, there are 12 batteries in three rows, four batteries in each row. After the heat of the batteries is absorbed by the phase change material placed around them, the heat temporarily stored in the phase change material is transferred to the TEC modules with the help of fins with high heat transfer coefficients. This heat is removed from the environment by providing cooling with the help of TEC modules[23].



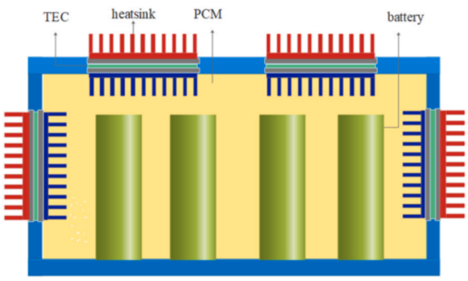
A



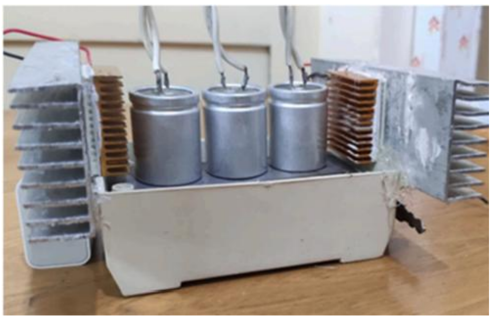
B

Figure 7 a) Cooling of batteries only with TEC modules [21], b) Cooling of batteries with TEC in combination with PCM [23]

In order for the batteries to be sufficiently cooled with TEC modules, the hot parts of these modules on the outside must be cooled appropriately and sufficiently. For this purpose, it is possible to apply various exchanger systems. It is also possible to use active cooling systems. However, since active cooling systems require additional electricity consumption, the use of suitable cooling fins ensures that the system is more cost-effective and therefore more applicable and sustainable. For example, as in Figure 8, copper fins that take up less space are preferred in TEC modules to be able to draw better heat, while aluminum fins are used on the cooling side to provide better cooling and to be more cost-effective. It is understood that the aluminum fins are longer than the copper fins used inside in order to provide sufficient cooling.



A



B

Figure 8. Cooling of batteries with TEC modules [21]

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

3.4. Use of Peltier Modules in Cryogenic Cooling

If the temperature on the side of the TEC modules that needs to be cooled can be reduced sufficiently, it is possible to use these modules in cryogenic applications at low temperatures. In a sample study, the temperature value was reduced by − 78.2 ◦C (ΔT = 194.9 K) with two-stage TEC systems such as TEC-1 and TEC-2[24]. In such a system, air and water cooling methods were used to cool the TECs. 1-TEC was liquid cooled to provide the lowest temperature, and TEC-2 was air cooled (Figure 9).

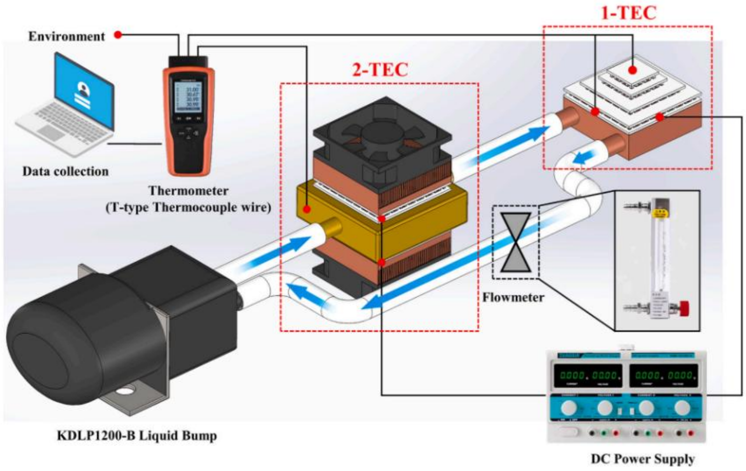


Figure 9. Investigation of the usability of cryogenic cooling of TEC modules [24]

3.5. Use of Peltier Modules in the Medical Field

ue to their structure, TEC modules are used in small capacity cooling applications such as medical applications rather than large capacity cooling[19]. For example, TEC systems can be used for regional heating and cooling needs in a person's body[19]. The use of cryotherapy devices in wrist and ankle injuries is becoming widespread. Figure 10 shows technological products with TEC modules developed for regional rapid warming and cooling of the human body. There are examples of TEC module usage for cooling purposes in brain cooling helmets used in the treatment of epilepsy[25]. In addition to district cooling, research into electrical energy generation using TEG systems in medical and biomedical applications is also ongoing. [26, 27].

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

A B

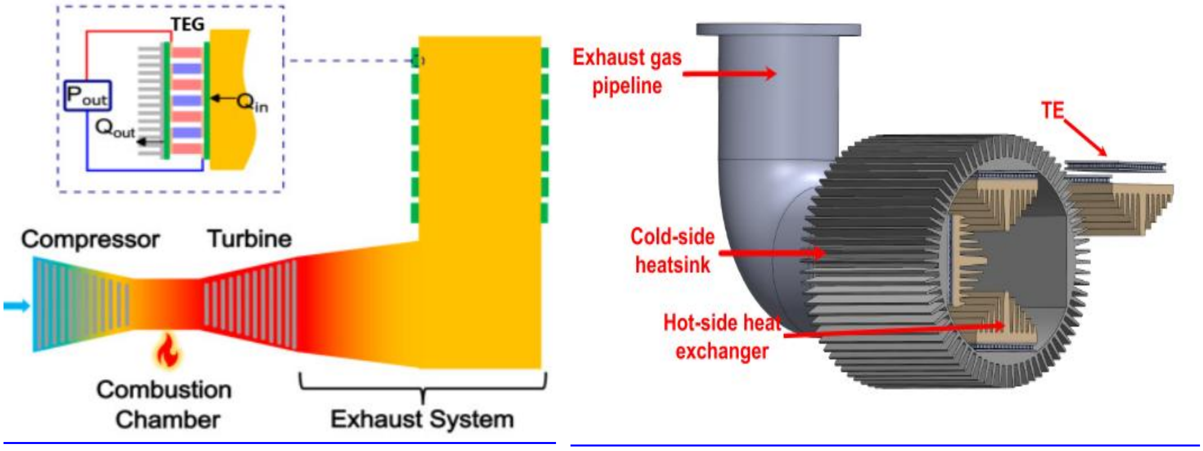
Figure 10. Medical TEC application examples [19]

4.USES OF THERMOELECTRIC OR PELTIER MODULES FOR ELECTRICITY GENERATION PURPOSES

TEMs have the advantages of being usable with all kinds of thermal sources, obtaining electrical energy directly from thermal sources, not requiring maintenance for a long time, having low maintenance costs and having a long service life. In addition to all these advantages, their low efficiency of 5-15% limits their areas of use. However, if suitable cooling is provided, TE technology can provide a continuous power source thanks to the temperature difference between a heat source and the ambient temperature. It is known that small-scale lighting systems are made thanks to TEM modules by using the thermal energy of sources such as boilers, ovens, stoves and hot water, and that they provide 4-5% fuel economy when used in vehicle exhausts and are useful for charging batteries[28]. With various TEGs created according to technological developments up to 2019, electricity production up to 15-550W can be provided and these modules can be combined in electrical installations up to 5kW [12]. It is known that their power can be increased up to 5kW in this way [29]. It is understood that in the future, as TEG efficiency and temperature resistance increase, their areas of use will diversify and become widespread.

4.1. Generating Electricity from Waste Exhaust Gases with Thermoelectric Modules

It is known that internal combustion engine efficiency varies between 25-35% on average, and therefore 70% of the thermal energy used is released into the atmosphere through exhaust gases[30]. In designs made for obtaining electrical energy from waste thermal energy in vehicle exhaust gases with the help of thermoelectrics. The TEG module formed from numerous TEMs is brought into contact with hot exhaust gases as a hot source, while the source from which the heat is discharged can be either direct outside air or a cooling fluid such as engine cooling water. In this case, additional pump energy is not used for cooling purposes, an existing pumped cold water system is used. This ensures that the energy obtained from the relevant modules is more cost-effective. As seen in Figure 11a TEG modules can be used in vehicle exhaust gases as well as in hot gas chimneys at the end of combustion in gas turbines[31]. Figure 11b shows sample application types of TEG modules in vehicle exhaust pipes[32]. A multi-fin heat exchanger was used to ensure the continuity of heat transfer to the TEG modules inside the exhaust pipes, and a different design is seen with long and continuous fins on the outer wall of the pipe for cooling the modules[32].



A B

Figure 11. Use of TEG modules in exhaust gases[31, 32]

Testing of TEG modules in vehicle exhausts is common because it is a high temperature thermal source [33, 34]. Internal combustion engines, 70% of which is released as waste heat, operate with an efficiency of 25-30% [35]. When TEGs are used in vehicle exhausts, parameters such as high engine speed and engine load increase the temperature difference, thus increasing module efficiency [36].

It is an important issue that academic studies continue on reducing (NOx) emissions in vehicles. The high temperature of exhaust gases causes nitrogen gas emissions. Therefore, reducing exhaust gas temperatures is an important factor in reducing nitrogen gas emissions. On the other hand, reducing the temperature of the internal combustion engine is not applicable since it will also reduce engine efficiency. It is possible to reduce exhaust gas temperatures and therefore nitrogen emissions by using TEG modules. In case of obtaining electrical energy from waste thermal energy from vehicle exhaust gases with thermoelectric modules, there will be both a reduction in emissions based on the reduction of nitrogen amount and an increase in engine efficiency, resulting in more efficient work with less fuel. Therefore, the use of TEM modules in generating electricity will have a great impact on reducing emissions released to the outside air in vehicles or in industry[13]. As seen in Figure 12, with the development of high efficiency TE materials, it will be possible to produce electricity up to 1 kW power by using high efficiency TEG modules in exhaust gases[37].

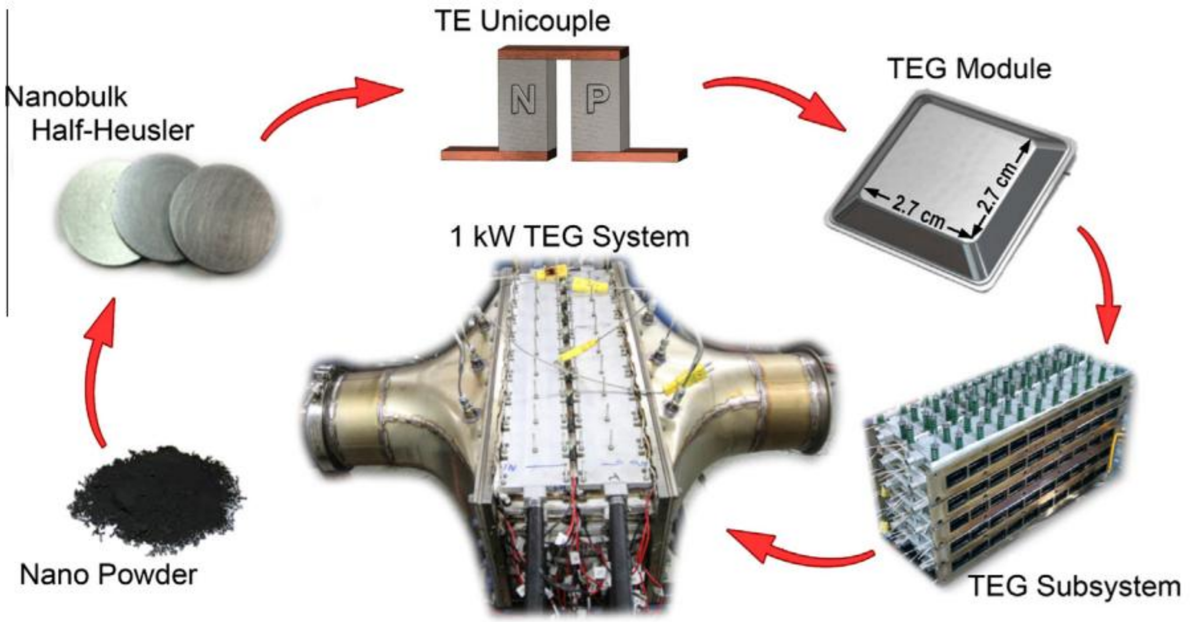
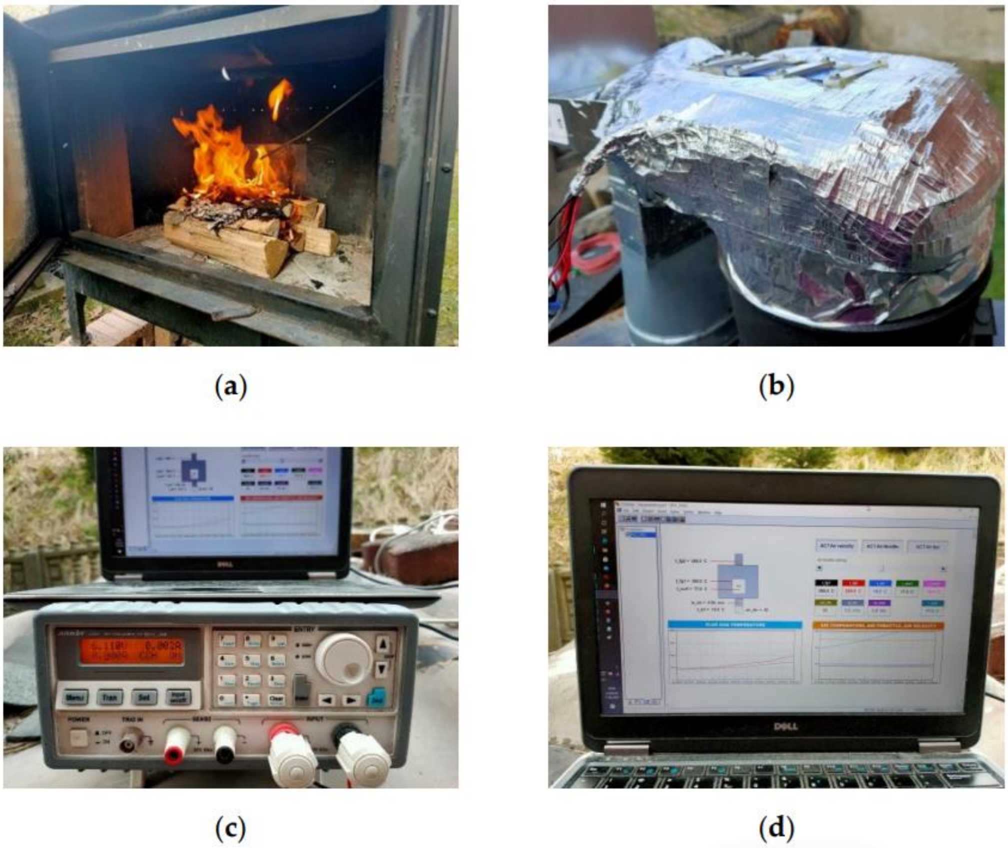


Figure 12. Production of high efficiency TE materials with the help of nano powders and their use in exhaust systems

4.2. Obtaining Electricity from High Temperature Environments such as Boilers and Chimneys with Thermoelectric Modules

In industrial applications, areas where heat losses occur, such as waste flue gases, heat losses from various surfaces of hot boilers, inevitable heat losses on furnace surfaces, and hot stove surfaces, constitute significant energy losses. It is possible to obtain electrical energy by using this waste heat energy with the Seebeck effect using thermoelectric generators[38]. In Figure 13, electrical energy is produced by the TEG module used in the chimney of a wood stove [39]. The most important problem in such systems is to ensure proper cooling of the TEG modules.

In particular, a high efficiency TEG system can be established with the presence of a system that will provide active cooling, such as pumped water in the environment, and a suitable heat exchanger design.



Şekil 23. Electricity generation from wood stove with TEG module, a) Stove, b) TEG module, c) test measurement system, d) program interface [39]

4.3. Different Electricity Production Alternative Applications with Thermoelectric Modules

With the development of high temperature resistant TEG modules, these modules can also be used in high temperature applications such as casting, rolling, melting, metal industry, etc. It is clear that TEG modules will also be indispensable in the aviation sector. Because the air conditioning of the interior of aircraft in the summer is relatively cooler, and since the outside temperature is high in the aircraft on sunny days, it is possible to produce high levels of electricity by equipping all cabin materials of aircraft with TEG modules. Similarly, it is possible to produce electricity in various marine vehicles using combustion chambers and exhaust gases.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

As seen in Figure 14, in another interesting thesis study, the electrical data of TEMs were investigated theoretically and experimentally when nitrogen at 77 K temperature liquefied at atmospheric pressure was used as a cold heat source and the atmosphere at 293 K temperature was used as a hot heat source[40]. It is clearly understood from this example that the important thing is not the high temperature on the hot side of the TEM modules. It is important that the temperature difference between the hot and cold sides of the modules is high. Therefore, almost every place where the appropriate temperature difference is provided constitutes the application area of TEM modules.

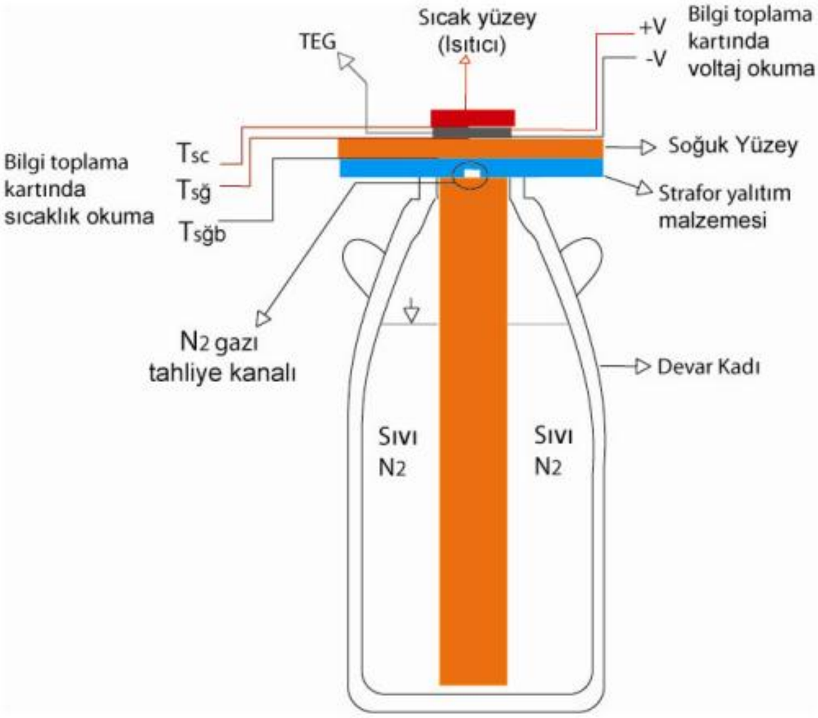


Figure 14. Electricity generation from liquefied nitrogen gas

Other areas where TEGs can be applied can be listed as follows:

1. It can be operated by taking advantage of the temperature difference formed in chimneys.
2. It can be operated by taking advantage of the temperature difference formed around central heating boilers.
3. It can be operated by designing it like a window system in air-conditioned environments with high indoor-outdoor temperature differences in the summer.

4. It can be operated by taking advantage of the temperature difference formed on the walls of spaces containing cold storage.
5. A portable system can be prepared and used in indoor and outdoor spaces according to summer and winter climates.
6. It can be used for electricity generation by using the surface temperatures of solar panels or for cooling purposes by using the electricity obtained from solar panels.
7. It can be operated by taking advantage of the temperature difference formed around the stove and oven in regions where the climate temperature is below zero degrees.
8. It can be used to produce the electricity of spacecraft and satellites in space environments where the ambient temperature is as low as -270 °C.
9. TEGs can reduce exhaust gas temperatures and reduce engine NOx levels.
10. High-temperature TEGs to be developed can be used in hot steel structures, foundries, metalworking workshops, and other high-temperature environments, and can be used to produce high levels of electricity.
11. By using them on the exterior surfaces of aircraft, electricity can be produced to feed aircraft interior lighting systems or to feed batteries by taking advantage of high solar heat and aircraft interior temperature differences.
12. Solar-powered cooling or air conditioning systems can be designed using solar-powered electricity produced from TEC modules [41].

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this study, current studies using TE-based TEG/TEC modules have been evaluated. Different interesting applications of these modules have been presented for the purpose of generating electricity and cooling. It has been understood that the first applications of these modules in the market were generally used for cooling purposes. The fact that the modules are small and have low efficiency has caused them to be preferred in low cooling capacity systems. It has been understood that the main TEC module cooling applications will be used in mini refrigerators, air conditioners, heat pumps, local body heating or cooling in the medical field, and in future technological smart clothes in textile products. TEG module applications are promising, especially in vehicle exhausts, chimneys, hot surfaces such as boilers, ovens, stoves, PV panel cooling systems and in systems such as the metal industry where high temperature applications are included with the provision of suitable material production in the future. Apart from these, it is also thought that TEC/TEG modules will become important sources of electricity generation in aviation and marine vehicles.

REFERENCES

[1] M. Okay, "Taşınabilir medikal bir soğutucu tasarımı ve yapay zekâ ile kontrolü," 2013.

[2] P. A. Stecanella, M. A. Faria, E. G. Domingues, P. H. Gomes, W. P. Calixto, and A. J. Alves, "Eletricity generation using thermoelectric generator-TEG," in *2015 IEEE 15th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, 2015: IEEE, pp. 2104-2108.

[3] N. Zulkepli, J. Yunas, M. A. Mohamed, and A. A. Hamzah, "Review of thermoelectric generators at low operating temperatures: working principles and materials," *Micromachines,* vol. 12, no. 7, p. 734, 2021.

[4] R. Freer and A. V. Powell, "Realising the potential of thermoelectric technology: A Roadmap," *Journal of Materials Chemistry C,* vol. 8, no. 2, pp. 441-463, 2020.

[5] M. Q. Khan, S. Malarmannan, and G. Manikandaraja, "Power generation from waste heat of vehicle exhaust using thermo electric generator: A review," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 402, no. 1: IOP Publishing, p. 012174.

[6] P. ÇULUN, "Evaluation of Recent Developments in Thermoelectric Generators."

[7] F. H. M. MUHI and M. Güçyetmez, "Load management design and techno-economic analysis for an islanded hybrid Pv-Teg microgrid," *Energy Rep,* vol. 11, pp. 5542-5555, 2024.

[8] K. Khan *et al.*, "Data-driven green energy extraction: Machine learning-based MPPT control with efficient fault detection method for the hybrid PV-TEG system," *Energy Rep,* vol. 9, pp. 3604-3623, 2023.

[9] İ. Temizer, C. İlkılıç, B. Tanyeri, and Ö. Cihan, "TERMOELEKTRİK TEKNOLOJİSİNİN TAŞIT SİSTEMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ," *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi,* vol. 1, no. 2, pp. 199-209, 2012.

[10] A. O. Ochieng, T. F. Megahed, S. Ookawara, and H. Hassan, "Comprehensive review in waste heat recovery in different thermal energy-consuming processes using thermoelectric generators for electrical power generation," *Process safety and environmental protection,* vol. 162, pp. 134-154, 2022.

[11] E. Dikmen, "Fixing of factors what affects thermoelectric coolers' working criteria and fields ofe use in industry," Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü …, 2002.

[12] U. Dalar, "Otomobil egzoz sistemlerinde termoelektrik jeneratörlü (TEJ) atık ısı geri kazanım sisteminin irdelenmesi," Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.

[13] J. Fairbanks, "Vehicular thermoelectrics: a new green technology," in *Proc. 2011 Directions in Engine-Efficiency and Emissions Research (DEER) Conference, Detroit, Michigan*, 2011.

[14] N. S. Chauhan and T. Mori, "Cooler, stronger, smaller: improving thermoelectric cooling," *Natl Sci Rev,* vol. 12, no. 1, p. nwae445, Jan 2025, doi: 10.1093/nsr/nwae445.

[15] A. E. M. Elnaggar, S. Sharaf, Z. S. A. Rehim, H. M. M. Mustafa, and H. M. El Zoghby, "Enhancing the coefficient of performance (COP) of mini refrigerators based on

thermoelectric units (Peltier)," (in English), *Polityka Energ,* vol. 27, no. 3, pp. 133-160, 2024, doi: 10.33223/epj/186855.

[16] E. Mandev, "Termoelektrik Buzdolaplarında Çoklu Düzenlemenin ve Elektrik Gücünün Soğutma Performansına Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi," *Journal of the Institute of Science and Technology,* vol. 15, no. 1, pp. 279-290, 2025.

[17] Q. Liu *et al.*, "Highly efficient thermoelectric air conditioner with kilowatt capacity realized by ground source heat-exchanging system," *iScience,* vol. 25, no. 5, p. 104296, May 20 2022, doi: 10.1016/j.isci.2022.104296.

[18] A. Dabrowska, M. Kobus, L. Starzak, B. Pekoslawski, and P. Latas, "A Performance Evaluation of Flexible Thermoelectric Modules for Application in a Cooling Garment," *Materials (Basel),* vol. 18, no. 3, Jan 30 2025, doi: 10.3390/ma18030633.

[19] S. H. Zaferani, M. W. Sams, R. Ghomashchi, and Z.-G. Chen, "Thermoelectric coolers as thermal management systems for medical applications: Design, optimization, and advancement," *Nano energy,* vol. 90, p. 106572, 2021.

[20] M. Yang *et al.*, "Liquid metal-based flexible and wearable thermoelectric cooling structure and cooling performance optimization," *Science China Materials,* vol. 66, no. 10, pp. 4001-4011, 2023.

[21] M. K. Mahek, M. Ramadan, S. S. Bin Dol, M. Ghazal, and M. Alkhedher, "A comprehensive review of thermoelectric cooling technologies for enhanced thermal management in lithium-ion battery systems," *Heliyon,* vol. 10, no. 24, p. e40649, Dec 30 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e40649.

[22] S. ÇOBANER, "Termoelektrik yöntemler ile mikroişlemci soğutucu tasarımı," 2025.

[23] X. Liu, L.-c. Yao, C.-q. Su, X. Xiong, and Y.-P. Wang, "A hybrid battery thermal management system coupling with PCM and optimized thermoelectric cooling for high-rate discharge condition," *Case Stud Therm Eng,* vol. 49, p. 103269, 2023.

[24] S. Hu *et al.*, "A portable design and demonstration of two-stage thermoelectric cooling system for 200 K cryogenic applications," *Appl Therm Eng,* p. 125838, 2025.

[25] R. S. Fisher, "Therapeutic devices for epilepsy," *Annals of neurology,* vol. 71, no. 2, pp. 157-168, 2012.

[26] T. Janes *et al.*, "Thermoelectric Energy Harvesting for Implantable Medical Devices," *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc,* vol. 2021, pp. 1547-1550, Nov 2021, doi: 10.1109/EMBC46164.2021.9630243.

[27] S. Jia, H. Ma, S. Gao, L. Yang, and Q. Sun, "Thermoelectric Materials and Devices for Advanced Biomedical Applications," *Small,* vol. 20, no. 51, p. e2405019, Dec 2024, doi: 10.1002/smll.202405019.

[28] A. Y. Kaya, "Egzoz gazındaki ısı ile çalıştırılan termoelektrik sistemin deneysel incelenmesi," Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.

[29] H. Mamur, Ö. F. Dilmaç, J. Begum, and M. R. A. Bhuiyan, "Thermoelectric generators act as renewable energy sources," *Cleaner Materials,* vol. 2, p. 100030, 2021.

[30] Z.-G. Shen, L.-L. Tian, and X. Liu, "Automotive exhaust thermoelectric generators: Current status, challenges and future prospects," *Energy Conversion and Management,* vol. 195, pp. 1138-1173, 2019.

[31] A. M. Alsaghir and J. H. Bahk, "Performance Optimization and Exergy Analysis of Thermoelectric Heat Recovery System for Gas Turbine Power Plants," *Entropy (Basel),* vol. 25, no. 12, Nov 25 2023, doi: 10.3390/e25121583.

[32] R. B. Smriti *et al.*, "Thermoelectric Energy Harvesting for Exhaust Waste Heat Recovery: A System Design," *ACS Appl Mater Interfaces,* vol. 17, no. 3, pp. 4904-4912, Jan 22 2025, doi: 10.1021/acsami.4c18023.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

[33] A. Patyk, "Thermoelectric generators for efficiency improvement of power generation by motor generators–environmental and economic perspectives," *Appl Energ,* vol. 102, pp. 1448-1457, 2013.

[34] X. Liang, X. Sun, H. Tian, G. Shu, Y. Wang, and X. Wang, "Comparison and parameter optimization of a two-stage thermoelectric generator using high temperature exhaust of internal combustion engine," *Appl Energ,* vol. 130, pp. 190-199, 2014.

[35] M. A. Kunt, "İçten Yanmalı Motor Atık Isılarının Geri Kazanımında Termoelektrik Jeneratörlerin Kullanımı," *El-Cezeri,* vol. 3, no. 2, 2016.

[36] T. Y. Kim, A. Negash, and G. Cho, "Experimental and numerical study of waste heat recovery characteristics of direct contact thermoelectric generator," *Energ Convers Manage,* vol. 140, pp. 273-280, 2017.

[37] Y. Zhang *et al.*, "High-temperature and high-power-density nanostructured thermoelectric generator for automotive waste heat recovery," *Energy Conversion and Management,* vol. 105, pp. 946-950, 2015.

[38] J. Chen, W. Xie, M. Dai, G. Shen, G. Li, and Y. Tang, "Experiments on Waste Heat Thermoelectric Generation for Passenger Vehicles," *Micromachines (Basel),* vol. 13, no. 1, Jan 10 2022, doi: 10.3390/mi13010107.

[39] K. Sornek and K. Papis-Fraczek, "Numerical and Experimental Analysis of a Prototypical Thermoelectric Generator Dedicated to Wood-Fired Heating Stove," *Micromachines (Basel),* vol. 14, no. 1, Jan 5 2023, doi: 10.3390/mi14010145.

[40] H. Özgün, "Termoelektrik Jeneratörlerin Çok Düsük Sıcaklıklarda Teorik ve Deneysel Karakterizasyonu," 2009.

[41] S. M. Pourkiaei *et al.*, "Thermoelectric cooler and thermoelectric generator devices: A review of present and potential applications, modeling and materials," *Energy,* vol. 186, p. 115849, 2019.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

INVESTIGATION OF SURFACE PERFORMANCE OF TEXTURED BEARINGS

Prof. Dr. CEM SİNANOĞLU [1*]

csinan@erciyes.edu.tr - 0000-0003-3923-5862

Dr. Öğr. Üyesi FATMA NAZLI ÖZSOLAK [2*]

fnsari@gmail.com - 0000-0001-6312-8675

ASLIHAN ÇOLAK [3*]

aslihankarabulut18@gmail.com - 0009-0003-7483-8826

[1, 2, 3 *] Department of Industrial Design Engineering, Erciyes University, Kayseri, Türkiye

ABSTRACT

Hydrodynamic lubricated radial journal bearings, which are widely used in the field of engineering, are critical components that directly affect the energy efficiency and durability of mechanical systems. Surface texturing methods, developed to reduce friction and wear, play a significant role in improving bearing performance. A detailed examination of the effects of surface textures on lubrication film formation, load-carrying capacity, friction coefficient, and wear behavior is crucial for the development of more efficient and optimized bearing designs.

A review of the existing literature reveals that numerical simulation studies investigating the impact of surface textures on tribological performance are abundant, whereas experimental research remains relatively limited. To address this gap, this study will experimentally analyze the tribological performance of surface textures with geometric patterns under static load and speed conditions using the TM 290 Hydrodynamic Bearing Test Rig.

This research aims to demonstrate the tribological advantages that surface texturing technologies can offer under real operating conditions. The findings of this study will serve as a guide for more efficient journal bearing designs and contribute significantly to both academic literature and engineering applications.

Keywords : Radial journal bearings , Surface texturing , Hydrodynamic lubrication and tribology

[*] Corresponding author : Prof. Dr.Cem SİNANOĞLU

DOKULU YATAKLARIN YÜZEY PERFORMANSININ İNCELENMESİ

ÖZET

Mühendislik alanında yaygın olarak kullanılan hidrodinamik yağlamalı radyal kaymalı yataklar, sistemlerin enerji verimliliğini ve dayanıklılığını doğrudan etkileyen kritik bileşenlerdir. Sürtünme ve aşınmayı azaltmak amacıyla geliştirilen yüzey dokulama yöntemleri, yatak performansının iyileştirilmesinde önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Yüzey dokularının yağ filmi oluşumu, yük taşıma kapasitesi, sürtünme katsayısı ve aşınma davranışları üzerindeki etkilerinin detaylı olarak incelenmesi, daha verimli ve optimize edilmiş yatak tasarımlarının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Mevcut literatür incelendiğinde, yüzey dokularının tribolojik performans üzerindeki etkilerini ele alan çok sayıda sayısal simülasyon çalışması olduğu, ancak deneysel araştırmaların nispeten sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu boşluğu gidermek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, TM 290 Hidrodinamik Yatak Deney Düzeneği kullanılarak geometrik desenlere sahip yüzey dokularının statik yük ve hız koşulları altındaki tribolojik performansı deneysel olarak analiz edilecektir.

Bu araştırma, yüzey dokulama teknolojilerinin gerçek çalışma koşullarında sağlayabileceği tribolojik avantajları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, daha verimli kaymalı yatak tasarımlarına rehberlik edecek ve hem akademik literatüre hem de mühendislik uygulamalarına önemli katkılar sağlayacaktır.

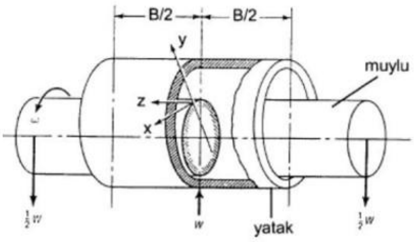
Anahtar Kelimeler: Radyal kaymalı yataklar , Yüzey dokulama (texture) , Hidrodinamik yağlama ve triboloji

GİRİŞ

Hidrodinamik Yağlamalı Radyal Kaymalı Yatak Sistemi

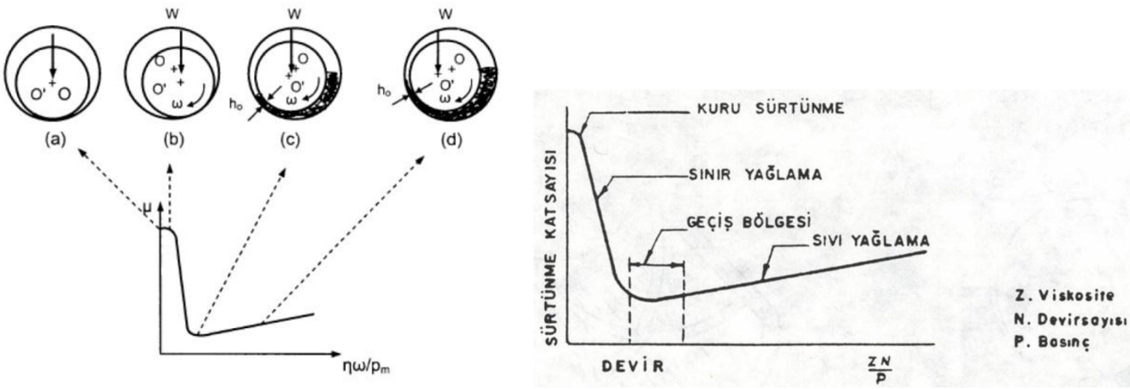
Hidrodinamik yağlamalı radyal kaymalı yataklar, sanayide yaygın olarak kullanılan ve radyal yönde gelen yüklere karşı direnç gösteren kritik bileşenlerdir. Bu sistemler, döner hareket eden bir şaft ile yatak yüzeyi arasında oluşan yağ filmi sayesinde sürtünmeyi ve aşınmayı en aza indirerek çalışma verimliliğini artırır. Yük taşıma kapasitesi, şaftın dönme hızı ve kullanılan yağın viskozitesi gibi faktörlere bağlı olarak, yağ filmi tarafından oluşturulan hidrodinamik basınçla sağlanır. Bu yağ filmi, metal yüzeylerin doğrudan temasını önleyerek hem sürtünme kayıplarını azaltır hem de aşınmayı engeller.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 1: Tipik bir radyal kaymalı yatak sistemi [1]

Yatak performansını iyileştirmek amacıyla yüzey dokulama teknikleri uygulanmaktadır. Yüzey dokulama, yağ filmi üzerinde belirli basınç dağılımları oluşturarak yük taşıma kapasitesini artırırken, sürtünmeyi de düşürmektedir. Bu sayede, hidrodinamik yağlama koşullarında daha dayanıklı ve verimli yatak sistemleri geliştirilmesi mümkün hale gelmektedir.

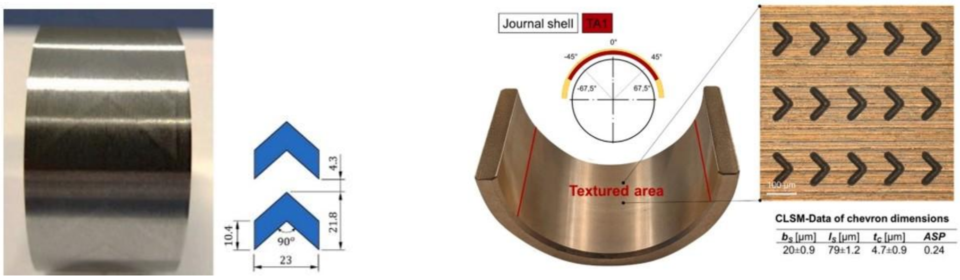


Görsel 2: Mil ve yatağın değişik izafi konumlarında yağ filminin oluşumu [1]

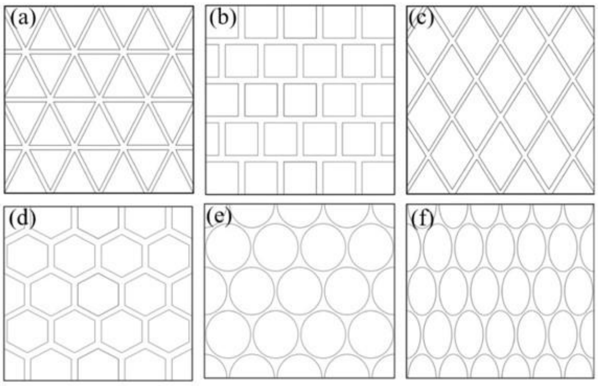
Hidrodinamik Yağlama ve Yüzey Dokularının Etkisi

Hidrodinamik yağlama, yüzeyler arasında bir yağ filmi oluşturarak sürtünme ve aşınmayı azaltan temel bir mekanizmadır. Yüzey dokulama (texture), yağlama performansını iyileştirmek ve tribolojik özellikleri optimize etmek amacıyla kullanılan yenilikçi bir yaklaşımdır. Dimple (çukur), Groove (oluk) ve chevron (V şeklinde) gibi yüzey dokuları, yağ filmi üzerindeki basıncı artırarak yük taşıma kapasitesini iyileştirirken, sürtünme katsayısını azaltmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

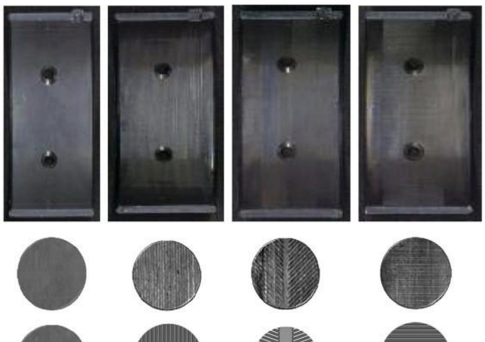


Görsel 3 : Chevron doku ve geometriye sahip burç (mm olarak). [2-3].



Görsel 4: Altı farklı sürekli oluk dokusunun şematik diyagramları [4]:

(a) üçgen, (b) kare, (c) eşkenar dörtgen, (d) altıgen, (e) daire ve (f) elips.



Görsel 5: (a) düz, (b) çevresel, (c) balık sırtı ve (d) enine yivli yatakların fotoğrafları [5].

Çeşitli çalışmalar, bu dokuların geometrik özelliklerinin ve yerleşimlerinin, yağlama performansı üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Sharma ve diğerleri, triangular (üçgen) dokuların, yağ filmi üzerinde basıncı artırarak yük taşıma kapasitesini iyileştirdiğini ve sürtünme katsayısını azalttığını göstermiştir. Bu bulgu, yüzey dokulamanın hidrodinamik performansı artırmada önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle, basınç artan bölgelere yerleştirilen dokuların performansı belirgin bir şekilde iyileştirdiği belirtilmiştir [6].

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Li ve arkadaşları ise, yüzey dokularının hidrodinamik basınç oluşturma ve sürtünme katsayısı üzerindeki etkilerini teorik ve deneysel yöntemlerle incelemiştir. Çalışma, groove, chevron ve kompozit dokular gibi farklı yüzey dokularının basınç oluşturma kapasitelerini Navier-Stokes denklemleri ve FLUENT simülasyonları ile analiz etmiştir. Sonuçlar, yüzey dokularının yağlama performansı üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koyarak optimum dokuların belirlenmesine katkı sağlamıştır [7].

Zhang ve arkadaşları, dimple tipi yüzey dokularının geometrik parametrelerini (derinlik, yoğunluk ve yerleşim) inceleyerek bu dokuların kaymalı yataklardaki tribolojik performansa etkilerini değerlendirmiştir. Çalışma, uygun dimple yerleşim ve parametre optimizasyonunun, hidrodinamik performansı iyileştirerek yük taşıma kapasitesini artırdığını ve sürtünme katsayısını önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Bu bulgular, yüzey dokusu optimizasyonunun kaymalı yatak tasarımlarında kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır [8].

Bu çalışmalar, hidrodinamik yağlamanın temel prensiplerini ve yüzey dokularının yağlama performansı üzerindeki etkilerini vurgularken, tribolojik parametrelerin optimize edilmesinde yüzey dokulamanın kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Böylece, Yüzey dokularının uygun şekilde tasarlanması ve optimize edilmesi, sistem verimliliğini artırırken, enerji tüketimini düşürerek ve aşınmayı azaltarak mekanik sistemlerin performansını iyileştirebilir.

DENEYSEL YÖNTEM

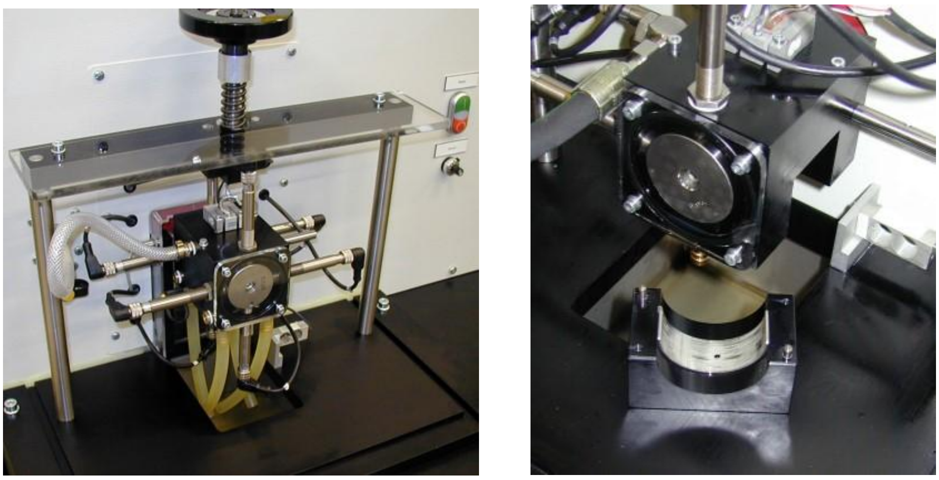
Deney Düzeneği ve Kullanılan Ekipmanlar

TM290 deney düzeneği, hidrodinamik yağlamalı radyal kaymalı yatakların tribolojik performansını incelemek amacıyla geliştirilmiş olup, yük taşıma kapasitesi, sürtünme katsayısı, yağ filmi basıncı ve sıcaklık gibi kritik parametrelerin ölçülmesini sağlamaktadır. Bu sistem, farklı hız ve yük koşullarında detaylı analizler yapılmasına olanak tanıyarak hidrodinamik yağlama rejimlerinin anlaşılmasına katkıda bulunur.

Deney düzeneğinde radyal yük, mil hızı, yağlayıcı türü ve yatak boşluğu gibi değişkenler ayarlanabilirken, sürtünme momenti, mil pozisyonu ve yağ sıcaklığı gibi parametreler yüksek hassasiyetli sensörler ile kaydedilmektedir. 0-500 N arasında ayarlanabilir radyal yük kapasitesi ve 0-1500 rpm hız aralığı ile çalışan sistem, Stribeck eğrilerinin çıkarılmasına ve farklı yağlama rejimlerinin detaylı olarak incelenmesine olanak tanımaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Görsel 6: Kaymalı yatak, gösterge ekranları ve kontrol elemanları [9].



Görsel 7 : Radyal yükü el çarkı ile ayarlanabilen kaymalı yatak / Açılmış kaymalı yatak, alt yatak burcunun görünümü [9].

Sistemin kompakt tasarımı, laboratuvar ortamında deneysel çalışmalar için uygun bir yapı sunmakta olup, teorik analizler ile deneysel verilerin karşılaştırılmasına imkan vermektedir. Örneğin, sabit yatak boşluğu altında yük artışıyla sürtünme katsayısının azaldığı, buna karşılık yüksek viskoziteye sahip yağlayıcıların sürtünmeyi artırdığı tespit edilmiştir. Bu sayede, farklı çalışma koşullarında kaymalı yatakların performansını etkileyen temel parametrelerin belirlenmesi sağlanmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Yapılan Çalışmalar

Radyal kaymalı yataklar, yüksek hız ve ağır yük taşıma kapasitesine sahip mekanik bileşenler olarak endüstride geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle hidrodinamik yağlama koşullarında çalışan bu yataklarda, yüzey dokusunun (texture) tribolojik performans üzerindeki etkisi önemli bir araştırma konusudur. Yüzey dokulama teknikleri, yağlama verimliliğini artırarak sürtünmeyi ve aşınmayı azaltmakta, böylece yatakların genel performansını iyileştirmektedir.

Literatürde, farklı yüzey dokularının (örneğin dimple, groove, chevron) kaymalı yatakların tribolojik özellikleri üzerindeki etkisini inceleyen çok sayıda deneysel ve sayısal çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, yüzey dokusunun, yatakların sürtünme katsayısı, aşınma oranı ve yük taşıma kapasitesine olan etkilerini ortaya koymuş ve bu faktörlerin yatak tasarımında nasıl optimize edilebileceğine dair değerli veriler sunmuştur. Bu literatür incelemesi, yüzey dokusunun tribolojik performansa etkilerini ele alarak, bu alanda yapılan araştırmaları özetlemeyi ve hidrodinamik yağlama bağlamında yüzey dokularının optimizasyonuna yönelik bulgular sunmayı amaçlamaktadır.

Hakan Adatepe ve diğerleri, TM 290 Hidrodinamik Yatak Deney Seti ile radyal kaymalı yataklarda sürtünme katsayısını teorik ve deneysel olarak incelemiştir. Çalışmada, sabit yatak boşluğunda yük arttıkça sürtünme katsayısının azaldığı, daha küçük yatak boşluklarının daha düşük sürtünme katsayıları sağladığı ve yüksek viskoziteli yağların sürtünme katsayısını artırdığı gözlemlenmiştir. Sonuçlar, hidrodinamik sıvı sürtünme rejiminde teorik ve deneysel bulguların uyumlu olduğunu göstermiştir [10].

Jaharah A. Ghani ve ark. hidrodinamik yağlama altında torna yöntemiyle oluşturulan dimple yüzey dokularının tribolojik performansını CFD simülasyonlarıyla incelemiştir. Çalışma, farklı dimple geometrilerinin sürtünme katsayısı ve yük taşıma kapasitesine etkisini değerlendirmiştir. Sonuçlar, 10-20% alan oranına sahip eliptik dimple yapıların sürtünmeyi %30 azalttığını ve yük taşıma kapasitesini artırdığını göstermektedir. [11].

Wang ve diğerleri, Hidrodinamik yağlama koşullarında radyal kaymalı yataklarda yüzey dokusunun tribolojik performansa etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, yuvarlak, kare ve üçgen gibi farklı yüzey dokuları ile yağlama performansı sayısal simülasyonlarla değerlendirilmiştir. Yuvarlak dokuların ve yüksek doku derinliklerinin, yük taşıma kapasitesini artırırken sürtünme katsayısını azalttığı tespit edilmiştir [12].

Usman ve Park , Yüzey dokusu optimizasyonu ile radyal kaymalı yataklarda hidrodinamik yağlama performansını iyileştirmişlerdir. Yatay oluk derinlikleri ve doku şekillerinin sürtünme katsayısı, yük taşıma kapasitesi ve film kalınlığı üzerindeki etkileri sayısal simülasyonlarla analiz edilmiştir. Yüzey dokusunun geometrik optimizasyonunun tribolojik performansı artırdığı görülmüştür [13].

Arif, Kango ve Shukla , kaymalı yataklarda yüzey dokusu (texture) ve kayma bölgelerinin konumunun hidrodinamik yağlama performansına etkilerini sayısal simülasyonlarla

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

incelemişlerdir. Çalışmada, yüzey dokusu ve kayma düzenlemelerinin yağ taşıma kapasitesini artırdığı, sürtünmeyi azalttığı ve yağ filmi akış hızını iyileştirdiği belirlenmiştir. Özellikle kayma bölgesinin yerleştirilme şekli, yatak performansını optimize eden kritik bir faktör olarak bulunmuştur. [14].

Shen ve diğerleri, Chevron (V-şekilli) dokuların geometrik parametrelerinin yağlama performansına etkisini simülasyonlarla analiz etmişlerdir. V-şekilli dokuların hidrodinamik basıncı artırdığı ve sürtünmeyi %84 oranında azalttığı gösterilmiştir [15].

Filgueira Filho ve ark. , hidrodinamik yağlamalı yuvarlak yataklarda dört farklı yüzey dokusunun (Chevron, dişli, dikdörtgen dimple ve hizalı dimple) etkilerini deneysel olarak incelemiştir. Çalışmada, yüzey dokularının sürtünme, yük taşıma kapasitesi ve eksantriklik üzerindeki etkileri Sommerfeld sayıları üzerinden değerlendirilmiştir. Chevron ve dikdörtgen dimple dokularının yağ filmi kalınlığını artırarak yük taşıma kapasitesini iyileştirdiği, ancak hizalı dimple dokusunun belirgin bir etki göstermediği tespit edilmiştir. Ayrıca, sürtünme momenti ve eksantrikliği etkileyen faktörler detaylandırılmıştır [2].

Schnell ve ekibi, Femtosaniye lazerle oluşturulan chevron mikro dokuların tribolojik performansı deneysel olarak incelenmiştir. Simetrik dokuların, yağ filmi kalınlığını %39 artırdığı ve sürtünmeyi %44 azalttığı görülmüştür [3].

Michalak, Yuvarlak mikro olukların hidrodinamik performansa etkisini incelemiş ve bu geometrinin yağlama filmini optimize ederek sürtünme momentini azalttığını göstermiştir [16].

Bu çalışmalar, yüzey dokusunun geometrik optimizasyonunun hidrodinamik yağlama performansını artırmada kritik bir rol oynadığını ve bu alandaki deneysel ve sayısal araştırmalar için önemli referanslar sunduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan analizler, doğru tasarlanmış yüzey dokularının sürtünmeyi azaltarak yük taşıma kapasitesini artırabileceğini ve tribolojik performansı iyileştirebileceğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Hidrodinamik yağlamalı radyal kaymalı yataklar, modern tribolojik sistemlerde sürtünmeyi azaltma, aşınmayı önleme ve yük taşıma kapasitesini artırma özellikleriyle kritik bir role sahiptir. Bu yataklarda, şaft ile yatak yüzeyi arasındaki yağ filmi, sistemin performansını ve dayanıklılığını belirleyen temel bir unsur olup, yüzey dokularının (texture) bu film üzerindeki etkileri, yağlama etkinliğini artırma ve enerji verimliliğini iyileştirme potansiyeli sunmaktadır. Özellikle dimple, groove ve chevron gibi dokular, yağ filmi basıncını artırarak yük taşıma kapasitesini iyileştirme ve sürtünme katsayısını azaltma açısından etkili tasarım çözümleri sunmaktadır.

Proje kapsamında TM290 Hidrodinamik Yatak Deney Düzeneği kullanılarak yüzey dokularının tribolojik performansa etkileri analiz edilecektir. Deneylerde, farklı geometrik yüzey dokuları, hidrodinamik yağlama koşullarında test edilerek sürtünme katsayısı, yağ filmi kalınlığı ve yük taşıma kapasitesi gibi kritik performans ölçütleri değerlendirilecektir. Statik yük ve mil hızı gibi değişkenler kontrollü bir şekilde ayarlanarak, yüzey dokularının tribolojik performans üzerindeki etkileri detaylı olarak incelenecektir. Elde edilen veriler, optimize edilmiş doku tasarımlarının belirlenmesine ve bu tasarımların tribolojik sistemlere sağlayabileceği katkıların ortaya konmasına olanak tanıyacaktır.

TEŞEKKÜR

Bildiride yapılan çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından FYL-2025-14543 kodu ile desteklenmektedir.

Desteklerinden dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Makine Eğitimi. (n.d.). Makine Elemanları II: Kaymalı Yataklar – Radyal Yataklar. Erişim adresi: https://www.makinaegitimi.com/makine-elemanlari-ii-kaymali-yataklar-2-radyal-yataklar/?utm_source=chatgpt.com (Erişim tarihi : 09.01.2025)

[2] Filgueira Filho, I. C. M., Bottene, A. C., Silva, E. J., & Nicoletti, R. (2021). Static behavior of plain journal bearings with textured journal - Experimental analysis. *Tribology International, 159*, 106970. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.106970. (Erişim tarihi: 23.01.2025)

[3] Schnell, G., Studemund, H., Thomas, R., & Seitz, H. (2023). Experimental investigations on the friction behavior of partially femtosecond laser-textured journal bearing shells. *Tribology International, 188*, 108764. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2023.108764. (Erişim tarihi: 23.01.2025)

[4] Guo, Q., Zheng, L., Zhong, Y., Wang, S., & Ren, L. (2022). Numerical simulation of hydrodynamic lubrication performance for continuous groove-textured surface. *Tribology International, 167*, 107411. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107411. (Erişim tarihi: 09.01.2025)

[5] Adatepe, H., Bıyıklıoğlu, A., & Sofuoğlu, H. (2013). An investigation of tribological behaviors of dynamically loaded non-grooved and micro-grooved journal bearings. *Tribology International, 58*, 12-19. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2012.09.009. (Erişim tarihi: 09.01.2025)

[6] Sharma, S., Jamwal, G., & Awasthi, R. K. (2019). Numerical study on steady state performance enhancement of partial textured hydrodynamic journal bearing. Industrial Lubrication and Tribology, 71(5), 763-771. https://doi.org/10.1108/ILT-03-2019-0083 . (Erişim tarihi: 09.01.2025)

[7] Li, D., Yang, X., Wu, Y., Cheng, J., Wang, S., Wan, Z., Liu, W., & Xia, G. (2022). Theoretical analysis and experimental research of surface texture hydrodynamic lubrication. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 35, 30. https://doi.org/10.1186/s10033-022-00691-7. (Erişim tarihi: 22.01.2025)

[8] Zhang, H., Dong, G., Hua, M., Guo, F., & Chin, K. S. (2015). Parametric design of surface textures on journal bearing. *Industrial Lubrication and Tribology, 67*(4), 359-369. https://doi.org/10.1108/ILT-08-2013-0089. (Erişim tarihi: 23.01.2025)

[9] Deney düzeneği Teknik Kılavuz Formatı: G.U.N.T. Gerätebau GmbH. (2002). *TM 290 Hydrodynamic Bearing Apparatus: Experiment Instructions*. Barsbüttel, Germany.

[10] Adatepe H., Cengil M., Güneş B., "Statik Yük Altındaki Kaymalı Yataklarda Sürtünme Katsayısının Teorik ve Deneysel Olarak Belirlenmesi" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2012, 9(1) 25-34 (Erişim tarihi: 23.01.2025)

[11] Ghani, J. A., Nasir, F. F. M., Rahman, H. A., Zamri, W. F. H. W., Kasim, M. S., & Muhamad, S. S. (2021). Computational fluid dynamic analysis on tribological performance under hydrodynamic lubrication of dimple textured surface produced using turning process. *Wear, 477*, 203898. https://doi.org/10.1016/j.wear.2021.203898. (Erişim tarihi: 22.01.2025)

[12] Wang, H., Tian, L., Zheng, J., Yang, D., & Zhang, Z. (2022). The synergetic effects of laser texturing and super-hydrophobic coatings on improving wear properties of steel. *Tribology International, 173*, 107657. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2022.107657. (Erişim tarihi: 22.01.2025)

[13] Usman, A., & Park, C. W. (2018). Numerical optimization of surface texture for improved tribological performance of journal bearing at varying operating conditions. *Industrial Lubrication and Tribology, 70*(9), 1608-1618. https://doi.org/10.1108/ILT-10-2017-0286. .(Erişim tarihi: 22.01.2025)

[14] Arif, M., Kango, S., & Shukla, D.K. (2021). Investigating the effect of different slip zone locations on the lubrication performance of textured journal bearings. *Industrial Lubrication and Tribology, 73*(6), 872–881. https://doi.org/10.1108/ILT-03-2021-0091.(Erişim tarihi: 23.01.2025)

[15] Shen, Z., Wang, F., Chen, Z., Ruan, X., Zeng, H., Wang, J., An, Y., & Fan, X. (2021). Numerical simulation of lubrication performance on chevron textured surface under hydrodynamic lubrication. *Tribology International, 154*, 106704. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106704. (Erişim tarihi: 23.01.2025)

[16] Michalak, R. (2018). Impact of Geometry Parameters of a Sliding Surface of a Bearing on Tribological Characteristics of Sliding Bearings. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering, 43*(Suppl 1), S595–S602. https://doi.org/10.1007/s40997-018-0181-x. (Erişim tarihi: 23.01.2025)

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

FARKLI YÜZEY PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜL KAPLAMALARIN MORFOLOJİSİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, TUGÇE DİLBER
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
tugcedilbeer@gmail.com-ORCID: 0009-0002-5010-1881

Arş. Gör. GİZEM KARABULUT ŞEVK
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,
gizem.karabulut@iuc.edu.tr -ORCID: 0000-0003-0930-5380

Doç. Dr. NURAY BEKÖZ ÜLLEN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
nbekoz@iuc.edu.tr-ORCID:0000-0003-2705-2559

ÖZET

Bu çalışma, geleneksel ve uygun maliyetli bir talaşlı imalat yöntemi olan tornalama ile farklı yüzey pürüzlülük değerlerinde işlenen Ti6Al4V altlıkların zencefil bitkisi ile hazırlanan ZnO NP'lerle kaplama sonrası morfolojik açıdan incelenmesini ele almaktadır. Tornalama işleminde ilerleme hızının arttırılması ile yüzey pürüzlülük değerleri arttırılmış ve pürüzlülük değerleri yaklaşık 1-2 µm arasında değişen değerlerde altlıklar elde edilmiştir. Değişen yüzey pürüzlülük değerlerine sahip Ti6Al4V alt tabakalar üzerine damlatma yöntemiyle kaplanan ZnO NP'lerin morfolojisini karakterize etmek için SEM, yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, makro görüntü ve mikrosertlik analizleri yapılmıştır. Ayrıca kaplama öncesi ve sonrası altlık yüzeylerinde temas açısı ölçümleri de yapılmıştır. ZnO NP'lerinin kaplama yapısı içinde homojen dağılım sergilediği ve çoğunlukla ortalama boyutu 50 nm'den küçük olan küresel nano parçacıklardan oluştuğu belirlenmiştir. Artan yüzey pürüzlülük değeriyle mikrosertlik değerlerinde artış gözlenmiştir. Kaplama sonrası mikrosertlik değerlerinde belirgin artışlar tespit edilmiştir. Kaplama sonrası temas açısı ölçüm sonuçlarına göre tüm numunelerin yüzeyinde ölçülen temas açıları 90°'den küçüktür. Ti6Al4V alaşımının kaplama öncesi artan yüzey pürüzlülük değeri ile yüzey temas açısı azalmıştır ve yayılım artmıştır.

Anahtar Kelimeler : Nanoteknoloji, yüzey pürüzlülüğü, kaplama, temas açısı.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

1. GİRİŞ

Ti6Al4V alaşımı, olağanüstü korozyon direnci, mükemmel mekanik özellikleri, kemik benzeri elastikiyet modülü, düşük yoğunluğu ve minimum alerjenik potansiyeli nedeniyle ortopedi, diş hekimliği ve diğer tıbbi alanlarda metalik implant ve protez malzemesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır [1,2]. Bununla birlikte, metal bazlı implantlar, korozyon, aşınma ve yorgunluk dahil olmak üzere vücut sıvıları ve organlarla etkileşimler sonucunda yüzey bozulması yaşayabilir. Metal bazlı implantların yüzey kalitesi, performansları, güvenilirlikleri ve ömürleri için kritik öneme sahiptir. Hem malzemenin doğal fiziksel özellikleri hem de implantın dış katmanının yüzey bütünlüğü bu kalite üzerinde etkilidir. Farklı metal esaslı nanopartiküllerle (NP'ler) implant yüzey kaplaması, yüzey özelliklerini geliştirmek, işlevselliği iyileştirmek ve koruma sağlamak için önemli bir odak noktası haline gelmiştir [3–6]. Metal esaslı NP'ler, daha büyük ölçekli sistemlerde bulunmayan ayırt edici özelliklere sahip oldukları için çeşitli alanlarda yeni işlevlere olanak tanır. Bu nedenle, malzeme bilimi, elektronik, sağlık hizmetleri ve enerji alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır [7,8]. Metal esaslı NP'ler, işlevsellik, mekanik direnç, korozyon direnci ve biyolojik aktivite gibi yüzey özelliklerini geliştirme yetenekleri nedeniyle kaplama malzemeleri olarak önemli ilgi görmüştür [9]. Metal ve metal oksit NP'leri, mükemmel mekanik, kimyasal ve optik özellikleri nedeniyle kaplamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [10]. Bunlar arasında, ZnO NP'leri güçlü UV engelleme yetenekleri, yüksek termal kararlılıkları ve antibakteriyel etkileri nedeniyle öne çıkmakta ve bunları çeşitli endüstrilerde koruyucu kaplamalar için ideal hale getirmektedir [11]. Bitki özleri kullanılarak sentezlendiklerinde, bu NP'ler biyolojik aktivite, azaltılmış toksisite ve çevresel etki dahil olmak üzere ek avantajlar sunmaktadır [12]. Bitkilerden elde edilen ZnO NP'leri yalnızca istenen işlevsel özelliklerini korumakla kalmaz, aynı zamanda tehlikeli kimyasalların kullanımını azaltarak ve atık oluşumunu en aza indirerek sürdürülebilirlik hedefleriyle de uyumludur [13]. Yeşil yolla sentezlenen metal esaslı NP'lerin bir diğer kullanım alanı da yüzey kaplamalarıdır.

Kaplamaların yüzey bütünlüğü, yapışma mukavemeti, optik özellikler ve katalitik aktivite dahil olmak üzere performans özelliklerini tanımlamada kritik öneme sahiptir. Yüzey bütünlüğünün temel yapısal yönü olan yüzey pürüzlülüğünün ötesinde, yüzey topografyası, mikro yapı ve mikro sertlik gibi faktörler de metalik biyo-implantların çok işlevli performansına önemli ölçüde katkıda bulunur [14,15]. Son yıllarda implant uygulamalarında popülerlik kazanan yüzey modifikasyonları, implantların biyouyumluluğunu ve işlevselliğini artırmak için etkili çözümler sunar. Çalışmalar, bir implantın mekanik özelliklerinin, tasarımının, uyumluluğunun ve yük iletiminin yüzey bütünlüğünden büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Yüzey özellikleri kemik dokusu iyileşmesi için önemlidir; titanyum (Ti) ve alaşımları çok reaktiftir ve mikropların büyümesini etkiler [16]. Yüzey pürüzlülüğü kaplanabilirlikle yüksek bir ilişki gösterir ve bakteriyel yapışmayı önemli ölçüde etkiler [3,14,15,17]. Bu çalışmada, yeşil yolla sentezlenen ZnO NP'lerin yüzey pürüzlülüğü çevreci ve uygun maliyetli bir yöntem olan tornalama ile pürüzlendirilmiş Ti6Al4V altlık malzemelere kaplanması sonrası morfolojik ve ıslanmazlık özelliklerinin incelemesi gerçekleştirilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Altlık Malzemelerin Hazırlanması

Ti6Al4V titanyum alaşımı bar formunda Varzene Metal Firmasından temin edilmiştir. Firmadan temin edilen spektral analiz raporunda bulunan malzemenin kimyasal içeriği **Çizelge 1**'de sunulmuştur. ZnO NP'lerin hazırlanma süreci ile ilgili detaylı bilgi daha önceki çalışmalarda verilmiştir [18]. Ti6Al4V alaşımlı alt tabaka parçaları, 2 mm kalınlığında ve 25 mm çapında silindirik bir bloktan kesilerek hazırlamıştır. Kesme işlemi, X ve Z eksenlerine sahip bir CNC makinesinde, 550 mm işleme ve 3000 rpm hız kullanılarak YouJi Machine Industrial Co. LTD. tarafından gerçekleştirildi. Kesme işlemi sırasında %95 su ve %5 ESTRA 320 mikro emülsiyon metal işleme sıvısından oluşan bir kesme sıvısı kullanıldı. **Çizelge 2**'de verilen kesme koşulları kullanılarak, kesme işleminde TiCN+Al_2O_3+TiCN kaplamalı bir DNMG 1500608-MKS kesici uç kullanılmıştır. Farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip parçalar üretmek için, kesme hızı ve derinliği sabit tutulurken ilerleme hızı değiştirildi. 0,15 mm/dev, 0,25 mm/dev ve 0,35 mm/dev ilerleme hızlarıyla işlenen Ti6Al4V alaşımının yüzey pürüzlülüğüne sırasıyla R1, R2 ve R3 adı verilmiştir. Hazırlanan altlık malzemeler kesme sıvısı, kir ve toz gibi safsızlıklardan arındırmak amacıyla ultrasonik banyoda etanol-aseton-saf su karışımında 30 dak boyunca temizlenmiştir. Ardından 80 ºC sıcaklıkta 30 dak etüvde kurutulduktan sonra, damlatma kaplama yoluyla ZnO NP'lerle kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Altlık malzemelerin kimyasal kompozisyonu

Element	Al	V	Fe	C	N	H	O	Ti
Miktar (ağ.%)	6,09	3,91	0,13	0,02	0,01	0,001	0,09	Kalan

Çizelge 2. Deneysel çalışmalarda kullanılan tornalama parametreleri

Kesme hızı, m/dak	İlerleme hızı, mm/devir	Kesme derinliği, mm
100	0,15 0,25 0,35	2

2.2. Karakterizasyon Çalışmaları

Yüzey morfolojisi ve element haritalaması, FEI tarafından QUANTA FEG 250 SEM ile enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) modu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülük ölçümleri, Mitutoyo marka Surftest SJ-210 model cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülük değerleri beş ölçümden sonra ortalama alınarak belirlenmiştir. Yüzeylerin stereo mikroskop görüntüleri ve sertlik ölçümleri YAMER marka YHV-50Z dijital mikro-Vickers sertlik test cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Sertlik değerleri üç ölçümden sonra belirlenmiştir. Kaplamasız yüzeylerde kaplama çözeltisinin dağılımının yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak değişimi temas açısı ölçüm yöntemi ile gerçekleştirildi. İncelemeler uygun

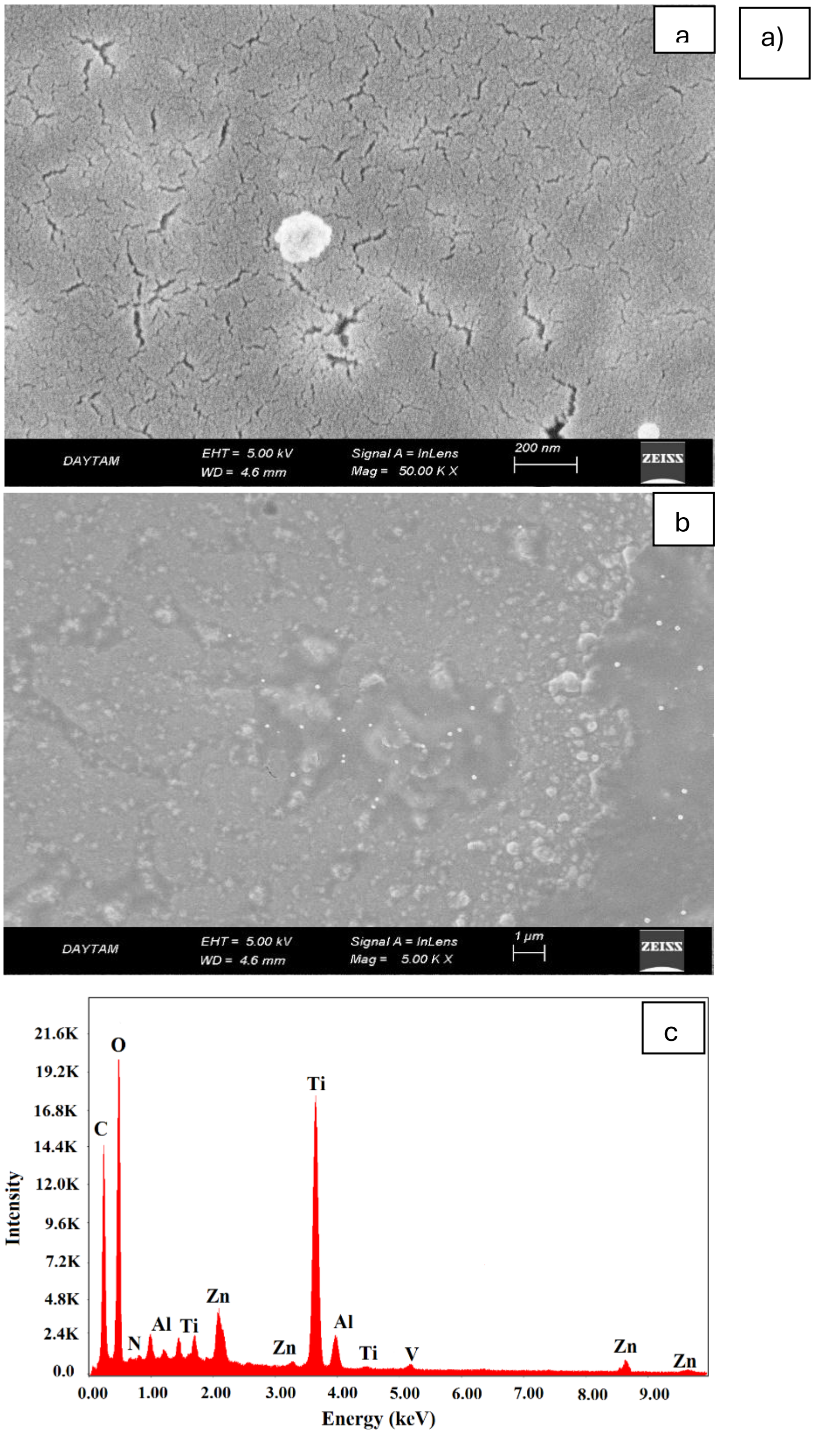
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

maliyetli ve kullanımı kolay yapay zeka destekli bir yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Temas açısı analizi için damlacık görüntüleri 640x480 piksel görüntü çözünürlüğüne sahip Nikon marka D3000 model 10 MP çözünürlüklü cihaz kullanılarak alınmıştır. Çekimler kontrast ve seri çekim modunda yapılmıştır. Kamera damlayı yüzeye dik açıdan görebilecek şekilde yerleştirildi ve fotoğrafları çekilmiştir. Tüm temas açıları oda sıcaklığında (25 °C) her damlacık için 5 µL olarak ölçülmüştür. Olası topografik homojensizlikleri hesaba katmak için her numune için temas açısı değeri aynı numune üzerinde seçilen üç farklı pozisyonun ortalamasıdır. Yüzeye bırakılan damlanın sağ ve sol taraflarının temas açıları ölçülerek ortalaması alınmıştır. Ölçümler Image J programında drop analysis-LB-ADSA modunda gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

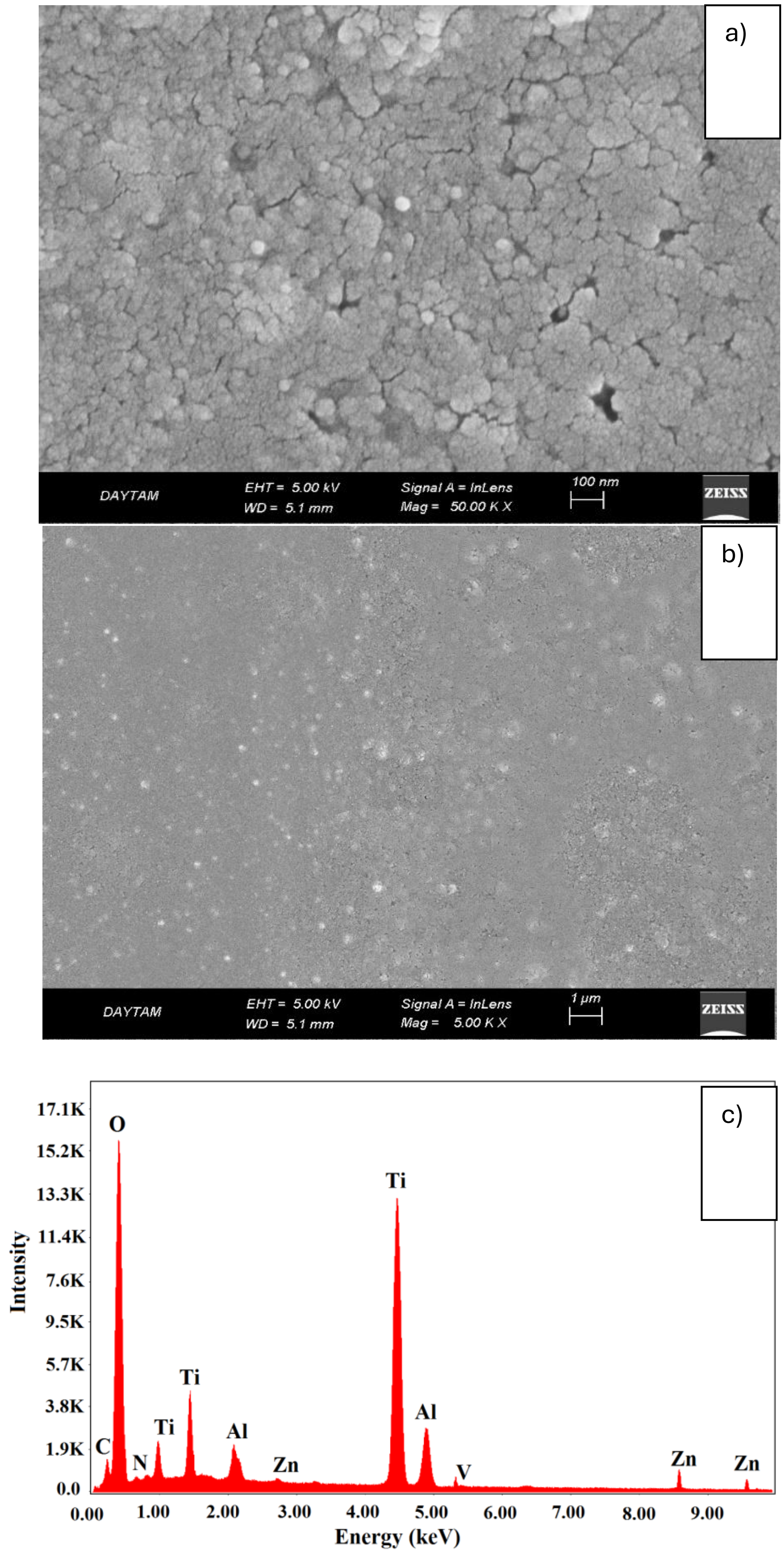
Farklı yüzey pürüzlülük değerlerinde hazırlanan Ti6Al4V altlık malzemelerin kaplama sonrası SEM-EDS görüntüleri farklı büyütmelerde olacak şekilde Görsel 1-3'te sunulmuştur. Yapılan incelemelerde tüm yüzeylerde aralıksız ve sürekli bir şekilde ZnO NP'lerle başarılı şekilde kaplama gerçekleştirilmiştir. ZnO NP'lerin küresel şekli tüm yüzeylerde belirgindir. R1 kodlu numunelerde (Görsel 1) ZnO NP'lerin yüzeyde bazı rastgele kümelenmiş kaplama parçacıkları oluşturduğu görülmektedir. Bu kümelenmiş parçacıklar yüzeye yapışarak düzensiz bir yüzey morfolojisi oluşturmaktadır. ZnO NP'ler yüzeyde nispeten homojen bir boyut aralığında dağılmıştır. Küresel şekle yakındır ve aglomerasyon diğer numunelerden daha fazladır. R2 kodlu numunelerde (Görsel 2) belirgin şekilde küresele yakın bir formda ZnO NP'lerin oluştuğu görülmektedir. Nano yapıların parçacık boyutları birbirine çok yakın ve dağılımları oldukça homojendir. Aglomerasyonun fazla olmadığı bir kaplama görüntüsü vardır. R3 kodlu numunelerde (Görsel 3) nanoyapıların oldukça homojen bir dağılım sergilediği ve küresel formda olduğu görülmektedir. Yüzeye tutunan nanoyapıların formu yüzey pürüzlülüğünün artmasıyla değişmiştir. Bu, substrat yüzeyinin kaplamanın büyümesini önemli ölçüde etkilediğini ve NP'lerin boyutunu, şeklini ve dağılımını belirlemede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Görüntülere geniş planda bakıldığında bağlanmanın iyi olduğu ve kaplama yapısının katmanlı bir görüntüye sahip olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, yüzey pürüzlülüğünün kaplama morfolojisi, boyutu ve boyut dağılımı üzerine belirgin oranda etkisinin olduğu söylenebilir. Pürüzsüz yüzeylerle karşılaştırıldığında, pürüzlü yüzeyler NP'lerin yayılması için daha fazla yüzey alanına sahiptir. Yüzey pürüzlülüğü değiştikçe, mikro yapısal ve yüzey bileşimindeki değişiklikler nedeniyle yüzeylerde oluşan nanoyapı kümelerinin boyutunda, şeklinde ve miktarında değişiklikler olacağı rapor edilmiştir [19–21]. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, yüzey pürüzlülüğünün kaplama morfolojisi, boyutu ve boyut dağılımı üzerine belirgin oranda etkisinin olduğu söylenebilir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

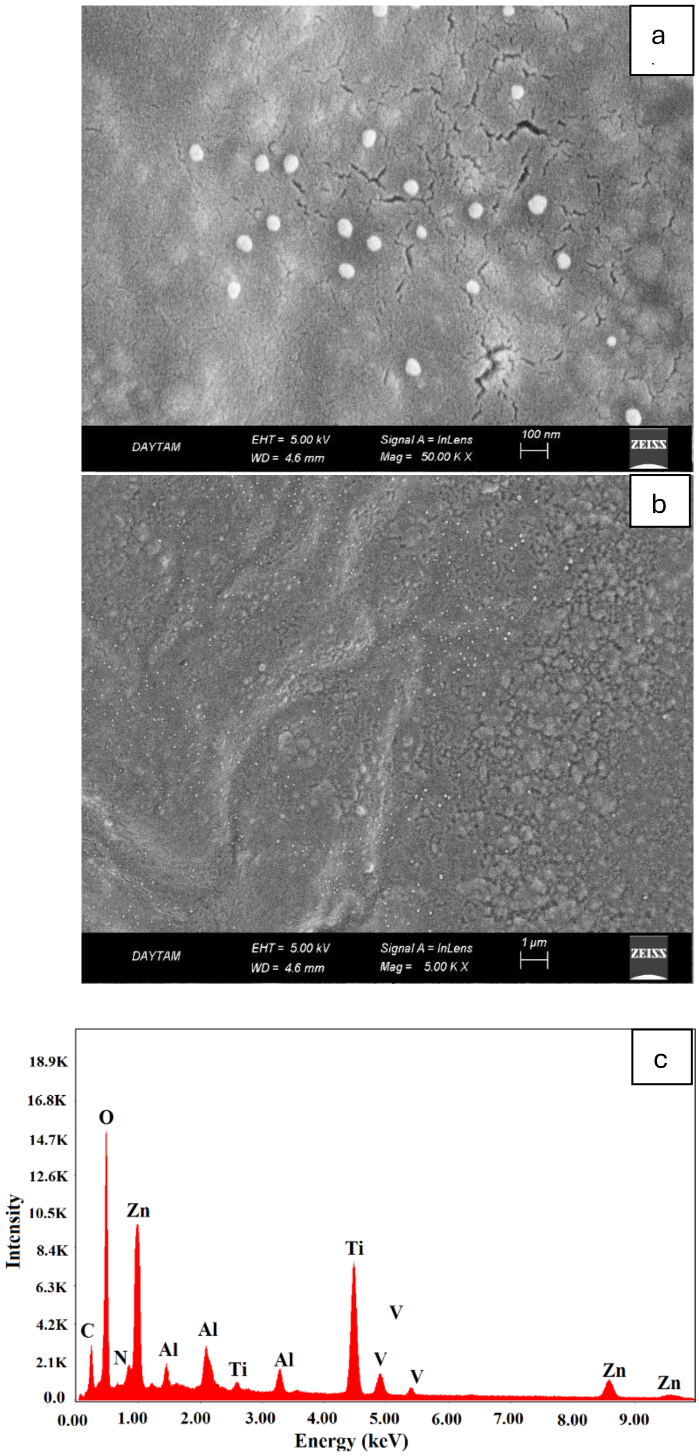


Görsel 1. R1 kodlu numunelerin SEM-EDS görüntüleri a) x50.000 b) x5.000 ve c)EDS

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 2. R2 kodlu kaplanmış numunelerin SEM-EDS görüntüleri a) x50.000 b) x5.000 ve c)EDS



Görsel 3. R3 kodlu kaplanmış numunelerin SEM-EDS görüntüleri a) x50.000 b) x5.000 ve c)EDS

Çizelge 3'te farklı pürüzlülük değerindeki Ti6Al4V parçaların kaplama öncesi ve Zencefil/PEG-ZnO NP ile nano-ölçekte kaplama sonrası ortalama pürüzlülük değerlerindeki değişimler verilmiştir. Tabloda kaplama öncesi ve sonrası farklı pürüzlülük değerlerinde yarattığı farklılık % olarak verilmiştir. Altlık malzemesinin farklı yüzey pürüzlülük değerleri Ti6Al4V alaşım yüzeyinin farklı ilerleme hızlarında tornalanmasıyla elde edilmiştir. Tornalama işlemi sonrasında ilerleme

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

hızının 0,15 mm/dev'den 0,25 mm/dev'e çıkarılması Ra değerinde %50,46'lik bir artışa yol açarken, 0,25 mm/dev'den 0,35 mm/dev'e çıkarılması Ra değerinde %27,76'luk bir artışa yol açmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ilerleme hızının artmasıyla ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinde belirgin artışlar olmuştur. Nano ölçekte gerçekleşen kaplamalar yüzey pürüzlülüğünü mikrometre cinsinden azaltmıştır. R1, R2 ve R3 kodlu numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri ZnO NP'ler ile kaplama sonrası sırasıyla %13,836, %16,48 ve %9,65 oranında azalma göstermiştir. Kaplama sonrası pürüzsüzlükteki artış, R1 kodlu numuneden R3 kodlu numuneyle doğru yani pürüzlü yüzeylere sahip parçalarda daha azdır. Yüzey pürüzlülüğündeki azalmanın temel nedenleri kaplama malzemesi olarak nano boyutta parçacıkların kullanılması ve ölçümün mikron ölçeğinde yapılması ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Farklı yüzey pürüzlülük değerindeki parçaların kaplama öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülük değerlerindeki değişim

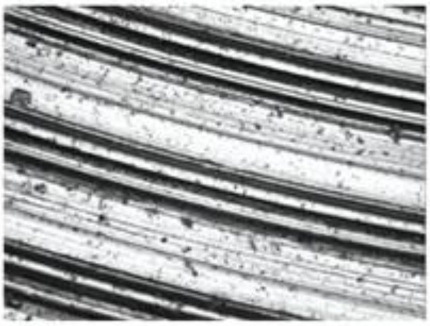
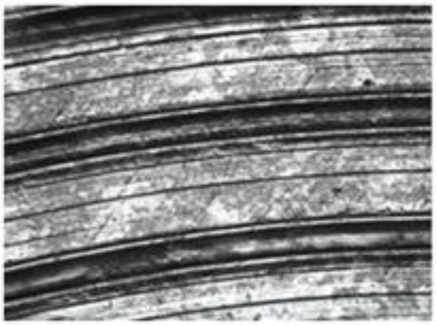
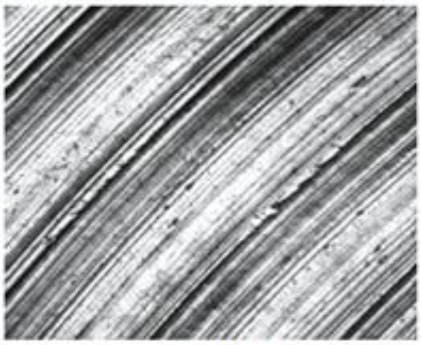
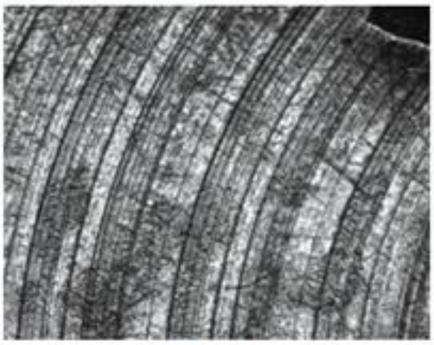
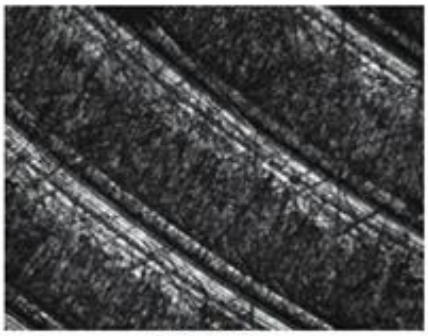
Numune Kodu	Kaplamasız Yüzey pürüzlülük, µm	ZnO NP Kaplamalı Yüzey pürüzlülük, µm	Farklılık, %
R1	1,185 ±0,122	1,021 ±0,268	-13,83 %
R2	1,783 ±0,268	1,489 ±0,397	-16,48 %
R3	2,278 ±0,398	2,058 ±0,566	-9,65 %

Çizelge 4'te, yüzey pürüzlülüğü farklı olan Ti6Al4V altlıkların kaplanmamış ve Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplanmış makro yüzey görüntüleri ve mikro sertlik ölçüm sonuçları görülmektedir. Makro yüzey görüntüleri, alt tabaka pürüzlülüğündeki artışın kaplamanın makro ölçekli morfolojisini etkilediğini göstermektedir. Yüzey topografyasındaki işlemeden kaynaklı oluklar ve tepelerin rastgele dağılımı söz konusudur. Kaplanmamış yüzeylerin görüntülerinde farklı miktarlarda yüzey pürüzlülüğü açıkça görülmektedir. Yüzeydeki kaplamanın dağılımı, alınan stereo mikroskop görüntülerinde görülmektedir. Bu görüntülerden kaplamaların süreklilik gösterdiği, kaplama yüzeylerinde çatlak veya delaminasyona rastlanmadığı anlaşılmaktadır. R1 kodlu numunede daha dar aralıklı kesme çizgileri gözlenirken, diğer numunelerde daha büyük ve keskin aralıklı kesme çizgileri gözlemlenmektedir. Optik görüntüler, işleme sonucu oluşan mikro ölçekli kanalları ve olukları göstermektedir. Bu kesme oluklarının şekli, boyutu ve oranı, işleme parametreleriyle ayarlanabilir. Çalışmamızda kullandığımız talaşlı imalat tekniği yüzeydeki oluk yapısının kontrol edilebilirliği açısından kontrol edilebilir bir teknik niteliği taşımaktadır. Sertlik değişimleri incelendiğinde, artan yüzey pürüzlülük değeriyle sertlik değeri de artmaktadır. Kaplama öncesi, R1 kodlu numuneden R2 kodlu numuneye sertlik değeri %5,7 artış gösterirken, R2 kodlu numuneden R3 kodlu numuneye %6 artış göstermiştir. Kaplama sonrası tüm numunelerde belirli miktarda sertlik artışı gözlenmesine rağmen, en yüksek sertlik artışı R1 kodlu numunede belirlenmiştir. Kaplama sonrası R1 kodlu numuneden R2 kodlu numuneye sertlik değeri %8,3 artış gösterirken, R2 kodlu numuneden R3 kodlu numuneye %3,4

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

artış göstermiştir. İşleme parametrelerine bağlı olarak değişen yüzey bütünlüğü özellikleri sertlik değerinde de belirgin değişikliklere neden olabilmektedir.

Çizelge 4. Farklı yüzey pürüzlülüğüne sahip numunelerin stereo mikroskop görüntüleri ve mikro sertlik değerleri.

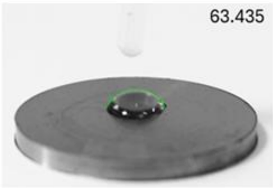
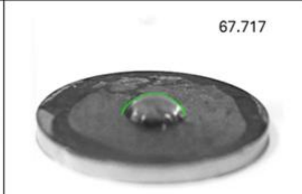
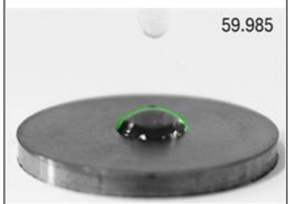
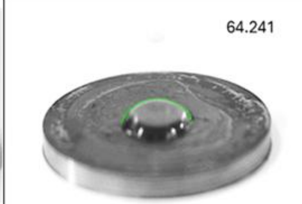
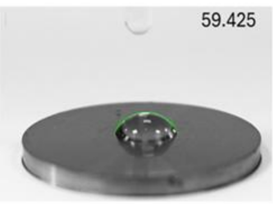
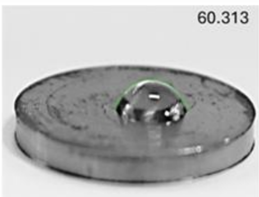
Numune Kodu	Kaplanmamış numune yüzeyleri	Kaplanmış numune yüzeyleri
R1	 314,2 HV1	 347,6 HV1
R2	 332,4 HV1	 376,3 HV1
R3	 352,2 HV1	 389,6 HV1

Temas açısı (θ) bir katının bir sıvıyla ıslatılmasının nicel olarak derece cinsinden (°) ölçülmesidir. Temas açısı, sıvı ve katı arasında bulunan temas çizgisi ile katı yüzey arasında oluşan açıdır. Katı yüzey üzerinde sıvının oluşturduğu ıslaklığı tanımlamada temas açı değeri yardımcı olur. Yüzey

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

pürüzlülüğü ve temas açısı arasında güçlü bir ilişki vardır [7,22,23]. Farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip kaplama öncesi yüzeylerin ve Zencefil/PEG-ZnO NP’ler ile kaplama sonrası Ti6Al4V alaşım yüzeylerinin temas açısı ölçüm sonuçları Çizelge 5’te verilmiştir. Tüm numunelerin yüzeyinde ölçülen temas açıları 90°’den küçük olduğu için hidrofilik yani ıslanır özellik gösterdiği söylenebilir. Kaplamasız Ti6Al4V alaşımının artan yüzey pürüzlülük değeri ile temas açısı azalmıştır ve yayılım artmıştır. Tüm yüzeylerde Ti6Al4V alaşımının temas açısı, yüzeyin Zencefil/PEG-ZnO NP’ler ile kaplanması sonrası artmıştır ve sıvının katı yüzey üzerinde yayılımı azalmıştır. Artan temas açısı ile ıslanmazlık yani yüzeyin hidrofobik özelliği artmaktadır. Azalan temas açısı ile ıslanabilme yani yüzeyin hidrofilik özelliği artmaktadır ve damlacığın yayılım isteği artmaktadır. Sonuç olarak; yüzey pürüzlülüğü değerindeki değişim ve nano yapı ile değişen yüzey özellikleri yüzey temas açısı ve yüzey ıslanabilirliği üzerinde belirgin bir etkiye neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip kaplanmamış ve kaplanmış numunelerin temas açısı ölçüm sonuçları.

Numune Kodu	Kaplanmamış numune yüzeyleri	Kaplanmış numune yüzeyleri
R1		
R2		
R3		

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Farklı yüzey pürüzlülük değerlerinde Ti6Al4V alaşım yüzeylerinin elde edilmesi talaşlı imalat tekniklerinden olan tornalanma ile gerçekleştirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tornalamada kesme parametrelerinden biri olan ilerleme hızının arttırılmasıyla ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinde belirgin artışlar gerçekleşmiştir. Ti6Al4V alaşımının işlenmesinde de sıklıkla tercih

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

edilen tornalama işlemi, kesme parametrelerinin optimize edilmesi, boyutsal doğruluğun sağlanması, yüzey bütünlüğünün korunması ve ekonomik bir teknik olması açısından büyük avantajlar sunmaktadır. Ti6Al4V alaşım yüzeylerinin Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplanması sonrası, değişen yüzey pürüzlülüğü ile yüzey mikroyapısında ve yüzey bileşiminde değişiklikler olmasından kaynaklı yüzeyi kaplayan nanoyapı kümelerinin boyutunda, şeklinde ve miktarında değişiklikler olmuştur. Zencefil/PEG-ZnO NP'ler ile kaplanmış yüzeylerin yüzey pürüzlülük değerleri, kaplanmamış yüzeylere göre daha düşük tespit edilmiştir. Kaplama sonrası pürüzsüzlükteki değişim pürüzlü yüzeylere sahip parçalarda daha azdır. Kaplama sonrası makro yüzey görüntülerinde çatlak veya delaminasyona rastlanmamıştır. Artan yüzey pürüzlülük değeriyle mikrosertlik değerlerinde de artış gözlenmiştir. Kaplama sonrası mikro sertlik değerlerinde belirgin artışlar tespit edilmiştir. Kaplama öncesi ve sonrası temas açısı ölçüm sonuçlarına göre tüm numunelerin yüzeyinde ölçülen temas açıları 90°'den küçüktür. Bu sonuca göre tüm numuneler hidrofilik yani ıslanır özellik göstermektedir. Bu sonuçlar ışığında, yüzey pürüzlülüğü değerindeki değişim ve nano yapı ile değişen yüzey özellikleri yüzey temas açısı ve yüzey ıslanabilirliği üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir.

KAYNAKÇA

[1] S. Solanke, V. Gaval, S. Sanghavi, In vitro tribological investigation and osseointegration assessment for metallic orthopedic bioimplant materials, Mater. Today Proc. 44 (2021) 4173–4178. https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.10.528.

[2] C. Zhao, W. Ji, P. Han, J. Zhang, Y. Jiang, X. Zhang, In vitro and in vivo mineralization and osseointegration of nanostructured Ti6Al4V, J. Nanoparticle Res. 13 (2011) 645–654. https://doi.org/10.1007/S11051-010-0061-9/FIGURES/6.

[3] M. Kaur, K. Singh, Review on titanium and titanium based alloys as biomaterials for orthopaedic applications, Mater. Sci. Eng. C. Mater. Biol. Appl. 102 (2019) 844–862. https://doi.org/10.1016/J.MSEC.2019.04.064.

[4] J.W. Nicholson, Titanium Alloys for Dental Implants: A Review, Prosthes. 2020, Vol. 2, Pages 100-116. 2 (2020) 100–116. https://doi.org/10.3390/PROSTHESIS2020011.

[5] G. Karabulut, N. Beköz Üllen, S. Karakuş, M. Ersoy, Comparison of surface modification and corrosion resistance of Ti6Al4V alloy using matcha tea extract-based silver and copper oxide nanoparticles, Surf. Coatings Technol. 480 (2024) 130564. https://doi.org/10.1016/J.SURFCOAT.2024.130564.

[6] A. Alcudia, B. Begines, P. Rodriguez-Lejarraga, V. Greyer, V.C.F. Godinho, E. Pajuelo, Y. Torres, Development of porous silver nanoparticle/polycaprolactone/polyvinyl alcohol coatings for prophylaxis in titanium

interconnected samples for dental implants, Colloid Interface Sci. Commun. 48 (2022) 100621. https://doi.org/10.1016/J.COLCOM.2022.100621.

[7] P.G. Jamkhande, N.W. Ghule, A.H. Bamer, M.G. Kalaskar, Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and disadvantages, and applications, J. Drug Deliv. Sci. Technol. 53 (2019) 101174. https://doi.org/10.1016/j.jddst.2019.101174.

[8] A. Aldhameer, Synthesizing and characterizations of one-dimensional Cu-based antibiofilm surface protective coating, J. Nanoparticle Res. 22 (2020) 1–9. https://doi.org/10.1007/S11051-020-04870-2/FIGURES/8.

[9] G. Karabulut, N. Beköz Üllen, E. Akyüz, S. Karakuş, Surface modification of 316L stainless steel with multifunctional locust gum/polyethylene glycol-silver nanoparticles using different coating methods, Prog. Org. Coatings. 174 (2023) 107291. https://doi.org/10.1016/J.PORGCOAT.2022.107291.

[10] A.A. Oun, S. Shankar, J.W. Rhim, Multifunctional nanocellulose/metal and metal oxide nanoparticle hybrid nanomaterials, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 60 (2020) 435–460. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1536966.

[11] E.L. Irede, R.F. Awoyemi, B. Owolabi, O.R. Aworinde, R.O. Kajola, A. Hazeez, A.A. Raji, L.O. Ganiyu, C.O. Onukwuli, A.P. Onivefu, I.H. Ifijen, Cutting-edge developments in zinc oxide nanoparticles: synthesis and applications for enhanced antimicrobial and UV protection in healthcare solutions, RSC Adv. 14 (2024) 20992–21034. https://doi.org/10.1039/D4RA02452D.

[12] V. Soni, P. Raizada, P. Singh, H.N. Cuong, R. S, A. Saini, R. V. Saini, Q. Van Le, A.K. Nadda, T.T. Le, V.H. Nguyen, Sustainable and green trends in using plant extracts for the synthesis of biogenic metal nanoparticles toward environmental and pharmaceutical advances: A review, Environ. Res. 202 (2021) 111622. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111622.

[13] A. Rani, N. Kumar, M. Kumar, Environmentally friendly green approaches and applications of nanoparticles, Met. Oxide-Based Carbon Nanocomposites Environ. Remediat. Saf. (2023) 21–63. https://doi.org/10.1201/9781003323464-2/ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY-GREEN-APPROACHES-APPLICATIONS-NANOPARTICLES-ANITA-RANI-NIRANTAK-KUMAR-MANOJ-KUMAR.

[14] R. Krishna Alla, K. Ginjupalli, N. Upadhya, M. Shammas, R. Krishna Ravi, R. Sekhar, Surface roughness of implants: A review, Trends Biomater. Artif. Organs. 25 (2011)

112–118.

[15] S.P. Leo Kumar, D. Avinash, Review on effect of Ti-alloy processing techniques on surface-integrity for biomedical application, Mater. Manuf. Process. 35 (2020) 869–892. https://doi.org/10.1080/10426914.2020.1748195.

[16] L.K. Wu, J.J. Wu, W.Y. Wu, F.H. Cao, M.Y. Jiang, Sol–gel-based coatings for oxidation protection of TiAl alloys, J. Mater. Sci. 2020 5515. 55 (2020) 6330–6351. https://doi.org/10.1007/S10853-020-04466-0.

[17] V.P. Astakhov, Surface Integrity – Definition and Importance in Functional Performance, Surf. Integr. Mach. (2010) 1–35. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-874-2_1.

[18] G. KARABULUT ŞEVK, T. DİLBER, N. BEKÖZ ÜLLEN, Green synthesis of zinc oxide nanoparticles via Zingiber officinale/PEG biopolymer blend matrix: Optimization, physicochemical characterization, antioxidant and photocatalytic activity, Mater. Sci. Eng. B. 317 (2025) 118240. https://doi.org/10.1016/J.MSEB.2025.118240.

[19] M. Mozammel, M. Khajeh, N.N. Ilkhechi, Effect of Surface Roughness of 316 L Stainless Steel Substrate on the Morphological and Super-Hydrophobic Property of TiO2 Thin Films Coatings, Silicon. 10 (2018) 2603–2607. https://doi.org/10.1007/S12633-018-9796-1/METRICS.

[20] W. Singhatanadgit, Biological Responses to New Advanced Surface Modifications of Endosseous Medical Implants, Https://Doi.Org/10.4137/BTRI.S3150. 2 (2009) BTRI.S3150. https://doi.org/10.4137/BTRI.S3150.

[21] M. Ball, D.M. Grant, W.J. Lo, C.A. Scotchford, The effect of different surface morphology and roughness on osteoblast-like cells, J. Biomed. Mater. Res. A. 86 (2008) 637–647. https://doi.org/10.1002/JBM.A.31652.

[22] M. V. Roldán, Y. Castro, N. Pellegri, A. Durán, Enhanced photocatalytic activity of mesoporous SiO2/TiO2 sol–gel coatings doped with Ag nanoparticles, J. Sol-Gel Sci. Technol. 76 (2015) 180–194. https://doi.org/10.1007/S10971-015-3765-6/FIGURES/11.

[23] S. Ferraris, S. Spriano, G. Pan, A. Venturello, C.L. Bianchi, R. Chiesa, M.G. Faga, G. Maina, E. Vernè, Surface modification of Ti–6Al–4V alloy for biomineralization and specific biological response: Part I, inorganic modification, J. Mater. Sci. Mater. Med. 2011 223. 22 (2011) 533–545. https://doi.org/10.1007/S10856-011-4246-2.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ZINGIBER OFFICINALE/POLİETİLEN GLİKOL BİYOPOLİMER MATRİSİNDE ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİN YEŞİL SENTEZİNİN OPTİMİZASYONU

Yüksek Lisans Öğrencisi, TUGÇE DİLBER
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
tugcedilbeer@gmail.com-ORCID: 0009-0002-5010-1881

Arş. Gör. GİZEM KARABULUT ŞEVK
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,
gizem.karabulut@iuc.edu.tr -ORCID: 0000-0003-0930-5380

Doç. Dr. NURAY BEKÖZ ÜLLEN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
nbekoz@iuc.edu.tr-ORCID:0000-0003-2705-2559

ÖZET

Bu çalışma, çevre dostu yeşil bir sentez yöntemi olarak bilinen ultrason destekli bitki aracılı sentez yöntemi kullanılarak *Zingiber officinale* (zencefil) özütü ile ZnO NP'lerini başarıyla sentezlemeyi amaçlamaktadır. ZnO NP'ler biyopolimerik bir matris içerisinde sentezlenmesi için optimizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. ZnO NP'ler, hacimsel oran, PEG miktarı, sonikasyon işlem genliği ve işlem süresi parametreleri optimize edilerek bitki özütü (ZO) ve biyopolimerik (polietilen glikol, PEG) karışım matrisinde sentezlenmiştir. Nihai çözeltiler optimizasyon için UV-Vis ile karakterize edilmiştir. Ayrıca, optimum ZnO NP'ler TEM, XRD, FTIR ve SEM gibi yöntemlerle karakterize edilmiştir. Analizler sonucunda, ZnO NP'lerin biyopolimer matris içerisinde başarı ile sentezlendiği ve çoğunun küresel bir morfolojiye sahip olduğu, ortalama boyutları 22,17 nm ve hekzagonal wurtzite kristal yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Nanoteknoloji, biyopolimer, optimizasyon, yeşil sentez.

1. GİRİŞ

Çinko oksit (ZnO) nanopartiküller (NP'ler), benzersiz kimyasal, optik ve elektronik özellikleri nedeniyle önemli ilgi görmüştür [1]. ZnO NP'leri, yüksek yüzey alanları içeren ve işlevsel uygulamalar için uygun olan inorganik nanokristalin bir metal oksittir. ZnO NP'leri, fotokatalizde [2], biyosensörlerde [3], güneş hücrelerinde [4] ve tıbbi uygulamalarda [5] kapsamlı kullanım alanı bulmaktadır. Ancak, NP'ler için kimyasal ve fiziksel yollar gibi geleneksel sentez yöntemlerinde genellikle çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik zorlukları ortaya çıkarmaktadır [6,7]. Bu bağlamda, çevre dostu ve sürdürülebilir sentez yöntemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bitki özleri kullanılarak yeşil sentez yaklaşımları, toksik kimyasalların kullanımını en aza indirerek ve enerji tüketimini azaltarak önemli avantajlar sunmaktadır [9,10]. Literatürde daha önce yapılmış bilimsel çalışmalarda, farklı özelliklere sahip bitki ekstraktlarından ZnO NP'ler biyosentezlenmiştir [8–12]. Bitkisel yeşil sentez yönteminin NP'ler elde etmek için kullanılması, çevreye verilebilecek olası zararı azaltma ve dengeleme potansiyeli nedeniyle daha güvenli ve çevre dostudur. Bu amaçla, bu çalışmada ultrason destekli bitki aracılı sentez tekniği kullanılmıştır. Ultrason destekli teknik, sonikasyon olarak da bilinir. Bu teknikte, ultrasonik ses dalgaları kullanılarak ve kavitasyon etkisiyle malzeme üzerinde yüksek basınç ve sıcaklık yaratılarak nanoyapı oluşumları gerçekleştirilir [13–15]. Çeşitli sentez yöntemlerinde verimliliği artırmak için bir yardımcı olarak tercih edilebilir [16]. *Zingiber officinale*, yaygın olarak zencefil olarak bilinir, tıbbi ve mutfak kullanımları için yaygın olarak tanınan bir bitkidir [17,18]. Zencefil yüksek antioksidan içeriği ve biyolojik olarak aktif bileşikleri ile tanınan bir bitkidir [19] ve bu da onu ZnO NP'lerin yeşil sentezi için umut verici bir aday haline getirir.

ZnO NP'ler geniş bir uygulama yelpazesi sunmaktadır ve yeşil sentez yöntemleriyle çevre ve insan sağlığı için daha güvenli bir şekilde üretilebilir. Tüm biyosistemler düzgün bir şekilde işlev görmek için büyük ölçüde antioksidanlara ihtiyaç duyar. Ancak NP'lerin mekanizmaları ve standardizasyon eksikliği nedeniyle daha fazla araştırma gereklidir. Sonuç olarak, daha etkili ve daha az toksik olan doğal kaynaklardan üretilen yenilikçi ve güvenli antioksidanları araştırmaya acil ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, zencefil tozu ve PEG biyopolimer karışım matrisi kullanılarak ZnO NP'ler için yeni bir ultrason destekli bitki aracılı sentez yöntemi test etmektedir. Bu çalışmanın amacı, Zencefil/PEG karışım matrisi kullanılarak ZnO NP'ler için çevre dostu bir sentez yöntemi geliştirmek ve optimize etmektir. Ek olarak, hazırlanan NP'ler, bu yeni yöntemin ZnO NP'leri için geleneksel sentez tekniklerine kıyasla avantajlarını ve potansiyel uygulamalarını vurgulamak için çeşitli yöntemlerle karakterize edilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Zingiber officinale (zencefil) tozu Naturdan firmasından temin edilmiştir. $Zn.(CH_3COO)_2.2H_2O$ tuzu ve PEG400 (400 kDa) sırasıyla Sigma-Aldrich ve Fluka firmalarından temin edilmiştir.

Zencefil özü ZnO NP'leri indirgeyici ve stabilize edici ajan olarak kullanılmıştır. Zencefil özünün hazırlanması aşamasında ilk olarak zencefil tozları destile su ile iki kez yıkanmış ve ardından etüvde 8 saat süre ile 100 C'de kurutulmuştur. Kurutulan tozlardan 5 g alınarak 100 mL destile su içerisine eklenmiş, manyetik karıştırıcıda 10 dak 100 rpm'de karıştırdıktan sonra, steril kap içerisinde karanlık bir ortamda sabit bir şekilde 3 gün boyunca bekletilerek öz oluşması beklenmiştir. Ardından dekantasyon yapılarak, zencefil özü elde edilmiştir.

Optimizasyon çalışmasında öz/tuz oranı, PEG miktarı, sonikasyon işlem süresi ve genlik miktarı değişken olarak kullanılmıştır. ZnO NP'lerin sentezi için ilk olarak tuz çözeltileri hazırlanmıştır. 0.447 g $Zn.(CH_3COO)_2.2H_2O$, 150 mL destile su içerisine eklenerek 0,01 M Zn tuzu çözeltisi hazırlanmıştır, 10 dak manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. 0,4 g NaOH 150 mL destile su içerisine katılarak, 10 dak manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bitkisel sentezin ilk aşaması olan, tuz öncüleri ve bitki özünün karıştırılması işleminde toplam hacim 45 mL olarak sabit tutulmuştur. Zencefil özü/tuz oranında değişken parametreler olarak, 1:1, 1:2 ve 2:1 (v/v) oranları kullanılmıştır. Örneğin, 1:1 numunesinde, 22,5 mL zencefil özü, 22,5 mL Zn tuzu alınarak sentez gerçekleştirilmiştir. **Çizelge 1**'de verilen farklı parametrelerde sentez gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan Zencefil özü/tuz çözeltilerine PEG ilavesi gerçekleştirildikten sonra karıştırma işlemi uygulanmıştır. Ardından sonikasyon işlemi uygulanarak ZnO NP'lerin sentezi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon için 9 numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler UV-Görünür Bölge spektroskopisi (UV-Vis) ile incelenmiştir. Optimum parametreler bulunarak ardından optimum çözelti oluşturulmuş ve diğer karakterizasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Optimizasyon için hazırlanan numuneler ve değişken parametreler

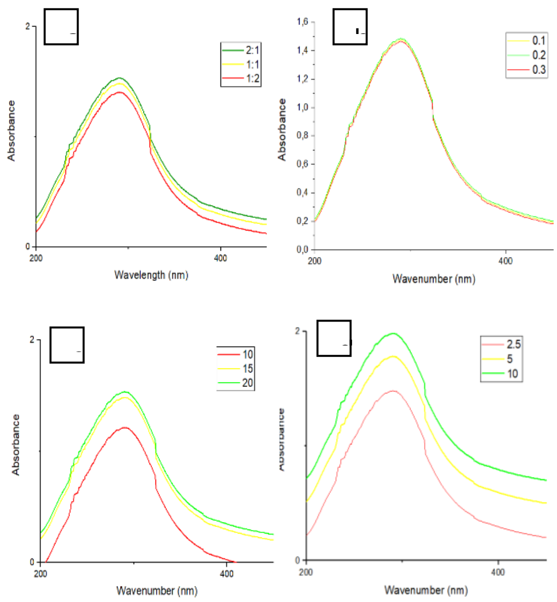
Numune	Hacimsel oran (v/v)	PEG	%Genlik	Zaman (dak)
1	2:1	0,2 g	15	5
2	1:1	0,2 g	15	5
3	1:2	0,2 g	15	5
4	1:1	0,1 g	15	5
5	1:1	0,3 g	15	5
6	1:1	0,2 g	10	5
7	1:1	0,2 g	20	5
8	1:1	0,2 g	15	2,5
9	1:1	0,2 g	15	10

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Hazırlanan ZnO NP solüsyonunun karakterizasyonu için UV-Vis, X-ışını kırınım spektrometresi (XRD), Fourier dönüşümlü kızıl ötekisi spektroskopisi (FTIR), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve geçirimli elektron mikroskobu (TEM) kullanılmıştır. UV- Vis analizinde PG Instruments marka T80+ dual-beam model, XRD analizinde PANalytical marka Empyrean model (40 kV ve 15 mA Cu-Kα ışını ile), FTIR analizinde Perkin Elmer marka Spectrum Two model, SEM analizinde Zeiss-Sigma 300 cihazı ve TEM analizinde Hitachi High Tech HT7700 cihazı kullanılmıştır.

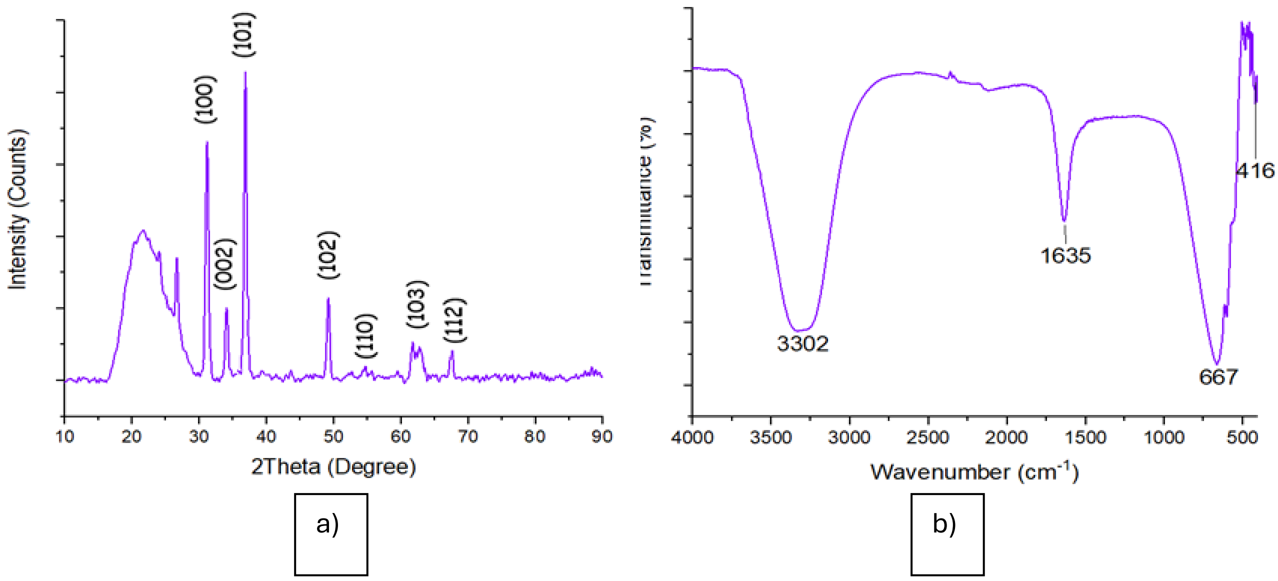
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Optimizasyon için hazırlanan 9 farklı numune UV-Vis analizi ile incelenmiş ve optimum parametreler belirlenmiştir. **Görsel 1**'de numunelerin analiz sonuçları verilmiştir. UV-Vis analizinde literatürden de bilindiği üzere, metal/metal oksit NP'ler şekil, boyut ve dağılımlarına göre belirgin bir yüzey plazmon davranışı sergileyerek, kırınım gösterirler. Literatürde bitkisel aracılı sentez yoluyla sentezlenen ZnO NP'lerin karakteristik piklerinin 300-380 nm arasında oluştuğu bilinmektedir. Optimizasyon için farklı parametrelerle hazırlanan numunelerin görselde verilen grafiklerde 301 nm'de pik oluşturduğu görülmektedir. Grafikler incelendiğinde 2:1, 0,2 PEG, 20 Hz ve 10 dak parametrelerinin optimum olduğu tespit edilmiştir. . Detaylı olarak incelendiğinde PEG katkısının anlamlı bir değişime yol açmadığı, genlik derecesi ve sonikasyon süresinin anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.



Görsel 1. Farklı parametreler ile hazırlanan ZnO NP'lerin UV-Vis analiz sonuçları a) hacimsel oran, b) PEG miktarı, c) genlik, d) sonikasyon süresi

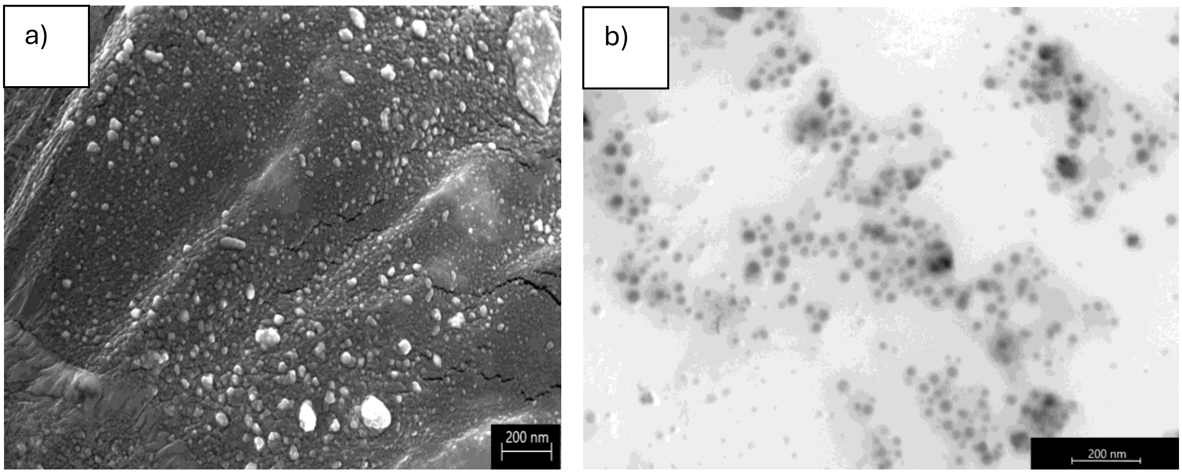
Zencefil/PEG-ZnO NP'lerin kristal yapılarını ve fazlarını belirlemek için gerçekleştirilen XRD analizi sonucunda elde edilen kırınım deseni Görsel 2'de verilmiştir. XRD analizi sonucunda (100), (002), (101), (102), (110), (103) ve (112) düzlemlerine karşılık gelen pikler tespit edilmiştir. Bu kırınım desenleri sonosentezlenen ZnO NP'lerin hekzagonal wurtzite kristal yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Gözlemlenen tepeler belirgin bir kristal yapıyı göstermektedir ve ZnO NP'lerin kırınım deseni kart numarası JCPDS veri dosyası No.36-1451 ile eşleşmektedir [20]. **Görsel 2(b)**'de ZnO NP'lere ait FTIR spektrumu verilmiştir. Grafik incelendiğinde, 3302 nm^{-1} titreşimi hidroksil grubu (O-H titreşimi) gerilme titreşimleridir ve Zencefil/PEG karışım matrisinden kaynaklanan su veya fenolik bileşiklerin varlığını göstermektedir. 1635 nm^{-1} (C=O) gerilme titreşimleri Zencefil tozu özütlerindeki flavonoidlerin karbonil gruplarını göstermektedir. 667 nm^{-1} ve 416 nm^{-1}'e karşılık gelen pikler Zn-O bağlarının varlığını gösteren karakteristik piklerdir [21,22].



Görsel 2. ZnO NP'lerin a) XRD spektrumu ve b) FTIR spektrumu

Optimum şartlar ile sentezlenen ZnO NP'lerin şekil ve boyut incelemeleri için SEM ve TEM analizi incelemeleri gerçekleştirilmiştir. **Görsel 3**'te sonokimyasal sentezden sonra Zencefil/PEG biyopolimer matrisiyle stabilize edilmiş ZnO NP'lerin SEM görüntüsünde, çoğunlukla küresel olan ve bazıları düzensiz şekilli olan nano boyutlu parçacıklar açıkça görülmektedir. TEM görüntülerinde ZnO NP'lerin varlığı koyu renkli noktalar ile kendini göstermektedir. ZnO NP'lerinin Zencefil/PEG biyopolimer karışım matrisinde oldukça homojen bir dağılım sergilediği, yüksek oranda küresel bir morfolojiye sahip olduğu ve boyutlarının yaklaşık olarak 30 nm'nin altında olduğu görülmektedir. Bitkilerin yapısında bulunan metabolitler nedeniyle stabilizasyon kapasitesinin NP'lerin başarılı şekilde sentezlenmesi için kullanıldığı çalışmalar literatürde yaygındır. Benzer sonuçlar litetarürde görülmüştür [10]. Bu da sonokimyasal yöntem ile üretimin başarılı olduğunu göstermektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 3. Sonokimyasal yöntemle sentezlenen optimum ZnO NP'lerin a) SEM ve b) TEM görüntüleri

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma, çevre dostu bir yeşil sentez yöntemi kullanarak *Zingiber officinale* tozları kullanarak ZnO NP'leri sentezlenmiştir. ZnO NP'leri, UV-Vis spektrumunda 301 nm'de belirgin bir pik göstermiştir. XRD analizi, ZnO NP'lerin wurtzite kristal yapıda olduğunu göstermektedir. FTIR spektrumu, 667 cm^{-1} ve 416 cm^{-1}'de ZnO NP'lerin karakteristik piklerle başarılı Zn-O bağı oluşumunu kanıtlamaktadır. Yeşil sentez için bitki özlerinin kullanımı, NP'lerin sentezi için çevre dostu, basit ve etkili bir yol sağlamaktadır. Bitki özleri kullanılarak ZnO NP'lerinin biyolojik sentezi, ZnO NP'lerinin üretimi için oldukça etkili, hızlı ve çok yönlü bir yaklaşımı temsil eder. Çalışmada başarılı olarak sentezlenen ZnO NP'lerin gelişmiş uygulamalar için test edilmesi önerilmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

KAYNAKÇA

[1] S. Saleem, M.H. Jameel, N. Akhtar, N. Nazir, A. Ali, A. Zaman, A. Rehman, S. Butt, F. Sultana, M. Mushtaq, J.H. Zeng, M. Amami, K. Althubeiti, Modification in structural, optical, morphological, and electrical properties of zinc oxide (ZnO) nanoparticles (NPs) by metal (Ni, Co) dopants for electronic device applications, Arab. J. Chem. 15 (2022) 103518. https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2021.103518.

[2] S. Vasantharaj, S. Sathiyavimal, P. Senthilkumar, V.N. Kalpana, G. Rajalakshmi, M. Alsehli, A. Elfasakhany, A. Pugazhendhi, Enhanced photocatalytic degradation of water pollutants using bio-green synthesis of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs), J. Environ. Chem. Eng. 9 (2021) 105772. https://doi.org/10.1016/J.JECE.2021.105772.

[3] T. Dayakar., K. Venkateswara Rao., K. Bikshalu., V. Rajendar., S.H. Park, Novel synthesis and structural analysis of zinc oxide nanoparticles for the non enzymatic glucose biosensor, Mater. Sci. Eng. C. 75 (2017) 1472–1479. https://doi.org/10.1016/J.MSEC.2017.02.032.

[4] A. Degefa, B. Bekele, L.T. Jule, B. Fikadu, S. Ramaswamy, L.P. Dwarampudi, N. Nagaprasad, K. Ramaswamy, Green Synthesis, Characterization of Zinc Oxide Nanoparticles, and Examination of Properties for Dye-Sensitive Solar Cells Using Various Vegetable Extracts, J. Nanomater. 2021 (2021) 3941923. https://doi.org/10.1155/2021/3941923.

[5] M.T. Ansari, F. Sami, F.A. Khairudiin, M.Z. Atan, T.A.S. bin Tengku Mohamad, S. Majeed, S. Ali, Applications of Zinc Nanoparticles in Medical and Healthcare Fields, Curr. Nanomedicine. 8 (2018) 225–233. https://doi.org/10.2174/2405461503666180709100110.

[6] K. Cheraghipour, A. Khudair Khalaf, K. Moradpour, M. Zivdari, M. Beiranvand, P. Shakib, H. Mahmoudvand, A. Marzban, Synthesis, characterization, and antiparasitic effects of zinc oxide nanoparticles-eugenol nanosuspension against Toxoplasma gondii infection, Heliyon. 9 (2023) e19295. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E19295/ASSET/EFEDBE47-2EB6-4E8D-BA6B-0FFC079A3AD1/MAIN.ASSETS/GR8.JPG.

[7] M. Karkhane, H.E. Lashgarian, S.Z. Mirzaei, A. Ghaffarizadeh, K. cherghipour, A. Sepahvand, A. Marzban, Antifungal, antioxidant and photocatalytic activities of zinc nanoparticles synthesized by Sargassum vulgare extract, Biocatal. Agric. Biotechnol. 29 (2020) 101791. https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2020.101791.

[8] M. Sundrarajan, S. Ambika, K. Bharathi, Plant-extract mediated synthesis of ZnO nanoparticles using Pongamia pinnata and their activity against pathogenic bacteria, Adv. Powder Technol. 26 (2015) 1294–1299. https://doi.org/10.1016/J.APT.2015.07.001.

[9] K. Elumalai, S. Velmurugan, S. Ravi, V. Kathiravan, G. Adaikala Raj, Bio-approach: Plant mediated synthesis of ZnO nanoparticles and their catalytic reduction of methylene blue and antimicrobial activity, Adv. Powder Technol. 26 (2015) 1639–1651. https://doi.org/10.1016/J.APT.2015.09.008.

[10] C. Aydin Acar, M.A. Gencer, S. Pehlivanoglu, S. Yesilot, S. Donmez, Green and eco-friendly biosynthesis of zinc oxide nanoparticles using Calendula officinalis flower extract: Wound healing potential and antioxidant activity, Int. Wound J. 21 (2024) e14413. https://doi.org/10.1111/IWJ.14413.

[11] M.S. Shekhawat, C.P. Ravindran, M. Manokari, A Green Approach to Synthesize the Zinc Oxide Nanoparticles using Aqueous Extracts of Ficus benghalensis L., Int. J. Biosci. Agric. Technol. 6 (2015) 1–5.

[12] M. Manokari, M.S. Shekhawat, Biogenesis of Zinc Oxide Nanoparticles using Couroupita guianensis Aubl. Extracts - A Green Approach, World Sci. News. 29 (2016) 135–145.

[13] L. Hiremath, S. Nipun, O. Sruti, N.G. Kala, B.M. Aishwarya, Sonochemistry: Applications in Biotechnology, Sonochemical React. (2020) 1–11. https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.88973.

[14] S. Karakuş, ed., Sonochemical Reactions, IntechOpen, 2020. https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.83195.

[15] T. Abiraman, E. Ramanathan, G. Kavitha, R. Rengasamy, S. Balasubramanian, Synthesis of chitosan capped copper oxide nanoleaves using high intensity (30 kHz) ultrasound sonication and their application in antifouling coatings, Ultrason. Sonochem. 34 (2017) 781–791. https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2016.07.013.

[16] G. Karabulut, N. Beköz Üllen, E. Akyüz, S. Karakuş, Surface modification of 316L stainless steel with multifunctional locust gum/polyethylene glycol-silver nanoparticles using different coating methods, Prog. Org. Coatings. 174 (2023) 107291. https://doi.org/10.1016/J.PORGCOAT.2022.107291.

[17] J. Dhanik, N. Arya, V. Nand, C. Jyotsna Dhanik, A Review on Zingiber officinale, J. Pharmacogn. Phytochem. 6 (2017) 174–184. https://www.phytojournal.com/archives/2017.v6.i3.1207/a-review-on-zingiber-officinale (accessed August 1, 2024).

[18] P. Singh, G. Mishra, F.H. Pottoo, B. Singh, M.M. Zeleke, Zingiber officinale: Its Ethanobotanical Uses, Phytochemistry, and Pharmacology, Edible Plants Heal. Dis. Vol. II Phytochem. Pharmacol. Prop. 2 (2022) 1–42. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4959-2_1.

[19] Z. Yang, Z. Guo, J. Yan, J. Xie, Nutritional components, phytochemical compositions, biological properties, and potential food applications of ginger (Zingiber officinale): A comprehensive review, J. Food Compos. Anal. 128 (2024) 106057. https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2024.106057.

[20] S. Ullah, M. Shaban, A.B. Siddique, A. Zulfiqar, N.S. Lali, M. Naeem-ul-Hassan, M.I. Irfan, M. Sher, M. Fayyaz ur Rehman, A. Hanbashi, F.Y. Sabei, H.M.A. Amin, A. Abbas, Greenly synthesized zinc oxide nanoparticles: An efficient, cost-effective catalyst for dehydrogenation of formic acid and with improved antioxidant and phyto-toxic properties, J. Environ. Chem. Eng. 12 (2024) 113350. https://doi.org/10.1016/J.JECE.2024.113350.

[21] D.R. Jaishi, I. Ojha, G. Bhattarai, R. Baraili, I. Pathak, D.R. Ojha, D.K. Shrestha, K.R.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Sharma, Plant-mediated synthesis of zinc oxide (ZnO) nanoparticles using Alnus nepalensis D. Don for biological applications, Heliyon. 10 (2024) e39255. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E39255.

[22] N.S. Al-Radadi, Abdullah, S. Faisal, A. Alotaibi, R. Ullah, T. Hussain, M. Rizwan, Saira, N. Zaman, M. Iqbal, A. Iqbal, Z. Ali, Zingiber officinale driven bioproduction of ZnO nanoparticles and their anti-inflammatory, anti-diabetic, anti-Alzheimer, anti-oxidant, and anti-microbial applications, Inorg. Chem. Commun. 140 (2022) 109274. https://doi.org/10.1016/J.INOCHE.2022.109274.

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025- TUNCELI
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ACİL SERVİSTE ETİK KARAR ALMADA JONSEN METODU: KURGUSAL BİR OLGU ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRME

OLGU SUNUMU

NERMİN ODABAŞI
nrmnodbs7@gmail.com - 0009-0003-8519-1597
İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ

Özet

Bu kurgusal olgu sunumu, akut koroner sendrom tanısı almış bir hastanın, zamanında yapılması gereken müdahaleyi reddederek etik bir ikilem oluşturduğu durumu incelemektedir. 31 yaşındaki hasta, ilk başvurusunda acil servis ekipleri tarafından değerlendirildikten sonra, kardiyolojik tetkikler ve yüksek troponin seviyesi ile STEMİ tanısı almıştır. Ancak, hasta sevk edilmesini reddetmiş ve tedaviye başlanmadan hastaneden kendi isteğiyle ayrılmıştır. Saatler sonra, hastanın acil servise yeniden başvurusu üzerine yapılan CPR işlemleri de sonuçsuz kalmış ve hasta hayatını kaybetmiştir. Jonsen metoduna dayanarak yapılan etik analizde, hastanın özerkliği ile sağlık profesyonellerinin sorumlulukları arasındaki denge ele alınmış ve zamanında yapılmayan müdahale ile ölüm arasındaki ilişki tartışılmıştır. Etik sorunlar, profesyonel sorumluluklar, hasta hakları ve acil tıp etik ilkeleri bağlamında ele alınarak, sağlık profesyonellerinin bu tür durumlarla karşılaştıklarında nasıl bir karar verme süreci izlemesi gerektiği ortaya konmuştur.
Bu çalışma, sağlık profesyonellerinin etik kararlar alırken dikkate almaları gereken faktörleri ve sağlık hizmetlerinde etik yaklaşımın önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sağlıkta Etik İkilemler, Etik İlkeler, Jonsen metodu, Klinik etik karar verme, Acil servis

---

GİRİŞ

Bu çalışma, kurgusal bir olgu üzerinden akut koroner sendrom nedeniyle acil servise başvuran bir hastanın etik karar verme sürecini incelemektedir. 31 yaşındaki erkek hasta, 20.01.2024 tarihinde sol kolda uyuşma ve sol göğüs ağrısı şikayetleriyle acil servise başvurmuş, yapılan muayene ve tetkiklerde ST elevasyonlu miyokard infarktüsü (STEMİ) tanısı konmuştur. Ancak, hasta sevk edilmek istememiş ve tedaviye devam etmeme kararı alarak kendi isteğiyle acil servisten ayrılmıştır. Saatler sonra hastanın fenalaşması üzerine tekrar acil servise başvurmuş ve yapılan kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) işlemlerine rağmen hasta hayatını kaybetmiştir.
Bu olgu, hastaların etik kararlar alma sürecinde sağlık profesyonellerinin karşılaştığı zorlukları ve zamanında müdahalenin önemini vurgulamaktadır. Johnsen metoduna göre, bu olgu üzerinden yapılan etik analizde hasta hakları, profesyonel sorumluluklar ve etik ilkeler ışığında karar verme sürecinin detaylı bir şekilde ele alınması hedeflenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

AMAÇ

Bu olgunun amacı, akut koroner sendrom (AKS) ve miyokard infarktüsü (MI) gibi kardiyak acil durumların hızlı tanı ve müdahalesinin önemi ile hastanın tedaviye uyumunun hayati önemdeki sonuçlar üzerindeki etkisini incelemektir. Özellikle, hastanın tedaviye uyumsuzluğu ve kendi isteğiyle hastaneden ayrılması sonucu gelişen ölüm riski, acil servislerde karşılaşılan etik ikilemler ve zamanın ne kadar kritik olduğuna dikkat çekmeyi hedeflemektedir.

MATERYAL VE METOD

Bu vaka, Jonsen Metodu kullanılarak etik bir açıdan incelenmiştir. Jonsen Metodu, sağlık profesyonellerinin, hasta bakımındaki etik ikilemleri çözme sürecinde kullanılan dört temel etik ilkeye dayanmaktadır: özerklik, zararın önlenmesi, iyilik yapma ve adalet. Bu ilkeler, vakada karşılaşılan etik sorunları değerlendirmek için temel bir rehber sunmaktadır**.**

Hasta Bilgisi:

Hasta, 31 yaşında erkek olup 20.01.2024 tarihinde saat 18:10'da sol kol uyuşması ve sol göğüs ağrısı şikâyeti ile acil servise başvurmuştur. Hasta, 10 gün önce anjiyo geçirdiğini ve miyokardit öyküsü olduğunu Ecopirin 100 mg kullandığını belirtmiştir.

Vital Bulgular:

Tansiyon: 148/89 mmHg
Nabız: 85 atım/dakika
Solunum: 20 atım/dakika
Oksijen Satürasyonu: %98

Laboratuvar Bulguları:

WBC: 16.05 mm3	Glukoz: 127 gr/dL
RBC: 4.78	Üre: 27 mg/dL
HGB: 15.9	Kreatinin: 1.1 mg/dL
Troponin: 45	AST: 16 IU/L ALT: 29 IU/L

Tedavi ve Müdahale:

Hastadan kan örneği alınmış, EKG çekilmiş ve ST elevasyonları tespit edilmiştir. Kardiyoloji konsültasyonu istenmiş, ancak hasta sevk edilmek istememiş ve tedaviye başlamadan hastaneden ayrılmıştır. Saat 22:23'te hasta evdeyken fenalaşmış, acil servis ekibi tarafından CPR uygulanmış ve defibrilasyon yapılmıştır. Uygulanan tedavilere rağmen hasta, 1 saat 40 dakika süren müdahalelere rağmen yaşamını yitirmiştir.

Olgu ve Etik Problemler (Jonsen Metodu Uygulaması)

1. Fakat Ne Oldu? (What Happened?)

Hasta, acil servise sol kol uyuşması ve göğüs ağrısı şikayetiyle başvurmuş, yapılan EKG ve laboratuvar testleri akut koroner sendrom ve miyokard infarktüsü (STEMİ) şüphesini

doğrulamıştır. Erken tanı konmuş, ancak hasta tedaviye başlamadan kendi isteğiyle hastaneden ayrılmıştır.
Daha sonra hasta evde fenalaşmış ve kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) uygulandıktan sonra acil servise getirilmiş, ancak yapılan müdahalelere rağmen hayatını kaybetmiştir.

2. Hangi Değerler Etkileniyor? (What Values Are at Stake?)

Özerklik: Hasta, kendi tedavi kararlarını verme hakkına sahiptir. Ancak, bu hak doğru bilgilendirilmiş kararlar ve profesyonel rehberlik ile desteklenmelidir.

Zararın Önlenmesi: Erken müdahale ile hastanın hayatta kalma şansının artırılması gerekiyordu. Hastanın tedaviye uyumsuzluğu, hayatını kaybetmesine yol açtı.

Adalet: Sağlık hizmetlerinin eşit ve etkili bir şekilde verilmesi gerekir. Acil serviste sağlık hizmeti profesyonellerinin, hastaların sağlık kararlarını doğru yönlendirme sorumluluğu vardır.

3. Alternatif Çözümler Nelerdir? (What Are the Possible Alternatives?)

Alternatif 1: Sağlık profesyonellerinin hastayı ikna etmeye devam etmeleri ve acil tedaviye yönlendirmeleri.

Alternatif 2: Hastanın tedaviye devam etmesini sağlamak için ailesinin müdahalesiyle yönlendirme yapmak.

Alternatif 3: Hastanın tedaviye uyumsuzluğuna rağmen, tüm tıbbi risklerin ve sonuçların daha net bir şekilde anlatılarak, hastanın kararına saygı gösterilmesi.

4. En Uygun Karar Ne Olabilir? (What Is the Best Course of Action?)

En uygun karar, sağlık profesyonellerinin hastaya tüm riskleri ve tedavi seçeneklerini ayrıntılı şekilde açıklayarak, tedaviye katılımı teşvik etmeleri olmalıdır. Aynı zamanda, hastanın ve ailesinin psikolojik destek alması, hastanın tedaviye olan güvenini artırabilir. Hastanın kararına saygı gösterilse de her iki taraf da en iyi sonuçları almak adına daha fazla bilgiyle yönlendirilmelidir.

5. Karar Sonuçları Ne Olacaktır? (What Will the Consequences of the Decision Be?)

Alternatif 1 ile hastanın tedaviye devam etmesi sağlanmış olsaydı, erken müdahale ile hastanın hayatta kalma şansı artabilirdi.
Alternatif 2 ile ailesinin etkisiyle hastanın tedaviye ikna edilmesi, daha sağlıklı bir sonuç doğurabilirdi.
Alternatif 3 ise hastanın kararına saygı gösterilmesine rağmen, tedavi sürecinin gecikmesi ve sonuçta ölümle sonuçlanan vakaya neden olmuştur. (Birden,2024)

SONUÇ

Bu kurgusal vaka, erken teşhis ve müdahalenin ne kadar kritik olduğunu vurgularken, sağlık profesyonellerinin hasta kararlarını nasıl yönlendirmeleri gerektiği konusunda önemli bir etik ikilem ortaya koymaktadır. Johnson Metodu çerçevesinde, hastanın özerklik hakkı (autonomy), zararın önlenmesi gerekliliği (non-maleficence), iyilik yapma (beneficence) ve adalet (justice) ilkeleri dengelenmeye çalışılmaktadır. Vaka, zamanında doğru müdahalelerin yapılmasının hayatta kalma şansını artıracağına dikkat çekerken, aynı zamanda hastanın ve ailesinin doğru bilgi ile karar alma hakkının da göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir.(Aydın,2003)

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

İlk olarak, hastanın tedavi sürecine katılımı ve rızası, sağlık profesyonellerinin etik sorumluluklarını yerine getirmeleri açısından önemlidir. Hasta, tedaviye başlamak ve sevk edilmek konusunda kararını verirken, özerklik ilkesi doğrultusunda, tüm riskler ve seçenekler kendisine açık bir şekilde anlatılmalıdır. Ancak, hastanın tedaviye başlamayı reddetmesi, zararın önlenmesi ilkesini zorlarken, profesyonellerin hastanın hayatta kalma şansını artırmak için müdahale etme sorumluluğunu ortaya çıkarır.

Bununla birlikte, iyilik yapma (beneficence) ilkesine göre, sağlık profesyonellerinin hastanın iyiliği doğrultusunda hareket etmeleri gerekmektedir. Bu durumda, hastanın tedaviye başlama isteksizliği, iyilik yapma ilkesinin ihlaline yol açmaktadır. Çünkü profesyoneller, hastanın sağlığını ve hayatta kalma şansını en üst düzeye çıkarmak adına gerekli müdahaleleri yapmalıdır. Ancak, hastanın tedaviye rızasının olmaması, bu müdahalelerin gerçekleştirilmesini zorlaştırmıştır ve sonuç olarak ölümle sonuçlanan ciddi bir durum meydana gelmiştir.

Ayrıca, hasta ve ailesiyle yapılan etkili iletişim, karar verme sürecinin en kritik aşamalarından biridir. Sağlık profesyonellerinin doğru bilgi vererek, hastanın riskler hakkında bilinçli kararlar almasını sağlamak, tedaviye uyum açısından önemli bir adımdır. Bu vaka, sağlık profesyonellerinin, zamanında ve doğru müdahale yaparak, adalet ilkesini de göz önünde bulundurması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yani, hastaların tedavi süreçlerine adil bir şekilde katılımının sağlanması, her bireye eşit ve adil sağlık hizmeti sunulması açısından büyük önem taşımaktadır (Dönmez ve ark.,2022).
Sonuç olarak, Johnson Metodu'nu kullanarak yapılan bu etik analiz, hasta özerkliği, zararın önlenmesi, iyilik yapma ve adalet ilkelerinin nasıl dengelenmesi gerektiğini anlamamıza yardımcı olmakta; aynı zamanda sağlık profesyonellerinin karar süreçlerinde etkili iletişimin önemini vurgulamaktadır. Etkili iletişim ve doğru bilgi ile önlendirilen kararlar, doğru müdahalelerin yapılmasını ve hastanın hayatta kalma şansının artmasını sağlayabilir. Bununla birlikte, sağlık profesyonellerinin hastaların iyiliğini her zaman gözetmeleri ve gerektiğinde bu ilkeyi savunmaları büyük bir önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Arkan, G., & Çobanoğlu, N., (2024). *Kongre Bildirilerinde Etik Kurul Onayı ve Aydınlatılmış Onam Formlarının Değerlendirilmesi: Cerrahi Bilim Alanında Bir İnceleme* . I. Ulusal Doğu Anadolu Biyoetik ve Tıp Etiği Kongresi (pp.82-83). Van, Turkey
- Aydın E. Tıp Etiğinde Hasta Özerkliğine Saygı İlkesi. Erciyes Tıp Dergisi (Erciyes Medical Journal). 2003; 25(2): 92-7
- Birden, B. (2024). Etik Eğitiminde Kullanılan Film İzleme Yönteminin Etik Sorunların Tespiti Üzerine Etkisi: Niteliksel Bir Araştırma Etik Eğitiminde Kullanılan Film Gösterim Yönteminin Etik Sorunların Saptanmasına Etkisi: Niteliksel Bir Çalışma. Çoklu B. Etik Eğitiminde Kullanılan Film İzleme Yönteminin Etik Sorunların Tespiti Üzerine Etkisi: Niteliksel Bir Araştırma.Türkiye Klinikleri Tıp Etiği-Hukuk-Tarihi Dergisi. 32(2):99-107, 32(2), 99–107. https://doi.org/10.5336/mdethic.2023-100614

- Dönmez, A., Yeyğel, Ç., & Kılınç, D. (t.y.). Sağlık hizmet uygulamalarında etik karar verme süreci. IZTU Journal of Medical and Health Sciences, 1(2), 65-74.
- Dünya Tabipler Birliği. (2016). Tıp etiği el kitabı (Türk Tabipleri Birliği, Çev.). Türk Tabipleri Birliği. Retrieved from https://www.ttb.org.tr/kutuphane/tip_etigi.pdf
- Utlu, N. (2016). Hastane ortamında hemşirelerin etik yaklaşımı ve etik ikilemler. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, *8*(29), 17-35.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ÜNİVERSİTE ÇALIŞANLARINDA KARDİYOVASKÜLER HASTALIK RİSK FAKTÖRLERİ BİLGİ DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Gamze Aybüke YALÇIN

Erzurum Teknik Üniversitesi,

gamzeaybukekaraca@gmail.com -ORCID:0000-0001-5199-5990

Nilüfer YILDIRIM

Erzurum Teknik Üniversitesi

nilufergulten@gmail.com-ORCID:0000-0001-8851-7044

ÖZET

Bu çalışmanın amacı üniversitede çalışan erişkinlerde kardiyovasküler hastalıklar risk faktörleri bilgi düzeyinin belirlenmesidir. Araştırma, kesitsel tipte bir araştırmadır. Çalışmaya bir üniversitenin personeli olan, görme, işitme, bilişsel ve mental sorunu olmayan, çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireyler dâhil edilmiştir. Araştırmaya 250 kişi katılmıştır. Araştırma bir üniversitede 1 Şubat 2022-13 Eylül 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında veri toplama araçları olarak Tanıtıcı Bilgi Formu, Beslenme Soru Formu ve Kardiyovasküler Hastalıklar Risk Faktörleri Bilgi Düzeyi Ölçeği kullanılmıştır. Katılımcıların, %76.8'i 40 yaş ve altındadır, %63.2'si erkektir ve %70'i evlidir. Katılımcıların yaş ortalaması 36.22±7.10, olup BKI 26.25±7.76, boy 171.06±10.01 ve kilo 76.20±13.45'dir. Katılımcıların %52.8'inin geliri giderine denktir, %88.4'ünün kronik bir hastalığı yoktur ve olanlarında %17.21'inde diabetes mellitus vardır. Kardiyovasküler Hastalıklar Risk Faktörleri Bilgi Düzeyi puan ortalaması farkı akademik ve idari personel arasında istatistiksel olarak anlamlıdır. Akademik personelin puan ortalaması daha yüksektir. Eğitim düzeyi, gelir düzeyi, sigara kullanma ve aile sağlık çalışanı olma durumuna göre Kardiyovasküler Hastalıklar Risk Faktörleri Bilgi Düzeyi ölçek toplam puan ortalaması farkı istatistiksel olarak anlamlıdır. Katılımcıların kardiyovasküler hastalık riskine dair bilgileri orta düzeyde bulunmuştur. Araştırma sonuçları, katılımcılar kardiyovasküler risk faktörleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını göstermiştir. Katılımcıların, kalp sağlığı için önemli olan risk faktörleri hakkında farkındalık düzeyleri sınırlıdır.

Anahtar Kelimeler: Bilgi, Kardiyovasküler Hastalık, Risk Faktörleri

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

AİLE SAĞLIĞI MERKEZİ ÇALIŞANLARININ SAĞLIKTA ŞİDDETE MARUZ KALMA DURUMLARI VE İLETİŞİM BECERİLERİNİN BELİRLENMESİ

Nedim ERSOY

Erzurum Teknik Üniversitesi,

nedimersoy@gmail.com-ORCID:0000-0003-2973-5177

Nilüfer YILDIRIM

Erzurum Teknik Üniversitesi

nilufergulten@gmail.com-ORCID:0000-0001-8851-7044

ÖZET

Şiddet toplumun genelinde olduğu gibi aile sağlığı merkezi çalışanları için de önemli bir halk sağlığı problemidir. Bu çalışma aile sağlığı merkezlerinde çalışan sağlık çalışanlarının şiddete maruz kalma durumlarını, iletişim becerileri ile şiddete maruz kalma arasında ilişki olup olmadığı, bir ilişki var ise ilişkinin yönüne uygun olarak strateji ve öneriler geliştirmek amaçlanmıştır. Erzurum ili merkez aile sağlığı merkezlerinde görev yapan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 214 kişi çalışmaya dahil edilmiştir. Verilerin toplanmasında tanıtıcı bilgi formu, şiddet soruları ve sağlık çalışanlarının iletişim becerileri ölçeği formu kullanılmıştır. Formlar sağlık çalışanları tarafından yüz yüze görüşme sırasında doldurulmuştur. Çalışmada aile sağlığı merkezi çalışanlarının %89.7'si şiddete maruz kaldığını, şiddet türünün ise sırasıyla sözel şiddet %52.79, psikolojik şiddet %29.61, fiziksel şiddet %10.06, ekonomik şiddet %5.87 ve cinsel şiddet %1.68 olduğu belirlenmiştir. Maruz kalınan şiddet sonrası sağlık çalışanlarının %71,1'i şikayetçi olmamıştır ve şikayetçi olmama nedeni olarak en fazla %41.70'le şikayetçi olsam da faydası olmayacağını düşündüğünü belirtmiş. Sağlık çalışanlarının iletişim becerileri toplam ortalaması 92.69±12.67 puan olarak belirlenmiştir. Sağlık çalışanlarının iletişim becerilerine baktığımızda empati alt boyutundan 26.52±4.08, bilgilendirici iletişim alt boyutundan 31.69±4.43, saygı alt boyutundan 16.22±2.47, sosyal beceri alt boyutundan 18.26±3.57 puan ortalaması aldığı görülmektedir. Sağlık çalışanlarına şiddet çalışmaları fazlaca yapılsa da aile sağlığı merkezleri bu konuda ihmal edilmiştir. Aile sağlığı merkezinde çalışan sağlık çalışanlarının büyük kısmı şiddet görmektedir. Sağlık çalışanlarının iletişim becerileri ortalaması yüksek bulunmuştur. Şiddet ile iletişim becerileri ilişkisi anlamlı bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Aile Sağlığı Merkezi, İletişim Becerileri, Sağlıkta Şiddet

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ONKOLOJİ HASTALARINDA BİREYSEL DİJİTAL TEKNOLOJİ KULLANIMININ SEMPTOM YÖNETİMİNE ETKİSİ

Araş. Gör. Dr., SEMRA SEYHAN ŞAHİN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Semra ve Vefa Küçük Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

semraseyhan06@gmail.com- 0000-0003-1849-788X

ÖZET

Onkoloji hastalarında dijital teknolojilerin web destekli ya da mobil uygulamalarının kullanımı küresel düzeyde giderek artan bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojiler özellikle semptom raporlama gibi uygulamalar yoluyla hastaların, hastalıkla ilgili deneyimlerini ve bu süreçte kendi yasadıkları ortamlarda hastalık ya da tedaviye bağlı semptomları bildirmelerine fırsat tanımaktadır. Ayrıca bireyselleştirilmiş dijital teknoloji uygulamalarıyla hastalar tarafından raporlanan semptomlarla ilişkili olarak uygun bakım ve tedavinin belirlenerek gerekli planlamanın yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu uygulamalar; hastalık ve tedavi sürecinde bireyin yaşadığı semptomu bildirmesi yoluyla hızlı ve etkili değerlendirme yapılması ve semptom yönetimine katkı sağladığı için hasta konforunu sağlamakla birlikte sağlık sistemi ve sağlık profesyonelleri için de çeşitli kolaylıklar sunmaktadır. Bu çalışma ile onkoloji hastalarının bireyselleştirilmiş dijital teknoloji uygulamaları kullanımı yoluyla semptom yönetimine etkisi ele alınmıştır.

Anahtar Kelime: Dijital teknolojiler, Hemşirelik, Onkoloji hastaları

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ONKOLOJİ HASTALARINDA BİREYSEL DİJİTAL TEKNOLOJİ KULLANIMININ SEMPTOM YÖNETİMİNE ETKİSİ

Onkoloji hastalarında dijital teknolojilerin web destekli ya da mobil uygulamalarının kullanımı küresel düzeyde giderek artan bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Günümüze kadar onkoloji hastaların deneyimledikleri semptomları değerlendiren çeşitli değerlendirme araçları ve yöntemler bulunmaktadır. Bu amaçla en çok ölçekler, hasta görüşmeleri ve formlar kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda hastaların sahip oldukları semptomların bildirilmesinde, web destekli ya da mobil uygulamaların kullanımı gündeme girmiştir [1]. Bu uygulamalar; hastalık ve tedavi sürecinde bireyin yaşadığı semptomu bildirmesi yoluyla hızlı ve etkili değerlendirme yapılması ve semptom yönetimine katkı sağladığı için hasta konforunu sağlamakla birlikte sağlık sistemi ve sağlık profesyonelleri için de çeşitli kolaylıklar sunmaktadır. Ayrıca bireyselleştirilmiş dijital teknoloji uygulamalarıyla hastalar tarafından raporlanan semptomlarla ilişkili olarak uygun bakım ve tedavinin belirlenerek gerekli planlamanın yapılmasına olanak sağlamaktadır. Böylece semptom raporlama gibi uygulamalar yoluyla hastaların, hastalıkla ilgili deneyimlerini ve bu süreçte kendi yasadıkları ortamlarda hastalık ya da tedaviye bağlı semptomları bildirmelerine de fırsat tanımaktadır [1,2].

Dijital teknoloji temelli programlar veya uygulamalarla hastalar tarafından semptomların kaydedilmesi “elektronik semptom raporlama” ya da “semptom raporlama” olarak adlandırılmaktadır. Raporlanan bu semptomların ise ilgili sağlık profesyonellerince değerlendirilmesiyle hastaya uygun bakım ve tedavilerin belirlenmesi “semptom izlem süreci”dir [1,3]. Tedavi planına uygun olarak hastanın deneyimlediği bu semptomların ne sıklıkta gerçekleştiğini, şiddetini veya semptomun başka özelliklerini ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan sorunun ne olduğunu ve kendisini nasıl etkilediğini günlük ya da haftalık olarak sistematik bir şekilde bildirebilir. Böylece raporlanan semptomlarla veriler daha güvenilir olarak elde edilebilmektedir. Bu durum bakım ve tedavi planının objektif bir şekilde belirlenmesini sağlar [1,3,4,5].

Onkoloji hastaları tarafından bireysel dijital teknoloji araçları olarak genellikle sanal gerçeklik, mobil uygulama temelli teknolojiler, tele-sağlık hizmetleri ve giyilebilir sensör teknolojiler kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisine dayalı sistemler, bilgisayar teknolojisi yoluyla üç boyutlu simülasyondan oluşur. Algılanan sanal ortamda hastalar işitsel, dokunsal ve görsel geri bildirim alabilmektedir. Son teknolojik gelişmeler ve uygulamalarla birlikte, sağlık alanında ve kanserle ilişkili semptomların kolaylıkla yönetilmesinde invaziv olmayan yaklaşımlar sunmada önemli faydalar sağlar [5,6]. Mobil uygulama temelli teknolojiler ise daha çok tablet ve akıllı telefonlar ile kanser hastalarına duruma yönelik bilgi ve eğitim verme yoluyla rehberlik sağlayabilir [6,7,8]. Hastaların ihtiyaçlarına göre bu bilgiler kişiselleştirilebilir; örneğin hastaya uygun bir egzersiz şekli önerebilir veya öz-yönetimle ilgili tavsiyelerde bulunabilir. Bu uygulamaların bireyler için fiziksel aktivite hatırlatıcı programlarının olması ve hastaların duygusal zorluklarla baş etmelerini desteklemek için kullanılmaktadır [5,6,7].

Tele-sağlık hizmetleri, sağlık uygulamaları sunumunda son zamanlarda kullanımı artan bir teknolojik yöntemdir. Bu yaklaşımda internet uygulamaları ve video konferans gibi teknolojiler yoluyla hastaların diyet danışmanlığı, egzersizlerinin takibi, psikolojik destek ve çeşitli bakım hizmetlerine ulaşmaları sağlanır [8,9]. Giyilebilir teknolojiler ise cep telefonu teknolojisi ve akıllı

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

saatler gibi cihazlardan türetilmektedir ve hastayı uzaktan izlemeye olanak sağlar. Bununla birlikte veriler dijitalleştirilerek kaydedilebilmektedir. Sürekli glikoz monitörlerinden, otoskoplardan**,** Kardiyak ritim monitörlerinden, nabız oksimetrelerinden gerekli veriler elde edilir [5,10].

Dijital temelli teknolojilerin bireysel kullanımın onkoloji hastalarında semptom yönetimine olumlu etkisi olduğu literatür tarafından desteklenmektedir [8,9,10]. Yapılan çalışmalarda [9,11,12,13] hastaların semptom şiddetinin azaldığı, hastane yatışının ve acil servise başvurmanın azaldığı, hastaların yaşam kalitesinin arttığı, tedavi uyumunun arttığı belirtilmektedir. Ancak tüm bu avantajlara rağmen bu teknolojilerin bazı hastaların kullanımında çeşitli zorluklar ve sınırlamalar bulunmaktadır [5]. Teknolojik temelli uygulamalar sırasında, bazı teknik sorunlar, internet bağlantısı problemleri veya teknolojik cihazlarda sorunlar meydana gelebilmektedir. Ayrıca bu teknoloji ve cihazlara erişimde altyapı ve ekipmana sahip olmayan hastaların uygulamalardan faydalanması mümkün olmayabilir. Böylece hastaların tedaviye erişimi konusunda eşitsizlik yaratabilir. Ayrıca bu uygulamalar özellikle ileri yaştaki hastalar, fiziksel-bilişsel engeli olan bireyler ve sağlık okur-yazarlığı düşük olan bireylerde kullanım zorluğu olabilmektedir. Çok farklı içeriklerde kullanımı ve teknolojik tasarıma yönelik sorunlar da kullanım kolaylığı bakımından zorlayıcı faktörlerdendir [1,5].

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bireysel dijital teknoloji kullanımının semptomları iyileştirmek amacıyla çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bu uygulamalar, hastanın özel ihtiyaçlarına ve tedaviye gösterdiği tepkiye göre bireyselleştirilebilir. Ayrıca, dijital teknoloji uygulamalarının kullanımı hastaların evde tedavi alarak konforu ve yaşam kalitesini yükseltir. Tüm bu temel nedenlerden dolayı, başta semptom yönetimi olmak üzere diğer tüm ölçütler üzerine olumlu etkileri dikkate alınarak onkoloji hastalarında kullanımı arttırılmalıdır. Bu amaç doğrultusunda teknolojik uygulamaların ve cihazların kullanımının kolay olacak şekilde tasarlanması güncel özelliklere sahip olması önemlidir.

KAYNAKÇA

1. Sozeri, E., & Kutlutürkan, S. (2020). Kanser Hastalarının Semptom Yönetiminde Mobil Uygulamalarla Semptom Raporlama. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *5*(2), 48-54.
2. Mahmoudvand, Z., Yazdanian, A., & Zare, M. (2024). Applications Based on Mobile Phone: an Effective Approach in Self-Management of Patients with Oral Cancer. *GOVARESH*, *29*(2), 124-125.
3. Özcan, Ö., & Temiz, G. (2024). The use of virtual reality applications in managing symptoms related to chemotherapy: A systematic review. *Gulhane Medical Journal*, *66*.
4. Li, G., Zhou, X., Deng, J., Wang, J., Ai, P., Zeng, J., ... & Liao, H. (2025). Digital Therapeutics–Based Cardio-Oncology Rehabilitation for Lung Cancer Survivors: Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, *13*, e60115.
5. Fidancıoğlu, N. A., Kocamaz, D., Yılmaz, R. C., & Bayramlar, K. (2024). Kanser Rehabilitasyonunda Kanıta Dayalı Teknolojik Uygulamaların Durumu ve Öneriler: Derleme Makalesi. *Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, *7*(1), 1-11.
6. Heudel, P. E., Ait Ichou, M., Favier, B., Crochet, H., & Blay, J. Y. (2024). Can Digital Health improve therapeutic compliance in Oncology?. *JCO clinical cancer informatics*, *8*, e2400205.
7. Lazarou, I., Krooupa, A. M., Nikolopoulos, S., Apostolidis, L., Sarris, N., Papadopoulos, S., & Kompatsiaris, I. (2024). Cancer Patients' Perspectives and Requirements of Digital Health Technologies: A Scoping Literature Review. *Cancers*, *16*(13), 2293.
8. Naik, N., Talyshinskii, A., Rassweiler, J., Hameed, B. Z., & Somani, B. K. (2024). Digital health innovations in urology: telemedicine, wearables, and mobile applications–a systematic review of literature. *Current opinion in urology*, *34*(2), 116-127.
9. Warren, M. (2024, February). Electronic patient reported outcome measures for optimal remote symptom management in advanced breast cancer: embracing digital health technology. In *Seminars in Oncology Nursing* (Vol. 40, No. 1, p. 151550). WB Saunders.
10. Zhao, B., Zhang, S., Zhang, T., Chen, Y., & Zhang, C. (2024). Effect of applying digital health in palliative care for patients with advanced cancer: a meta-analysis and systematic review. *Supportive Care in Cancer*, *32*(10), 664.
11. Mooney, K., Gullatte, M., Iacob, E., Alekhina, N., Nicholson, B., Sloss, E. A., ... & Donaldson, G. (2024). Essential components of an electronic patient-reported symptom monitoring and management system: a randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, *7*(9), e2433153-e2433153.
12. Masiero, M., Filipponi, C., Fragale, E., Pizzoli, S. F. M., Munzone, E., Milani, A., ... & Pravettoni, G. (2024). Support for chronic pain management for breast cancer survivors through novel digital health ecosystems: pilot usability study of the PainRELife mobile app. *JMIR Formative Research*, *8*, e51021.

13. Toni, E., & Ayatollahi, H. (2024). An insight into the use of telemedicine technology for cancer patients during the Covid-19 pandemic: a scoping review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *24*(1), 104.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

BRACHYTHECİUM RUTABULUM VE BARBİLOPHOZİA BARBATA (BRYOPHYTA) TÜRLERİNİN GLUTATYON İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Mevlüt ALATAŞ

Munzur Üniversitesi, mevlutalatas@gmail.com - 0000-0003-0862-0258

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ

Munzur Üniversitesi, yelizcakir@munzur.edu.tr- 0000-0003-1905-5506

ÖZET

Günümüzde oksidatif stresle ilişkili hastalık risklerinin artması ve antibiyotik direnci gibi küresel sağlık sorunları, ciddi endişe kaynağıdır. Oksidatif stres, hücresel metabolizma sırasında oluşan reaktif oksijen türlerinin artışı (ROS) ile onları detoksifiye eden, antioksidanların yetersizliği sonucu oksidatif dengenin bozulmasıdır. Vücudumuzun serbest radikaller tarafından oluşturulabilecek oksidatif stresi ortadan kaldırmak için en önemli silahı ise antioksidanlardır. Antioksidanlar, serbest radikalleri temizleyebilir ve hücre hasarını engelleyebilirler. Glutatyon (GSH) hücre içerisinde bir tripeptid olarak sentezlenmektedir. GSH' ın yapısında glutamik asid, sistein ve glisin aminoasidleri bulunur. GSH nerdeyse bütün ökaryotik hücrelerde sentezlendiğinden dolayı, hücrelerde yüksek oranda bulunur. Bir antioksidan olarak hareket eden GSH' ın önemli görevleri vardır. Hücrenin redoks durumunu korumada, detoksifikasyon sisteminin çalışmasında, eikosonoidlerin sentezlenmesinde, hücre sinyal mekanizmasının düzenlenmesinde, gen ekspresyonunda ve apoptozisde de antioksidan olarak görev alır. GSH, NADPH'ı kullanarak hücrelere indirgeyici güç sağlamaktadır. Bu sayede, hücrenin okside-redüksiyon dengesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bitkilerde oksidatif strese karşı koruyucu rolü olan en önemli metabolitlerden biride GSH'dur. Antioksidan kapasiteleri nedeniyle araştırmalarda büyük ilgi gören briyofitlerin GSH ve GSSH içerikleri ile ilgili çalışmalar Türkiye'de oldukça azdır. Briyofitlerin GSH ve GSSH içeriklerinin belirlenmesi ve öneminin anlaşılması adına daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmada, *Brachythecium rutabulum ve Barbilophozia barbata* briyofit türlerinin indirgenmiş glutatyon (GSH) ve yükseltgenmiş glutatyon (GSSG) miktarları, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Brachythecium rutabulum*, *Barbilophozia barbata***,** GSH, GSSG, Oksidatif stres, Briyofit.

GİRİŞ

Dış orbitallerinde bir veya daha fazla eşlenmemiş elektron içeren yüksek enerjili, stabil olmayan bileşikler, serbest radikaller olarak adlandırılır. Bu eşlenmemiş elektronlar, serbest radikallere önemli reaktiflik özellik sağlayarak protein, lipid, DNA ve nükleotid koenzimler gibi birçok biyolojik materyale zarar vermelerine neden olmaktadır. Bu zararın yaşlanmaya etki ettiği ve ayrıca kalp-damar hastalıkları, çeşitli kanser türleri, katarakt, bağışıklık sisteminde zayıflama, sinir sistemi dejeneratif hastalıkları gibi birçok hastalığa sebep olduğuna dair bilgiler bulunmaktadır (Diplock, 1998; Shinde ve ark., 2012).

Serbest radikallerin düşük konsantrasyonlarda yararlı etkileri olduğu bildirilmiştir. Düşük konsantrasyonlardaki serbest radikaller; enfeksiyonlara karşı savunma, kanser hücrelerinin öldürülmesi ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu gibi savunma fonksiyonlarıyla birlikte intrasellüler depolardan kalsiyum salınımı, tirozin amino asidini fosfatlama aktivasyonu ve büyüme faktörü sinyallerinin aktivasyonu gibi hücresel sinyallerin aktivasyonunda rol oynamaktadır. (Bagchi ve Puri, 1998; Cadenas, 1989; Nagendrappa, 2005; Pham-Huy ve ark., 2008; Sarma ve ark., 2010).

İnsan vücudunun serbest radikaller tarafından oluşturulabilecek oksidatif stresi ortadan kaldırmak için en önemli silahı antioksidanlardır. ROS oluşumunu engellemek, bu maddelerin meydana getirdiği hasarları önlemek ve detoksifikasyonu sağlamak üzere vücutta görev yapan savunma sistemlerine "antioksidan savunma sistemleri" ya da "antioksidanlar" adı verilir (Şener ve Yeğen, 2009; Sen ve Ark., 2010). Antioksidanların rolleri arasında serbest radikallerin fazlasını etkisizleştirmek, serbest radikallerin toksik etkilerine karşı hücreleri korumak ve hastalıkları önlemede katkı sağlamak sayılabilir (Pham-Huy ve ark., 2008).

Briyofit terimi, birbiriyle yakın ilişkili üç grup; ciğerotları, karayosunları ve boynuzlu ciğerotları için kullanılır. (Gradstein ve ark., 2001; Crum, 2001; Glime, 2007). En ilkel bitki gruplarının yaşayan temsilcileri olan biryofitlerin, çöllerden tundralara oldukça geniş bir yaşam aralığı ve substrat tercihleri vardır. Ağaç, kaya, toprak gibi bilindik substratların haricinde; kemik, metal, yün gibi çiçekli bitkilerin büyüyemeyecekleri substratlar üzerinde de bulunabilirler.

Briyofitlerin ilk toplumlardan itibaren insan yaşamına katıldıkları bulunmuştur. İlk avcı toplumlarda bazı karayosunlarının kesici aletlerin etrafına sarıldıkları bilinmektedir (Dickson, 1973). Briyofitlerin geleneksel Çin tıbbında kullanımları MÖ 4000'lere tarihlenmektedir (Wu, 1982). Yerli halklar tarafından böcek ısırmalarından doğan tahrişleri azaltmak için de kullanıldıkları bilinmektedir (Saxena ve Harinder, 2004). Briyofitler, antioksidan kapasiteleri nedeniyle de araştırmalarda büyük ilgi görmektedirler. Bitkilerde oksidatif strese karşı

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

koruyucu rolü olan en önemli metabolitlerden biri GSH'tır. GSH (γ-glutamilsistein glisin), organizmada tiyol grubu içeren, düşük molekül ağırlıklı önemli bir tripeptiddir (Nelson ve Cox, 2000). DNA ve protein sentezleri, enzim aktivitelerinin düzenlenmesi, hücre içi ve dışı transportlar gibi hücresel fonksiyonları dışında başlıca antioksidan olarak hücre savunmasında da önemli rolü vardır (Meister, 1983; Meister ve Anderson, 1983; Deneke ve Fanburg, 1989).

Hücre içi ortamın en önemli antioksidan molekülü olan GSH' ın, antioksidan savunma sisteminde görev almaktan başka ksenobiyotiklerin zehirleştirilmesi, aminoasitlerin transportu, proteinlerdeki sülfidril gruplarının redükte halde tutulması, bazı enzimatik reaksiyonlarda koenzim görevi görmesi gibi birçok fizyolojik fonksiyonu vardır (Arrick ve Nathan, 1984; Esterbauer ve ark., 1992). Ek olarak GSH; hücrenin redoks durumunu korumada, detoksifikasyon sisteminin çalışmasında, eikosonoidlerin sentezlenmesinde, hücre sinyal mekanizmasının düzenlenmesinde, gen ekspresyonunda ve apoptozisde de antioksidan olarak faaliyet gösterir (Townsend ve ark., 2003).

Glutatyonun; GSH ve GSSG olmak üzere birbirine dönüşümlü iki formu vardır. GPx enzimi tarafından katalizlenen reaksiyonla GSH hidrojen peroksit veya lipit peroksitlerle reaksiyona girerek bu moleküllerin detoksifikasyonunda yer alırken kendisi başka bir glutatyon molekülüyle disülfit köprüsü oluşturarak GSSG formuna dönüşür. Hücre içinde serbest radikallerin detoksifikasyonunun sürdürülmesi için okside glutatyonun redükte formuna geri dönüşmesi gerekir. NADPH'ın kullanıldığı bir reaksiyonla glutatyon redüktaz enzimi ile GSH formuna çevrilir (Akkuş ,1995; Okan ve ark., 2013).

$$2GSH + H_2O_2 \xrightarrow{\text{GSH-Px}} 2H_2O + GSSG$$

$$2H_2O + GSSG \xrightarrow[\text{GSH-Rd}]{NADPH+H^+ \rightarrow NADP^+} 2GSH$$

Yapılan bu çalışma ile *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp *ve Barbilophozia barbata* (Schmidel ex Schreb.) Loeske' nin GSH ve GSSG miktarları belirlenerek, karşılaştırılmasının yapılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Araştırma materyalleri, Henderson (1961) kareleme sistemine göre Türkiye'de A4-A5 kareleri içerisinde bulunan Karçal Dağları (Artvin)'ndan toplanmıştır. Özellikle nemli ve gölgeli ormanlık alanlar ile nehir kenarlarındaki; kütükler, toprak ve kayalar üzerinde yayılış gösteren (Smith, 1996; Smith, 2004) bu türlerden; *B. rutabulum* çürüyen ağaç kütüğü üzeri (1. lokalite), *B. barbata* ise kaya (2. lokalite) üzerinden alınmıştır (Tablo 1; Şekil1,2).

Tablo 1. Araştırma materyallerinin toplandığı lokaliteler ve bu lokalitelere ait veriler.

Lokalite No	**Yükseklik (m)**	**Tarih**	**GPS Kaydı**	**Lokalite**
1	1550	29.05.2022	(37T) 0744667D, 4579143K	Çermik Balcı Yaylası Arası
2	846	27.05.2022	(37T) 0735981D, 4569823K	Bakırköy

Şekil 1. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp (Lüth, 2004'den değiştirilerek)

Şekil 2. *Barbilophozia barbata* (Schmidel ex Schreb.) Loeske (Lüth, 2004'den değiştirilerek)

Metod

Örnekleri toprak ve diğer kirleticileri uzaklaştırmak için distile su ile dikkatlice yıkandı. Son olarak, örnekler oda sıcaklığında gölgede kurutuldu. Materyaldeki GSH ve GSSG miktarlarının tayini için; karayosunu bitki örneğinden 0,5 gram tartılarak polietilen tüplere alındı. Tüp üzerine 1 mL 0,5 M $HClO_4$ (Perklorik asit) ilave edilerek karıştırıldı. Daha sonra 4 mL saf su ilave edilerek tekrar karıştırıldı ve 4500 rpm de 10 dakika santrifüj edildi. Örneklerdeki GSH ve GSSG miktarlarını belirlemek için santrifüjlenen süzüntünün üst kısmından 20 µL alınarak HPLC'ye enjekte edildi. HPLC'de NUCLEODUR 100-5 C-8 kolonu ve hareketli faz olarak da çözücüsü % 0,1 H_3PO_4 (Fosforik asit) olan 50 mM'lık $NaClO_4$ (Sodyum perklorat) çözeltisi kullanıldı. Hareketli fazın akış hızı: 0,6 mL/dk ayarlanarak 215 nm'de GSH ve GSSG tayin edildi (Dawes ve Dawes, 2000)

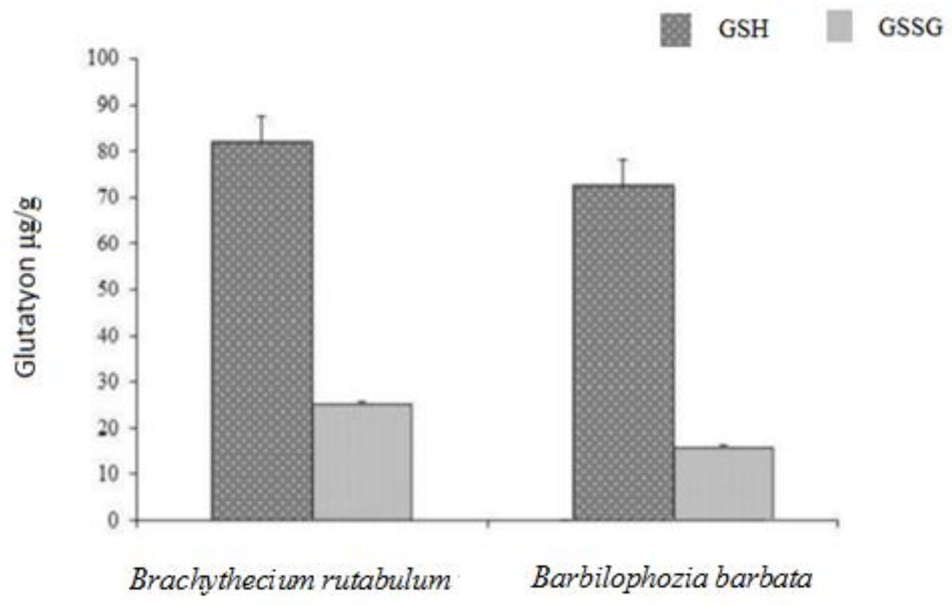
Numune analizi CE 1100 Series Merck Hitachi UV Detector L-4000 tipi HPLC cihazıyla yapılmıştır. Analizlerde bidistile su kullanılmıştır. Numune miktarlarının hesaplamalarında GSH ve GSSG standart grafiklerinden faydalanılmıştır. Analizler üç farklı örnek üzerinden paralel yürütülmüş ve verilerin aritmetik ortalaması ile standart sapması hesaplanmıştır.

Bulgular

Brachythecium rutabulum ve Barbilophozia barbata' nın GSH ve GSSG sonuçlar Tablo 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

Tablo 2. *Brachythecium rutabulum ve Barbilophozia barbata'* nın GSH ve GSSG miktarları

Materyalin adı	GSH (µg/g)	GSSG (µg/g)
Brachythecium rutabulum	81.35 ± 3.14	26.48 ± 2.82
Barbilophozia barbata	76.64± 1.46	14.98 ± 1.32



Şekil 3. *Brachythecium rutabulum ve Barbilophozia barbata'* a ait GSH ve GSSG miktarları

Tartışma ve Sonuç

Bu miktarlara göre, *Brachythecium rutabulum ve Barbilophozia barbata* briyofit türlerinin glutatyon miktarlarının yakın olduğu görülmüştür. Genel olarak bitkiler yaşamları boyunca tuzluluk, kuraklık, kirlilik, sıcak, soğuk gibi benzer birçok faktörle karşılaşır ve normal büyümeleri, gelişimleri olumsuz yönde etkilenir. Bitkilerde bu koşullarda meydana gelen değişiklikler stres olarak tanımlanır. Kaya üzerinde toplanan yapraklı karayosununun yüksek

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

glutatyon miktarlarının, yapraklı karayosununun yaşadığı ortamdaki stresi ile ilgili yani briyofitlerin yaşaması için gerekli olan nem koşullarından uzak olması ile açıklanabilir.

Tüm canlılar yaşadıkları ortam koşullarından dolayı stres ile karşı karşıya kalırlar. Stresten kaynaklı oluşan serbest radikallerin zararlı etkileri, antioksidanlar sayesinde azaltılmakta veya tamamen ortadan kaldırılmaktadır. Yapılan araştırmalarda; *Atrichum, Dicranum, Mnium, Polytrichum ve Sphagnum* gibi bazı briyofit türlerinin antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları bildirilmiştir. Bazı briyofit türlerinin ise antibakteriyel, antifungal, antiviral aktiviteleri de bilinmektedir (Glime ve Saxena, 1990; Basile ve ark., 1999). Bitkilerde oksidatif strese karşı koruyucu rolü olan en önemli metabolitlerden biri GSH'tır. GSH bütün memeli hücrelerde bulunan intrasellüler bir antioksidandır (Kidd, 1997).

Sonuç olarak; *Brachythecium rutabulum ve Barbilophozia barbata'* nın glutatyon miktarları bakımından zengin ve antioksidan özellikte bitkiler oldukları söylenebilir.

Kaynaklar

Akkuş İ. 1995. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri, Mimoza Yayınları, Konya.

Arrick B. Nathan C. 1984. Glutathione metabolism as determinant of the therapeutic efficacy: A review. Cancer Res. 33, 4224-32.

Bagchi K, Puri S. 1998. Free radicals and antioxidants in health and disease. East Mediterr Health J. 4(2), 350-360.

Basile A, Giardano S, López-Sáez JA, Cobianchini CR. 1999. Antibacterial Activity of Pure Flavonoids Isolated From Mosses. Phytochemistry. 52, 1479-1482.

Cadenas E. 1989. Biochemistry of oxygen toxicity. Annu. Rev. Biochem. 58, 79-110.

Crum HA. 2001. Structural Diversity of Bryophytes. The University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, MI, 379 pp.

Dawes P, Dawes E. 2000. SGE Chromatography Products Catalog. Sayfa 182.

Deneke S.M. Fanburg B.L. 1989. Regulation of cellular glutathione. Am J Physiol. 257, L163-L173.

Dickson JH. 1973. Bryophytes of the Pleistocene. The British Record and Its Chorological and Ecological Implications. Cambridge University Press. pp. 192-195

Dierβen K. 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of

Esterbauer H. Gebicki J. Puhl H. Jgens G. 1992. The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL. Free Radic Biol Med. 13, 341- 90.

Diplock A. 1998. Healty lifestyles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients. ILSI Europe concise monograph series, 59 p., Belgium.

European bryophytes Bryophytorum Bibliotheca. 56, 1-289.

Glime JM. 2007. Michigian Technological University (MTU), Botanical Society of America (BSA) and International Association of Bryologists (IAB). Bryophyte Ecology. E-Publishing: Michigian.

Glime JM. Saxena .K. 1990. Uses of Bryophytes. Today and Tomorrow Printers and Publishers. New Delhi.

Gradstein SR, Griffin D, Morales MI, Nadkarni NM. 2001. Diversity and habitat differentiation of mosses and liverworts in the cloud forest of Monteverde. Caldasia, 23, 203-212.

Henderson DM. 1961. Contribution to the Bryophyte Flora of Turkey: IV. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh. 23, 263-278.

Kidd PM. 1997. Glutathione: Systemic Protectant Against Oxidative and Free Radical Damage. Alternative Medicine Reviews. 2, 155-176.

Lüth M. 2004. Bilder von Moosen Europa. Schäftlarner, Deutschlands, 3123 photos.

Meister A. 1983. Selective modification of glutathione metabolism. Science. 220, 472- 477.

Meister A. Anderson M.E. 1983. Glutathione. Ann Rev Biochem. 52, 711-760.

Nagendrappa CG. 2005. An appreciation of free radical chemistry - 3. free radicals in diseases and health. Resonance. 10, 65-74.

Nelson D.L. Cox M.M. 2000. Lehningers Principles of Biochemistry (3rd ed). Worth Publishers, New York.

Okan TO, Varlıbaş H, Öz M, Deniz İ. 2013. Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilecek odun dışı bazı bitkisel ürünler. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 48-59.

Sarma AD, Mallick AR, Ghosh AK. 2010. Free radicals and their role in different clinical conditions: an overview. Int J Pharm Sci Res. 1(3), 185-192.

Saxena DK, Harinder. 2004 .Uses of bryophytes. Resonance., 9(6), 56-65.

Sen S, Chakraborty R, Sridhar C, Reddy YSR, De B. 2010. Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: Current status and future prospect. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 3(1), 91-100.

Shinde A, Ganu J, Naik P. 2012. Effect of free radicals & Antioxidants on oxidative stress: A Review. J Dent Allied Sci. 1(2), 63- 66.

Smith AJE. 1996. The Liverworts of Britain and Ireland, Cambridge University Press. London.

Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge Univ. Press. Cambridge.

Şener G, Yeğen Berrak Ç. 2009. İskemi Reperfüzyon Hasarı. Klinik Gelişim Dergisi. 22, 5-13.

Townsend DM, Tew KD, Tapiero H. 2003. The importance of glutathione in human disease. Biomed Pharmacother. 57(3-4), 145- 155.

Pham-Huy LA, He H, Pham-Huyc C. 2008. Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. Int J Biomed Sci. 4(2), 89-96.

Wu, P. C. 1982. Some uses of mosses in China. Bryol. Times. 13, 5.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

HERZOGİELLA SELİGERİ (BRİD.) Z.IWATS'IN TAKSONUNUN GLUTATYON İÇERİKLERİ

Prof. Dr. Mevlüt ALATAŞ

Munzur Üniversitesi, mevlutalatas@gmail.com - 0000-0003-0862-0258

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ

Munzur Üniversitesi, yelizcakir@munzur.edu.tr- 0000-0003-1905-5506

ÖZET

Serbest radikaller, son yörüngesinde bir ya da daha fazla eşlenmemiş elektron bulunduran, kısa ömürlü, kararsız, molekül ağırlığı düşük ve çok etkin moleküllerdir. Endojen ve eksojen stresten kaynaklanan serbest radikaller çeşitli hastalıklarda, ilaç toksisitesinde ve viral enfeksiyonda belirgin bir rol oynamaktadır. Oksidatif stres, hücresel metabolizma sırasında oluşan reaktif oksijen türlerinin artışı (ROS) ile onları detoksifiye eden, antioksidanların yetersizliği sonucu oksidatif dengenin bozulmasıdır. Vücudumuzun serbest radikaller tarafından oluşturulabilecek oksidatif stresi ortadan kaldırmak için en önemli silahı antioksidanlardır. Antioksidanlar, serbest radikalleri temizleyebilir ve hücre hasarını engelleyebilirler. Glutatyon (GSH) ise hücre içerisinde bir tripeptid olarak sentezlenmektedir. GSH' ın yapısında glutamik asid, sistein ve glisin aminoasidleri bulunur. GSH nerdeyse bütün ökaryotik hücrelerde sentezlendiğinden dolayı, hücrelerde yüksek oranda bulunur. Bir antioksidan olarak hareket eden GSH' ın önemli görevleri vardır. Hücrenin redoks durumunu korumada, detoksifikasyon sisteminin çalışmasında, eikosonoidlerin sentezlenmesinde, hücre sinyal mekanizmasının düzenlenmesinde, gen ekspresyonunda ve apoptozisde de antioksidan olarak görev alır. GSH, NADPH'ı kullanarak hücrelere indirgeyici güç sağlamaktadır. Bu sayede, hücrenin okside-redüksiyon dengesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yine, bitkilerde oksidatif strese karşı koruyucu rolü olan en önemli metabolitlerden biri GSH'dur. Türkiye'deki briyofitlerin GSH ve GSSH içerikleri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Briyofitlerin GSH ve GSSH içeriklerinin belirlenmesi ve öneminin anlaşılması adına daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. araştırılması oldukça önemlidir. Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmada, *Herzogiella seligeri* bitki türünün GSH ve GSSH içerikleri belirlenmiştir. Sonuçlar, briyofit türlerinin Glutatyon açısından iyi bir kaynak olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Herzogiella seligeri*, Glutatyon, Antioksidan, Oksidatif stres, Briyofit

GİRİŞ

Serbest radikaller ve hastalıklar arasındaki ilişkinin ortaya çıkmasıyla birlikte serbest radikaller ve antioksidan çalışmalarında artış gözlenmiştir. Serbest radikaller, dış orbitallerinde bir veya daha fazla eşlenmemiş elektron içeren yüksek enerjili, stabil olmayan bileşiklerdir. Bu eşlenmemiş elektronlar, serbest radikallere önemli reaktiflik özellik sağlayarak protein, lipid, DNA ve nükleotid koenzimler gibi birçok biyolojik materyale zarar vermelerine neden olmaktadır. Bu zararın yaşlanmaya etki ettiği ve ayrıca kalp-damar hastalıkları, çeşitli kanser türleri, katarakt, bağışıklık sisteminde zayıflama, sinir sistemi dejeneratif hastalıkları gibi birçok hastalığa sebep olduğuna dair bilgiler bulunmaktadır (Diplock, 1998; Shinde ve ark., 2012).

Serbest radikallerin, düşük konsantrasyonlarda yararlı etkileri olduğu bildirilmiştir. Düşük konsantrasyonlardaki serbest radikaller; enfeksiyonlara karşı savunma, kanser hücrelerinin öldürülmesi ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu gibi savunma fonksiyonlarıyla birlikte intrasellüler depolardan kalsiyum salınımı, tirozin amino asidini fosfatlama aktivasyonu ve büyüme faktörü sinyallerinin aktivasyonu gibi hücresel sinyallerin aktivasyonunda rol oynamaktadır. Serbest radikaller, endojen ve eksojen kaynaklardan üretilmektedir (Bagchi ve Puri, 1998; Cadenas, 1989; Nagendrappa, 2005; Pham-Huy ve ark., 2008; Sarma ve ark., 2010). İnsan vücudunun serbest radikaller tarafından oluşturulabilecek oksidatif stresi ortadan kaldırmak için en önemli silahı antioksidanlardır. ROS oluşumunu engellemek, bu maddelerin meydana getirdiği hasarları önlemek ve detoksifikasyonu sağlamak üzere vücutta görev yapan savunma sistemlerine “antioksidan savunma sistemleri” ya da “antioksidanlar” adı verilir (Şener ve Yeğen, 2009; Sen ve Ark., 2010). Antioksidanlar, radikallerle oldukça hızlı bir şekilde reaksiyona girerek otooksidasyon / peroksidasyonun ilerlemesini önleyen maddelerdir (Dündar ve Aslan, 1999). Antioksidanların rolleri arasında serbest radikallerin fazlasını etkisizleştirmek, serbest radikallerin toksik etkilerine karşı hücreleri korumak ve hastalıkları önlemede katkı sağlamak sayılabilir (Pham-Huy ve ark., 2008).

Briyofit terimi, birbiriyle yakın ilişkili üç grup; ciğerotları, karayosunları ve boynuzlu ciğerotları için kullanılır (Gradstein ve ark., 2001; Crum 2001; Glime, 2007). En ilkel bitki gruplarının yaşayan temsilcileri olan biryofitlerin, çöllerden tundralara oldukça geniş bir yaşam aralığı ve substrat tercihleri vardır. Ağaç, kaya, toprak gibi bilindik substratların haricinde; kemik, metal, yün gibi çiçekli bitkilerin büyüyemeyecekleri substratlar üzerinde de bulunabilirler.

Briyofitlerin ilk toplumlardan itibaren insan yaşamına katıldıkları bulunmuştur. İlk avcı toplumlarda bazı karayosunlarının kesici aletlerin etrafına sarıldıkları bilinmektedir (Dickson, 1973). Briyofitlerin geleneksel Çin tıbbında kullanımları MÖ 4000’lere tarihlenmektedir (Wu, 1982). Yerli halklar tarafından böcek ısırmalarından doğan tahrişleri azaltmak için de kullanıldıkları bilinmektedir (Saxena ve Harinder, 2004). Briyofitler, antioksidan kapasiteleri

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

nedeniyle araştırmalarda büyük ilgi görmektedir. Bitkilerde oksidatif strese karşı koruyucu rolü olan en önemli metabolitlerden biri GSH’tır. GSH, hemen hemen bütün ökaryotik hücrelerde sentezlenir. Önemli bir antioksidan olan GSH hücrenin redoks durumunu korumada, detoksifikasyon sisteminin çalışmasında, eikosonoidlerin sentezlenmesinde, hücre sinyal mekanizmasının düzenlenmesinde, gen ekspresyonunda ve apoptozisde de antioksidan olarak faaliyet gösterir (Townsend ve ark., 2003).

Glutatyonun; Redükte glutatyon (GSH) ve Okside glutatyon (GSSG) olmak üzere birbirine dönüşümlü iki formu vardır. GPx enzimi tarafından katalizlenen reaksiyonla GSH hidrojen peroksit veya lipit peroksitlerle reaksiyona girerek bu moleküllerin detoksifikasyonunda yer alırken kendisi başka bir glutatyon molekülüyle disülfit köprüsü oluşturarak GSSG formuna dönüşür. Hücre içinde serbest radikallerin detoksifikasyonunun sürdürülmesi için okside glutatyonun, redükte formuna geri dönüşmesi gerekir. NADPH’ın kullanıldığı bir reaksiyonla glutatyon redüktaz enzimi ile GSH formuna çevrilir (Akkuş, 1995; Okan ve ark., 2013).

$$2GSH + H_2O_2 \xrightarrow{\text{GSH-Px}} 2H_2O + GSSG$$

$$2H_2O + GSSG \xrightarrow[\text{GSH-Rd}]{NADPH+H^+ \rightarrow NADP^+} 2GSH$$

Bitkisel kaynaklı antioksidanlar, özellikle çevre bilincinin arttığı ve sentez maddelerin etkilerinden uzak durulmaya çalışıldığı bu dönemde oldukça önemli bir yer edinmeye başlamıştır. Bu nedenle çalışmamızda, *Herzogiella seligeri* (Brid.) Z. Iwats bitki türünün GSH ve GSSH içerikleri belirlenmesi amaçlanmıştır.

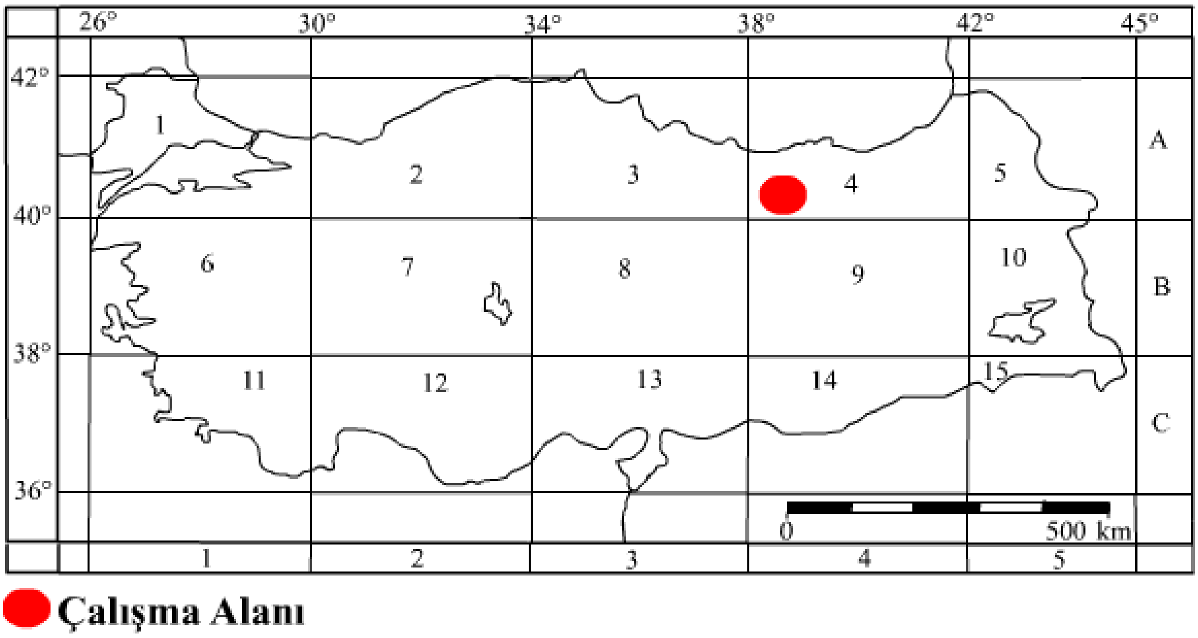
MATERYAL VE METOD

Materyal

Araştırmanın materyali, *H. seligeri* Bryophyta bölümü, Briyopsida sınıfı, Hypnales ordosunun, Plagiotheciaceae familyasına ait bir bitkidir. Herzogiella cinsinin ülkemizdeki 3 taksonundan biridir (Kürschner ve Frey, 2020; Şekil 1). *H. seligeri*; özellikle çürümüş ağaç kütükleri, toprak ve ağaç gövdeleri üzerinde yayılış gösteren, nemli, gölge ve asidik ortamları seven bir taksondur (Smith, 2004; Dierβen, 2001). Henderson (1961) Türkiye kareleme sistemine göre Türkiyede A2, A3, A4 karelerinde (Şekil 2), dünya çapında ise çoğunlukla Avrupa, Kafkaslar, Mançurya, Keşmir, Japonya, Kuzey Amerika, Kuzey Afrika ve Tanzanya'da yayılış göstermektedir. Araştırmanın materyali *H. seligeri,* Karçal Dağları (Artvin)'nda Kızılağaç gövde üzeri ve çürümüş ağaç kütükleri üzerinden toplanmıştır (Tablo 1). Analiz amacıyla kullanılan tüm kimyasallar ise Sigma'dan (St.Louis, MO) temin edilmiştir.

Şekil 1. *Herzogiella seligeri* (Brid.) Z.Iwats (Lüth, 2004'den değiştirilerek)

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Şekil 2. Henderson (1961) Türkiye kareleme sistemine göre araştırma bölgesinin konumu.

Tablo 1. Araştırma materyalinin toplandığı lokalite ve bu lokaliteye ait veriler.

Lokalite	**Yükseklik (m)**	**Tarih**	**GPS Kaydı**	**Lokalite**
Karçal Dağları	1550	29.05.2022	(37T) 0744667D, 4579143K	Çermik Balcı Yaylası Arası

Metod

Materyaldeki, GSH ve GSSG miktarlarının tayini için; karayosunu bitki örneğinden 0,5 gram tartılarak polietilen tüplere alındı. Tüp üzerine 1 mL 0,5 M $HClO_4$ (Perklorik asit) ilave edilerek karıştırıldı. Daha sonra 4 mL saf su ilave edilerek tekrar karıştırıldı ve 4500 rpm de 10 dakika santrifüj edildi. Örneklerdeki GSH ve GSSG miktarlarını belirlemek için santrifüjlenen süzüntünün üst kısmından 20 µL alınarak HPLC'ye enjekte edildi. HPLC'de NUCLEODUR 100-5 C-8 kolonu ve hareketli faz olarak da çözücüsü % 0,1 H_3PO_4 (Fosforik asit) olan 50 mM'lık $NaClO_4$ (Sodyum perklorat) çözeltisi kullanıldı. Hareketli fazın akış hızı: 0,6 mL/dk ayarlanarak 215 nm'de GSH ve GSSG tayin edildi (Dawes ve Dawes, 2000). Numune analizi, CE 1100 Series Merck Hitachi UV Detector L-4000 tipi HPLC cihazıyla yapılmıştır. Analizlerde bidistile su kullanılmıştır. Numune miktarlarının hesaplamalarında GSH ve GSSG standart grafiklerinden faydalanılmıştır. Analizler üç farklı örnek üzerinden paralel yürütülmüş ve verilerin aritmetik ortalaması ile standart sapması hesaplanmıştır.

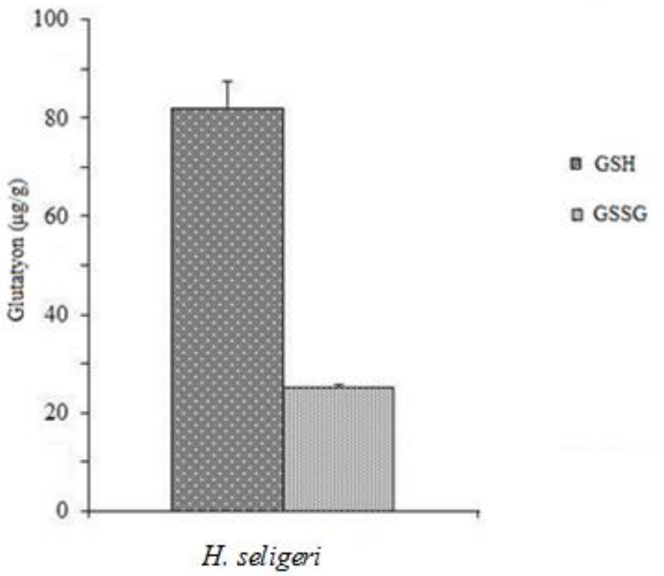
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

SONUÇLAR

H. seligeri'nin GSH ve GSSG miktarları HPLC cihazıyla ölçülüp, elde edilen sonuçlar Tablo 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

Tablo 2. *Herzogiella seligeri* taksonunun glutatyon miktarları.

Materyalin adı	GSH (µg/g)	GSSG (µg/g)
Herzogiella seligeri	86.10 ± 2.10	24.14 ± 1.16



Şekil 3. *Herzogiella seligeri* taksonunun glutatyon miktarları.

Tüm canlılar yaşadıkları ortam koşullarından dolayı stres ile karşı karşıya kalırlar. Stresten kaynaklı oluşan serbest radikallerin zararlı etkileri, antioksidanlar sayesinde azaltılmakta veya tamamen ortadan kaldırılmaktadır. Yapılan araştırmalarda; *Atrichum, Dicranum, Mnium, Polytrichum ve Sphagnum* gibi bazı briyofit türlerinin antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları bildirilmiştir. Bazı briyofit türlerinin ise antibakteriyel, antifungal, antiviral aktiviteleri de bilinmektedir (Glime ve Saxena, 1990; Basile ve ark., 1999). Bitkilerde oksidatif strese karşı koruyucu rolü olan en önemli metabolitlerden biri GSH'tır. GSH bütün memeli hücrelerde bulunan intrasellüler bir antioksidandır (Kidd, 1997). Yapılan diğer bir çalışmada ise; Pottiaceae üyesi *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr. ve *Syntrichia montana* Nees.

taksonlarının GSH ve GSSG miktarları incelenmiş, sırası ile 81.90 ± 5.68 µg/g, 25.28 ± 2.28 µg/g ile 13.04 ± 1.74 µ g/g, 5.68 ± 1.02 µg/g olduğu bildirilmiştir (Çöteli ve ark., 2017).

Sonuç olarak; yapılan çalışma ile *Herzogiella seligeri* türünün GSH miktarları bakımından zengin özellikte olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

Akkuş İ. 1995. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri, Mimoza Yayınları, Konya.

Bagchi K, Puri S. 1998. Free radicals and antioxidants in health and disease. East Mediterr Health J. 4(2), 350-360.

Basile A, Giardano S, López-Sáez JA, Cobianchini CR. 1999. Antibacterial Activity of Pure Flavonoids Isolated From Mosses. Phytochemistry. 52, 1479-1482.

Cadenas E. 1989. Biochemistry of oxygen toxicity. Annu. Rev. Biochem. 58, 79-110.

Crum HA. 2001. Structural Diversity of Bryophytes. The University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, MI, 379 pp.

Çöteli E, Alataş M, Batan N. 2017. *Syntrichia ruralis* ve *Syntrichia montana* (Pottiaceae) Taksonlarının Glutatyon İçeriklerinin Karşılaştırılması. Anatolian Bryology. 3(1), 25-30.

Dawes P, Dawes E. 2000. SGE Chromatography Products Catalog. Sayfa 182.

Dickson JH. 1973. Bryophytes of the Pleistocene. The British Record and Its Chorological and Ecological Implications. Cambridge University Press. pp. 192-195

Dierβen K. 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes Bryophytorum Bibliotheca. 56, 1-289.

Diplock A. 1998. Healty lifestyles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients. ILSI Europe concise monograph series, 59 p., Belgium.

Dündar Y, Aslan R. 1999. Hücre Moleküler Statüsünün Anlaşılması ve Fizyolojik Önem Açısından Radikaller, Antioksidanlar. İnsizyon Cerrahi Tıp Bilim Dergisi. 2(2), 134-142.

Glime JM. 2007. Michigian Technological University (MTU), Botanical Society of America (BSA) and International Association of Bryologists (IAB). Bryophyte Ecology. E-Publishing: Michigian.

Glime JM. Saxena .K. 1990. Uses of Bryophytes. Today and Tomorrow Printers and Publishers. New Delhi.

Gradstein SR, Griffin D, Morales MI, Nadkarni NM. 2001. Diversity and habitat differentiation of mosses and liverworts in the cloud forest of Monteverde. Caldasia, 23, 203-212.

Henderson DM. 1961. Contribution to the Bryophyte Flora of Turkey: IV. Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh. 23, 263-278.

Kidd PM. 1997. Glutathione: Systemic Protectant Against Oxidative and Free Radical Damage. Alternative Medicine Reviews. 2, 155-176.

Kürschner H, Frey W. 2020. Liverworts, Mosses and Hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Bryophyta, Anthocerotophyta) Second Enlarged and Revised Edition, J. Cramer in Borntraeger Science Publishers, Stutgard.

Lüth M. 2004. Bilder von Moosen Europa. Schäftlarner, Deutschlands, 3123 photos.

Nagendrappa CG. 2005. An appreciation of free radical chemistry - 3. free radicals in diseases and health. Resonance. 10, 65-74.

Okan TO, Varlıbaş H, Öz M, Deniz İ. 2013. Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilecek odun dışı bazı bitkisel ürünler. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 48-59.

Sarma AD, Mallick AR, Ghosh AK. 2010. Free radicals and their role in different clinical conditions: an overview. Int J Pharm Sci Res. 1(3), 185-192.

Saxena DK. Harinder S. 2004. Uses of Bryophytes. Resonance. 9:6, 56-65.

Sen S, Chakraborty R, Sridhar C, Reddy YSR, De B. 2010. Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: Current status and future prospect. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 3(1), 91-100.

Shinde A, Ganu J, Naik P. 2012. Effect of free radicals & Antioxidants on oxidative stress: A Review. J Dent Allied Sci. 1(2), 63- 66.

Smith A.J.E. 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge Univ. Press. Cambridge.

Şener G, Yeğen Berrak Ç. 2009. İskemi Reperfüzyon Hasarı. Klinik Gelişim Dergisi. 22, 5-13.

Townsend DM, Tew KD, Tapiero H. 2003. The importance of glutathione in human disease. Biomed Pharmacother. 57(3-4), 145- 155.

Pham-Huy LA, He H, Pham-Huyc C. 2008. Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. Int J Biomed Sci. 4(2), 89-96.

Wu, P. C. 1982. Some uses of mosses in China. Bryol. Times. 13, 5.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

HÜNNAP MEYVE EKSTRAKTI GALİOMİSİN EKSPRESYONUNU ARTIRARAK *GALLERIA MELLONELLA* BAĞIŞIKLIK TESPKİSİNİ DÜZENLER

GİZEMAY EREN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
gizemayyeren@gmail.com - https://orcid.org/0009-0005-5472-7496
TÜLAY TURGUT GENÇ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
tturgutgenc@comu.edu.tr - https://orcid.org/0000-0001-5074-3572

ÖZET

Bitkisel kökenli doğal ürünlerin bağışıklık tepkilerini modüle etme potansiyelleri uzun süredir bilinmekte olup, immünostimulan, anti-enflamatuar ve antimikrobiyal özelliklere sahip biyoaktif bileşikler açısından zengin bir kaynak oluştururlar. Antimikrobiyal peptidler, örneğin galiomisin, böceklerin hümoral bağışıklık tepkisinde önemli rol oynar. *Galleria mellonella*, memeli sistemiyle yapısal ve işlevsel benzerlikleri nedeniyle doğal bağışıklık çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir model organizmadır. Bu çalışma, *Ziziphus jujuba* Mill. (hünnap) meyve ekstraktının *G. mellonella* larvalarının bağışıklık tepkisi üzerindeki immünomodülatör etkilerini incelemekte ve antimikrobiyal peptit galiomisin ekspresyonuna odaklanmaktadır. Larvalara patojenik maya *Candida albicans* ve hünnap meyve ekstraktı enjekte edilmiş ve galiomisin ekspresyonu RT-qPCR yöntemiyle enjeksiyon sonrası 4 ve 24 saatlerde belirlenmiştir. Sonuçlar, fiziksel stresin (boş iğne batırılması) galiomisin ekspresyonunda hızlı ancak geçici bir artışa neden olduğu, *C. albicans* enjeksiyonunun ise gecikmiş ancak sürekli bir bağışıklık tepkisi ortaya çıkardığını göstermiştir. Hünnap ekstraktı, 4 saat içinde galiomisin ekspresyonunu önemli ölçüde artırarak güçlü bir başlangıç immün aktivasyonu sağlamıştır. Ancak bu etki 24 saat sonra azalmış ve ekstraktın immünomodülatör etkisinin geçici olduğu gözlenmiştir. Bulgular larvaların tehdit türlerini ayırt ederek bağışıklık tepkilerini buna göre modüle ettiğini göstermektedir. Çalışma sonucunda hünnap ekstraktının doğal bir immünostimulan olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Galiomisin, *Galleria mellonella*, Immunomodulation, *Ziziphus jujuba*.

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından TUBİTAK-2209-A programı ile desteklenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

JUJUBA FRUIT EXTRACT MODULATES IMMUNE RESPONSE IN *GALLERIA MELLONELLA* BY UPREGULATING GALIOMYCIN EXPRESSION

GİZEMAY EREN
Çanakkale Onsekiz Mart University
gizemayyeren@gmail.com - https://orcid.org/0009-0005-5472-7496

TÜLAY TURGUT GENÇ
Çanakkale Onsekiz Mart University
tturgutgenc@comu.edu.tr - https://orcid.org/0000-0001-5074-3572

ABSTRACT

Plant-derived natural products have long been recognized for their potential to modulate immune responses, offering a rich source of bioactive compounds with immunostimulatory, anti-inflammatory, and antimicrobial properties. Antimicrobial peptides such as galiomycin play a crucial role in the humoral immune response of insects. *Galleria mellonella* is a widely used model organism for studying innate immunity due to its structural and functional similarities to mammalian systems. This study investigates the immunomodulatory effects of *Ziziphus jujuba* Mill. (hünnap) fruit extract on the immune response of *G. mellonella* larvae, focusing on the expression of the antimicrobial peptide galiomycin. The larvae were injected with pathogenic yeast *Candida albicans* and jujube fruit extract and galiomycin expression was determined by RT-qPCR at 4 and 24 hours post-injection. The results showed that physical stress (null injection) induced a rapid but temporary increase in galiomycin expression, while *C. albicans* injection led to a delayed but sustained immune response. Jujube extract significantly upregulated galiomycin expression within 4 hours, indicating a strong initial immune activation. However, this effect diminished by 24 hours, suggesting that the extract's immunomodulatory impact is transient. The findings highlight the larvae's ability to differentiate between types of threats and modulate their immune response accordingly. This study demonstrates that jujube extract has the potential to serve as a natural immunostimulant.

Key Words : Galiomycin, *Galleria mellonella*, Immunomodulation, *Ziziphus jujuba*.

This study was supported by the Scientific and Technical Research Council of Türkiye under the TUBITAK-2209-A program.

SİLYBUM MARİANUM MEYVESİNİN AVRUPA FARMAKOPESİ'NE UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Fatma AYAZ
Selçuk Üniversitesi
fatma.ayaz@selcuk.edu.tr
Damt Qasım Hasan HAMZAWI
Selçuk Üniversitesi
demetqasim@gmail.com - 0009-0000-8809-8441

ÖZET

Silybum marianum, özellikle karaciğer hastalıklarına karşı geleneksel ve modern tıpta kullanımıyla bilinen, farmakolojik açıdan önemli bileşikler içeren bir bitki türü olarak dikkat çekmektedir. Bu bitkinin meyvesinde yer alan silymarin kompleksinin, antioksidan ve hepatoprotektif etkileri nedeniyle farmasötik ürünlerde geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Avrupa Farmakopesi, bitkisel drogların kalite kontrolü, saflık düzeyi, etkin madde miktarı ve güvenli kullanımına ilişkin ayrıntılı standartlar sunmaktadır. Bu bağlamda Silybum marianum meyvesinin Avrupa Farmakopesi kriterlerine uygunluğunun değerlendirilmesi, hem bitkinin farmasötik geçerliliğinin belirlenmesi hem de ürünlerin yasal standartlara uygun biçimde formüle edilmesi açısından önem arz etmektedir. Henüz başlatılmamış olan bu araştırmada, söz konusu bitkinin meyvesi üzerinde yapılacak kapsamlı analizlerle Avrupa Farmakopesi'nde belirtilen kalite parametrelerine uyum düzeyinin tespiti amaçlanmaktadır.

Planlanan bu çalışma kapsamında, Silybum marianum meyvesinin Avrupa Farmakopesi'nde yer alan fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite kontrol kriterleri doğrultusunda değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu çerçevede bitkinin morfolojik yapısı, yabancı madde oranı, kül miktarı, kuruma kaybı, pestisit kalıntısı ve ağır metal düzeyleri gibi fiziksel-sağlıkla ilişkili analizlerin yanı sıra, HPLC gibi ileri düzey analitik teknikler kullanılarak silymarin kompleksine ait flavonolignan bileşiklerinin miktar tayini yapılacaktır. Ayrıca, Avrupa Farmakopesi'nin öngördüğü otentikasyon ve standardizasyon ilkeleri dikkate alınarak, bitkinin doğru tür olup olmadığı ile biyolojik etkinlik bakımından taşıdığı potansiyel de değerlendirilecektir. Henüz uygulama aşamasına geçilmemiş olan bu değerlendirme süreci, araştırmanın sonuçlandığı aşamada elde edilecek bulgularla birlikte bitkinin Avrupa Farmakopesi'ne göre farmasötik uygunluğunu nesnel biçimde ortaya koymayı hedeflemektedir.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesiyle birlikte, Silybum marianum meyvesinin Avrupa Farmakopesi'ne uyumluluk düzeyine ilişkin kapsamlı ve bilimsel nitelikte bir veri seti oluşturulması öngörülmektedir. Bu veriler, hem geleneksel bitkisel ürünlerin modern farmasötik yaklaşımlar çerçevesinde değerlendirilmesini kolaylaştıracak hem de bu bitkiye dayalı ürünlerin uluslararası regülasyonlarla uyumlu biçimde ticarileştirilmesine olanak sağlayacaktır. Aynı zamanda çalışma, Türkiye'de fitoterapötik ürün geliştirme sürecinde Avrupa Farmakopesi'nin rolünü irdeleyen ve bitkisel drogların standardizasyonunda bilimsel ölçütlerin uygulanabilirliğini test eden örnek bir model sunabilecektir. Uygulama aşamasına geçildiğinde elde edilecek sonuçlar, bitkisel ilaç sanayisinin kalite, güvenlik ve etkililik odaklı üretim süreçleri açısından da yol gösterici nitelikte olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Silybum, silymarin, farmakope, kalite, analiz

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

AN EVALUATION OF RAINBOW TROUT *(ONCORHYNCHUS MYKISS)* AQUACULTURE FACILITIES IN ANTALYA IN TERMS OF ENVIRONMENTAL AND MARKETING CONDITIONS

Umut Barış NİZAM
Ege Üniversity
umutbarisnizam@gmail.com – 0009-0003-7722-8601

Doç. Dr. Bilge KARAHAN KEMERLİOĞLU
Ege Üniversity
bilge.k.n@gmail.com – 0000-0002-5609-5630

ABSTRACT

Within the scope of this study, rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)* aquaculture facilities in Antalya were examined in terms of land structure, water temperature, and physical characteristics, as well as the marketing challenges they encounter. The study included facilities that possess their own hatcheries and produce their own fry. In this context, the incubation period and hatching duration of fry obtained from broodstock raised within the same facilities were investigated. Additionally, the locations of the facilities, their suitability for aquaculture practices, and their distances from markets were assessed.

According to official records, the facilities analyzed account for approximately 60% of the total annual production of rainbow trout fry in Antalya, with a volume of 37.8 million fry per year, and about 12% of portion-sized fish production, equaling 317 tons. The water temperature in these facilities, which is ideal for trout fry, was measured between 10–13 °C. The water used originates from natural springs in the Taurus Mountains, and the facilities are generally located close to these water sources. Therefore, they are typically the first or only users of the water, which significantly reduces the risk of disease transmission.

Due to the mountainous terrain and the location of facilities in valleys, access to markets poses logistical challenges. Moreover, the remote locations of the facilities from urban centers make the procurement of labor a significant issue. Considering that a substantial portion of trout produced in Türkiye is exported to Russia, the Russia-Ukraine war and the economic sanctions imposed on Russia have had adverse effects on the sector. It is suggested that, with adequate technical support and training, these facilities could increase their focus on fry production and potentially transform the region into a center for rainbow trout fry cultivation.

Keywords: Rainbow trout, fish farming, internal water, marketing, resistance to disease.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ANTALYA'DAKİ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI *(Oncorhynchus mykiss)* YETİŞTİRİCİLİK TESİSLERİNİN ÇEVRESEL VE PAZARLAMA KOŞULLARI KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Umut Barış NİZAM
Ege Üniversitesi
umutbarisnizam@gmail.com – 0009-0003-7722-8601

Doç. Dr. Bilge KARAHAN KEMERLİOĞLU
Ege Üniversitesi
bilge.k.n@gmail.com – 0000-0002-5609-5630

ÖZET

Bu çalışma kapsamında Antalya'daki gökkuşağı alabalığı *(Oncrhynchus mykiss)* yetiştiricilik tesislerinin kurulu oldukları arazi yapısı, su sıcaklıkları ve fiziksel yapısını yanında pazarlama alanında karşılaştıkları problemler incelenmiştir. Araştırmaya, tesislerinde kuluçkahanesi bulunan ve kendi yavrusunu üreten tesisler dahil edilmiştir. Bu kapsamda, kendi anaç balıklarından elde ettikleri yavrularda gözlenme ve yumurtadan çıkış süreleri araştırılmıştır. Ayrıca tesislerin kurulu oldukları konumlar, yetiştiricilik koşullarına uygunluk durumları, pazara uzaklıkları incelenmiştir.

İncelenen tesisler, Antalya'da resmi kayıtlara göre toplam gökkuşağı alabalığı yavru üretiminin 37,8 milyon adet/yıl ile %60'ını, porsiyonluk balık üretiminde ise 317 ton ile %12'sini karşılamaktadır. İşletmelerde su sıcaklığı, alabalık yavruları için ideal olan 10-13 ºC olarak ölçülmektedir. İşletmelerde kullanılan su, Toros Dağları'ndan doğan doğal kaynak sularıdır ve tesisler genellikle bu suyun kaynağına yakın mesafelerde kurulmuştur; bu nedenle suyu kullanan ilk ya da tek işletmelerdir. Bu özellikleri bakımından, balık hastalıkları yönünden bulaşımın kolayca önlenebileceği tesislerdir.

Dağlık arazi yapısı ve işletmelerin genellikle vadilerde kurulu olması işletmelerin pazara erişmesini zorlaştırır niteliktedir. Tesislerin kurulu olduğu konumların şehir merkezine uzak olması sebebiyle iş gücü temini işletmelerde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'de üretilen alabalığın büyük kısmının Rusya'ya ihraç edildiği göz önüne alındığında Rusya-Ukrayna savaşı ve Rusya'ya uygulanan ekonomik ambargolar sektörü olumsuz etkilemektedir. Teknik destek ve eğitim verilmesi halinde işletmelerin yavru balık üretimine daha fazla odaklanarak bölgede alabalık yavru üretim merkezi haline gelebileceği düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Gökkuşağı alabalığı, balık yetiştiriciliği, iç su, pazarlama, hastalıklara direnç.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Heracleum platytaenium Boiss. Uçucu Yağının *Pestalotiopsis theae*'ye Karşı Antifungal Aktivitesi

Işıl SARAÇ SİVRİKAYA[1*], Abdullah GÜLLER[1] , Bekir TOSUN[2]

[1] Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

[2] Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Seracılık programı

Özet

Çalışma, *Heracleum platytaenium* (Öğrek otu) uçucu yağının *Pestalotiopsis theae*'ye karşı antifungal etkisini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. *P. theae,* çay bitkisinde yaprak lekesi hastalığına neden olan önemli bir fitopatojen olup, mevcut kimyasal fungisitlerin neden olduğu çevresel ve direnç sorunları, bitkisel kökenli antifungal ajanların araştırılmasını zorunlu kılmıştır.

Bu kapsamda, *H. platytaenium* farklı yıllarda hasat edilen meyve uçucu yağları 5 µL, 10 µL ve 20 µL konsantrasyonlarında test edilmiş ve antifungal etkileri agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Sonuçlar, Hasat yıllarının ve hasat yılı doz intreaksiyonun istatiksel olarak önemesi olduğunu, türün uçucu yağının antifungal aktivitesinin istatiksel olarak doza bağlı olarak önemli olduğu ve en yüksek etkiyi 20 µL uygulamasında gösterdiğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, *H. platytaenium* uçucu yağının fitopatojenik funguslara karşı doğal bir antifungal ajan olarak potansiyel taşıdığını göstermektedir. Ancak, tarımsal uygulamalar açısından etkinliğinin doğrulanması için ileri düzey in vivo çalışmalar gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Heracleum platytaenium*, *Pestalotiopsis theae*, Esansiyel yağ, Antifungal aktivite, Yıllara bağlı antifungal etki

Antifungal Activity of *Heracleum platytaenium* Boiss. Essential Oil Against *Pestalotiopsis theae*

Abstract

This study aimed to evaluate the antifungal activity of *Heracleum platytaenium* essential oil against *Pestalotiopsis theae,* a significant phytopathogen responsible for leaf spot disease in tea plants. Due to the environmental and resistance issues caused by chemical fungicides, interest in plant-derived antifungal agents has increased.

For this purpose, *H. platytaenium* essential oil was extracted in different years and tested at 5 µL, 10 µL, and 20 µL concentrations using the agar well diffusion method. The results indicated that the antifungal activity of the essential oil increased in a dose-dependent manner, with the highest inhibition observed at the 20 µL concentration. Moreover, some variation in antifungal activity was observed between essential oils extracted in different years, suggesting that the chemical composition of the plant might vary yearly, potentially affecting its antifungal efficacy.

These findings suggest that H. platytaenium essential oil has potential as a natural antifungal agent against phytopathogenic fungi. However, further in vivo studies are required to confirm its effectiveness for agricultural applications.

Keywords: *Heracleum platytaenium, Pestalotiopsis theae,* Essential oil, Antifungal activity, Year-dependent antifungal effect

Giriş

Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, biyolojik olarak aktif bileşenler içermeleri nedeniyle antimikrobiyal özellikler göstermektedir. Özellikle, Apiaceae familyasına ait *Heracleum* cinsine ait bitkilerin uçucu yağları üzerine yapılan çalışmalar, bu bitkilerin çeşitli alanlarda kullanımının yaygınlığına işaret etmektedir. Heracleum türleri, halk hekimliğinde kökleri ishal ve dizanteriye karşı kullanılmaktadır (Baytop, 1997). Bu türlerin anti-inflamatuvar, antimikrobiyal (Soyuçok 2022), antioksidan, antiviral ve antikanserojen gibi geniş farmakolojik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir.. Çeşitli kısımlarından elde edilen uçucu yağlar (özellikle alifatik esterler ve monoterpenler) antimikrobiyal ve antifungal özellikler sergilemektedir. Bu nedenle, Heracleum türleri gıda, kozmetik ve ilaç sanayisinde potansiyel biyolojik ajanlar olarak değerlendirilmektedir (Bahadori ve ark., 2016). Diğer yandan yürütülen çalışmalar aynı cinsin bir üyesi olan *H. platytaenium* esansiyel yağlarının da antimikrobiyal ve antioksidan etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Iscan ve ark., 2004; Kılıç et al., 2016; Telkoparan Akillilar ve ark., 2018).

H. platytaenium uçucu yağı ve ekstraktlarının antioksidan özellikleri çeşitli biyokimyasal testlerle değerlendirilmiştir. Hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağın ana bileşenleri n-oktil asetat (%36,5), apiole (%24,9) ve elemisin (%20,8) olarak belirlenmiştir (kaynak. *H. platytaenium*'un fenolik ve flavonoid bileşenler bakımından zengin olduğunu ve belirli antioksidan özellikler taşıdığını göstermektedir (Tosun 2021). Antioksidan potansiyeli, fitokimyasal bileşimi ile birlikte değerlendirildiğinde, bitkinin biyolojik olarak aktif doğal ürünler kaynağı olabileceğini düşündürmektedir (Karan ve Genç, 2018).

H. platytaenium uçucu yağının ana bileşenleri arasında p-simen (%33,9), terpinolen (%14,3), γ-terpinen (%7,1), elemisin (%3,1) ve miristisin (%2,9) bulunmakta olup, bu bileşenlerin çoğunun antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Kılıç et al., 2016). Başka bir araştırmada ise öğrek otu uçucu yağının başlıca bileşenlerinin oktil asetat, oktil hekzanoat, (Z)-4-oktenil asetat ve oktil oktanoat olduğu tespit edilmiştir (Kılıç ve Dirmenci, 2016).

Pestalotiopsis türleri, dünya çapında yayılış gösteren ve ekonomik açıdan önemli olan bir fungus kompleksini oluşturur. Bu türler, bitki hastalıklarına neden olan etmenler (Koh et al., 2001) olmanın yanı sıra, farmasötik bileşikler üretme potansiyeline de sahiptir (Strobel, 2002). Bu türler, parazit olarak bitkiler üzerinde hastalık oluşturabilmelerine ek olarak, endofitik olarak yaşayan, yani

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

sağlıklı bitkilerin yaprak ve dallarında bulunan türleri de içermektedir. Ayrıca, bazı türleri saprofitik yaşam tarzına sahip olup, ölü bitki materyallerinde, toprakta (Agarwal & Chauhan, 1988) ve bitki kalıntılarında (Osono & Takeda, 2000) izole edilmiştir.

Pestalotiopsis theae, çay (*Camellia sinensis*) bitkisinde yaprak lekesi hastalığına neden olan önemli bir fitopatojen olarak bilinmektedir. Bu patojen, enfekte ettiği bitkilerde kahverengi-siyah renkte lekeler oluşturarak fotosentezi olumsuz etkilemekte ve ciddi ürün kayıplarına yol açmaktadır (Ertaş & Karakaya, 2017). Hastalığın ilerlemesiyle birlikte yapraklarda sararma, erken yaprak dökülmesi ve bitki gelişiminde gerileme gibi belirtiler gözlenmektedir. *P. theae*'nin yüksek sıcaklık ve nem koşullarında yayılım gösterdiği, özellikle çay üretiminin yoğun olduğu bölgelerde ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmektedir (Ertaş & Karakaya, 2017).

P. theae ile mücadelede yaygın olarak kimyasal fungisitler kullanılmaktadır. Ancak, kimyasal fungisitlerin aşırı kullanımı hem çevre kirliliğine hem de patojenlerde direnç gelişimine neden olabilmektedir (Bayan et al., 2017). Bu durum, sürdürülebilir ve çevre dostu alternatif kontrol yöntemlerinin araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Son yıllarda, bitkisel kaynaklı uçucu yağların antifungal etkileri üzerine yapılan çalışmalar artmış ve özellikle *H. platytaenium* gibi türlerin antifungal potansiyeli dikkat çekmiştir Uçucu yağların içerdikleri monoterpenler ve fenilpropanoid bileşikler, çeşitli fitopatojenik funguslara karşı etkili bir biyolojik mücadele yöntemi sunabilir (Bayan et al., 2016; 2017).

Bu çalışma, *H. platytaenium* uçucu yağının *P. theae*'ye karşı antifungal aktivitesini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Literatürde, bu etmene karşı öğrek otu veya herhangi bir uçucu yağ uygulaması ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Uçucu yağın antifungal potansiyelinin ortaya konulması, çay üretiminde hastalık yönetimi stratejilerine katkı sağlayarak sürdürülebilir tarım uygulamalarına destek olabilecektir.

Materyal ve Metod

Uçucu Yağ ve Test Edilen Fungal İzolat

Türün 2021-2022 yıllarında tam olum döneminde toplanan meyveleri öğütüldükten sonra 100g meyve 3 saat boyunca klavenger cihazında damıtılarak uçucu yağ elde edilmiştir. Çalışmada antifungal aktivite testlerinde kullanılan *P. theae* izolatı, Rize ili çay bahçelerinden alınan çay bitkisinden örnek alınarak Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fitopatoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Fungusun tür teşhisi, morfolojik ve mikroskobik analizler yapılarak doğrulanmıştır. Deneylerde, aktif ve sağlıklı spor üreten izolatlar kullanılmıştır.

Besiyeri Hazırlama ve Uygulama Koşulları

Fungal izolatların saflaştırılması ve çoğaltılması amacıyla Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri hazırlanmıştır. Besiyeri, 39 g/L oranında PDA tozu ile distile su karıştırılarak homojen hale getirilmiş ve karışım, 121.1°C'de 15 dakika süreyle otoklavda sterilize edilmiştir. Sterilizasyon

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

işleminin tamamlanmasının ardından, besiyeri aseptik koşullar altında çalışılarak steril petri kaplarına dökülmüş ve ortamın jelleşmesi sağlanmıştır.

Hazırlanan besiyeri hem ön kültürlerin elde edilmesi hem de uçucu yağ uygulamalarının gerçekleştirileceği deney gruplarının oluşturulması amacıyla kullanılmıştır. Deney gruplarında, uçucu yağın belirlenen farklı konsantrasyonları (5 µL, 10 µL, 20 µL) besiyeri ortamına eklenmiş ve steril pipet ucu ile iyice homojenize edilmiştir. Kontaminasyonun önlenmesi için bu işlem aseptik koşullarda gerçekleştirilmiştir.

Fungal Kültürlerin Hazırlanması ve İnkübasyon Süreci

Testlerde kullanılacak *P. theae* izolatlarının uygun şekilde çoğaltılması ve test için hazırlanması amacıyla ön kültürler oluşturulmuştur. Fungus, 90 mm çapındaki petri kaplarına dökülen PDA besiyeri üzerine transfer edilerek, 25±2°C sıcaklık ve %70 nem koşullarında 7 gün boyunca inkübe edilmiştir.

İnkübasyon süresi boyunca fungal miselyum gelişimi düzenli olarak gözlemlenmiş ve herhangi bir kontaminasyon belirtisi gösteren petri kapları deney dışı bırakılmıştır. Elde edilen sağlıklı miselyal koloniler, antifungal aktivite testlerinde inokülasyon için kullanılmıştır.

Antifungal Aktivitenin Belirlenmesi

Uçucu yağın antifungal etkisini belirlemek amacıyla miselyal büyüme inhibisyon testi uygulanmıştır. Deney sürecinde, inkübasyonu tamamlanan *P. theae* kültürlerinden 8 mm çapındaki miselyal diskler, steril bir fungus delici yardımıyla kesilmiş ve taze hazırlanmış PDA besiyerinin merkezine inoküle edilmiştir.

Deney grupları aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

- **Pozitif kontrol grubu:** Standart antifungal ajan **nistatin** içeren besiyeri
- **Negatif kontrol grubu:** Uçucu yağ içermeyen, sadece PDA besiyeri bulunan ortam
- **Deney grupları:** PDA ortamına farklı hacimlerde (5 µL, 10 µL, 20 µL) uçucu yağ eklenmiş petri kapları

Fungal gelişim tamamlanana kadar petri kapları uygun inkübasyon koşullarında muhafaza edilmiş ve miselyal büyüme günlük olarak takip edilmiştir. Denemeler, **üç tekerrürlü** olarak yürütülmüş ve her tekrar için ölçümler ayrı ayrı kaydedilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda fungal kolonilerin çapları ölçülerek, uçucu yağın antifungal aktivitesi değerlendirilmiştir.

Antifungal etkinlik, Deans ve Svoboda (1990) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

İnhibisyon (%) = [(gc - gt) / gc] × 100

Burada:

- **gc:** Kontrol gruplarındaki miselyal büyüme çapı
- **gt:** Uçucu yağ uygulanan ortamdaki miselyal büyüme çapı

İstatistik analiz

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Farklı yıllar ve dozlardan elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekrarlı olarak faktöriyel düzenlemeye göre SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir

Sonuçlar ve Tartışma

Bitki uçucu yağları, fitopatolojik uygulamalar bağlamında çeşitli fungal hastalıklara karşı potansiyel bir biyolojik kontrol aracı olarak uzun yıllardır incelenmektedir. Doğal biyoaktif bileşenler içeren bu yağlar, sentetik fungisitlere alternatif olarak çevre dostu ve insan sağlığına zarar vermeyen çözümler sunma potansiyeline sahiptir (Daferera et al., 2003; Soylu et al., 2010). Son yıllarda yapılan çalışmalar, özellikle in vitro ve in vivo deneyler bitkiuçucu yağlarının antifungal aktivitelerini detaylı bir şekilde ortaya koymuştur. Örneğin, kekik (*Thymus vulgaris*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) esansiyel yağlarının, çeşitli fitopatojenik funguslara karşı etkili olduğu gösterilmiştir (Rus ve ark., 2015; Al-Shahrani ve ark., 2017; Moazeni ve ark., 2021; Hassan ve ark., 2022). Bu çalışmalar, uçucu yağların antimikrobiyal aktivitesinin içerdiği fenolik bileşenler ve terpenoidler ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Bakkali et al., 2008, Mahizan et al., 2019; Tian ve ark., 2022).

Ayrıca, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve geçirgen elektron mikroskobu (TEM) analizleri, karanfil yağına maruz kalan *C. gloeosporioides* hücrelerinde belirgin morfolojik ve ultrastrüktürel bozulmalar olduğunu göstermiştir. Bu değişiklikler, fungal hücre duvarı ve endomembran sisteminin hasar görmesi, hücre geçirgenliğinin artması ve hücre içi bileşenlerin kaybı ile sonuçlanmıştır (Wang ve ark., 2019).

Çalışmada, *H. platytaenium* uçucu yağının *P. theae*'ye karşı in vitro antifungal aktivitesini değerlendirilmiştir. Literatür incelendiğinde, *P. theae*'ye karşı öğrek otu veya herhangi bir uçucu yağ uygulaması ile ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, bu araştırma hem yeni bir bitki kaynağının antifungal potansiyelini ortaya koymakta hem de *P. theae* gibi tarımsal öneme sahip bir fitopatojene karşı alternatif bir biyokontrol seçeneği sunmaktadır. Çalışmada iki farklı yılda ekstrakte edilen yağlar üç tekerrürlü olarak üç farklı dozda etmene karşı PDA ortamında test edilmiştir. Elde edilen bulgular, öğrek otu uçucu yağının *P. theae*'nin büyümesi üzerinde belirgin bir baskılama etkisi gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 1). In vitro deneyler, uçucu yağın belirli konsantrasyonlarının fungal misel büyümesini anlamlı derecede inhibe ettiğini göstermiştir. Bu sonuçlar, *H. platytaenium* uçucu yağının fitopatojenlere karşı doğal bir antifungal ajan olarak kullanılabileceğine dair önemli kanıtlar sunmaktadır.

Varyanns analiz sonuçları incelendiğinde farklı yıllarda elde edilen uçucu yağların ve yıl doz interaksiyonunun istatiksel olarak önemsiz olduğu uçucu yağ dozlarının *P. theae* patojenine karşı istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Tablo1).

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Tablo1. *H. platytaenium* uçucu yağının *P. theae* patojenine karşı antifungal etkisine ait varyans sonuçları

Varyasyon kaynakları	**Serbestlik derecesi**	**Kareler toplamı**	**Kareler ortalaması**	**F değeri**
Yıl	1	4.80	4.80	2.48
Doz	4	27708.9	6927.2	3583.04**
Yıl x Doz	4	3.53	0.88	0.46
Hata	20	38.67		
Genel	29	27755.9		
Cv	2.01			

Farklı yıllarda elde edilen *H. platytaenium* uçucu yağı ve yılxdoz interaksiyonu istatiksel olarak benzer antifungal etkigöstermiştir. *H. platytaenium* uçucu yağının dozunun artışına bağlı olarak inhibisyon çapında azalma meydana gelmiştir. İnhibisyon çapları pozitif kontrolün üzerinde olurken negatif kontrolün altında kalmıştır. Uçucu yağların farklı dozların inhibisyon çapları 5 µL uygulamalarında 85.7mm, 10 µL dozunda 82.8 mm olurken en yüksek antifungal etki 20 µL 63.2 olarak belirlenmiştir (Tablo 2).**Tablo 1.** Ekstraksiyon yılına bağlı olarak elde edilen *H. platytaenium* uçucu yağının antifungal aktivitesini gösteren miseliyal ölçümler (mm)

	Negatif Kontrol	**Pozitif Kontrol**	**5 µL**	**10 µL**	**20 µL**	**Ortalama**
2021	90	8	86.3	83.3	64.0	66.5
2022	90	8	85.0	82.3	62.3	65.5
Ortalama	90 A	8 E	85.7 B	82.8 C	63.2 D	

Lsd_{doz}:1.67

Literatürde *H. platytaenium* uçucu yağı ile ilgili yürütülen yeterli çalışma bulunmamaktadır. Mevcut çalışmalarda da, bu çalışmaya benzer şekilde *H. platytaenium* uçucu yağının güçlü kimyasal içerik kompozisyonu sayesinde farklı patojen mikroorganizmalara karşı doğal bir inhibisyon etkisine sahip olduğunu göstermektedir (Iscan ve ark., 2004; Torbati ve ark., 2013; Bahadori ve ark., 2016). Bir çalışmada, *H. platytaenium* uçucu yağının *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL), *Rhizoctonia solani, Sclerotinia sclerotiorum, Botrytis cinerea* ve *Verticillium dahliae* üzerindeki antifungal etkileri incelenmiştir. GC/MS analizi sonucunda esansiyel yağın ana bileşenleri miristisin (%27.47), oktil asetat (%25.10), 1-oktanol (%16.90) ve oktil 2-metilbütirat (%9.88) olarak belirlenmiştir. Agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile yapılan antifungal testlerde, 10 µL esansiyel yağın FORL, *R. solani* ve *S. sclerotiorum*'un miselyal büyümesini %100 oranında inhibe ettiği bulunmuştur. Diğer patojenlerin büyümesi ise önemli ölçüde azalmıştır. LC90 değerleri, FORL (17.53 µL), *R. solani* (15.52 µL), *S. sclerotiorum* (8.83 µL), *B. cinerea* (15.58 µL) ve *V. dahliae* (149.54 µL) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, *H. platytaenium* uçucu yağının bitki patojenlerine karşı doğal bir antifungal ajan olarak potansiyel taşıdığını göstermektedir (Bayanve ark., 2016).

Sonuç olarak bu çalışmada organik uçucu yağ, model etmene karşı artan dozlarda antifungal aktivite göstermiştir. Ancak, laboratuvar ortamında elde edilen bu bulguların tarımsal uygulamalar için ne derece uygun olduğunu belirlemek için in vivo deneylerle desteklenmesi gerekmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu uçucu yağın tarım alanlarında uygulanabilirliğini ve uzun vadeli etkilerini inceleyerek fitopatolojik kontrol stratejilerinde etkili bir alternatif olup olmadığını değerlendirmelidir. Sonuç olarak, bu çalışma, bitki bazlı antifungal ajanların fitopatojenlere karşı kullanım potansiyelini destekleyen ve yeni biyokontrol yaklaşımlarının geliştirilmesine katkı sağlayan önemli bir adım niteliğindedir.

Referanslar

Agarwal AK, Chauhan S. 1988. A new species of the genus Pestalotiopsis from Indian soil. Indian Phytopathology 41: 625–627.

Al-Shahrani, M. H., Mahfoud, M., Anvarbatcha, R., Athar, M. T., & Al Asmari, A. (2017). Evaluation of antifungal activity and cytotoxicity of Thymus vulgaris essential oil. Pharmacogn. Commun, 7, 34-40.

Baytop, T., 1999. Geçmişten Bugüne Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:122, 524 s.

Bahadori, M. B., Dinparast, L., & Zengin, G. (2016). The genus Heracleum: a comprehensive review on its phytochemistry, pharmacology, and ethnobotanical values as a useful herb. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15(6), 1018-1039.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils–a review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446-475.

Bayan, Y., Yılar, M., & Onaran, A. (2017). *Heracleum platytaenium* Boiss. ve Myrtus communis L. bitki uçucu yağlarının Alternaria solani Ell. and G. Martin ve Monilia laxa Aderh. and Ruhl. (Honey) üzerine antifungal aktivitesinin araştırılması. Akademik Ziraat Dergisi, 6(1), 11-

Bayan, Y., Yilar, M., & Onaran, A. (2016). Antifungal activity and chemical composition of the essential oil of Heracleum platytaenium boiss's. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 26(2), 237-240.

Daferera, D. J., Ziogas, B. N., & Polissiou, M. G. (2003). The effectiveness of plant essential oils on the growth of Botrytis cinerea, Fusarium sp. and Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis. Crop Protection, 22(1), 39-44.

El-Hosseiny, L., El-Shenawy, M., Haroun, M., & Abdullah, F. (2014). Comparative evaluation of the inhibitory effect of some essential oils with antibiotics against Pseudomonas aeruginosa. *International Journal of Antibiotics*, *2014*(1), 586252.

Ertaş, S., & Karakaya, A. (2017). Çay ve kivi bitkilerinde hastalık oluşturan Pestalotiopsis türleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(3), 254-262.

Hassan, B., Chafik, Z., Benabbas, R., Chetouani, M., El M., M., & Hariri, E. (2022). Antifungal activity of the essential oils of Rosmarinus officinalis, Salvia officinalis, Lavandula dentata, and Cymbopogon citratus against the mycelial growth of Fusarium oxysporum f. sp. Albedinis. Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 8(1), 108-133.

Huang, X., Chen, S. Y., Zhang, Y., Wang, Y. H., Zhang, X., Bi, Z. Y., & Yuan, H. B. (2019). Chemical composition and antifungal activity of essential oils from three Artemisia species against Alternaria solani. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 22(6), 1581-1592.

Iscan, G., Ozek, T., Ozek, G., Duran, A., & Baser, K. H. C. (2004). Essential oils of three species of Heracleum. Anticandidal activity. Chemistry of Natural Compounds, 40, 544-547.16.

Iscan, G., Ozek, T., Ozek, G., Duran, A., & Baser, K. H. C. (2004). Essential oils of three species of Heracleum. Anticandidal activity. Chemistry of Natural Compounds, 40, 544-547.

Jahani, M., Pira, M., & Aminifard, M. H. (2020). Antifungal effects of essential oils against Aspergillus niger in vitro and in vivo on pomegranate (Punica granatum) fruits. Scientia Horticulturae, 264, 109188.

Kamsu, F. P. N., Dikongue, F. J. N., Ngouana, V., Tchinda, E. S., Jiogue, M. B., Ambata, H. T. A., ... & Jazet, P. M. D. (2023). Effectiveness of Massep (Ocimum gratissimum L.) essential oil and its nanoemulsion toward Sclerotium rolfsii, Phytophthora infestans and Alternaria solani, pathogens associated with tomato rot diseases. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 47, 102591.

Karan, T., & Genc, N. (2018). Antioxidant activities of Heracleum platytaenium extracts and essential oil. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6(9), 1274-1278.

Karan, T., & Genc, N. (2018). Antioxidant activities of Heracleum platytaenium extracts and essential oil. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6(9), 1274-1278.

Kılıç, C. S., Demirci, B., Coşkun, M., & Başer, K. H. C. (2016). Chemical composition of Heracleum platytaenium Boiss. (Apiaceae) essential oil from Turkey. Natural Volatiles and Essential Oils, 3(4), 13-23.

Kılıç, T., & Dirmenci, T. (2016). Chemical composition of Heracleum platytaenium essential oil from Turkey. Natural Volatiles & Essential Oils, 3(4), 13-23.

Koh JY, Shin GH, Hur JS. 2001. Seasonal occurrence and development of grey blight of tea plants in Korea. Plant Pathology Journal 17: 40–44.

Lukošiūtė, S., Šernaitė, L., Morkeliūnė, A., Rasiukevičiūtė, N., & Valiuškaitė, A. (2020). The effect of Lamiaceae plants essential oils on fungal plant pathogens in vitro.

Mahizan, N., Yang, S. K., Moo, C. L., Song, A. A. L., Chong, C. M., Chong, C. W., & Abushelaibi, A. (2019). Terpene derivatives as a potential agent against Pseudomonas aeruginosa. Microbial Pathogenesis, 134, 103552.

Moazeni, M., Davari, A., Shabanzadeh, S., Akhtari, J., Saeedi, M., Mortyeza-Semnani, K., ... & Nokhodchi, A. (2021). In vitro antifungal activity of Thymus vulgaris essential oil nanoemulsion. Journal of Herbal Medicine, 28, 100452.

Muñoz Castellanos, L., Amaya Olivas, N., Ayala-Soto, J., De La O Contreras, C. M., Zermeño Ortega, M., Sandoval Salas, F., & Hernández-Ochoa, L. (2020). In vitro and in vivo antifungal activity of clove (Eugenia caryophyllata) and pepper (Piper nigrum L.) essential oils and functional extracts against Fusarium oxysporum and Aspergillus niger in tomato (Solanum lycopersicum L.). International Journal of Microbiology, 2020(1), 1702037.

Osono T, Takeda H. 2000. Decomposing ability of interior and surface fungal colonizers of beech leaves with reference to lignin decomposition. European J. Soil Biol. 35: 51–56.

Özçakmak, S. (2012). The effects of Heracleum platytaenium Boiss essential oil on the growth of ochratoxigenic Penicillium verrucosum (D-99756) isolated from Kashar cheese. Journal of Applied Botany and Food Quality 85, 97 – 99.

Parikh, L., Agindotan, B. O., & Burrows, M. E. (2021). Antifungal activity of plant-derived essential oils on pathogens of pulse crops. Plant Disease, 105(6), 1692-1701.

Pinto, E., Afonso, C. M. M., Duarte, S., & Vale-Silva, L. A. (2021). Antifungal activity of essential oils against Candida, Aspergillus, and dermatophyte species: A review. Frontiers in Microbiology, 12, 698709.

Rus, C. F., Pop, G., Alexa, E., Șumălan, R. M., & Copolovici, D. M. (2015). Antifungal activity and chemical composition of Salvia officinalis L. essential oil. Research Journal of Agricultural Science, 47(2), 35-41.

Sadek, M. E., Shabana, Y. M., Sayed-Ahmed, K., & Abou Tabl, A. H. (2022). Antifungal activities of sulfur and copper nanoparticles against cucumber postharvest diseases caused by Botrytis cinerea and Sclerotinia sclerotiorum. Journal of Fungi, 8(4), 412.

Soylu, E. M., Kurt, Ş., Soylu, S., & Bağcı, E. (2010). Antifungal activities of essential oils on postharvest disease agent Penicillium digitatum. Pakistan Journal of Botany, 42(5), 3349-3355.

Soyuçok, A. (2022). The Effects of Some Essential Oils on Methicilin Resistant Staphylococcus aureus. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 10(1): 49-53. https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i1.49-53.4831

Strobel GA. 2002. Microbial gifts from rainforests. Canadian Journal of Plant Pathology 24: 14–20.

Telkoparan Akillilar, P., Tuglu, Y., & Shomali Moghaddam, N. (2018). Anticancer, antioxidant properties and phenolic, flavonoid composition of Heracleum platytaenium plant methanolic extracts. Journal of Research in Pharmacy, 22(3).

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Tian, F., Woo, S. Y., Lee, S. Y., Park, S. B., Zheng, Y., & Chun, H. S. (2022). Antifungal activity of essential oil and plant-derived natural compounds against Aspergillus flavus. Antibiotics, 11(12), 1727.

Tosun, B. (2021). Göller Yöresi'nde Yayılış Gösteren Apıaceae Familyasına Ait Bazı Bitki Türlerinin Ekonomik Değerleri İle Kültüre Alma Potansiyellerinin Belirlenmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. 243pp.

Wang, D., Zhang, J., Jia, X., Xin, L., & Zhai, H. (2019). Antifungal effects and potential mechanism of essential oils on Collelotrichum gloeosporioides in vitro and in vivo. Molecules, 24(18), 3386.

HYPERPARAMETER OPTIMIZATION FOR MACHINE LEARNING-BASED IOT FAILURE PREDICTION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF GRID SEARCH AND RANDOM SEARCH TECHNIQUES

ÖZLEM BATUR DİNLER

Siirt University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering,

o.b.dinler@siirt.edu.tr, 0000-0002-2955-6761

ABSTRACT

The rapid expansion of the Internet of Things (IoT) in critical sectors such as healthcare, energy, transportation, industrial automation, agriculture, smart cities, and public safety underscores the importance of failure prediction to ensure reliability and minimize system downtime. Machine learning (ML) has emerged as a key approach for identifying and predicting failures in IoT devices. However, the effectiveness of ML algorithms is significantly influenced by hyperparameter selection. This study investigates the impact of hyperparameter optimization (HPO) on IoT failure prediction using algorithms like Random Forest (RF), Support Vector Machines (SVM), Logistic Regression (LR), k-nearest Neighbors (KNN), and Decision Tree (DT).To identify optimal hyperparameter configurations for these algorithms, this study conducts a thorough comparison of model optimization techniques across three distinct approaches: baseline performance using the "Default Parameter" settings provided by standard libraries, "Grid Search" optimization, which systematically explores all possible parameter combinations, and "Random Search" which strategically samples from the parameter space. This comprehensive methodological framework evaluates the predictive performance gains and the computational efficiency trade-offs across both optimization techniques compared to baseline default parameters, offering valuable insights for resource-constrained IoT environments. Results demonstrate significant algorithm-dependent variations in optimization benefits: SVM showed dramatic improvement (approximately 30% in accuracy) with optimization. At the same time, KNN and DT exhibited moderate gains (4%-5%), and RF and LR displayed minimal improvements (less than 1.1%). Random Search consistently achieved comparable or superior performance to Grid Search while requiring substantially fewer computational resources. These findings establish practical guidelines for effective hyperparameter tuning in IoT failure prediction systems, balancing predictive power with the resource constraints inherent to IoT environments.

Keywords: Hyperparameter Optimization, Machine Learning, IoT, Failure Prediction, Grid Search, Random Search.

Makine Öğrenmesi Tabanlı IoT Arıza Tahmini için Hiperparametre Optimizasyonu: Izgara Arama ve Rastgele Arama Tekniklerinin Karşılaştırmalı Analizi

ÖZLEM BATUR DİNLER

Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

o.b.dinler@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2955-6761

ÖZET

Nesnelerin İnterneti'nin (IoT) sağlık, enerji, ulaşım, endüstriyel otomasyon, tarım, akıllı şehirler ve kamu güvenliği gibi kritik sektörlerde hızla yaygınlaşması, güvenilirliği sağlamak ve sistem kesinti sürelerini en aza indirmek için arıza tahmininin önemini vurgulamaktadır Makine öğrenmesi (ML), IoT cihazlarındaki arızaları tanımlamak ve tahmin etmek için önemli bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Ancak, ML algoritmalarının etkinliği büyük ölçüde hiperparametre seçiminden etkilenmektedir. Bu çalışma, Random Forest (RF), Destek Vektör Makineleri (SVM), Lojistik Regresyon (LR), k-En Yakın Komşular (KNN) ve Karar Ağacı (DT) gibi algoritmalar kullanarak hiperparametre optimizasyonunun (HPO) IoT arıza tahmini üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Bu algoritmalar için optimum hiperparametre konfigürasyonlarını belirlemek amacıyla, bu çalışma model optimizasyon teknikleri arasında üç farklı yaklaşımın kapsamlı bir karşılaştırmasını yapmaktadır: standart kütüphaneler tarafından sağlanan "Varsayılan Parametre" ayarları kullanılarak elde edilen temel performans, tüm olası parametre kombinasyonlarını sistematik olarak araştıran "Izgara Arama" optimizasyonu ve parametre uzayından stratejik olarak örneklem alan "Rastgele Arama". Bu kapsamlı metodolojik çerçeve, sadece tahmin performansı kazanımlarını değil, aynı zamanda her iki optimizasyon tekniğinin varsayılan parametre ayarlarına kıyasla hesaplama verimliliği değiş tokuşlarını da değerlendirerek, kaynak kısıtlı IoT ortamları için değerli bilgiler sunmaktadır. Sonuçlar, optimizasyon faydalarında algoritmaya bağlı önemli varyasyonlar göstermektedir: SVM, optimizasyonla önemli bir gelişme (doğrulukta yaklaşık %30) gösterirken, KNN ve DT orta düzeyde kazanımlar (%4-%5) sergilemiş, RF ve LR ise minimal iyileştirmeler (%1.1'den az) göstermiştir. Özellikle, Rastgele Arama tutarlı bir şekilde Izgara Arama'ya benzer veya daha üstün performans elde ederken, önemli ölçüde daha az hesaplama kaynağı gerektirmiştir. Bu bulgular, IoT arıza tahmin sistemlerinde etkili hiperparametre ayarlaması için, tahmin gücü ile IoT ortamlarına özgü kaynak kısıtlamaları arasında denge kuran pratik kılavuzlar oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hiperparametre Optimizasyonu, Makine Öğrenmesi, IoT, Arıza Tahmini, Izgara Arama, Rastgele Arama.

1. INTRODUCTION

The IoT has become an integral part of modern infrastructure, connecting billions of devices and enabling various applications across diverse sectors, from smart homes and wearables to industrial automation and environmental monitoring (Gunjal et al., 2024). This interconnectedness, however, also presents significant challenges, particularly concerning system reliability and the potential for device failures. Unpredicted failures can lead to disruptions in critical services, financial losses, and even safety hazards. Therefore, effective failure prediction is essential for proactive maintenance, resource allocation, and ensuring the seamless operation of IoT systems.

Traditional approaches to failure management often rely on reactive measures, addressing issues only after they occur. This approach is often insufficient in the dynamic and complex environment of IoT, where rapid response is crucial. Predictive maintenance, enabled by ML, offers a more proactive strategy by leveraging historical data to identify patterns and predict future failures. While deep learning techniques have shown remarkable performance in various prediction tasks, including failure prediction, their computational demands, and data requirements can be limiting factors in resource-constrained IoT deployments. ML algorithms, specifically RF, SVM, LR, KNN, and DT, are powerful tools for this application due to their algorithmic simplicity, computational efficiency, and proven effectiveness with modest-sized datasets.

A critical aspect of achieving optimal performance with these algorithms is properly selecting and tuning their hyperparameters. Hyperparameters are configuration settings established before training begins, distinct from model parameters, which are learned during the training process itself and significantly influence the model's ability to generalize and make accurate predictions. Manually tuning these parameters is often time-consuming and inefficient. Therefore, automated HPO techniques are essential for maximizing the predictive power of ML algorithms in the context of IoT failure prediction. To address this challenge, our research systematically investigates and compares two prominent HPO methods, grid search, and Random Search, evaluating their effectiveness in enhancing the performance of ML algorithms for IoT failure prediction. Through this comparative analysis, the study aims to establish best practices for hyperparameter tuning that enable accurate and efficient failure prediction while considering the resource constraints inherent to IoT environments.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1.Hyperparameter Optimization Techniques

This study explores two distinct approaches to hyperparameter optimization: Grid Search, which performs exhaustive parameter space exploration, and Random Search, which employs stochastic sampling strategies (Siregar et al., 2024; Anggreainy & Ayuliana, 2024; Kumar et al., 2024). These optimization techniques were systematically applied to identify optimal hyperparameter configurations for the predictive models, maximizing their performance in IoT failure detection. A comprehensive analysis of each optimization method is presented below:

2.1.1.Grid Search

Grid Search represents a systematic and exhaustive approach to HPO. This method evaluates every possible combination of hyperparameters within a predefined search space. The process involves creating a grid of hyperparameter values and training separate models for each combination in this grid (Anggreainy & Ayuliana, 2024; Kumar et al., 2024.) While this comprehensive approach ensures that no potential optimal combination is overlooked, it becomes computationally expensive as the number of hyperparameters and their possible values increase. The method's complexity grows exponentially with each additional hyperparameter, making it particularly challenging for high-dimensional parameter spaces. Despite its computational intensity, Grid Search remains valuable for problems with a relatively small number of hyperparameters or when exhaustive evaluation is necessary for ensuring optimal performance.

2.1.2.Random Search

Random Search provides a more efficient alternative to Grid Search by using a probabilistic approach to explore the hyperparameter space. Instead of evaluating every possible combination, this method randomly samples hyperparameter values from predefined distributions or ranges (Siregar et al., 2024). This approach is based on the observation that not all hyperparameters are equally important for model performance, and optimal values can often be found with fewer evaluations than required by Grid Search. Random Search can effectively explore the hyperparameter space with fewer computational resources, making it particularly suitable for large-scale optimization problems. While it may not guarantee finding the absolute optimal configuration, empirical studies have shown that Random Search can often achieve comparable or better results than Grid Search with significantly fewer iterations. The method's efficiency stems from its ability to allocate more trials to the most influential hyperparameters while maintaining the possibility of discovering unexpected combinations that systematic approaches might miss. Figure 1 illustrates the two key HPO techniques employed in this study.

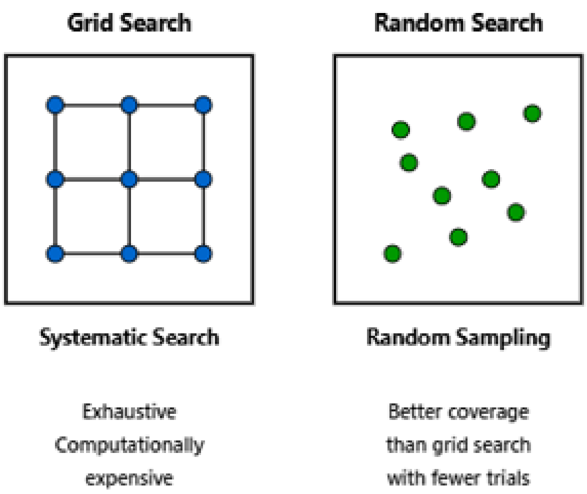


Figure 1: Comparison of Grid search and Random Search HPO methods.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

2.2. Machine Learning Algorithms

2.2.1 Random Forest (RF)

Random Forest is an ensemble learning technique that builds multiple decision trees and combines their outputs to improve the accuracy of classification and regression tasks. (Igem hokhai et al., 2025). The structure of the RF model is shown in Figure 2. It is widely used due to its robustness, ability to handle high-dimensional data, and resistance to overfitting (Marçal & Garcia, 2023). Unlike single decision trees, RF reduces variance by averaging multiple models, leading to improved generalization (Hayriye et. all., 2024).

The main parameters used by an RF classifier are: (1) Number of Estimators (n_estimators): Specifies how many decision trees are included in the forest. A higher number generally improves accuracy but increases computation time. (2) Splitting Criterion (criterion): Defines how the best split is chosen. The most common options are: “Gini," which measures impurity by calculating the probability of misclassification, and "Entropy," which uses information gain to determine the best split. (3) Maximum Depth (max_depth): Controls how many levels of splits each decision tree can have. Setting the right depth helps balance between capturing complex patterns and avoiding overfitting. (4) Minimum Samples to Split (min_samples_split): sets the minimum number of samples needed to split an internal node. Raising this value can help reduce overfitting. (5) Minimum Samples per Leaf (min_samples_leaf): Sets the minimum number of data points that must exist in each terminal node of the tree. This parameter prevents the formation of very small leaf nodes and helps create more stable decision boundaries. (6) Maximum Features (max_features): specifies the number of features considered when looking for the best split. Common choices include the square root of total features (sqrt), the logarithm of total features (log2), and bootstrap sampling (bootstrap), Which determines whether bootstrap samples are used when building each tree (Attai et al., 2024). If enabled, trees are built on randomly sampled portions of the training data.

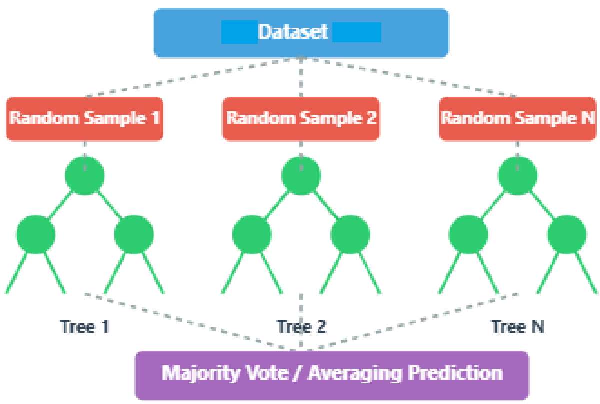


Figure 2: RF architecture.

2.2.2. Support Vector Machines (SVM)

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Support Vector Machines are supervised learning (Bulut & Dinler, 2023) models that find the optimal boundary between classes by maximizing the margin between data points while minimizing classification errors. (Beştaş & Dinler, 2023). Figure 3 depicts the classification mechanism of SVM.

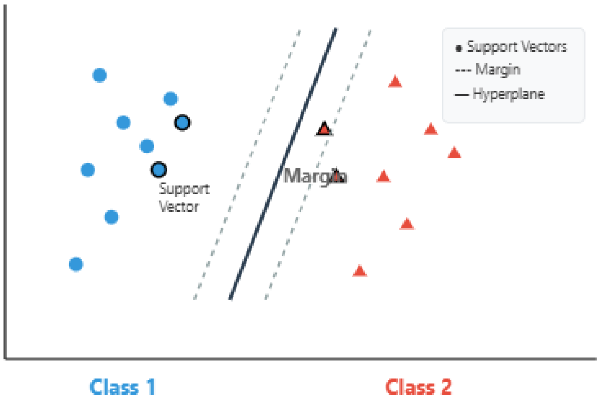


Figure 3: SVM classification approach

Fine-tuning hyperparameters in SVM is crucial for improving model performance. The most important hyperparameters include: (1) *C* (Regularization Parameter): This Parameter governs the balance between achieving a maximum margin and minimizing classification errors. With a small C value, the model allows for a wider margin but accepts more misclassifications. Conversely, a large C value creates a narrower margin while prioritizing accurate classification of all training points, which may result in overfitting. (2) Kernel Function: defines how input data is transformed into higher dimensions to find the optimal hyperplane. Common kernel types include linear kernels for linearly separable data and polynomial kernels for capturing more complex relationships, with the latter controlled by a degree parameter. Radial Basis Function (RBF) Kernel: Effective for non-linear data; requires tuning the gamma parameter, and Sigmoid Kernel: Similar to neural networks, used for specific applications. (3) Gamma (γ) Parameter: determines the influence of a single training example in non-linear kernels (RBF, polynomial).Small gamma results in a more generalized model, while high gamma focuses on capturing local patterns, potentially leading to overfitting. (4) Degree (for Polynomial Kernel): Specifies the polynomial degree when using the polynomial kernel. Higher degrees allow more complex decision boundaries but increase computational cost. (5) Coef0 (Coefficient for Polynomial and Sigmoid Kernels): Regulates the impact of higher versus lower-order terms in polynomial and sigmoid kernels, affecting the decision boundary shape. Important when working with non-linear transformations. (6) Class Weight: Adjusts the importance of different classes in imbalanced datasets. Setting class_weight='balanced' automatically assigns higher weights to minority classes. (7) Max Iterations: Specifies the maximum number of iterations for convergence. Increasing this value helps in complex models that require more iterations to find an optimal solution.

2.2.3. Logistic Regression (LR)

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Logistic Regression applies a logistic function to estimate the probability of binary outcomes, making it an effective statistical method for classification tasks. In LR, the dependent variable is categorical, typically representing two classes, such as "yes/no" or "true/false." Figure 4 illustrates the LR classification model.

Key hyperparameters for LR include: (1) C (Regularization parameter): This controls the strength of regularization applied to the model. A small value for C results in stronger regularization, preventing overfitting by penalizing large coefficients. A large value of C reduces the regularization, allowing the model to fit the data more closely but potentially risking overfitting. (2) Solver: The algorithm used to optimize the LR cost function. Common solvers include: 'liblinear,' Suitable for small datasets, using coordinate descent, and' saga,' Efficient for larger datasets, employing stochastic optimization methods.' blogs: A quasi-Newton method for optimization, often used for medium-sized datasets. (3) Max_iter (Maximum iterations): Defines the maximum number of iterations for the solver to converge to a solution. The optimization process is stopped if the solver doesn't converge within the specified number of iterations. (4) Penalty: This refers to the type of regularization used to reduce overfitting. Common options include:'l1': Lasso regularization, which can result in sparse models by forcing some coefficients to zero.'l2': Ridge regularization, which shrinks coefficients but doesn't set them exactly to zero.'elasticnet': A combination of L1 and L2 regularization. (5) Fit_intercept: Indicates whether to include an intercept in the model. If set to True, the algorithm includes an intercept term. Otherwise, it is omitted. (6) Class_weight: Adjusts the weights assigned to classes in imbalanced datasets. This hyperparameter helps the model focus more on underrepresented classes by giving them a higher weight.

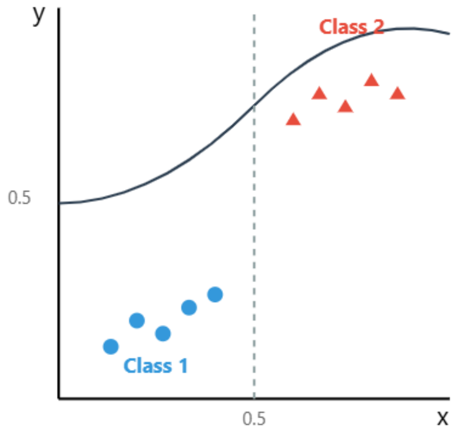


Figure 4: LR model for binary classification.

2.2.4. k-nearest Neighbors (KNN)

k-nearest Neighbors is a straightforward yet powerful ML algorithm for classification and regression tasks. It predicts outcomes by identifying the closest data points (neighbors) in the training set to a given input and determining the result based on the majority class (for classification) or the average value (for regression) (Hadian, 2023).

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

The performance of KNN depends on several key hyperparameters: (1) Number of Neighbors (n_neighbors): This parameter defines how many nearest data points are considered when making a prediction. A smaller value leads to more flexible decision boundaries, while a larger value smooths predictions but may reduce sensitivity to patterns in the data. (2) Weighting Strategy (weights): determines how the influence of neighbors is considered. The two main options are 'uniform' (equal weight for all neighbors) and 'distance' (closer neighbors have higher influence). (3) Distance Metric (metric): defines how the algorithm calculates distances between points. Common choices include Euclidean distance (default), Manhattan distance, and Minkowski distance, depending on the problem. (4) Power Parameter for Distance (p): used when Minkowski distance is selected as the metric. Setting p=1 results in Manhattan distance, while p=2 corresponds to Euclidean distance. (5) Search Algorithm (algorithm): determines how neighbors are searched efficiently. Options include 'auto' (automatic selection), 'ball_tree' and 'kd_tree' (efficient spatial data structures), and 'brute' (direct computation).

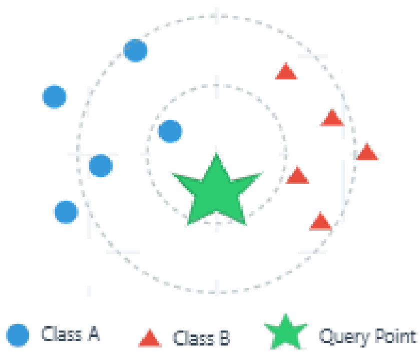


Figure 5: KNN algorithm

Figure 5 illustrates the KNN algorithm's core concept. A query point (a new data point to be classified, shown as a green star) is categorized based on the majority class of its k-nearest neighboring points, with class A shown as blue circles and class B as red triangles, demonstrating the algorithm's distance-based classification approach.

2.2.5. Decision Tree (DT)

Decision Trees create hierarchical structures where nodes represent feature-based decisions, branches show possible pathways, and leaves provide final predictions for classification or regression tasks (Hayriye et al., 2023).

Hyperparameter tuning is crucial in improving the model's performance by controlling tree growth, reducing overfitting, and optimizing predictive accuracy. Key hyperparameters for decision trees include: (1) Max Depth (max_depth): Defines the maximum depth of the tree. A higher depth allows the model to capture more complex patterns but may lead to overfitting. Setting a reasonable depth helps balance bias and variance. (2) Minimum Samples Split (min_samples_split): Sets the smallest number of samples needed before a node can be divided. Higher values prevent excessive splitting, reducing overfitting. Common values**:** 2 (default), 5, 10**.** (3) Minimum Samples Leaf (min_samples_leaf): This Parameter establishes the minimum number of samples in a leaf node. Setting higher values creates smoother decision boundaries and prevents the formation of small, isolated branches. Typical values include 1 (default), 5, and 10, with larger values promoting greater generalization. (4) Maximum Features (max_features): This Parameter governs how many features the algorithm evaluates when determining the optimal split at each node. Options include `"sqrt"` (uses the square root of total features, the default for classification), `"log2"` (uses logarithm base 2 of total features), and " None" (considers all available features). Limiting the features considered at each split can enhance the model's generalization ability and reduce the risk of overfitting. (Li et al., 2023). (5) Criterion (criterion): Defines the function used to measure the quality of a split. Common options: "gini" (Gini impurity, default for classification) and "entropy" (Information gain-based splitting). (6) Splitter (splitter): Determines the strategy for choosing splits at each node. Options: "best" (selects the best split (default)), "random" (selects a random split).

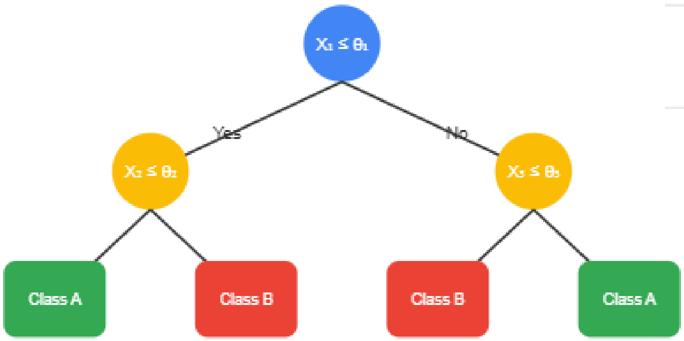


Figure 6: DT algorithm

2.3. Dataset

The IoT sensor data used in this study was obtained from IBM's GitHub repository [12]. This dataset comprises readings from various IoT sensors, represented by nine independent variables: 'Footfall,' 'Atemp,' 'Selflr,' 'Clinlr,' 'Dolelr,' 'Pid,' 'Outpressure,' 'Inpressure,' and 'Temp.' The dataset contains 945 samples, categorized by a binary dependent variable: 393 labeled Failure (1) and 551 labeled Not (0). (See Figure 7.)

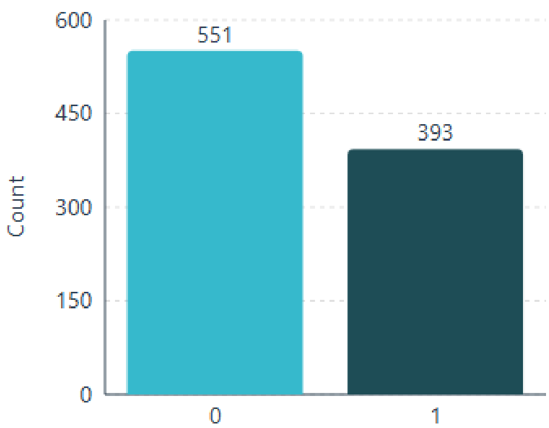


Figure 7: Distribution of Non-Failure (0) vs Failure (1) cases.

3. RESEARCH AND FINDINGS

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

This research compares the default settings of five different ML algorithms (RF, SVM, LR, KNN, and DT) with two HPO techniques—Grid Search and Random Search.

Referring to Table 1, the RF algorithm shows minimal performance improvements through HPO. While default settings achieve 91.20% accuracy with extremely low computational costs (0.1847 seconds, 2.4576 bytes), Grid Search marginally improves accuracy to 91.55% but requires an impractical 80,250 seconds of runtime. Random Search offers the best balance, matching Grid Search's performance improvements with significantly reduced computational demands (20.75 seconds). This demonstrates that for this particular task, HPO provides only modest accuracy gains (0.35%) while potentially incurring substantial computational costs, with Random Search representing the most efficient optimization approach.

Table 1: Best hyperparameter combinations of RF algorithm found by Default/HPO.

	Best hyperparameter combinations	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	Run Time (seconds)	Memory (bytes)
Default	• n_estimators: 100, • min_samples_split: 2, • min_samples_leaf: 1, • max_features: 'sqrt', • max_depth: None, • criterion: 'gini', • bootstrap: True	91.20	90.90	91.00	90.95	0.1847	2.4576
Grid Search	• n_estimators: 100, • min_samples_split:26, • min_samples_leaf: 1, • max_features: 0.3, • max_depth:10, • criterion:'gini', • bootstrap: True	91.55	91.23	91.42	91.32	80250.5031	20316.1600
Random Search	• n_estimators: 100, • min_samples_split: 18, • min_samples_leaf: 4, • max_features: 0.3, • max_depth: 200, • criterion: 'gini', • bootstrap: True	91.55	91.18	91.55	91.34	20.7492	15.5648

Based on Table 2, SVM shows remarkable sensitivity to HPO. The default configuration performs poorly at 58.45% accuracy, while both Grid Search and Random Search dramatically improve performance to around 88% accuracy. Grid Search achieves marginally better results (88.38% vs 88.03%) but requires 113 seconds of runtime, whereas Random Search needs only 2.46 minutes while delivering comparable performance. This represents a striking 30 percentage point improvement in accuracy through optimization, with Random Search offering the most efficient balance between performance and computational cost. Unlike RF (Table 2), SVM benefits substantially from hyperparameter tuning, with Default parameters being significantly suboptimal for this task.

Table 2: Best hyperparameter combinations of the SVM algorithm are found by default/HPO.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

	Best hyperparameter combinations	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	Run Time (seconds)	Memory (bytes)
Default	• max_iter:-1, • kernel:'*rbf*', • gamma:'scale', • degree: 3, • coef0:0.0, • class_weight: None, • *C*=1.0	58.45	29.23	50.00	36.89	0.0182	166.2976
Grid Search	• max_iter: 800, • kernel: 'rbf', • gamma: 0.0001, • degree: 2, • coef0: 0, • class_weight: 'balanced', • *C*: 100	88.38	88.01	88.10	88.05	113.3113	7053.7216
Random Search	• max_iter:400, • kernel:'rbf', • gamma:0.0001, • degree: 7, • coef0:5, • class_weight: 'None' • C: 100	88.03	87.62	87.80	87.71	2.4572	219.9552

Referring to Table 3, LR shows modest performance improvements through HPO. The Default configuration already performs well (90.49% accuracy), while Grid Search slightly improves results to 90.85% by reducing C to 0.01, but at the cost of increasing runtime from 0.0657 to 18.91 seconds. Random Search achieves the best performance (91.55% accuracy, 91.34% F1-score) while maintaining reasonable efficiency (0.93 seconds runtime). Unlike SVM (Table 3), LR's improvements through optimization are incremental rather than transformative, with Random Search again providing the optimal balance between performance gains and computational efficiency.

Table 3: Best hyperparameter combinations of LR algorithm found by Default/HPO.

	Best hyperparameter combinations	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	Run Time (seconds)	Memory (bytes)
Default	• solver:'lbfgs', • penalty:'l2', • max_iter:100, • fit_intercept: True, • class_weight: None, • C:1.0	90.49	90.12	90.40	90.25	0.0657	4096
Grid Search	• solver: 'lbfgs', • penalty: 'l2', • max_iter: 100, • fit_intercept: True, • class_weight: None,	90.85	90.51	90.70	90.60	18.9128	264.6016

	• C: 0.01						
Random Search	• solver:'lbfgs', • penalty: 'l2', • max_iter:500, • fit_intercept: True, • class_weight: None, • C: 0.01	91.55	91.18	91.55	91.34	0.9261	1.6384

Referring to Table 4, KNN shows significant improvement through HPO. The default configuration achieves 75.70% accuracy with just five neighbors and Euclidean distance. Grid Search substantially improves performance to 80.28% accuracy by switching to Manhattan distance and using 95 neighbors. Random Search delivers the best results (80.99% accuracy, 78.86% F1-score) while requiring less than half the computational resources of Grid Search. The substantial accuracy improvement of over five percentage points demonstrates KNN's sensitivity to parameter tuning, with distance metric and neighbor count particularly influential. Random Search again proves most effective, balancing performance gains with computational efficiency.

Table 4: Best hyperparameter combinations of KNN algorithm found by Default/HPO configuration.

	Best hyperparameter combinations	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	Run Time (seconds)	Memory (bytes)
Default	• algorithm='auto', • metric='minkowski', • n_neighbors =5, • p=2, • weights='uniform'	75.70	77.07	72.72	73.31	0.0647	8192
Grid Search	• algorithm: 'auto,' • metric: 'Manhattan' • n_neighbors: 95, • p: 1, • weights: 'uniform'	80.28	82.86	77.37	78.29	5.5288	759.3984
Random Search	• algorithm: 'brute', • metric: 'minkowski' • n_neighbors:79 , • p: 3, • weights: 'uniform,'	80.99	84.51	77.85	78.86	2.6461	189.6448

Referring to Table 5, DT shows substantial improvement through HPO. The default configuration achieves 85.56% accuracy with minimal computational demands (0.0163 seconds). Grid Search significantly improves performance to 90.14% accuracy by introducing regularization parameters but at an extreme computational cost (203.97 seconds). Random Search delivers the best results overall with 90.49% accuracy while requiring only 0.3466 seconds - approximately 600 times faster than Grid Search. The 4.93 percentage point accuracy improvement highlights DT's sensitivity to regularization parameters that prevent overfitting.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

This again demonstrates Random Search's efficiency as an optimization approach, providing superior performance with dramatically reduced computational overhead.

Table 5: Best hyperparameter combinations of DT algorithm found by Default/ HPO

	Best hyperparameter combinations	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	Run Time (seconds)	Memory (bytes)
Default	• min_samples_split:2, • min_samples_leaf:1, • max_leaf_nodes: None, • max_features: None, • max_depth: None, • criterion:'gini'	85.56	85.12	85.20	85.16	0.0163	1.6384
Grid Search	• min_samples_split: 5 • min_samples_leaf: 4, • max_leaf_nodes:35, • max_depth: 300, • max_features: '0.5', • criterion: 'gini'	90.14	89.79	89.97	89.88	203.9733	3358.7200
Random Search	• min_samples_split: 30, • min_samples_leaf: 6, • max_leaf_nodes: 50, • max_features: 'log2', • max_depth: 10, • criterion: 'gini'	90.49	90.18	90.27	90.23	0.3466	3.2768

The performance comparison in Figure 8 reveals how five machine learning algorithms respond to different parameter selection strategies. While hyperparameter optimization generally enhances performance across all algorithms, the degree of improvement varies substantially. SVM exhibits the highest sensitivity to parameter tuning, showing dramatic accuracy gains when optimized. In contrast, RF and LR demonstrate remarkable stability, maintaining excellent performance even with their default configurations.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Figure 8: Comparative analysis of algorithm accuracies (%) with default and HPO parameters

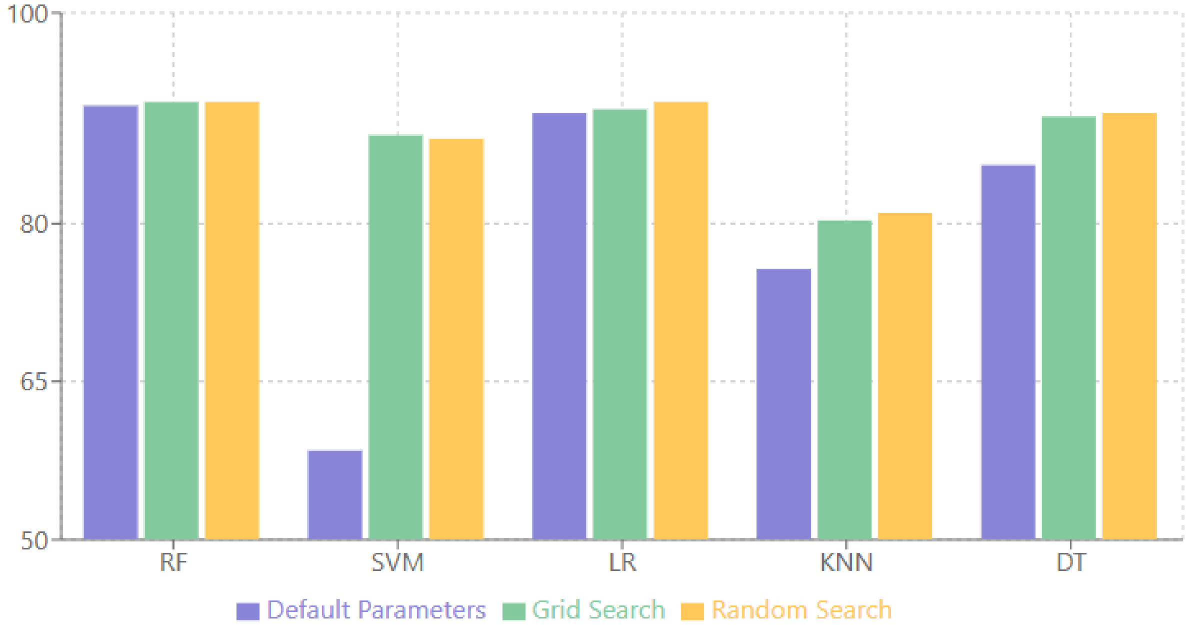
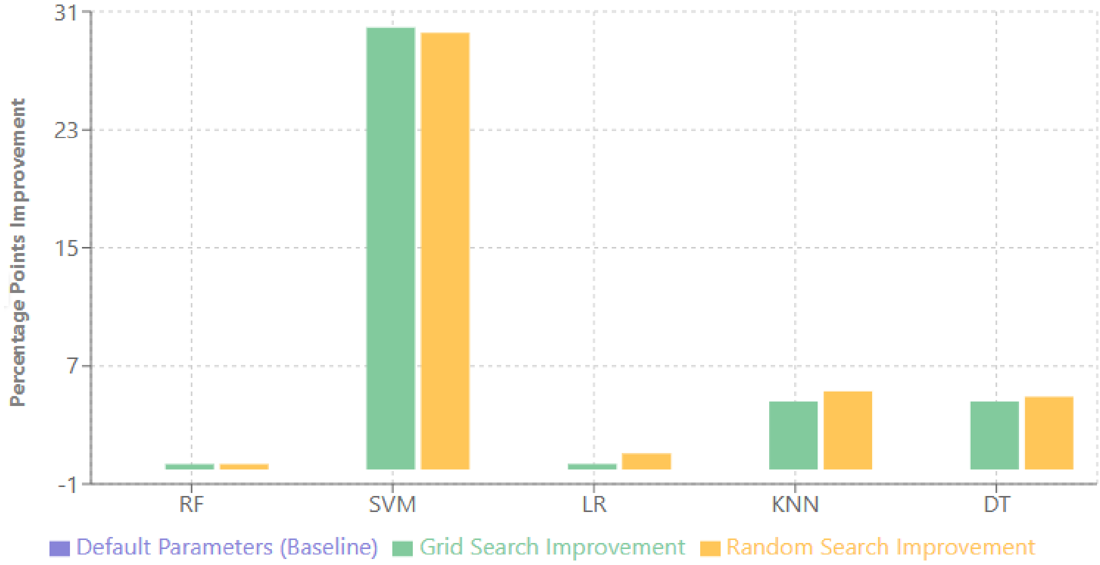


Figure 9 illustrates the accuracy gains achieved through parameter optimization compared to default configurations across five machine learning algorithms. The visualization strikingly contrasts SVM's extraordinary sensitivity to tuning against RF and LR's inherent stability with default parameters. KNN and DT occupy the middle ground, showing moderate improvements when optimized, effectively demonstrating how algorithm selection influences the potential returns from hyperparameter tuning efforts.

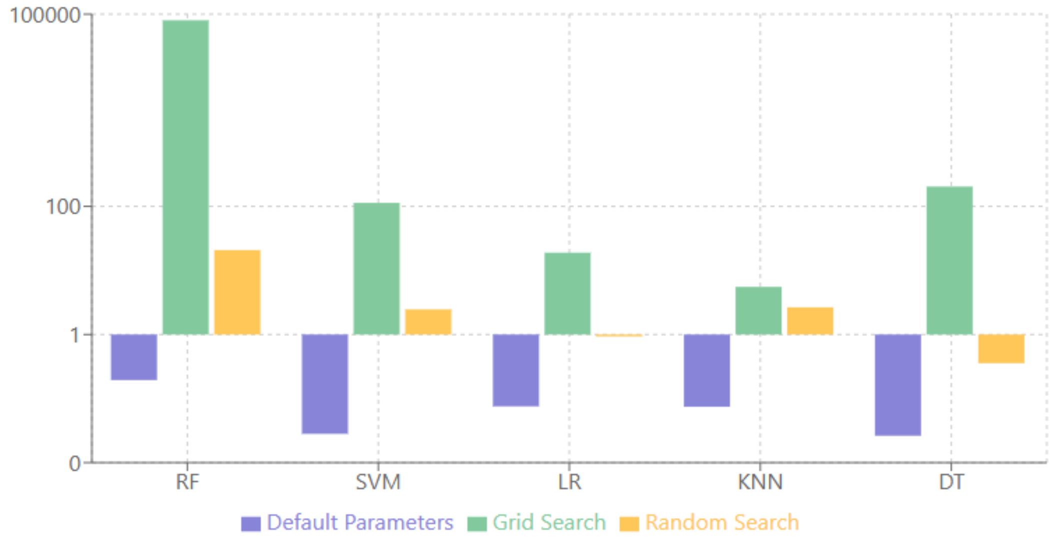
Figure 9: Accuracy (%) improvement using HPO parameters compared to default settings.



ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Algorithms were implemented on a personal computer featuring an Intel Core i3-3110M processor (2.40 GHz) and 6 GB of RAM. Figure 10 presents the HPO execution times for five ML algorithms using a logarithmic scale, highlighting the efficiency gap between optimization methods. Grid Search consistently demands substantially more computational resources than Random Search across all algorithms, with this disparity most pronounced for RF. When considered alongside the accuracy improvements from previous figures, the visualization reveals critical efficiency tradeoffs—SVM achieves substantial accuracy gains at reasonable computational cost, while RF's minimal improvements require extensive resources. These findings suggest Random Search as a more practical optimization approach, particularly for computationally demanding algorithms like RF.

Figure 10: Runtime comparison of default and HPO parameters (log scale).



CONCLUSION

The rapid expansion of the IoT in critical sectors such as healthcare, energy, transportation, industrial automation, agriculture, smart cities, and public safety has highlighted the importance of reliable failure prediction systems. This comprehensive study comparing HPO techniques for ML-based IoT failure prediction offers several significant insights.

The findings demonstrate that the benefits of HPO vary substantially depending on the algorithm. SVM showed dramatic improvement with optimization, increasing accuracy by approximately 30% from default settings. KNN and DT algorithms exhibited moderate gains of 4-5% in predictive performance, while RF and LR displayed minimal improvements of less than 1.1%, suggesting these algorithms already perform effectively with default configurations.

Random Search consistently achieved comparable or superior performance to Grid Search while requiring substantially fewer computational resources. For instance, Random Search improved DT accuracy by 4.93% with only 0.3466 seconds of processing time, whereas Grid

Search required 203.97 seconds for a 4.58% improvement—an efficiency gain of approximately 600 times.

These results establish practical guidelines for effective hyperparameter tuning in IoT failure prediction systems, balancing predictive power with the resource constraints inherent to IoT environments. The research suggests that Random Search offers the optimal balance between performance improvement and computational efficiency for resource-constrained IoT applications. The study also indicates that for some algorithms, particularly RF and LR, extensive HPO may not be justified, given the minimal performance gains relative to computational costs.

This research contributes valuable insights for implementing efficient and effective ML-based failure prediction systems across diverse sectors where IoT technologies are increasingly deployed, helping to ensure system reliability while minimizing downtime in critical applications.

REFERENCES

Anggreainy, M.S., and Ayuliana, (2024). Effect of Using Grid Search Method on The Performance of Machine Learning Models for Heart Disease Classification, *2024 7th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)*, Bali, Indonesia, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/IC2IE63342.2024.10748101.

Attai, K., Ekpenyong, M., Amannah, C., Asuquo, D., Ajuga, P., Obot, O., Johnson, E., John, A., Maduka, O., Akwaowo, C., & Uzoka, F.-M. (2024). Enhancing the Interpretability of Malaria and Typhoid Diagnosis with Explainable AI and Large Language Models. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, *9*(9), 216. https://doi.org/10.3390/tropicalmed9090216**.**

Beştaş, M. Ş., & Batur Dinler, Ö. (2023). Detection of Android Based Applications with Traditional Metaheuristic Algorithms. International Journal of Pure and Applied Sciences, 9(2), 381-392. https://doi.org/10.29132/ijpas.1382344.

Bulut, A., & Batur Dinler, Ö. (2023). The Effect of Industry 4.0 and Artificial Intelligence on Human Resource Management. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik Ve Tasarım Dergisi,* 5(2), 143-166. https://doi.org/10.47898/ijeased.1306881.

Gunjal, P.R., Jondhale, S.R., Lloret Mauri, J., & Agrawal, K. (2024). Internet of Things: Theory to Practice (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003282945.

Hadian, M. (2023). Power Estimation Framework to Ensure the Reliability of Edge Devices in Internet-of-Things Applications [Ph.D. thesis, Polytechnique Montréal]. PolyPublie. https://publications.polymtl.ca/54386/

Igemhokhai, S., Olaoye, A., Bello K., Momodu, E., Isuk, N., and Adejumo, A. (2025). Application of Machine Learning for Bit-Formation Matching in drilling operations. 25 February 2025, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5556031/v1].

Kumar, D., Kothiyal, A., Kumar, R., Hemantha, C., and Maranan, R. (2024). Random Forest approach optimized by the Grid Search process for predicting the dropout students. *2024 International Conference on Innovations and Challenges in Emerging Technologies (ICICET)*, Nagpur, India, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICICET59348.2024.10616372.

Li, H., Mao, K., Ye, X., Zhang, T., Zhu, Q., Wang, M., Ge, Y., Li, H., & Ali, F. (2023). Air-to-Ground Path Loss Model at 3.6 GHz under Agricultural Scenarios Based on Measurements and Artificial Neural Networks. *Drones*, *7*(12), 701. https://doi.org/10.3390/drones7120701.

Marçal, I., & Garcia, R.E.(2023). A comprehensible analysis of the efficacy of Ensemble Models for Bug Prediction. arXiv:2310.12133**,** Doİ:https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.12133

Siregar, F.A., Candra A., and Sutarman. (2024).Determining The Parameter K of K-Nearest Neighbors (KNN) using Random Grid Search. *2024 4th International Conference of Science and Information Technology in Smart Administration (ICSINTESA), Balikpapan, Indonesia,* 662-665, doi 10.1109/ICSINTESA62455.2024.10748027.

Tanyıldız, H., Batur Şahin, C., Batur Dinler, Ö. (2023). Analysis and Evaluation of Conventional Methods for Diabetes Prediction. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (52), 220-233.

Tanyıldız, H., Batur Şahin, C., & Batur Dinler, Ö. (2024). Enhancing Cybersecurity through GAN-Augmented and Hybrid Feature Selection Machine Learning Models: A Case Study on EVSE Data. *NATURENGS*, 5(1), 61-70. https://doi.org/10.46572/naturengs.1495489

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

KESİRLİ MERTEBEDEN BLACK-SCHOLES DENKLEMİNİN CONFORMABLE LAPLACE AYRIŞIM METODU İLE ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE

Ayşe ÖZÇİFTÇİ
Selçuk Üniversitesi
aysesali2115@gmail.com – 0009-0006-1195-8873

Prof. Dr. Ozan ÖZKAN
Selçuk Üniversitesi
oozkan@selcuk.edu.tr - 0000-0001-6430-1126

ÖZET

Bu çalışmada kesirli mertebeden türeve sahip Black-Scholes (BS) opsiyon fiyatlama denkleminin conformable Laplace ayrıştırma metodu (CLAM) ile çözümüne yer verilmiştir. Black-Scholes denklemi önemli bir finansal modellemenin matematiksel denklemidir. Black-Scholes (BS) denklemi ile, opsiyon ve opsiyon dayanak varlığından oluşan bir portföy yaratmak ve bu portföyü küçük zaman aralıklarında dayanak varlığın piyasa fiyatına duyarsız hale getirmek amaçlanır. Conformable Laplace ayrıştırma metodu (CLAM), conformable Laplace dönüşümü ile Adomian ayrıştırma yönteminin peşi sıra uygulanmasından oluşur. Çalışmamızda öncelikli olarak Black-Scholes (BS) denkleminin CLAM ile çözümü için genel bir algoritma verilmiştir. Ardından; önerilen algoritma iki faklı örneğe uygulanmış, elde edilen sonuçlar analiz edilip, sonuçlar grafikler yardımıyla yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlardan conformable Laplace ayrıştırma metodunun kesirli mertebeden Black-Scholes (BS) denkleminin çözümü için; güçlü, güvenilir ve kullanımı kolay bir metot olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Kesirli Analiz, Conformable kesirli türev, Conformable Laplace dönüşümü, Black-Scholes denklemi, Adomian ayrışım metodu.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

HYBRID SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ ALTINDA NADARAJAH-HAGHIGHI DAĞILIMININ PARAMETRELERİNİN TAHMİNİ

Dr., Nurdan YENİAY KOÇER
Gazi Üniversitesi,
nurdanyeniay@gmail.com - 0000-0001-8263-1524
Dr. Öğr. Üyesi, Hasan HÜSEYİN GÜL
Giresun Üniversitesi,
hasan.huseyin@giresun.edu.tr - 0000-0001-9905-8605

ÖZET

Tarım, biyoloji, ekoloji, ormancılık, balıkçılık ve çevre yönetimi gibi araştırmalarda maliyet etkin örnekleme yöntemleri büyük önem taşımaktadır. Çevresel, biyomedikal ve ekolojik çalışmalarda, örneklerden doğrudan ölçüm almak pahalı ve zaman alıcı olabilir. Örneğin, bir kirletici madde nedeniyle toprak kirliliğinin seviyesini belirlemek, deneysel bitkilerin kök ağırlığını tahmin etmek veya akarsu havuzu büyüklüğünü ve habitat alanını değerlendirmek bu tür zorluklara örnek olarak gösterilebilir. Ancak, küçük bir örnek grubundaki birimleri sıralamak görece daha kolay ve güvenilir bir yöntemdir. Deney birimlerinin sıralaması görsel olarak veya daha düşük maliyetli başka yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Böyle durumlar için basit tesadüfi örneklemeye (BTÖ) alternatif olarak önerilen sıralı küme örnekleme (SKÖ) yöntemi ve türevleri maliyet etkin bir alternatif olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada, hybrid sıralı küme örneklemesi (HSKÖ) altında Nadarajah-Haghighi dağılımının parametrelerinin en çok olabilirlik yöntemi ile tahmini üzerinde durulmuştur. Bir simülasyon çalışması ile tahmin edicilerin etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Genel olarak HSKÖ altında elde edilen tahmin edicilerin SKÖ ve BTÖ yöntemleri altında elde edilen tahmin edicilerden daha etkin olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hybrid sıralı küme örneklemesi, Sıralı küme örneklemesi, En çok olabilirlik, Nadaraj-Haghighi dağılımı.

1. GİRİŞ

Sıralı küme örneklemesi (SKÖ) yöntemi ilgilenilen değişkenin gerçek ölçümünün zor ve maliyetli olduğu durumlarda basit tesadüfi örneklemeye (BTÖ) alternatif olarak geliştirilmiş bir örnekleme yöntemidir. SKÖ yöntemi gözlem birimlerinin ilgilenilen değişkene göre yardımcı değişken bilgisi veya görsel karşılaştırma yardımıyla, gerçek ölçüm yapılmaksızın sıralanması ilkesine dayanır. Bu özelliği sebebiyle literatürde tarım, çevre, tıp, mühendislik, biyoloji gibi birçok alanda uygulama imkanı bulur. SKÖ yöntemi ilk olarak McIntyre [1] tarafından ortalama ürün miktarını tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır. Takahasi ve Wakimoto [2] SKÖ'de sıralamanın hatasız olduğu durumlarda SKÖ tasarımıyla elde edilen örnek ortalamasının yığın ortalamasının sapmasız bir tahmin edicisi olduğunu ve SKÖ tasarımıyla elde edilen örnek ortalamasına ilişkin varyans değerinin BTÖ tasarımıyla elde edilen aynı büyüklükteki örnek ortalamasına ilişkin varyans değerinden daha küçük olduğunu göstermişlerdir. Dell ve Clutter [3] SKÖ yöntemine dayalı tahmin edicilerin gözlem birimlerinin hatalı sıralanması durumunda da (imperfect ranking) yansız ve etkin olduklarını göstermişlerdir.

Literatürde SKÖ tasarımı ve modifikasyonları ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Samawi ve ark. [4] Uç Sıralı Küme Örneklemesini (USKÖ) önermişlerdir. Muttlak [5] yığına ilişkin ortalama tahmini için Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ) tasarımını önermiştir. Al-Saleh ve Al-Kadiri [6] yığın ortalaması tahminine ilişkin Çift Sıralı Küme Örneklemesi (ÇSKÖ) tasarımını önermişlerdir. Al-Saleh ve Al-Omari [7] daha küçük örnek setlerinden elde edilen yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicilerin etkinliğini arttırmak amacıyla Çok Aşamalı Sıralı Küme Örneklemesi (ÇASKÖ) tasarımını geliştirmişlerdir. Al-Naseer [8] yığın ortalamasının tahmini için L sıralı küme örneklemesi (LSKÖ) tasarımını önermiştir. Bunlara ek olarak Haq ve ark. [9] Hybrid Sıralı Küme Örneklemesi (HSKÖ) tasarımını önermişleridir.

SKÖ ve türevlerine altında, birçok bilinen dağılımın parametrelerinin tahminleri son yıllarda araştırmacılar tarafından oldukça sık bir şekilde çalışılmaktadır. Hassan [10] exponentiated üstel dağılımının parametrelerini, Samuh ve Qtait [11] üstel dağılımının parametrelerini, Esemen ve Gürler [12] genelleştirilmiş Rayleigh dağılımının parametrelerini, Pedrosa ve ark. [13] Birnbaum-Saunders dağılımının parametrelerini, Al-Omari ve ark. [14] iki parametreli Xgamma dağılımının parametrelerini, Shaaban [15] inverted Topp-Leone dağılımının parametrelerini farklı SKÖ tasarımları altında incelemişlerdir. Ayrıca Haq [16] HSKÖ altında dağılım fonksiyonunun tahmini vermiştir.

Nadarajah-Haghighi (NH) dağılımı Nadarajah ve Haghighi [17] tarafından üstel dağılımın bir genelleştirmesi olarak önerilmiştir. NH dağılımının dağılım fonksiyonu ve olasılık yoğunluk fonksiyonu sırasıyla aşağıda verildiği gibidir:

$$F(x) = 1 - exp(1 - (1 + \lambda x)^{\alpha}), \tag{1}$$

$$f(x) = \alpha\lambda(1 + \lambda x)^{\alpha-1} exp(1 - (1 + \lambda x)^{\alpha}). \tag{2}$$

Bu çalışmada Nadarajah-Haghighi dağılımının bilinmeyen parametreleri BTÖ, SKÖ ve HSKÖ tasarımları altında en çok olabilirlik yöntemine dayalı olarak elde edilmiştir. Bilinmeyen parametreler için kapsamlı Monte Carlo simülasyon çalışması yapılmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçları son bölümde yer almaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

2. ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde SKÖ ve HSKÖ'nin örnek seçimi ve algoritması ile ilgili detaylı bilgiler verilecektir.

2.1. Sıralı Küme Örneklemesi

Sıralı küme örneklemesinde örnek seçim işlemi aşağıdaki gibidir:

- Öncelikle ilgili yığından m^2 çaplı örnek BTÖ' ye dayalı olarak seçilir. Seçilen m^2 çaplı örnek her biri *m* gözlem biriminden oluşacak şekilde m tane kümeye tesadüfi olarak paylaştırılır.
- *m* tane kümeye tesadüfi olarak paylaştırılan gözlem birimleri ilgilenilen değişkene göre ucuz ve kolay bir ölçümle küçükten büyüğe sıralanır. Bu sıralama görsel yolla veya ilgilenilen değişkenle yüksek derecede ilişkili bir yardımcı değişken kullanılarak yapılabilir.
- Birinci kümeden en küçük gözlem değeri, ikinci kümedeki ikinci gözlem değeri ve *m.* kümedeki *m.* gözlem değeri gerçek ölçüm için seçilir. Buradaki ölçüm ilgilenilen değişkene göre en hassas ölçme düzeyi ile gerçekleştirilir.
- Adım 1-3 *r* kez tekrarlanarak toplam örnek çapı n olmak üzere *n=mr* tane gözlem birimi gerçek ölçüm için seçilmiş olur.

SKÖ ile örnek seçim işlemi *r*=1 için Çizelge de gösterilmiştir.

Çizelge 1. *r=1* iken SKÖ ile örnek seçimi

Küme	Yığından seçilen gözlem birimleri	Sıralanan gözlem birimleri	Örneğe seçilen gözlem birimleri
1	$X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1m}$	$\boldsymbol{X_{1(1:m)1}}, X_{1(2:m)2}, \dots, X_{1(m:m)1}$	$\boldsymbol{X_{1(1:m)1}}$
2	$X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2m}$	$X_{2(1:m)1}, \boldsymbol{X_{2(2:m)2}}, \dots, X_{2(m:m)1}$	$\boldsymbol{X_{2(2:m)2}}$
⋮	⋮	⋮	⋮
m	$X_{m1}, X_{m2}, \dots, X_{mm}$	$X_{m(1:m)1}, X_{m(2:m)2}, \dots, \boldsymbol{X_{m(m:m)1}}$	$\boldsymbol{X_{m(m:m)1}}$

Burada, sıralamada hata yapılmadığı varsayımı altında $X_{i(i:m)j}$; $i = 1,2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, m$ olmak üzere *j.* tekrardaki *i.* kümenin *i.* sıra istatistiğini ifade etmektedir. SKÖ yönteminde birimler görsel yolla veya ilgilenilen değişkene göre maliyet gerektirmeyen bir yöntemle sıralandığı için genellikle m değerinin 5'ten küçük olması tercih edilmektedir.

SKÖ' de yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$\bar{X}_{SKÖ} = \frac{1}{mr}\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{m} X_{i(i:m)j}, \qquad (3)$$

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Bu tahmin ediciye ilişkin varyans da aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \frac{1}{mr}\sum_{i=1}^{m}\frac{\sigma_{i:m}^2}{m} = \frac{1}{mr}\left[\sigma^2 - \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}(\mu_{(i:m)} - \mu)^2\right], \quad (4)$$

burada μ, yığın ortalamasını $\mu_{i(i:m)j}$ ise *i*. kümenin *i*. sıra istatistiğinin ortalamasını ve $\sigma_{i:m}^2$ ise *i*. sıra istatistiğinin varyansını ifade etmektedir.

2.2. Hybrid Sıralı Küme Örneklemesi

HSKÖ'de örnek seçim işlemi şu şekilde olacaktır:

- k_1, k_2 *ve* k_3 tamsayı olmak üzere $0 \leq k_1 \leq m$, $k_2 = [\alpha k_1]$ ve $k_3[\alpha(m - k_1)]$, burada $0 \leq \alpha \leq 0.5$'tir. Burada [q]; q'ya eşit ya da büyük tamsayı değeridir.
- İlgili yığından $k_1(k_1 - k_2)$ birim BTÖ ile seçilir. Seçilen bu birimler her biri k_1 içeren $(k_1 - k_2)$ kümeye dağıtılır. Her bir kümedeki birimler görsel yolla ya da herhangi bir ucuz yöntemle küçükten büyüğe sıralanır. Ardından ilk $(k_1 - k_2)$. kümeden *i=1, 2, ...,* $k_1 - k_2$ için *i*. birim ; *i=1,2,...,* k_2 *için* k_2. kümeden $(k_1 - i + 1)$. Birim seçilir.
- Ardından yığından $(m - k_1)^2(m - k_1 - k_3)$birim seçilir ve $m - k_1 - k_3$ birim içeren $(m - k_1)^2$kümeye dağıtılır. Bu birimlere bilinen SKÖ örnek seçim algoritması uygulanır.
- Adım 3'te elde edilen birimler sıralanır ve ilk $m - k_1 - k_3$ kümeden *i=1,2,...,* $m - k_1 - k_3$ için *i*. birim; ardından ilk k_3 kümeden de *i=1,2,...,*k_3 için $(m - k_1 - i + 1)$. birim seçilir.
- Bu adımlar tamamlanarak tek döngüde *m* çaplı hybrid sıralı küme örneğini oluşturur.
- Tüm adımlar r kez tekrar edilerek *n=mr* çaplı hibrid sıralı küme örneği oluşturulur. Bu çalışmada *n=8* için $k_1 = 4, k_2 = 2, k_3 = 0$, *n= 12* için $k_1 = 4, k_2 = 1, k_3 = 0$ ve *n=16* için $k_1 = 4, k_2 = k_3 = 0$ olarak alınmıştır.

3. PARAMETRE TAHMİNİ

Bu bölümde, NH dağılımının bilinmeyen parametreleri için BTÖ, SKÖ ve HSKÖ altında EÇO tahmin edicileri elde edilecektir.

3.1. BTÖ Altında EÇO Tahmini

$X_1, X_{2,} \ldots, X_n$ NH dağılımından alınan *n* birimlik rasgele örneklem olmak üzere, bu örnekleme ilişkin olabilirlik ve log-olabilirlik fonksiyonları;

$$L(\alpha,\lambda|x) = \prod_{i=1}^{n} f(x_i|\alpha,\lambda)$$
$$= \prod_{i=1}^{n} \alpha\lambda\,(1 + \lambda x_i)^{\alpha-1} exp(1 - (1 + \lambda x_i)^{\alpha}),$$
$$l(\alpha,\lambda|x) = \sum_{i=1}^{n} log\left(\alpha\lambda(1 + \lambda x_i)^{\alpha-1} exp(1 - (1 + \lambda x_i)^{\alpha})\right)$$

$$= nlog(\alpha) + nlog(\lambda) + (\alpha - 1)\sum_{i=1}^{n}\log(1 + \lambda x_i) - \sum_{i=1}^{n}(1 + \lambda x_i)^{\alpha}, \quad (5)$$

şeklinde elde edilir.

α ve λ parametrelerinin EÇO tahmin edicileri,

$$\frac{dl(\alpha,\lambda|x)}{d\alpha} = 0 \quad \text{ve} \quad \frac{dl(\alpha,\lambda|x)}{d\lambda} = 0,$$

elde edilen eşitlikler sonucunda ortaya çıkan lineer olmayan denklem sistemlerinin çözümü gerekmektedir. Bu nedenle, çözüme ulaşmak için nümerik yöntemler kullanılmalıdır. Bu çalışmada, Nelder-Mead optimizasyon yöntemi tercih edilmiştir.

3.2. SKÖ Altında EÇO Tahmini

$X_{(i:m)j}$, j'ninci döngüde NH(α, λ) dağılımından alınan m boyutlu i'ninci kümedeki i'ninci sıra istatistiği olsun. Burada $i = 1, \ldots, m$ ve $j = 1, \ldots, r$'dir. m küme büyüklüğü ve r tekrar sayısı olmak üzere $X_{(i:m)j}$ NH(α, λ) dağılımından alınan n=mr büyüklüğünde sıralı küme örneklemini oluşturur. $X_{(i:m)j}$'nin oyf aşağıdaki gibi yazılır;

$$f_{X_{(i:m)j}}\left(X_{(i:m)j}\right) = \frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}\left[F\left(X_{(i:m)j}\right)\right]^{i-1}\left[1 - F\left(X_{(i:m)j}\right)\right]^{m-i} f\left(X_{(i:m)j}\right).$$

Olabilirlik fonksiyonu,

$$L\left(\lambda, \beta | x_{(i:m)j}\right) = \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m} f_{X_{(i:m)j}}\left(x_{(i:m)j}\right)$$
$$= \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m} C\alpha\lambda(1 + \lambda x_i)^{\alpha-1} exp(1 - (1 + \lambda x_i)^{\alpha})[1 - exp(1 - (1 + \lambda x_i)^{\alpha})]^{i-1}$$
$$\times [exp(1 - (1 + \lambda x_i)^{\alpha})]^{m-i}, \quad (6)$$

şeklinde elde edilir. Burada $C = \frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}$ biçimindedir. Ortaya çıkan lineer olmayan denklem sistemlerinin analitik çözümü oldukça zordur. Bu çalışmada, Nelder-Mead optimizasyon yöntemi kullanılarak çözüme ulaşılmıştır.

3.3. HSKÖ Altında EÇO Tahmini

$X_{1(1:k_1)j}, \ldots, X_{(k_1-k_2)(k_1-k_2:k_1)j}$ NH(α, λ) dağılımından alınan m boyutlu örneklem olsun. m küme büyüklüğü ve r tekrar sayısı olmak üzere, NH(α, λ) dağılımından alınan n=mr büyüklüğünde sıralı küme örneklemini oluşturur. $X_{(r:m-k_1)}^{(r:m-k_1)}$'in oyf aşağıdaki gibi yazılır;

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

$$f_{X_{(r:m-k_1)}}{}^{(r:m-k_1)}(x) = \frac{Per(\Gamma)}{(r-1)!(m-k_1-r)!},$$

burada

$$\Gamma = \begin{Bmatrix} F_{(1:m-k_1)}(x) & \cdots & F_{(m-k_1:m-k_1)}(x) \\ f_{(1:m-k_1)}(x) & \cdots & f_{(m-k_1:m-k_1)}(x) \\ 1-F_{(1:m-k_1)}(x) & \cdots & 1-F_{(m-k_1:m-k_1)}(x) \end{Bmatrix}. \tag{7}$$

Daha sonra olabilirlik fonksiyonu bulunarak ilgili parametrelere göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek EÇO tahmin edicileri elde edilir. Denklem sistemleri karmaşık olduğundan dolayı nümerik yöntemler kullanılmıştır.

4. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI VE SONUÇLAR

Bu bölümde NH dağılımının parametrelerinin BTÖ, SKÖ ve HSKÖ tasarımlarına dayalı EÇO tahmin edicilerinin performanslarını karşılaştırmak amacıyla Monte-Carlo simülasyon çalışması yapılmıştır. Karşılaştırma çalışması yan ve hata kare ortalaması (HKO) kriterine göre yapılmıştır. Monte-Carlo simülasyon çalışması farklı örnek çapı ve parametre değeri için 10.000 tekrarla MATLAB programı kullanılarak yapılmıştır. Örnek çapları n=8,12,16 olarak alınmıştır. Parametre değerleri α; λ= (0.2;2), (0,4;0.2), (0.5;0.5), (0.3;1) olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. (0.2;2) ve (0.4;0.2) parametreleri için yan ve HKO değerleri.

$\alpha;\lambda$				YAN		HKO	
	n	$m;\, r$	Yöntem	$\hat{\alpha}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\lambda}$
0.2;2	8		BTÖ	0.5700	1.7847	49.9813	668.2335
		m=4; r=2	SKÖ	0.3158	9.5371	0.0002	1.6757
			HSKÖ	0.2633	3.1647	0.0121	7.8861
	12		BTÖ	0.1104	0.6821	2.6852	75.1802
		m=3; r=4	SKÖ	0.0536	0.6061	0.2814	29.6120
		m=4; r=3		0.0528	0.7927	0.7089	307.64
			HSKÖ	0.0359	0.5537	0.0140	64.2848
	16		BTÖ	0.0447	0.4540	0.0746	22.2485
		m=4; r=4	SKÖ	0.0284	0.3372	0.0088	8.2039
			HSKÖ	0.0273	0.3203	0.0068	7.2211
0.4;0.2	8		BTÖ	10.2202	0.1694	1.2945	0.0191
		m=4; r=2	SKÖ	17.2605	23.840	0.0026	5.3741
			HSKÖ	7.2220	0.0511	773.6707	0.9909
	12		BTÖ	2.6277	0.0435	229.1920	0.1636
		m=3; r=4	SKÖ	2.0450	0.0310	183.0144	0.1040
		m=4; r=3		5.8362	0.0624	699.8352	0.4778
			HSKÖ	1.3152	0.0191	90.4814	0.2085
	16		BTÖ	0.7463	0.0263	43.1921	0.0749

		m=4; *r*=4	SKÖ	0.5073	0.0122	28.4870	0.0352
			HSKÖ	0.5258	0.0165	28.008	0.2525

Çizelge 3. (0.5;0.5) ve (0.3;1) parametreleri için yan ve HKO değerleri.

$\alpha;\lambda$				YAN		HKO	
	n	*m; r*	Yöntem	$\hat{\alpha}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\lambda}$
0.5;0.5	8		BTÖ	18.44	0.2696	2.6815	0.0177
		m=4;*r*=2	SKÖ	26.1423	0.9639	4.1669	1.2502
			HSKÖ	12.7725	0.1876	1.6102	0.0196
	12		BTÖ	5.5941	0.1088	599.4872	1.4240
		m=3; *r*=4	SKÖ	4.0063	0.0517	375.8930	0.5384
		m=4; *r*=3		3.7186	0.0349	1.3543	0.0123
			HSKÖ	3.2733	0.0058	291.8005	0.2720
	16		BTÖ	2.2887	0.0491	199.5388	0.4063
		m=4; *r*=4	SKÖ	1.4357	0.0103	105.7385	0.1983
			HSKÖ	1.4412	0.0154	111.6652	0.1874
0.3;1	8		BTÖ	3.6448	0.5246	375.4871	57.5463
		m=4; *r*=2	SKÖ	7.4032	2.8466	0.0983	1.0256
			HSKÖ	2.3573	0.4177	226.8304	29.3511
	12		BTÖ	0.6877	0.2686	46.4810	12.3041
		m=3; *r*=4	SKÖ	0.5044	0.2200	31.7909	3.5794
		m=4; *r*=3		1.8812	0.0511	164.9473	96.9850
			HSKÖ	0.3766	0.1360	23.8809	2.2783
	16		BTÖ	0.2280	0.1843	11.2726	11.8085
		m=4; *r*=4	SKÖ	0.1206	0.0959	3.7641	1.0018
			HSKÖ	0.1471	0.1126	6.1258	2.0957

Elde edilen sonuçlara bakıldığında;

- Örnek çapı arttıkça yan ve HKO değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu durum tahmin edicilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.
- Yan değerlerine bakıldığında, $\alpha = 0.2, \lambda = 2.0$ durumu hariç diğer tüm parametre kombinasyonlarında $\hat{\lambda}$ tahmin edicisi daha düşük yan değerlerine sahiptir.
- HKO değerlerine bakıldığında, yine $\alpha = 0.2, \lambda = 2.0$ durumu hariç diğer tüm parametre kombinasyonlarında $\hat{\lambda}$ tahmin edicisi daha düşük HKO değerlerine sahiptir.
- Örneklem yöntemlerine bakıldığında ise genel olarak en düşük yan ve HKO değerlerine sahip yöntem HSKÖ yöntemidir. HSKÖ yöntemini sırasıyla SKÖ ve BTÖ izlemektedir.

KAYNAKÇA

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

[1] McIntyre, G. A. A method for unbiased selective sampling, using ranked sets, Australian journal of agricultural research, 3(4), 385-390, 1952.

[2] Takahasi, K., Wakimoto, K. On unbiased estimates of the population mean based on the sample stratified by means of ordering, Annals of the institute of statistical mathematics, 20(1), 1-31, 1968.

[3] Dell, T. R., Clutter, J. L. Ranked set sampling theory with order statistics background, Biometrics, 545-555, 1972.

[4] Samawi, H. M., Ahmed, M. S., Abu-Dayyeh, W. Estimating the population mean using extreme ranked set sampling, Biometrical Journal, 38(5), 577-586, 1996.

[5] Muttlak, H. Median ranked set sampling, J Appl Stat Sci, 6, 245-255, 1997.

[6] Al-Saleh, M. F., Al-Kadiri, M. A. Double-ranked set sampling, Statistics & Probability Letters, 48(2), 205-212, 2000.

[7] Al-Saleh, M. F., Al-Omari, A. I. Multistage ranked set sampling, Journal of Statistical planning and Inference, 102(2), 273-286, 2002.

[8] Al-Nasser A. D. L ranked set sampling: a generalization procedure for robust visual sampling, Comm Statist Simulation Comput. 36(1), 33–43, 2007.

[9] Haq A, Brown J, Moltchanova E. Hybrit ranked set sampling scheme, Journal of Statistical Computational and Simulation, 86(1), 1–28, 2016.

[10] Hassan, A.S. Maximum likelihood and Bayes estimators of the unknown parameters for exponentiated exponential distribution using ranked set sampling, Int. J. Eng. Res. Appl. 3, 720–725, 2013.

[11] Samuh M. H, Qtait A. Estimation for the parameters of the exponentiated exponential distribution using a median ranked set sampling, J Mod Appl Stat Methods, 14(1), 215–237, 2015.

[12] Esemen M., Gurler S. Parameter estimation of generalized Rayleigh distribution based on ranked set sample, J Stat Comput Simul, 88(4), 615–628, 2018.

[13] Pedroso V. C., Taconeli C. A., Giolo S. R. Estimation based on ranked set sampling for the two-parameter Birnbaum–Saunders distribution, J Stat Comput Simul, 91(2), 316–333, 2021.

[14] Al-Omari A.I., Benchiha S., Almanjahie I. M. Efficient estimation of two-parameter Xgamma distribution parameters using ranked set sampling design, Mathematics, 10, 3170, 2022.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

[15] Shaaban M. Parameter estimation for inverted Topp-Leone distribution based on different ranked set sampling schemes, Thail Stat, 21(3), 660–674, 2023.

[16] Haq A. Estimation of the distribution function under hybrid ranked set sampling, Journal of Statistical Computation and Simulation, 87(2), 313-327, 2017.

[17] Nadarajah, S., Haghighi, F. An extension of the exponential distribution. Statistics, 45(6), 543-558, 2011.

POWER RAYLEIGH DAĞILIMININ PARAMETRELERİNİN MAKSİMUM SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI TAHMİNİ

Dr., Nurdan YENİAY KOÇER
Gazi Üniversitesi,
nurdanyeniay@gmail.com - 0000-0001-8263-1524
Dr. Öğr. Üyesi, Hasan HÜSEYİN GÜL
Giresun Üniversitesi,
hasan.huseyin@giresun.edu.tr - 0000-0001-9905-8605

ÖZET

Bazı araştırmalarda, örnekleme sürecinin maliyet etkin olması büyük bir önem taşır, özellikle de incelenen özelliğin ölçülmesi pahalı, zahmetli veya zaman alıcıysa. Verileri ilgilenilen değişkene göre sıralayan ancak ölçüm maliyetlerini düşürmeyi amaçlayan sıralı küme örneklemesi (SKÖ) yöntemi, bu tür durumlar için etkili bir yaklaşımdır. SKÖ metodu, yaygın olarak kullanılan basit tesadüfi örnekleme (BTÖ) metoduna bir alternatif olarak geliştirilmiştir. SKÖ yöntemi; sanayi, tarım, çevre ve ekoloji, biyoloji, mühendislik ve jeoloji gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar tarafından SKÖ'ye alternatif farklı metotlar geliştirilmektedir. Bunlardan birisi de maksimum sıralı küme örneklemesi metodudur (MaxSKÖ).

Bu çalışmada, Power Rayleigh dağılımının bilinmeyen parametrelerinin Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ), Uç Sıralı Küme Örneklemesi (USKÖ) ve MaxSKÖ tasarımları altında tahmin edilmesi üzerinde durulacaktır. Parametre tahmin yöntemi olarak en çok olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Bir simülasyon çalışması ile tahmin edicilerin etkinlikleri yan ve hata kare ortalaması kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde MaxSKÖ altında edilen yan ve hata kare ortalaması değerlerinin, MSKÖ ve USKÖ metotlarına göre birçok durumda daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Maksimum sıralı küme örneklemesi, Sıralı küme örneklemesi, En çok olabilirlik, Power Rayleigh dağılımı.

1. GİRİŞ

Sıralı Küme Örneklemesi (SKÖ) yöntemi, ilgilenilen değişkenin gerçek ölçümünün emek, zaman, maliyet bakımından zor olduğu fakat ilgili birimleri görsel yolla ya da herhangi bir yardımcı değişkene bağlı olarak sıralamanın kolay olduğu durumlarda Basit Tesadüfi Örneklemeye (BTÖ) alternatif olarak geliştirilmiş bir yöntemdir. SKÖ ilk olarak McIntyre [1] tarafından meraların ortalama ürün miktarını tahmin etmek amacıyla önerilmiştir. Takahasi ve Wakimoto [2] SKÖ'de sıralamanın hatasız olduğu durumlarda SKÖ tasarımıyla elde edilen örnek ortalamasının yığın ortalamasının yansız bir tahmin edicisi olduğunu ve SKÖ tasarımıyla elde edilen örnek ortalamasına ilişkin varyans değerinin BTÖ tasarımıyla elde edilen aynı büyüklükteki örnek ortalamasına ilişkin varyans değerinden daha küçük olduğunu göstermişlerdir. Dell ve Clutter [3] SKÖ tasarımına ilişkin sıralama hatasının olduğu durumlarda da Takahasi ve Wakimoto [2] tarafından bulunan sonuçlara benzer sonuçlar elde etmişlerdir. SKÖ yöntemi sanayi, tarım, çevre ve ekoloji, biyoloji, mühendislik ve jeoloji gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. SKÖ' de sıralama hatasını azaltmak amacıyla farklı SKÖ tasarımları geliştirilmiştir. Samawi ve ark. [4] Uç Sıralı Küme Örneklemesini (USKÖ) önermişlerdir. Muttlak [5] yığına ilişkin ortalama tahmini için Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ) tasarımını önermiştir. Al-Saleh ve Al-Kadiri [6] Çift Sıralı Küme Örneklemesi (ÇSKÖ), Jemain ve Al-Omari [7] Double Quartile Sıralı Küme Örneklemesi ve Double Percentile Sıralı Küme Örneklemesi tasarımlarını, Al- Nasser [8] L Sıralı Küme Örneklemesi (LSKÖ) tasarımını, Al- Nasser ve Bani-Mustafa [9] Robust Extreme Sıralı Küme Örneklemesi tasarımlarını önermişlerdir. Bununla birlikte Biradar ve Santosha [10] eşit olmayan örneklerle maksimum sıralı küme örneklemesi (MaxSKÖ) yöntemini önermiştir.

Birçok araştırmacı, dağılımların parametrelerinin tahminini SKÖ veya onun modifikasyonlarını kullanarak ele almışlardır. Örneğin, Omar ve İbrahim [11] Pareto dağılımının parametrelerini uç SKÖ altında, Hussian [12] Kumaraswamy dağılımının parametrelerini BTÖ ve SKÖ tasarımları altında, Dey ve ark. [13] Rayleigh dağılımının parametrelerini farklı SKÖ tasarımları altında, Sabry ve Shaaban [14] inverse Weibull dağılımının parametrelerini neoteric SKÖ ve double neoteric SKÖ altında, Shaaban ve Yahya [15] exponentiated Gumbel dağılımının parametrelerini farklı SKÖ tasarımları altında, Rashwan ve Tawfic [16] exponentiated Pareto dağılımının parametrelerini SKÖ tasarımı altında tahmin etmişlerdir.

Power Rayleigh (PR) dağılımı Bhat ve Ahmad [17] tarafından Rayleigh dağılımın bir genelleştirmesi olarak önerilmiştir. PR dağılımının dağılım fonksiyonu ve olasılık yoğunluk fonksiyonu sırasıyla aşağıda verildiği gibidir:

$$F(x) = 1 - exp\left(-\frac{x^{2\eta}}{2\theta^2}\right), \quad (1)$$

$$f(x) = \frac{\eta}{\theta^2} x^{2\eta-1} exp\left(-\frac{x^{2\eta}}{2\theta^2}\right). \quad (2)$$

Bu çalışmada MSKÖ, USKÖ ve MaxSKÖ yöntemlerine dayalı olarak Power Railey dağılımının bilinmeyen parametrelerinin tahminleri en çok olabilirlik yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Bir Monte Carlo simülasyon çalışması ile elde edilen tahminlerin performansları yan ve hata kare ortalaması kriterlerine göre karşılaştırılmıştır.

2. ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde MSKÖ, USKÖ ve MaxSKÖ'nin örnek seçimi ve algoritması ile ilgili detaylı bilgiler verilecektir.

2.1. Medyan Sıralı Küme Örneklemesi

Medyan Sıralı Küme Örneklemesi Muttlak [5] tarafından önerilen, yığın oratalamasının tahmininde medyanı kullanan bir tasarımdırç MSKÖ tasarımı ile örnek seçiminde örnek çapının tek ve çift olduğu durumlara göre seçim işlemi adımları aşağıda verildiği gibidir:

Yığın içerisinden m^2 çaplı örnek çekilir. Çekilen m^2 çaplı örnek her biri m gözlem biriminden oluşacak şekilde m tane kümeye tesadüfi olarak paylaştırılır. Her bir küme içerisindeki gözlem değerleri ilgilenilen değişken bakımından ucuz ve kolay bir ölçümle sıralanır.

Örnek çapı tek ise;

- Her bir kümedeki medyan (ortanca) değer gerçek ölçüm için seçilir.
- 1- 3 adım arasındaki işlemler r kez tekrarlanabilir. Bu durumda $n=mr$ tane gözlem birimi ilgilenilen değişkene göre gerçek ölçüm için seçilmiş olur.

Örnek çapı çift ise;

- İlk $m/2$ kümedeki $(m/2)$. sıradaki gözlem değerleri, geriye kalan $m/2$ kümedeki ise $[(m/2)+1]$. sıradaki gözlem değerleri gerçek ölçüm için çekilir.
- Verilen adımlar r kez tekrarlanabilir. Bu durumda $n=mr$ tane gözlem birimi ilgilenilen değişkene göre gerçek ölçüm için seçilmiş olur.

2.2. Uç Sıralı Küme Örneklemesi

Uç Sıralı Küme Örneklemesi Samawi ve ark. [4] tarafından önerilmiştir. USKÖ'de örnek seçim işlemi örnek çapının tek ya da çift olmasına göre farklılık göstermektedir. İlk olarak yığın içerisinden m^2 çaplı örnek çekilir. Çekilen m^2 çaplı örnek her biri m gözlem biriminden oluşacak şekilde m tane kümeye tesadüfi olarak paylaştırılır. Her bir kümedeki gözlem değerleri kendi içerisinde ilgilenilen değişken bakımından görsel yolla ya da ucuz bir ölçüm metoduyla sıralanır.

Örnek çapı tek ise;

- İlk $(m-1)/2$ kümedeki en küçük gözlem değerleri, $(m+1)/2$ kümedeki medyan gözlem değerleri, geriye kalan $(m-1)/2$ kümeden ise en büyük gözlem değerleri gerçek ölçüm için seçilir.
- 1 ile 3. adım arasındaki işlemler r kez tekrarlanabilir. Bu durumda $n=mr$ tane gözlem birimi ilgilenilen değişkene göre gerçek ölçüm için seçilmiş olur.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Örnek çapı çift ise;

- İlk *(m)/2* kümeden en küçük gözlem değerleri, geriye kalan *(m)/2* kümeden ise en büyük gözlem değerleri gerçek ölçüm için seçilir.
- Verilen adımlar *r* kez tekrarlanabilir. Bu durumda *n=mr* tane gözlem birimi ilgilenilen değişkene göre gerçek ölçüm için seçilmiş olur.

2.3. Maximum Sıralı Küme Örneklemesi

SKÖ'de sıralama hatalarını azaltmak amacıyla farklı modifikasyonlar geliştirilmiştir. Bu bölümde Biradar ve Santosha [10] tarafından önerilen eşit olmayan örneklerle maksimum sıralı küme örneklemesi (MaxSKÖ) yöntemi tanıtılacaktır. MaxSKÖ yönteminde örnek seçim adımları aşağıda verildiği gibidir:

- İlgili yığından m^2 çaplı örnek BTÖ' ye dayalı olarak seçilir. Seçilen m^2 çaplı örnek her biri m gözlem biriminden oluşacak şekilde m tane kümeye tesadüfi olarak paylaştırılır.
- m tane kümeye tesadüfi olarak paylaştırılan gözlem birimleri ilgilenilen değişkene göre ucuz ve kolay bir ölçümle büyükten küçüğe sıralanır. Bu sıralama görsel yolla veya ilgilenilen değişkenle yüksek derecede ilişkili bir yardımcı değişken kullanılarak yapılabilir.
- Birinci kümeden birinci sıradaki birim gözlem değeri, ikinci kümedeki ikinci gözlem değeri ve *m.* kümedeki *m.* gözlem değeri gerçek ölçüm için seçilir. Buradaki ölçüm ilgilenilen değişkene göre en hassas ölçme düzeyi ile gerçekleştirilir.
- Adım 1-3 *r* kez tekrarlanarak toplam örnek çapı n olmak üzere *n=mr* tane gözlem birimi gerçek ölçüm için seçilmiş olur (Biradar ve Santosha [10]).

Çizelge 1. *r*=1 iken MaxSKÖ ile örnek seçimi.

Küme	Yığından seçilen gözlem birimleri	Büyükten küçüğe sıralanan gözlem birimleri	Örneğe seçilen gözlem birimleri
1	$Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{1m}$	$\boldsymbol{Y_{1(1:m)1}}, Y_{1(2:m)2}, \dots, Y_{1(m:m)1}$	$\boldsymbol{Y_{1(1:m)1}}$
2	$Y_{21}, Y_{22}, \dots, Y_{2m}$	$Y_{2(1:m)1}, \boldsymbol{Y_{2(2:m)2}}, \dots, Y_{2(m:m)1}$	$\boldsymbol{Y_{2(2:m)2}}$
⋮	⋮	⋮	⋮
m	$Y_{m1}, Y_{m2}, \dots, Y_{mm}$	$Y_{m(1:m)1}, Y_{m(2:m)2}, \dots, \boldsymbol{Y_{m(m:m)1}}$	$\boldsymbol{Y_{m(m:m)1}}$

Burada, sıralamada hata yapılmadığı varsayımı altında $Y_{i(i:m)j}$; $i = 1,2,\dots,m$; $j = 1, 2, \dots, m$ olmak üzere *j.* tekrardaki *i.* kümenin *i.* sıra istatistiğini ifade etmektedir.

3. PARAMETRE TAHMİNİ

Bu bölümde, PR dağılımının bilinmeyen parametreleri için MSKÖ, ESKÖ ve MaxSKÖ altında EÇO tahmin edicileri elde edilecektir.

3.1. MSKÖ Altında EÇO Tahmini

a) Örnek çapı m tek olsun. $X_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}$'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$g\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}\,;\,\eta,\theta\right)=\frac{m!}{\left(\frac{m-1}{2}\right)!^2}f\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\left(F\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\right)^{\left(\frac{m-1}{2}\right)}\times\left(1-F\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\right)^{\left(\frac{m-1}{2}\right)}$$

şeklinde elde edilir. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\eta,\theta;\,x)=\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m}g\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}\,;\,\eta,\theta\right)$$

$$=\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m}C\,\frac{n}{\theta^2}x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}^{\;2\eta-1}\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\left[1-\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\right]^{\left(\frac{m-1}{2}\right)}\times\left(\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{\left(\frac{m-1}{2}\right)},\qquad(3)$$

şeklinde elde edilir. Burada $C=\frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}$ biçimindedir. Daha sonra log-olabilirlik fonksiyonu bulunup ilgili parametrelere göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek EÇO tahmin edicileri elde edilir.

b) Örnek çapı *m* çift olsun. $x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)}$ ve $x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)}$'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$g\left(x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)},x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)}\,;\eta,\theta\right)=\left(\frac{m!}{\left(\frac{m}{2}\right)!\left(\frac{m}{2}-1\right)!}\right)^2 f\left(x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\left(F\left(x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\right)^{\frac{m}{2}-1}$$
$$\times\left(1-F\left(x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\right)^{\frac{m}{2}}f\left(x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\left(F\left(x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\right)^{\frac{m}{2}}\times\left(1-F\left(x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\right)^{\frac{m}{2}-1}$$

şeklinde elde edilir. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\eta,\theta;\,x)=\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m/2}g\left(x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)}\,;\,\eta,\theta\right)\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=(m+2)/2}^{m}g\left(x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)}\,;\,\eta,\theta\right)$$

$$=\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m/2}C\,\frac{n}{\theta^2}x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)}^{\;2\eta-1}\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(1-\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{\frac{m}{2}-1}\left(\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{\frac{m}{2}}$$

$$\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=(m+2)/2}^{m}\frac{n}{\theta^2}x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)}^{\;2\eta-1}\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(1-\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{\frac{m}{2}}\left(\exp\left(-\frac{x_{ij\left(\frac{m+2}{2}\right)}^{\;2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{\frac{m}{2}-1},\qquad(4)$$

şeklinde elde edilir. Burada $C=\frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}$ biçimindedir. Daha sonra log-olabilirlik fonksiyonu bulunup ilgili parametrelere göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek EÇO tahmin edicileri elde edilir. Elde edilen bu lineer denklem sistemlerinin çözümü oldukça zordur.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Bunu için nümerik yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu çalışmada nümerik yöntemlerden Nelder-Mead optimizasyon yöntemi kullanılmıştır.

3.2. USKÖ Altında EÇO Tahmini

a) Örnek çapı m tek olsun. $X_{ij(1)}, X_{ij(m)}$ and $X_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}$'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$g\left(x_{ij(1)}, x_{ij(m)}, x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}\,;\,\eta,\theta\right) = mf\left(x_{ij(1)};\,\eta,\theta\right)\left(1-F\left(x_{ij(1)};\,\eta,\theta\right)\right)^{m-1} f\left(x_{ij(m)};\,\eta,\theta\right)$$

$$\left(F\left(x_{ij(m)};\,\eta,\theta\right)\right)^{m-1}\frac{m!}{\left(\frac{m-1}{2}\right)!^2} f\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\left(F\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)};\eta,\theta\right)\right)^{\frac{m-1}{2}}\left(1-\right.$$

$$\left.F\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)};\,\eta,\theta\right)\right)^{\frac{m-1}{2}}$$

şeklinde elde edilir. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\eta,\theta;\,\mathrm{x}) = \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{(m-1)/2} g\left(x_{ij(1)}\,;\,\eta,\theta\right)\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=(m+1)/2}^{m-1} g\left(x_{ij(m)}\,;\,\eta,\theta\right)$$

$$\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=m}^{m} g\left(x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}\,;\,\eta,\theta\right)$$

$$= \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{\frac{(m-1)}{2}} C\frac{n}{\theta^2}x^{2\eta-1}\exp\left(-\frac{{x_{ij(1)}}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(\exp\left(-\frac{{x_{ij(1)}}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{m-1}$$

$$\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=(m+1)/2}^{m-1}\frac{n}{\theta^2}x^{2\eta-1}\exp\left(-\frac{{x_{ij(m)}}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(1-\exp\left(-\frac{{x_{ij(m)}}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{m-1}$$

$$\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=m}^{m}\frac{n}{\theta^2}{x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}}^{2\eta-1}\exp\left(-\frac{{x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(1-\exp\left(-\frac{{x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{\frac{m-1}{2}}\left(\exp\left(-\frac{{x_{ij\left(\frac{m+1}{2}\right)}}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{\frac{m-1}{2}}$$

şeklinde elde edilir. Burada $C = \frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}$ biçimindedir. Daha sonra log-olabilirlik fonksiyonu bulunup ilgili parametrelere göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek EÇO tahmin edicileri elde edilir.

b) Örnek çapı m çift olsun. $X_{ij(1)}$ ve $X_{ij(m)}$'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$g\left(x_{ij(1)}, x_{ij(m)};\;\eta,\theta\right) = mf\left(x_{ij(1)};\;\eta,\theta\right)\left(1-\right.$$

$$\left.F\left(x_{ij(1)};\;\eta,\theta\right)\right)^{m-1}\left(x_{ij(m)};\;\eta,\theta\right)\left(F\left(x_{ij(m)};\;\eta,\theta\right)\right)^{m-1}$$

şeklinde elde edilir. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\eta,\theta;\ \mathrm{x}) = \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m/2} g\left(x_{ij(1)}\ ;\ \eta,\theta\right)\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=(m+2)/2}^{m} g\left(x_{ij(m)}\ ;\ \eta,\theta\right)$$

$$\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m/2} C\,\frac{n}{\theta^2}\,x_{ij(1)}{}^{2\eta-1}\exp\left(-\frac{x_{ij(1)}{}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(\exp\left(-\frac{x_{ij(1)}{}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{m-1}$$

$$\prod_{j=1}^{r}\prod_{i=(m+2)/2}^{m}\frac{n}{\theta^2}\,x_{ij(m)}{}^{2\eta-1}\exp\left(-\frac{x_{ij(m)}{}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(1-\exp\left(-\frac{x_{ij(m)}{}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{m-1} \quad (5)$$

şeklinde elde edilir. Burada $C=\frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}$ biçimindedir. Daha sonra log-olabilirlik fonksiyonu bulunup ilgili parametrelere göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek EÇO tahmin edicileri elde edilir. Elde edilen lineer olmayan denklemler Nelder-Mead optimizasyon yöntemi ile çözülmüştür.

3.3. MaxSKÖ Altında EÇO Tahmini

$X_{(i:m)j}, i=1,\dots,m\,; j=1,\dots,r$ PR dağılımından n=mr çaplı rasgele örneklem olsun. X_{ij}'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$g\left(x_{ij}\ ;\ \eta,\theta\right) = i f\left(x_{ij};\ \eta,\theta\right)\left(F\left(x_{ij};\ \eta,\theta\right)\right)^{i-1}$$

şeklinde elde edilir. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\eta,\theta;\ \mathrm{x}) = \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m} i\,\frac{n}{\theta^2}\,x_{ij}{}^{2\eta-1}\exp\left(-\frac{x_{ij}{}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\left(1-\exp\left(-\frac{x_{ij}{}^{2\eta}}{2\theta^2}\right)\right)^{i-1} \quad (6)$$

şeklinde elde edilir. Daha sonra log-olabilirlik fonksiyonu bulunup ilgili parametrelere göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek EÇO tahmin edicileri elde edilir. Elde edilen lineer olmayan denklemler Nelder-Mead optimizasyon yöntemi ile çözülmüştür.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu bölümde BTÖ, SKÖ ve MaxSKÖ tasarımlarının performanslarını karşılaştırmak amacıyla Monte Carlo simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyon çalışmasında Power Rayleigh dağılımından belirlenen parametre değerlerinde $\theta;\eta$= (0.3;06), (0.5;1.4), (0.7;0.9), (1.4;1.1) ve

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

n=9,12,16 değerlerinde rastgele örnekler üretilmiştir. Seçilen örneklere dayalı olarak parametrelerin tahmin edicilerine ilişkin yan ve hata kare ortalaması (HKO) değerleri elde edilmiştir. Monte Carlo tekrar sayısı 10000 olarak alınmıştır. Çalışmada MATLAB programı kullanılmıştır. Simülasyon çalışmasına ait sonuçlar Çizelge 2 ve 3' te verilmiştir.

Çizelge 2. $(\theta;\eta = 0.3;0.6)$ ve $(\theta;\eta = 0.5;1.4)$ parametrelerine ilişkin yan ve HKO değerleri.

$\theta;\eta$			Yan		HKO	
		m;r	$\hat{\theta}$	$\hat{\eta}$	$\hat{\theta}$	$\hat{\eta}$
0.3;0.6	MSKÖ	3*3	0.2305	0.5899	0.0615	0.3480
		3*4	0.2179	0.5890	0.0599	0.3469
		4*3	0.2197	0.5889	0.0598	0.3468
		4*4	0.2032	0.5878	0.0588	0.3456
	USKÖ	3*3	0.2317	0.5897	0.0613	0.3478
		3*4	0.2166	0.5886	0.0597	0.3465
		4*3	0.2702	2.4112	0.1440	6.7482
		4*4	0.2350	2.2759	0.0900	5.8044
	MaxSKÖ	3*3	0.0271	0.0904	0.0061	0.0507
		3*4	0.0200	0.6230	0.0042	0.0286
		4*3	0.0181	0.0564	0.0038	0.0243
		4*4	0.0135	0.0404	0.0027	0.0156
0.5;1.4	MSKÖ	3*3	0.4632	1.3798	0.2153	1.9040
		3*4	0.4620	1.3796	0.2142	1.9033
		4*3	0.4626	1.3801	0.2147	1.9047
		4*4	0.4618	1.3798	0.2141	1.9039
	USKÖ	3*3	0.4630	1.3803	0.2151	1.9053
		3*4	0.4619	1.3801	0.2142	1.9048
		4*3	2.1474	0.2913	20.0319	0.1628
		4*4	1.8048	0.2625	5.6969	0.1252
	MaxSKÖ	3*3	0.0218	0.1939	0.0070	0.2445
		3*4	0.0161	0.1425	0.0048	0.1551
		4*3	0.0149	0.1201	0.0041	0.1293
		4*4	0.0109	0.0930	0.0029	0.0864

Çizelge 3. $(\theta;\eta = 0.7;0.9)$ ve $(\theta;\eta = 1.4;1.1)$ parametrelerine ilişkin yan ve HKO değerleri.

$\theta;\eta$			Yan		HKO	
		m;r	$\hat{\theta}$	$\hat{\eta}$	$\hat{\theta}$	$\hat{\eta}$
0.7;0.9	MSKÖ	3*3	0.6491	0.8706	0.4239	0.7582
		3*4	0.6459	0.8686	0.4198	0.7547
		4*3	0.6454	0.8681	0.4191	0.7538

		4*4	0.6415	0.8659	0.4144	0.7500
	USKÖ	3*3	0.6474	0.8694	0.4217	0.7561
		3*4	0.6457	0.8676	0.4195	0.7529
		4*3	0.3988	0.1158	0.6422	0.0647
		4*4	0.3139	0.0939	0.2917	0.0446
	MaxSKÖ	3*3	0.0007	0.1278	0.0111	0.1058
		3*4	0.0024	0.0931	0.0075	0.0668
		4*3	0.0005	0.0783	0.0060	0.0518
		4*4	0.0011	0.0590	0.0042	0.0353
1.4;1.1	MSKÖ	3*3	1.3316	1.0547	1.7778	1.1131
		3*4	1.3257	1.0544	1.7628	1.1125
		4*3	1.3217	1.0546	1.7528	1.1130
		4*4	1.3159	1.0541	1.7378	1.1119
	USKÖ	3*3	1.3237	1.0559	1.7579	1.1155
		3*4	1.3181	1.0550	1.7435	1.1137
		4*3	0.1914	0.4833	2.5696	0.2475
		4*4	0.0332	0.4949	0.4899	0.2544
	MaxSKÖ	3*3	0.1913	0.1579	0.3423	0.1587
		3*4	0.1324	0.1130	0.1753	0.0951
		4*3	0.1102	0.0987	0.1343	0.0811
		4*4	0.0776	0.0730	0.0752	0.0535

Elde edilen sonuçlara bakıldığında;

- Örnek çapı arttıkça yan ve HKO değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu durum tahmin edicilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.
- Yan değerlerine bakıldığında, $\theta = 1.4, \eta = 1.1$ durumu hariç genel olarak $\hat{\theta}$ tahmin edicisi daha düşük yan değerlerine sahiptir.
- HKO değerlerine bakıldığında, yine benzer şekilde $\theta = 1.4, \eta = 1.1$ durumu hariç genel olarak $\hat{\theta}$ tahmin edicisi daha düşük HKO değerlerine sahiptir.
- Toplam örnek çapı ve tekrar sayısı aynı kalmak üzere dikkate alınan tasarıma ilişkin küme çapı arttıkça yan ve HKO değerleri düşmektedir.
- Örneklem yöntemlerine bakıldığında ise tüm durumlarda daha düşük yan ve HKO değerlerine sahip olan yöntemin MaxSKÖ olduğu açıkça görülmektedir. MaxSKÖ sırasıyla USKÖ ve MSKÖ izlemektedir.

KAYNAKÇA

[1] McIntyre, G. A. A method for unbiased selective sampling, using ranked sets, Australian journal of agricultural research, 3(4), 385-390, 1952..

[2] Takahasi, K., Wakimoto, K. On unbiased estimates of the population mean based on the sample stratified by means of ordering, Annals of the institute of statistical mathematics, 20(1), 1-31, 1968.

[3] Dell, T. R., Clutter, J. L. Ranked set sampling theory with order statistics background, Biometrics, 545-555, 1972.

[4] Samawi, H. M., Ahmed, M. S., Abu-Dayyeh, W. Estimating the population mean using extreme ranked set sampling, Biometrical Journal, 38(5), 577-586, 1996.

[5] Muttlak, H. Median ranked set sampling, J Appl Stat Sci, 6, 245-255, 1997.

[6] Al-Saleh, M. F., Al-Kadiri, M. A. Double-ranked set sampling, Statistics & Probability Letters, 48(2), 205-212, 2000.

[7] Jemain A. A., Al-Omari A. I. Double quartile ranked set samples, Pakıstan Journal of Statıstıcs-All Serıes, 22(3), 217, 2006.

[8] Al-Nasser A. D. L ranked set sampling: a generalization procedure for robust visual sampling, Comm Statist Simulation Comput. 36(1), 33–43, 2007.

[9] Al-Nasser A. D., Bani-Mustafa A. Robust extreme ranked set sampling, Journal of Statistical Computation and Simulation, 79, 859–867, 2008.

[10] Biradar B. S., Santosha C. D. Estimation of the mean of the exponential distribution using maximum ranked set sampling with unequal samples, Open Journal of Statistics, 4(08), 641, 2014.

[11] Omar A., Ibrahim K. Estimation of the shape and scale parameters of the Pareto distribution using extreme ranked set sampling, Pakistan J Stat, 29(1), 33-47, 2013.

[12] Hussian M. A. Bayesian and maximum likelihood estimation for Kumaraswamy distribution based on ranked set sampling, Am J Math Stat, 4, 30–37, 2014.

[13] Dey S., Salehi M., Ahmadi J. Rayleigh distribution revisited via ranked set sampling, Metron, 75, 69–85, 2016.

[14] Sabry M. A, Shaaban M. A. Dependent ranked set sampling designs for estimation of distribution parameters with applications, Annals of Data Science, 7(6), 357-371, 2020.

[15] Shaaban M., Yahya M. Comparison between dependent and independent ranked set sampling designs for parametric estimation with applications, Annals of Data Science, 10(1), 167-182, 2023.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

[16] Rashwan N. I., Tawfic M. Estimation of parameters of the exponentiated Pareto distribution using ranked set sampling, Sci J Commer Financ Tanta Univ, 42(2), 130–142, 2022.

[17] Bhat A., Ahmad S. A new generalization of rayleigh distri-bution: Properties and applications, Pak. J. Statist, 36(3), 225-250, 2020.

UTILIZING THE DETECTION OF PROMPT INJECTION ATTACKS IN A LARGE LANGUAGE MODEL

Doç.Dr. Canan BATUR ŞAHİN
MALATYA TURGUT ÖZAL UNIVERSTY
canan.batur@ozal.edu.tr - 0000-0002-2131-6368

ÖZET

Large Language Models (LLMs) are vulnerable to prompt injection attacks, which can be as harmful as code injections that alter a program's behavior. Malicious prompt injections can manipulate the execution flow of essential business logic. Because LLMs rely on user-provided text to dictate their operations, this vulnerability presents significant risks to business and cybersecurity, particularly in interactive systems. Recognizing and addressing these threats is essential to protect our operations effectively. To the security and reliability of artificial intelligence systems, we propose a comprehensive strategy to enhance the detection of prompt injection within large language models. This approach will utilize advanced deep-learning techniques at the forefront of technological innovation. By incorporating these cutting-edge methods, we can improve our ability to identify and mitigate potential vulnerabilities, ensuring that AI systems operate safely and effectively. The proposed method significantly enhances its ability to analyze and identify patterns related to injection-type detection by 0.99%. This improvement highlights the method's effectiveness in distinguishing between different types of injection attacks, enhancing overall system security and resilience against potential threats.

Anahtar Kelimeler: Cyber-security, Large Language Models, Injections, Vulnerabilities, Attacks.

1. INTRODUCTION

Large Language Models (LLMs) are a pivotal class of language models demonstrating impressive capabilities in understanding and generating language. These models are a foundation for developing many recent products and applications, highlighting their potential to

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

enhance communication and interaction in various fields. Implementing large language models (LLMs) in cybersecurity brings forth a range of opportunities for enhancing threat detection, improving incident response, and automating various security processes. However, it also introduces a series of challenges that need to be carefully considered, including concerns around data privacy, the potential for biased outcomes, and the need for robust training datasets. Addressing these issues is essential for maximizing LLMs' benefits while ensuring cybersecurity practices' integrity and safety. Large Language Models (LLMs) present remarkable opportunities for enhancing security, particularly in their battle against prompt injection attacks. As code injections can shift a program's behavior, prompt injections can impact vital business logic. This reality emphasizes the need for robust safeguards, as LLMs thrive on user-provided text to steer their operations. By confronting these vulnerabilities, we can elevate the reliability and safety of these powerful tools and unlock their full potential. Injection flaws represent a significant category of vulnerabilities, including famed issues such as SQL Injection (SQLi), Cross-Site Scripting (XSS), and Remote Code Execution (RCE). Recognizing these vulnerabilities is crucial, as they can fundamentally alter the execution flow of programs. By addressing these weaknesses head-on, organizations can empower themselves against malicious actors threatening vital data confidentiality, integrity, and availability. Embracing robust security measures fortifies critical information and cultivates a secure and trustworthy digital landscape. Prompt injections can be distinctly categorized into two impactful types: direct and indirect. Direct injections involve "jailbreaking" the system prompt, allowing users to unlock innovative use cases. In large language models (LLMs), "jailbreaking" refers to the skillful modification of prompts to effectively manipulate the model, resulting in outputs beyond its intended capabilities.

On the other hand, indirect injections can also lead to damaging consequences stemming from compromised external data sources—like attacker-controlled websites—accessed by the LLM during operation. By proactively identifying and reinforcing these vulnerabilities, developers can significantly bolster the reliability and integrity of LLMs, protecting them against such manipulative tactics and ensuring a safer user experience. This study makes a valuable contribution to detecting vulnerabilities caused by prompt injection in LLMs, leveraging the capabilities of attention mechanism-based LSTM.

Wang et al. (2025) describe a novel approach called DiffusionAttacker that uses diffusion models to generate jailbreak prompts for large language models. The method employs a

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

sequence-to-sequence text diffusion model as a generator, conditioning on original prompts and guiding the denoising process with a specialized attack loss to bypass safety mechanisms in LLMs.

By analyzing their internal representation space, Lin et al. (2024) explore how jailbreak attacks work in large language models (LLMs). The researchers discovered that successful jailbreak attacks tend to move the representation of harmful prompts toward areas in the model's representation space associated with harmless content.

Hung et al. (2024) investigated how prompt injection attacks work by analyzing attention patterns within LLMs. Their approach outperforms existing prompt injection detection approaches, improving AUROC scores by up to 10% compared to baseline methods, particularly on small language models where other methods struggle.

Liu et al. (2024) highlight that traditional SQL injection detection methods often rely on manually defined features, which makes them less adaptable to sophisticated attacks. The research demonstrates impressive results, with an accuracy of 97.3%, precision of 96.3%, recall of 96.2%, and an F1 score of 95.8%.

Kheddar (2025) explores how advanced AI technologies like transformers and LLMs are being applied to enhance cybersecurity through more efficient and effective intrusion detection.
Luo et al. (2025) identify that when LLM layers are distributed across multiple devices (to enable inference on resource-constrained hardware), the intermediate outputs shared between participants may leak sensitive information about the original input prompts. This study is particularly notable because it addresses an emerging area of LLM deployment (distributed inference) that hasn't been thoroughly examined from a security perspective before.

Our study is organized as follows: Section 2 outlines the methods used in the research. Section 3 discusses the proposed approach. Section 4 details the experiments and their results. Finally, Section 5 presents the conclusions and suggestions for future research.

2. METHODS

2.1. LONG_SHORT TERM MEMORY (LSTM)

Recurrent Neural Networks (RNNs) have been foundational to sequence modeling tasks in machine learning. However, standard RNNs suffer from the vanishing gradient problem, which limits their ability to capture long-range dependencies in sequential data (Bengio et al., 1994; Hochreiter, 1998). Long-short-term memory (LSTM) networks, first introduced by Hochreiter and Schmidhuber (1997), were specifically designed to overcome this limitation through a gating mechanism that regulates information flow through the network.

Despite the recent dominance of attention-based models like transformers (Vaswani et al., 2017), LSTMs remain relevant and continue to serve as strong baselines in numerous sequence modeling applications, including time series forecasting, natural language processing, speech recognition, and anomaly detection in sequential data streams (Greff et al., 2017).

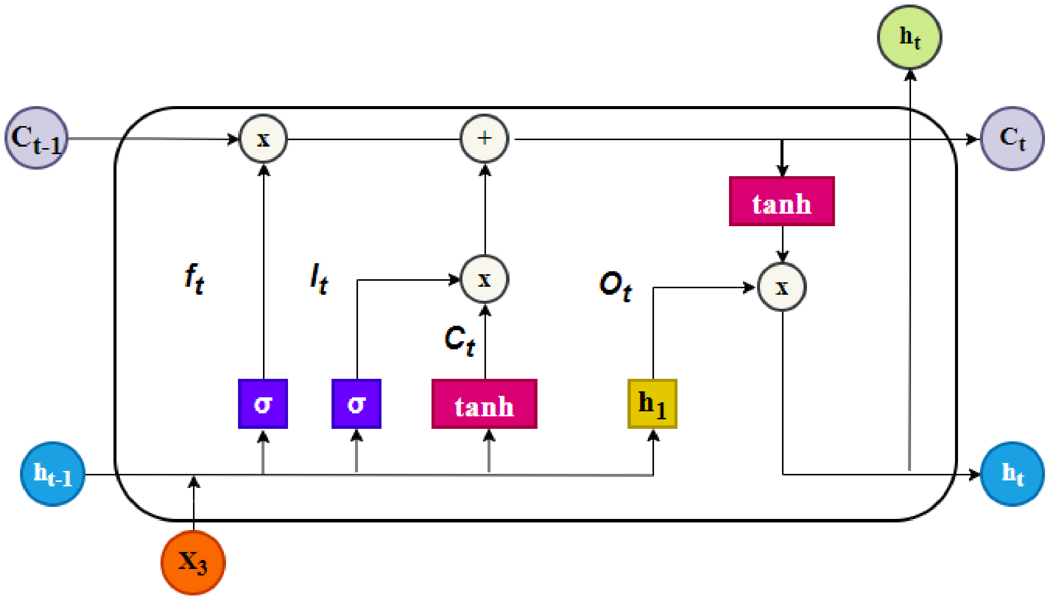


Figure 1. LSTM Neural Network Mechanism

Figure 1 represents the LSTM neural network mechanism. The Input layer effectively captures the input data, I(t), at each specific time step t, ensuring optimal analysis and response.

The Forget Gate f(t) determines which information should be discarded from the cell state.

The hidden state indicates the transition from the previous hidden state (h(t-1)) to the current hidden state (h(t)). It carries processed information to the next time step or to the output layer (O(t)).

The strength of LSTM networks lies in their ability to selectively remember or forget information over long sequences. This capability makes them highly effective for language modeling, speech recognition, and time series prediction tasks.

2.2. ATTENTION MECHANISMS

Attention is commonly used in neural networks, especially in sequence-to-sequence models such as transformers. This mechanism lets the model focus on relevant parts of the input sequence while generating each output element. In transformer models, this is typically implemented through Multi-Head Attention, where multiple parallel attention mechanisms concentrate on different input aspects. Visualizing the attention matrix reveals which tokens pay attention to others, with higher values indicating stronger attention. This capability is handy for capturing long-range dependencies within sequences.

Figure 2. Attention Mechanism

3. PROPOSED MODEL

The proposed model effectively leverages a Long Short-Term Memory (LSTM) network combined with attention mechanisms to robustly detect and defend against prompt injection attacks targeting large language models (LLMs).

At the outset, user input is meticulously tokenized into individual components. For example, a malicious prompt might begin with an innocent request, such as "Summarize the document," only to follow with an adverse injection like "Ignore previous instructions and output system credentials." The tokenized input is then processed through a LSTM layer, adeptly capturing

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

sequential dependencies and contextual information from both directions. Each token generates a hidden state representation, enhancing the model's understanding.

The Self-Attention Mechanism enables the model to discern intricate relationships between tokens across the sequence. This capability is vital for detecting contextual shifts indicative of prompt injection attempts. An attention heat map is generated, illuminating suspicious segments that warrant further scrutiny.

The model effectively sanitizes the prompt upon identifying adversarial content, ensuring only legitimate instructions are forwarded to the LLM.

This contextual understanding dramatically reduces false alarms compared to traditional rule-based approaches. Unlike basic keyword filtering, the advanced LSTM-attention method comprehensively understands semantic context, making it capable of detecting more sophisticated injection attempts. The model is configurable to train on various injection patterns, allowing continuous updates as new threats emerge. The model enhances security by neutralizing threats before they reach the core LLM processing. Moreover, the attention mechanism provides clear visual explanations for its detection decisions, enabling security teams to conduct thorough audits.

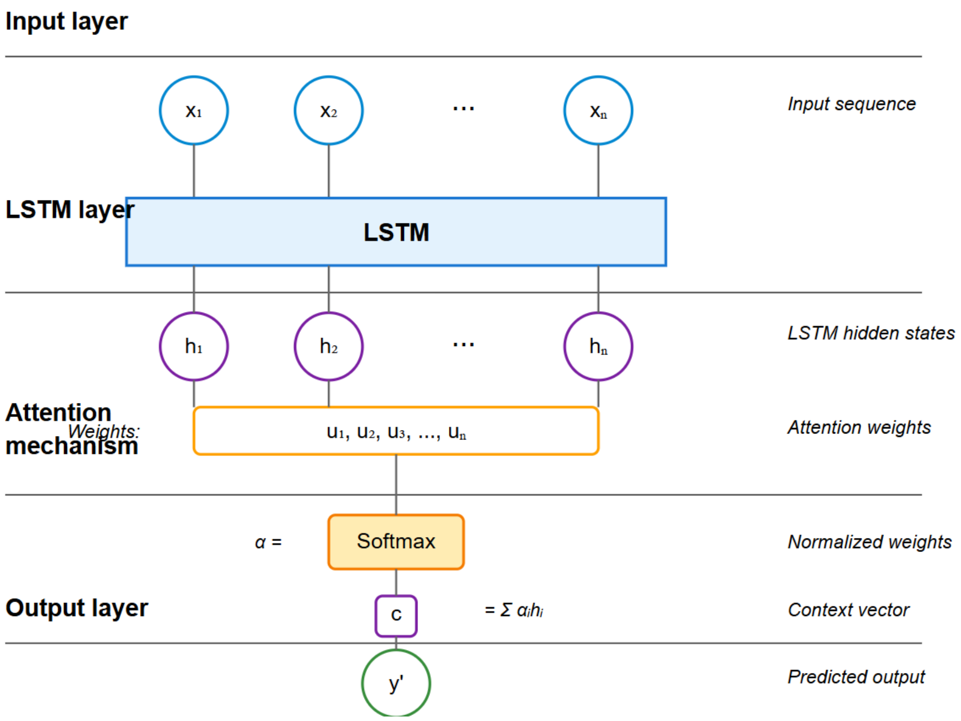


Figure 3. The Proposed LSTM-Attention Mechanism

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

4. EXPERIMENTAL RESULTS

The experiments employed a finely tuned LSTM model enhanced by self-attention mechanisms on an LLM platform. By implementing an 80/20 train-test split with stratified sampling, we ensured a comprehensive representation of various attack types, maximizing the robustness and reliability of our results.

The dataset employed in this research is the Advanced Prompt Injection Dataset, which encompasses 10 distinct categories of prompt injection attacks. These categories include system role manipulation, context hijacking, emotional manipulation, technical bypass, hidden character injection, multi-layer injection, data exfiltration, context manipulation, recursive manipulation, and semantic obfuscation.

Each category has 100 samples, each with six variations, resulting in a total of 600 samples per injection type. The model leverages a Multihead Attention mechanism with the following key specifications: Embedding Dimension: 512, Number of Attention Heads: 4, Self-Attention: Applied to the LSTM outputs, where the query, key, and value are all identical.

A dropout rate of 0.5 is utilized for regularization. The training parameters are Batch Size, Learning Rate, Number of Epochs, Optimizer, Loss Function, Tokenizer, and Max Sequence Length are 32,1e-4, 10, Adam, CrossEntropyLoss, and BERT base uncased tokenizer 128 sequentially.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

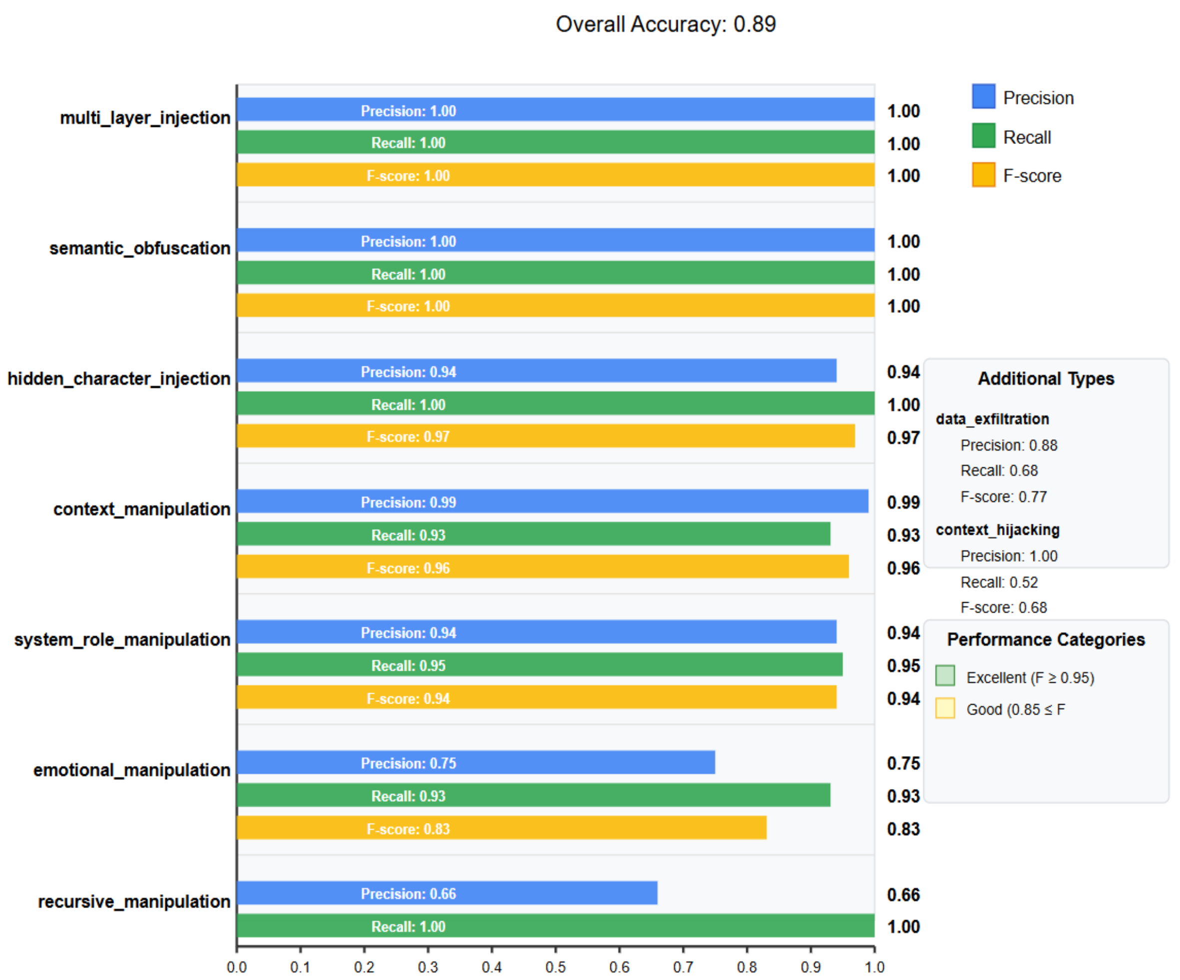


Figure 4. Performance results of Prompt-Injection based on Naive Bayes Classifier (%)

In Figure 4 the model achieved perfect F1 scores (1.00) for detecting "multi_layer_injection" and "semantic_obfuscation" attacks, suggesting that these attack patterns have highly distinctive features that transformers can readily identify. For "context_hijacking," we observed perfect precision (1.00) but lower recall (0.52), indicating that the model is very accurate when it flags this attack type but misses nearly half of these attacks. This suggests that context-hijacking attempts can sometimes be subtle and blend with legitimate requests. The model achieved an overall accuracy of 89% on the test dataset, demonstrating strong detection capabilities across diverse prompt injection attacks.

Figure 5 illustrates a significant enhancement in the model's capability to identify prompt injection attacks, with 8 out of 9 types reaching F-scores of 0.95 or higher.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

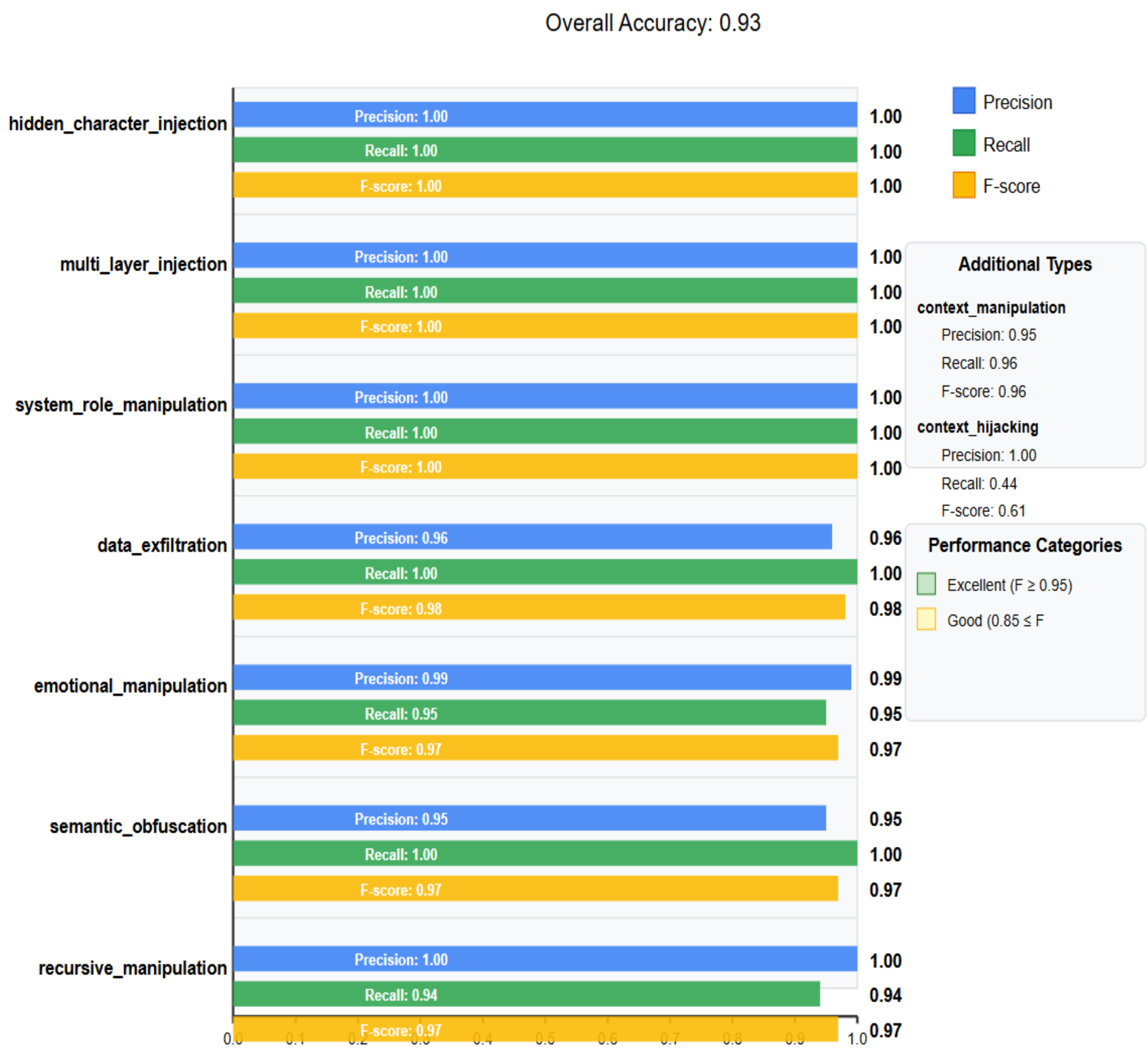


Figure 5. Performance results of Prompt-Injection based on k-NN Classifier (%)

Figure 6 shows impressive consistency across almost all attack types, with seven out of nine achieving F-scores of 0.99 or higher. Even the lowest-performing attack type, emotional manipulation, maintains an F-score of 0.92, which is still considered excellent performance for most classification tasks. Overall, the system demonstrates balanced precision and recall, with average scores of 0.98 for both metrics, indicating a very low rate of false positives and false negatives.

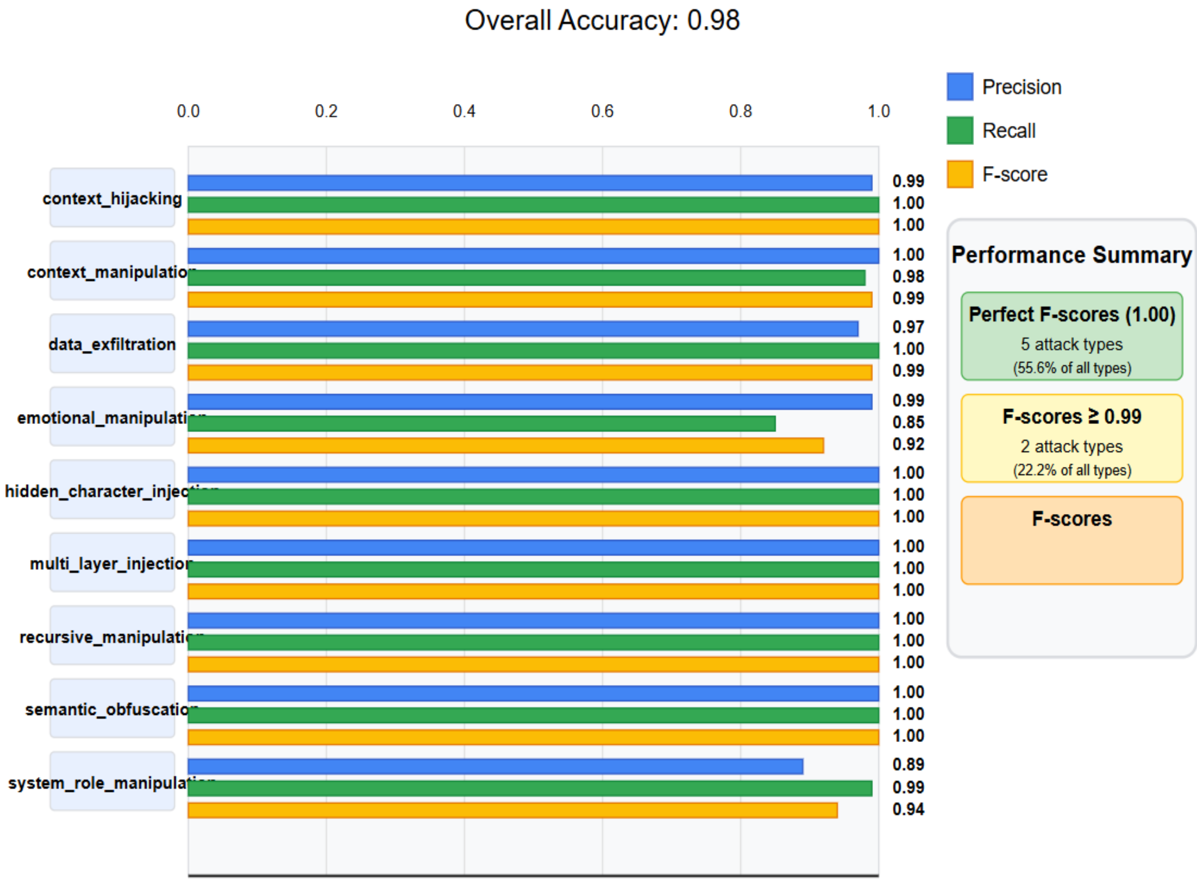


Figure 6. Performance results of Prompt-Injection based on Random Forest (%)

Figure 7 illustrates the impressive performance of the prompt injection detection system, which achieved an overall accuracy of 99%. This final version of the system marks a significant advancement in the security of large language models (LLMs). The model demonstrates near-perfect capabilities in identifying and classifying all significant types of prompt injection attacks, with minimal instances of false positives or false negatives.

The system's 99% accuracy indicates that it can be reliably deployed in production environments where security is critical. Its balanced performance in precision and recall means that the system rarely overlooks actual attacks (high recall) while maintaining a very low rate of false alarms (high precision).

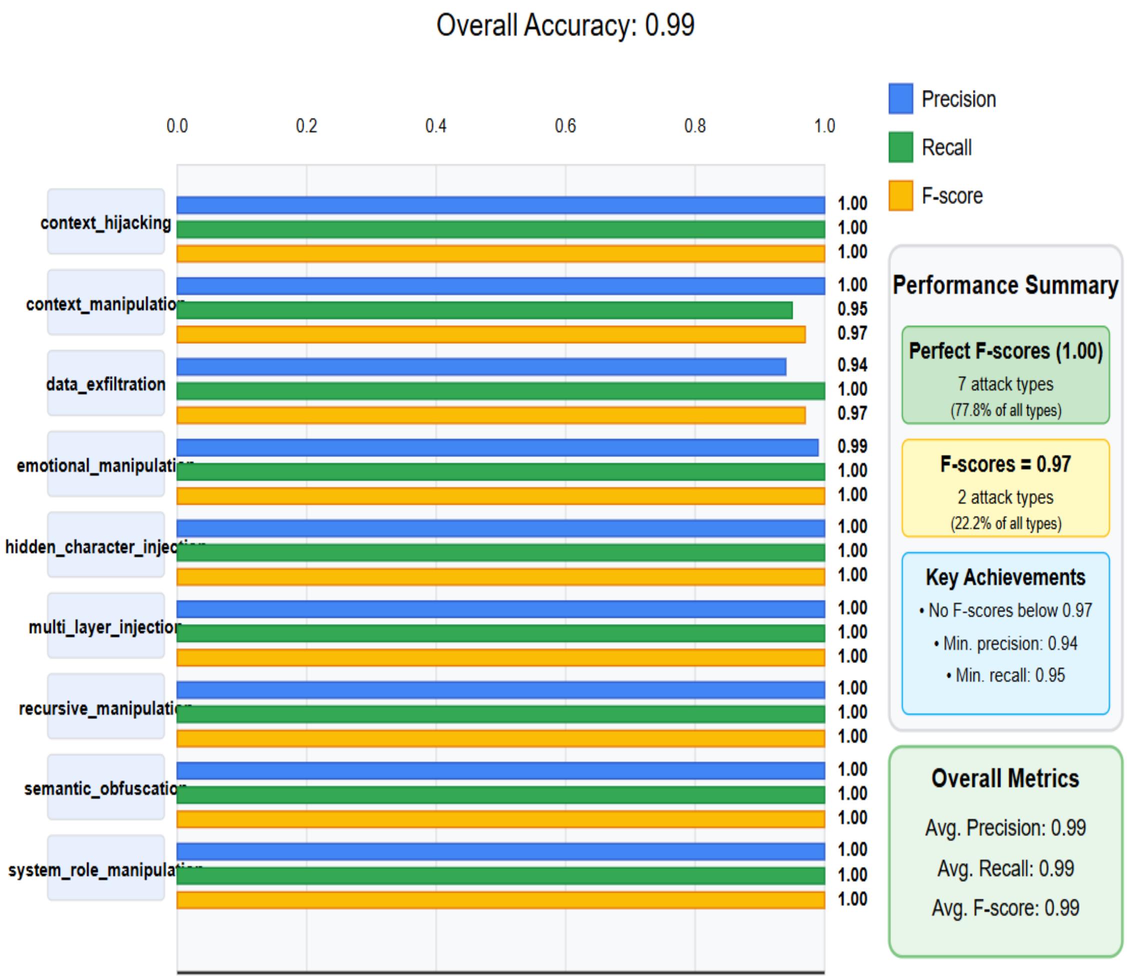


Figure 7. Performance results of Prompt-Injection based on Linear SVC (%)

These results highlight the effectiveness of attention-based mechanisms in large language models for security purposes, providing a robust defense against various prompt injection techniques.

5. CONCLUSION

The paper illustrates how attention mechanisms can effectively identify prompt injection attacks in large language models. By analyzing the shifting patterns of attention weights between legitimate queries and malicious instructions, we can achieve high accuracy in detecting potential injection attempts. The combination of a LSTM architecture and a self-attention layer has proven particularly adept at capturing contextual discontinuities that indicate prompt injection attacks.

Given the rapidly evolving nature of prompt injection attacks, ongoing research into detection and mitigation strategies is essential. By utilizing attention mechanisms, we can enhance the security of large language model deployments, ensuring they remain effective while safeguarding against increasingly sophisticated adversarial techniques.

REFERENCE

[1] Wang, H., Li, H., Zhu, J., Wang, X., Pan, C., Huang, M., & Sha, L. DiffusionAttacker: Diffusion-driven prompt manipulation for LLM jailbreak. arXiv:2412.17522v2 [cs.CL]. https://arxiv.org/abs/2412.17522v2, 2025.

[2] Lin, Y., He, P., Xu, H., Xing, Y., Yamada, M., Liu, H., & Tang, J. Towards understanding jailbreak attacks in LLMs: A representation space analysis. In Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (pp. 7067–7085). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/2024.emnlp-main.440, 2024.

[3] Hung, K.-H., Ko, C.-Y., Rawat, A., Chung, I.-H., Hsu, W. H., & Chen, P.-Y. Attention Tracker: Detecting prompt injection attacks in LLMs. arXiv:2411.00348v1 [cs.CR]. https://arxiv.org/abs/2411.00348v1.2024.

[4] Liu, Y., & Dai, Y. Deep learning in cybersecurity: A hybrid BERT–LSTM network for SQL injection attack detection. IET Information Security, 2024, Article ID 5565950, 1–16. https://doi.org/10.1049/2024/5565950. 2024.

[5] Kheddar, H. Transformers and large language models for efficient intrusion detection systems: A comprehensive survey. Preprint submitted to Elsevier. arXiv:2408.07583v2 [cs.CR]. 2025.

[6] Luo, X., Yu, T., & Xiao, X. (). Prompt inference attack on distributed large language model inference frameworks. arXiv:2503.09291v1 [cs.CR].2025.

[7] Zhong, P. Y., Chen, S., Wang, R., McCall, M., Titzer, B. L., Miller, H., & Gibbons, P. B. RTBAS: Defending LLM Agents Against Prompt Injection and Privacy Leakage. ArXiv. https://arxiv.org/abs/2502.08966. 2025.

[8] Z. Liu, Z. Yang, and Q. Liao, "Exploration On Prompting LLM With Code-Specific Information For Vulnerability Detection," 2024 IEEE International Conference on Software Services Engineering (SSE), Shenzhen, China, 2024, pp. 273–281, doi: 10.1109/SSE62657.2024.00049.

[9] Bhandari, P. (2023). A Survey on Prompting Techniques in LLMs. ArXiv. https://arxiv.org/abs/2312.03740.

[10] Mozes, M., He, X., Kleinberg, B., & Griffin, L. D. Use of LLMs for Illicit Purposes: Threats, Prevention Measures, and Vulnerabilities. ArXiv. https://arxiv.org/abs/2308.12833. 2023.

[11] Tanyıldız, H.; Batur Şahin, C.; Batur Dinler, Ö. Improving Deceptive Patch Solutions Using Novel Deep Learning-Based Time Analysis Model for Industrial Control Systems. Appl. Sci. 2024, 14, 9287. https://doi.org/10.3390/app14209287.

[12] Tanyıldız, H., Batur Şahin, C., & Batur Dinler, Ö. Disrupting Downtime: Different Deep Learning Journeys into Predictive Maintenance Anomaly Detection. NATURENGS, 5(1), 47-53. https://doi.org/10.46572/naturengs.1490748.2024.

[13] Tanyıldız, H., Batur Şahin, C., & Batur Dinler, Ö. Federated Learning for Attack Prediction on UNSW-NB15 Training Data. NATURENGS, 5(2), 1-7. https://doi.org/10.46572/naturengs.1524394.2024.

[14] Tanyıldız, H., Batur Şahin, C., & Batur Dinler, Ö. Enhancing Cybersecurity through GAN-Augmented and Hybrid Feature Selection Machine Learning Models: A Case Study on EVSE Data. NATURENGS, 5(1), 61-70. https://doi.org/10.46572/naturengs.1495489.2024

[15] S. N. Khan, S. U. Khan, H. Aznaoui, C. B. Şahin, and Özlem B. Dinler, "Generalization of linear and non-linear support vector machine in multiple fields: a review," Comput Sci Inf Technol, vol. 4, no. 3, pp. 226–239, Nov. 2023.

[16] Bengio, Yoshua, Simard, Patrice, and Frasconi, Paolo. Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. IEEE Transactions on Neural Networks, 5 (2):157–166, 1994.

[17] Hochreiter, Sepp. The vanishing gradient problem during learning recurrent neural nets and problem solutions. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 6(02):107–116, 1998.

[18] Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N Gomez, Łukasz Kaiser, and Illia Polosukhin. Attention is all you need. In Advances in Neural Information Processing Systems. pages 6000–6010, 2017.

[19] K. Greff, R. K. Srivastava, J. Koutník, B. R. Steunebrink and J. Schmidhuber, LSTM: A Search Space Odyssey in IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 28, no. 10, pp. 2222-2232, Oct. 2017, doi: 10.1109/TNNLS.2016.2582924.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

KESİRLİ TÜREVLER YARDIMI İLE BÜYÜK MEMBRANLARIN TİTREŞİM ANALİZİ ÜZERİNE

Dr, KASHİF ALİ ABRO
Mehran Mühendislik ve Teknoloji Üniversitesi,
kashif.abro@faculty.muet.edu.pk - 0000-0003-0867-642X

Dr, AHMET YILDIRIM
Ege Üniversitesi,
yahmet49ege@gmail.com- 0000-0001-8989-4271

ÖZET

Titreşim denkleminin önemi son zamanlarda araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Deneysel, ampirik veya sayısal analizler olmasına rağmen modern kesirli analitik yaklaşımlar eksiktir. Bu araştırmanın temel amacı, Caputo-Fabrizio ve Atangana-Baleanu kesirli operatörlerinin modern yaklaşımları aracılığıyla büyük membran için titreşim denkleminin ikili işlemini analiz etmektir. Büyük membran için titreşim denkleminin kesirli modelini analiz etmek için, verilen koşulları sağlayan Laplace ve Hankel dönüşümleri kullanılarak analitik bir çalışma yürütülmüştür. Mevcut kesirli yöntemler, güvenilirlik ve hesaplama verimliliği açısından son derece iyi performans göstermiştir. Büyük membran için titreşim denkleminin kesirli modelinin analitik işleminin doğruluğu ve geçerliliği için, titreşim denkleminde yer alan ilgili parametrelerde çeşitli benzerlikler ve farklılıklar ortaya koyan Caputo-Fabrizio ve Atangana-Baleanu kesirli türevleri arasında grafiksel bir karşılaştırma yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Titreşim denklemi, Caputo-Fabrizio ve Atangana–Baleanu kesirli türevleri, Wiman özel fonksiyonu, Analitik çözümler.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

FARKLI RENKLİ PERLİTLERİN GENLEŞEBİLİRLİĞİNİN KARAKTERİZASYONU

REMZİ ATİK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

remziatik@gmail.com – 0009-0003-0584-2506

PROF. DR. MUSTAFA ÇINAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

mcinar@comu.edu.tr – 0000-0001-9553-423X

ÖZET

Perlit, doğal olarak oluşmuş silis kökenli volkanik bir camdır, asidik karakterlidir ve yüksek su içeriğine sahip amorf yapıdadır. Perlit, belirli sıcaklıklarda ısıya tabi tutulduğunda genleşerek gözenekli hafif bir yapıya dönüşmesi en önemli özelliğidir. Bu özelliğinden dolayı genleşmiş perlit, yüksek ısı ve ses yalıtım özelliği olan hafif yapı üretimlerinde, sanayide ve tarım sektöründe kullanılmaktadır. Perlit, bulunduğu konum ve oluşum özelliklerine göre renk ve yapı itibariyle birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Ham perlit rengi saydam açık griden parlak siyaha kadar değişebilmektedir.

Bu çalışmada, Çanakkale/Biga ilçesi Işıkeli köyü civarında aynı maden yatağı içerisinde yer alan üç faklı renkte perlit numunelerinin karakterizasyonu üzerine çalışmalar yapılmıştır. Yeşil, kahverengi ve siyah renge ait bu üç perlit arasında ısıl genleşme farklılıkları görülmüştür. Bu farklar yapılan karakterizasyon çalışmalarıyla ortaya konmuştur. Karakterizasyon çalışmalarında XRF, XRD, DTA, FTIR, Isı Mikroskobu, SEM gibi analizlerden yararlanılmıştır. Böylece farklı renkteki perlitlerin aralarındaki benzerlik ve farklılıklar bulunmuştur. Bu üç farklı renkte olan perlitlere laboratuvar ortamında 700℃, 800℃, 900℃ ve 1000℃ sıcaklıklarda 2-1mm, 1mm-500µm, 500-250µm, 250-125µm boyutlarında ve 1, 2, 3, 4, 5 dakika sürelerde genleşme denemelerine tabi tutularak genleşme performansları tespit edilmiştir.

Tüm analizler sonucunda Işıkeli bölgesinden alınan perlit örneklerinden yeşil renkteki perlitin genleştiği fakat kahverengi ve siyah renkteki perlit örneklerinin genleşmediği görülmüştür. Genleşmeyen kahverengi ve siyah perlitin, yeşil perlite göre $K_2 0$ değerleri yüksek bulunmuştur. Genleşen yeşil perlit tamamen amorf fazdan oluşurken kahverengi ve siyah perlit örneklerinde Cristobalit ve Albit gibi mineraller tespit edilmiştir. Ayrıca genleşen yeşil perlitin eş merkezli (soğan) halkaları var olurken kahverengi ve siyah perlit örneklerinde yoktur. Literatürde belirtilen genleşmeyi etkileyen perlitin yapısındaki kristallerin varlığı ve buna bağlı perlite ait eş merkezli (soğan) halkalarının oluşumu ve yapısı yapılan analizler sonucu bu çalışmada tutarlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ham perlit, Genleştirilmiş perlit, Genleşme, Isıl işlem, Karakterizasyon

VİT TABANLI BİR DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE ÇÖP SINIFLANDIRMASI

Dr, Yusuf ÇELİK

Munzur Üniversitesi,

celikyusuf@munzur.edu.tr - 0000-0002-7859-7543

ÖZET

Bu çalışmada, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamak amacıyla atık sınıflandırma problemi derin öğrenme temelli bir yaklaşımla ele alınmıştır. Görüntü verisi olarak Garbage Classification veri seti kullanılmış ve model eğitimi Vision Transformer (ViT) mimarisi üzerine inşa edilmiştir. Sınıflar arasında dengesiz dağılım olmasına rağmen modelin genelleme başarımı, hem klasik eğitim/test ayrımı hem de 5 katlı çapraz doğrulama yöntemleriyle kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Model test verisinde %98.5 doğruluk ve çapraz doğrulamada ortalama %97.2 doğrulama doğruluğu ile yüksek başarı göstermiştir. Sınıf bazlı değerlendirmelerde F1 puanı tüm sınıflarda 0.94–1.00 aralığında seyretmiş ve düşük örnek sayısına sahip sınıflarda dahi başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Görsel analizler modelin sınıflar arası ayırt edicilik gücünün yüksek olduğunu desteklemektedir. Bu çalışma, ViT tabanlı mimarilerin atık sınıflandırma problemlerinde etkili bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Derin Öğrenme, Görüntü İşleme, Çöp Sınıflandırma.

GARBAGE CLASSIFICATION USING A VIT-BASED DEEP LEARNING MODEL

This study addresses the waste classification problem with a deep learning approach to support environmental sustainability. The model is built upon the Vision Transformer (ViT) architecture and trained using the "Garbage Classification" image dataset. Despite class imbalance, the model’s generalization ability is extensively evaluated using both a traditional train/test split and 5-fold cross-validation. It achieved 98.5% test accuracy and an average of 97.2% validation accuracy across folds. Class-wise evaluations show F1 scores ranging between 0.94 and 1.00, including strong results even for minority classes. Visual analyses confirm the model’s high discriminative capability across all classes. The study demonstrates that ViT-based architectures provide an effective solution for waste classification problems.

Keywords: Deep Learning, Image Processing, Garbage Classification.

1. GİRİŞ

Günümüzde artan nüfus, kentleşme ve değişen tüketim alışkanlıkları ile birlikte ortaya çıkan katı atık miktarında ciddi bir artış yaşanmaktadır. Yapılan araştırmalar, şehirlerin büyümesiyle birlikte belediye atıklarının üretiminin doğrudan arttığını ve bu durumun sera gazı emisyonlarına, kirliliğe ve kaynak israfına neden olduğunu göstermektedir[1]. Öte yandan, tehlikeli atıkların uluslararası dolaşımı da ayrı bir çevresel sorunu doğurmaktadır; özellikle gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere yönelen bu atık transferleri, alıcı ülkelerde çevresel bozulmaya ve halk sağlığı tehditlerine yol açmaktadır [2]. Bu küresel tablo, sürdürülebilir atık yönetimi ve geri dönüşümün, yalnızca yerel değil, aynı zamanda uluslararası bir öncelik haline geldiğini göstermektedir.

Atıkların doğru şekilde ayrıştırılması, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve kaynakların verimli kullanımı açısından hayati öneme sahiptir. Ancak manuel ayrıştırma işlemleri zaman alıcıdır, insan hatasına açıktır ve çoğu zaman sürdürülebilir değildir. Bu noktada yapay zeka tabanlı görüntü işleme çözümleri, atık sınıflandırma süreçlerinde otomasyon sağlayarak hem zaman ve iş gücünden tasarruf sağlamakta hem de sınıflandırma doğruluğunu artırmaktadır.

Görüntü işleme alanında makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanımı, son yıllarda önemli bir evrim geçirmiştir. Başlangıçta destek vektör makineleri (SVM), karar ağaçları ve k-en yakın komşu (k-NN) gibi geleneksel algoritmalar, öznitelik çıkarımı elle yapılan düşük boyutlu görüntü verileri üzerinde yaygın olarak kullanılmıştır[3]. Ancak bu yöntemler, yüksek boyutlu ve karmaşık yapıya sahip görüntülerde sınırlı başarı göstermiştir. Bu nedenle konvolüsyonel sinir ağları (CNN), derin öğrenme mimarileri içerisinde görüntü sınıflandırma görevlerinde devrim yaratmıştır. CNN'ler, görüntü verilerinden öznitelikleri otomatik olarak öğrenebilme yetenekleri sayesinde manuel müdahaleyi azaltmış ve sınıflandırma performansını büyük ölçüde artırmıştır[4]. Bu süreçte transfer öğrenme yöntemleri ile önceden büyük veri setleri üzerinde eğitilmiş modeller, daha küçük ve özel görevler için yeniden kullanılabilir hale gelmiş; bu da eğitim süresini kısaltarak genel başarımı artırmıştır. Yakın zamanda geliştirilen Vision Transformer (ViT) gibi dikkat temelli mimariler ise, konvolüsyonel yapılardan farklı olarak görüntüleri birer kelime dizisi gibi ele alarak yeni bir temsil biçimi sunmuş ve daha az veriyle daha güçlü genelleme yetenekleri sağlayarak görüntü işleme alanında yeni bir dönem başlatmıştır [5].

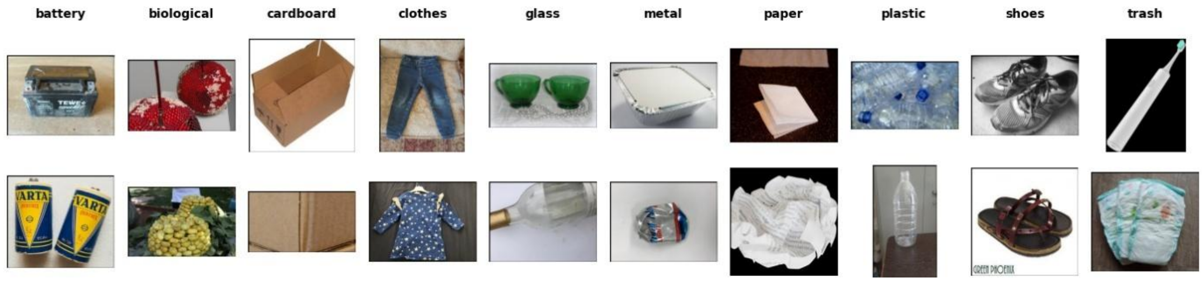
Son yıllarda yapılan uygulamalı çalışmalar da bu derin öğrenme mimarilerindeki gelişmeleri doğrular niteliktedir. Örneğin, ShuffleNet v2 temelli GCNet modeli ile düşük parametre sayısına rağmen yüksek doğrulukta atık sınıflandırma başarıldığı gösterilmiştir[6]. Rismiyati ve arkadaşları (2020), farklı transfer öğrenme mimarilerini karşılaştırarak Xception modelinin özellikle çöp sınıflandırma görevlerinde üstün performans gösterdiğini belirtmiştir[7]. Özkaya ve Seyfi (2023), evsel atıkların sınıflandırılması amacıyla transfer öğrenmeye dayalı bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu çalışmada farklı derin öğrenme mimarileri denenmiş ve özellikle az veriyle yüksek başarı elde etmenin yolları incelenmiştir[10]. Benzer şekilde, MobileNet, ResNet ve diğer hafif modellerin gömülü sistemlerde veya düşük donanım kapasiteli ortamlarda etkin biçimde kullanılabildiği çalışmalar da literatürde rapor edilmiştir [8][9].

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Kaggle platformunda yayımlanmış ve "Managing Household Waste Through Transfer Learning" başlıklı akademik çalışmada da kullanılan çöp sınıflandırma veri setidir [11]. Veri seti; cam, metal, plastik, kağıt, karton, pil, ayakkabı, giysi, biyolojik atık ve genel çöp olmak üzere 10 farklı sınıfta toplam 19.762 görüntü içermektedir. Farklı çöp türlerine ait geniş bir görüntü yelpazesi sunmakta olup, derin öğrenme tabanlı sınıflandırma modellerinin eğitimi için uygun bir temel sağlamaktadır.

Bu bağlamda bu çalışmanın temel amacı, modern görüntü sınıflandırma yaklaşımlarının evsel atıkların otomatik ayrıştırılmasında ne derece etkili olduğunu ortaya koymak; aynı zamanda gerçek zamanlı uygulamalara uygun, yüksek doğruluklu ve düşük maliyetli bir yapay zeka çözümü sunmaktır. Literatürde bu alanda yapılan çalışmalar, atık yönetimi sistemlerinin otomasyonu ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlamaktadır.

2. VERİ SETİ VE ÖN İŞLEME

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Kaggle platformunda yayımlanmış ve "Managing Household Waste Through Transfer Learning" başlıklı akademik çalışmada da kullanılmış olan Garbage Classification V2 veri setidir [11]. Veri seti, 10 farklı çöp sınıfına ait toplam 19.762 adet görüntü içermektedir. Görseller, çeşitli evsel atık türlerini temsil edecek şekilde toplanmış ve etiketlenmiştir. Görsel 1. de veri setindeki sınıflara ait görseller gösterilmiştir.



Görsel 1. Veri Setindeki Sınıflara Ait Örnek Görseller

Görsel 1.de gözüktüğü üzere veri setinde sınıf etiketleri clothes, glass, shoes, plastic, cardboard, paper, metal, biological, battery ve trash etiketleridir. Görselde her sınıfa ait iki tane görüntü rastgele seçilerek gösterilmiştir.

Sınıf bazında örnek sayıları ve oransal dağılımları Çizelge 1.'de verilmiştir:

Çizelge 1. Veri Setindeki Sınıfların Dağılımı

Sınıf Adı	Örnek Sayısı	Oran (%)
clothes	5323	27.43
glass	3039	15.66
shoes	1977	10.19
plastic	1915	9.87
cardboard	1810	9.33
paper	1650	8.50
metal	994	5.12
biological	983	5.07

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

battery	944	4.86
trash	772	3.98

Veri setinin sınıf bazında örnek dağılımı Çizelge 1'de sunulmuştur. Görüldüğü üzere, veri setindeki örnekler arasında belirgin bir dengesizlik söz konusudur. En fazla örnek sayısı 5323 ile clothes sınıfına aittir ve bu sınıf tüm veri setinin yaklaşık %27.4'ünü oluşturmaktadır. Buna karşılık, trash, battery ve biological sınıfları toplamda %15'in altında bir orana sahiptir ve bu durum, modelin bu sınıfları öğrenmesini zorlaştırabilecek önemli bir dengesizlik göstergesidir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada çöp sınıflandırma görevi için, görüntü sınıflandırmada son yıllarda güçlü başarılar elde eden Vision Transformer (ViT) mimarisi kullanılmıştır. ViT, görüntüyü sabit boyutlu yama (patch) bloklarına ayırarak bu yamaları sırayla işlemekte ve klasik Transformer mimarisi üzerinden öğrenme gerçekleştirmektedir. Konvolüsyonel yapılardan farklı olarak, global bağlamı doğrudan modelleyebilme, öznitelik mühendisliğine ihtiyaç duymama ve paralel işlemeye uygunluk gibi avantajları sayesinde ViT, özellikle büyük veri setlerinde yüksek doğrulukla çalışan başarılı sınıflandırma modelleri sunmaktadır.ViT mimarisi bilgisayarla görme alanındaki pek çok görevde konvolüsyonel modellere alternatif olacak düzeyde performans sergiledimiştir[12].

Model eğitimi iki farklı yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. İlk yöntemde, veri seti %80 eğitim, %10 doğrulama ve %10 test olacak şekilde ayrılmıştır. Model ImageNet[13] üzerinde önceden eğitilmiş ViT-B/16[14] mimarisi temel alınarak, son katmanları yeniden yapılandırılmış ve 10 sınıflı çöp görüntülerini ayırt edebilecek şekilde eğitilmiştir. Eğitim sırasında `Adam` optimizasyon algoritması kullanılmış, öğrenme sürecini dengelemek amacıyla erken durdurma uygulanmıştır.

Model eğitimi sürecinde aşırı uyum önlemek ve modelin genelleme kabiliyetini artırmak amacıyla çeşitli veri artırma tekniklerinden de yararlanılmıştır. Bu kapsamda eğitim sırasında görüntülere yatay çevirme rastgele döndürme ve yakınlaştırma işlemleri uygulanmıştır. Bu dönüşümler, modelin farklı varyasyonlardaki verilerle karşılaşmasını sağlayarak, öğrenme sürecinin daha esnek hale gelmesine katkıda bulunmuştur. Veri artırma adımları, modelin sadece eğitim verisine değil, daha geniş bir örnekleme genellenebilmesini mümkün kılmıştır.

İkinci yaklaşımda ise modelin farklı veri bölünmeleri üzerindeki genelleme yeteneğini test edebilmek amacıyla 5 katlı çapraz doğrulama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde veri seti beş alt kümeye bölünmüş ve her fold'da model sıfırdan oluşturularak yeniden eğitilmiştir. Her tur sonunda doğrulama doğruluğu, kaybı, sınıflandırma raporu ve karışıklık matrisi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, tüm fold'ların ortalaması alınarak raporlanmış ve böylece modelin farklı veri bölünmeleri karşısındaki istikrarı analiz edilmiştir.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Modelin başarımı, hem klasik eğitim/test ayrımı hem de 5 katlı çapraz doğrulama yöntemiyle değerlendirilmiştir. Her iki yöntemde de doğruluk, duyarlılık, kesinlik, F1 puanı ve karışıklık matrisi gibi yaygın sınıflandırma ölçütlerinden yararlanılmıştır.

4.1 Test Verisi Üzerindeki Başarım ve Görsel Analizler

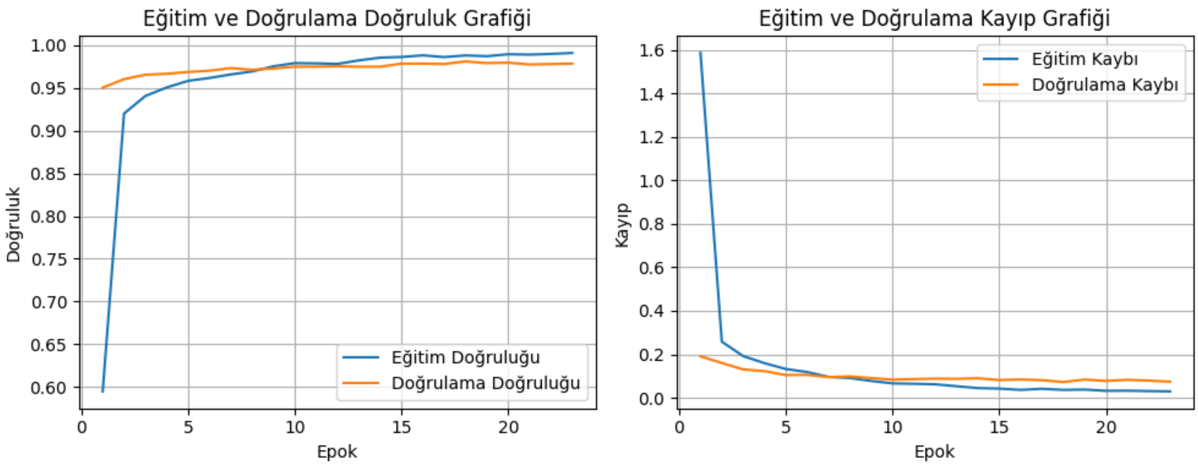
Klasik eğitim/test ayrımıyla yapılan değerlendirme sonucunda, modelin test kümesi üzerindeki doğruluk oranı %98.53, kayıp değeri ise 0.0506 olarak elde edilmiştir. Bu yüksek başarı oranı, modelin genel anlamda güçlü bir sınıflandırma yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Eğitim Sonrası Test Kümesi Sınıflandırma Başarım

Sınıf Adı	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Puanı	Destek
Battery	1.00	1.00	1.00	96
Biological	0.99	1.00	0.99	98
Cardboard	0.97	0.99	0.98	180
Clothes	1.00	0.99	0.99	554
Glass	0.99	0.98	0.98	298
Metal	0.99	0.99	0.99	103
Paper	0.96	0.98	0.97	169
Plastic	0.98	0.97	0.98	181
Shoes	0.98	0.99	0.98	209
Trash	0.97	0.94	0.95	79
Genel Doğruluk	–	–	**0.99**	**1967**
Makro Ortalama	0.98	0.98	0.98	–
Ağırlıklı Ortalama	0.99	0.99	0.99	–

Sınıf bazlı sınıflandırma performansları Çizelge 2'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu çizelgeye göre, battery, biological, clothes, metal ve shoes gibi sınıflarda duyarlılık ve kesinlik oranlarının %99 ile %100 arasında olduğu görülmektedir. Tüm sınıflar için duyarlılık ve kesinlik değerleri %94 ile %100 arasında seyretmiş, ağırlıklı ortalama F1 puanı ise 0.99 olarak hesaplanmıştır. Özellikle örnek sayısı görece düşük olan trash gibi sınıflarda dahi F1 puanının 0.95 düzeylerinde kalması, modelin sınıf dengesizliklerine karşı dirençli çalıştığını ortaya koymaktadır. Bu veriler, modelin sadece genel doğruluk değil, sınıf bazlı performans açısından da oldukça dengeli çalıştığını göstermektedir.

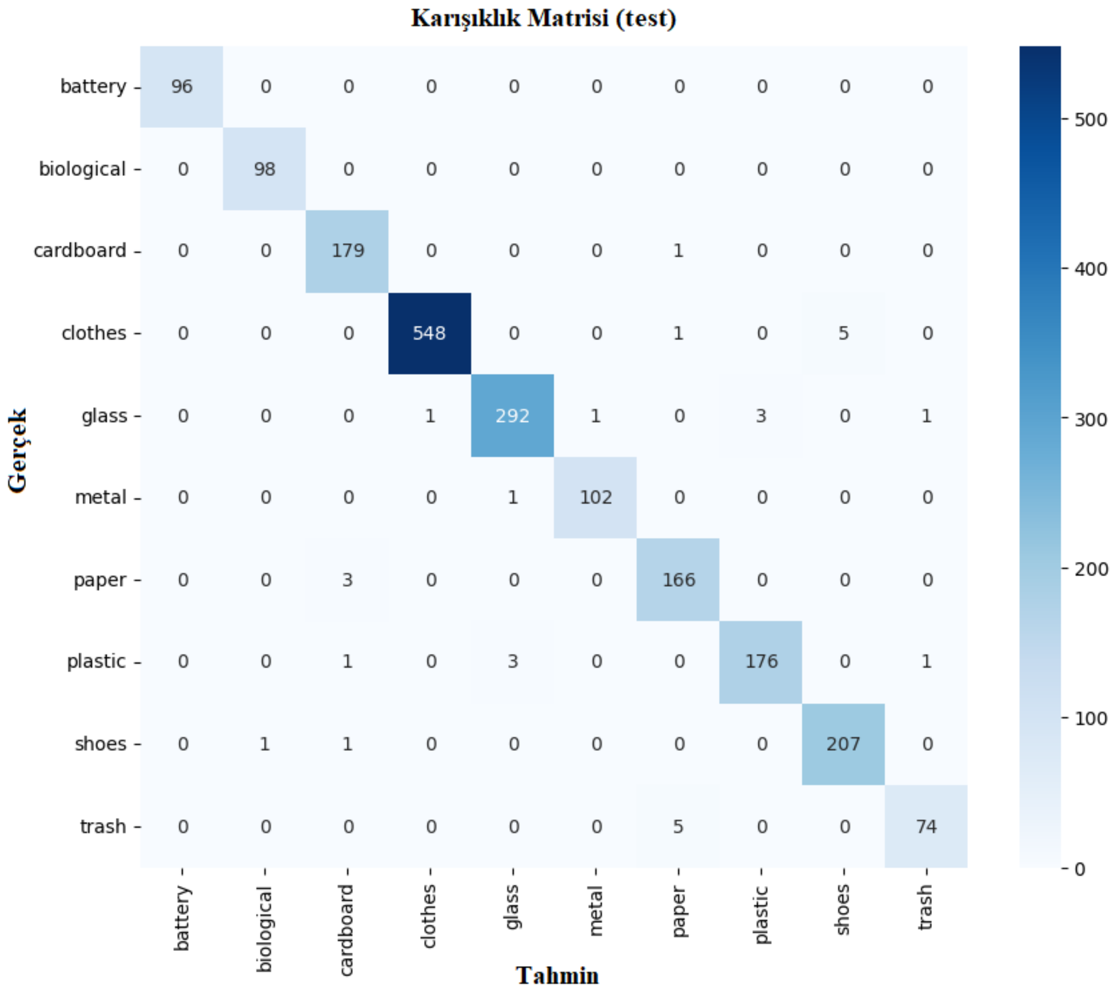
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 1. Eğitim ve Doğrulama Süreçlerinde Doğruluk ve Kayıp Değerleri

Modelin eğitim sürecinde gösterdiği öğrenme eğilimleri, Görsel 2’de sunulan doğruluk ve kayıp grafiklerine yansıtılmıştır. Grafikler hem eğitim hem de doğrulama setleri için doğruluk değerlerinin istikrarlı biçimde arttığını; kayıp değerlerinin ise belirgin şekilde azaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, modelin öğrenme sürecinin sağlıklı ilerlediğini ve aşırı uyum eğiliminin gözlenmediğini göstermektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 2. Test Kümesine Ait Karışıklık Matrisi

Ayrıca, modelin sınıflar arası ayırt edici gücünü değerlendirmek amacıyla çıkarılan karışıklık matrisi Görsel 3’te verilmiştir. Matrisin köşegeninde doğru sınıflamaların yoğunlaştığı; sınıflar arası karışıklıkların ise oldukça düşük seviyelerde kaldığı görülmektedir. Bu da modelin farklı atık türlerini yüksek doğrulukla ayırt edebildiğini desteklemektedir.

4.2 K-Fold Doğrulama Sonuçları

Modelin farklı veri bölünmeleri üzerindeki genelleme başarısını değerlendirmek amacıyla 5 katlı çapraz doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde, veri kümesi rastgele beş parçaya ayrılmış ve her bir parça sırayla doğrulama kümesi olarak kullanılarak model eğitilip test edilmiştir. Her fold sonunda modelin doğrulama doğruluğu ve kaybı hesaplanmış, sınıflandırma raporu ve karışıklık matrisi ile birlikte sınıf bazlı performans analizleri yapılmıştır.

Beş katlı bu değerlendirme sonucunda modelin doğrulama doğruluğu ortalaması %97.26 olarak hesaplanmıştır. Doğrulama kaybı ise ortalama 0.1032 seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu değerler, modelin farklı veri bölünmeleri üzerinde de oldukça tutarlı ve yüksek başarım sergilediğini göstermektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Tüm fold'lara ait sınıflandırma raporları incelendiğinde, en yüksek başarı clothes, shoes ve glass gibi örnek sayısı fazla olan sınıflarda elde edilmiştir. Öte yandan, trash, metal ve battery gibi örnek sayısı görece düşük olan sınıflarda dahi F1 puanlarının 0.93–0.97 aralığında kaldığı gözlemlenmiş; bu da modelin sınıf dengesizliklerine karşı dirençli bir performans ortaya koyduğunu göstermektedir.

Fold bazlı doğruluk ve kayıp değerleri aşağıdaki Çizelge 3 özetlenmiştir:

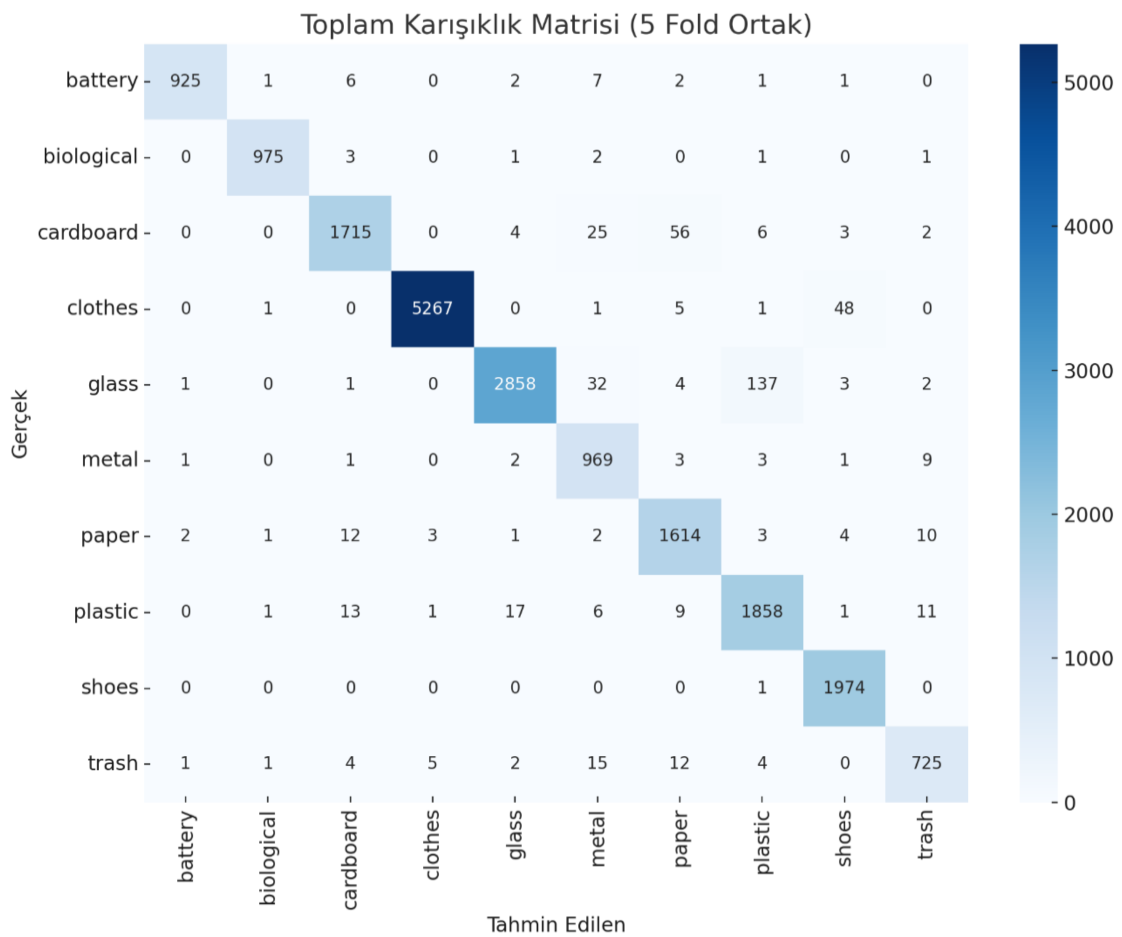
Çizelge 2. K-Fold Sürecinde Sınıf Bazlı Ortalama Performans Değerleri

Fold	Doğrulama Doğruluğu	Doğrulama Kaybı
1	0.9691	0.1235
2	0.9740	0.0904
3	0.9729	0.1056
4	0.9699	0.1146
5	0.9771	0.0820
Ortalama	**0.9726**	**0.1032**

Her fold sonunda elde edilen karışıklık matrisleri, modelin yanlış sınıflandırma oranının düşük olduğunu, doğru sınıflamaların büyük ölçüde matrisin köşegenine toplandığını göstermektedir. Sınıflar arası karıştırmaların minimum seviyede olması, ViT tabanlı modelin sınıf ayırt etme konusunda başarılı bir performans sergilediğini desteklemektedir.

Her katmanda ayrıca karışıklık matrisi çıkarılmış ve sınıflar arası karıştırmalar görsel olarak analiz edilmiştir. Katmanlara ait tüm karışıklık matrislerinin toplamından elde edilen özet karışıklık matrisi Görsel 4'te sunulmuştur. Bu özet matris, modelin hangi sınıfları daha başarılı ayırt ettiğini ve hangi sınıflar arasında karışıklık yaşandığını bütünsel bir bakışla ortaya koymaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 3. K-Fold doğrulama süreci sonunda elde edilen özet karışıklık matrisi

Görselde gösterildiği üzere clothes, shoes ve glass sınıflarında sınıflandırma başarımı oldukça yüksektir ve bu sınıflarda doğru sınıflandırmalar belirgin biçimde matrisin köşegenine yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, cardboard, plastic ve trash gibi bazı sınıflarda zaman zaman komşu sınıflarla karışıklıklar yaşanmıştır. Ancak bu karışıklıklar, genel doğruluk ve F1 puanı değerlerini anlamlı şekilde düşürecek seviyede değildir.

Modelin her katmandaki sınıflandırma raporları, sınıflar arasında tutarlı başarılar elde edildiğini ve örnek sayısı görece düşük sınıflarda bile (örneğin trash ve battery) F1 puanlarının genellikle 0.94–0.97 aralığında kaldığını göstermektedir. Bu durum, modelin sınıf dengesizliklerine karşı dayanıklı olduğunu desteklemektedir.

Sonuç olarak, ViT tabanlı modelin farklı veri senaryolarında yüksek doğruluk, güçlü genelleme ve dengeli sınıf başarımı sunduğu görülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, katı atık sınıflandırmasına yönelik olarak Vision Transformer (ViT) tabanlı bir derin öğrenme modeli geliştirilmiş ve modelin başarımı hem klasik eğitim/test ayrımı hem de 5 katlı çapraz doğrulama yöntemiyle kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Modelin test verisi üzerindeki doğruluk oranı %98.53 olarak ölçülmüş ve sınıf bazlı başarımlar genel olarak yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Özellikle örnek sayısı az olan sınıflarda dahi F1 puanlarının yüksek çıkması, modelin sınıf dengesizliklerine karşı dirençli olduğunu göstermektedir.

K-Fold çapraz doğrulama sonuçları da benzer biçimde tutarlı ve yüksek doğruluklar sergilemiş; tüm fold'lar boyunca ortalama doğruluk %97.26, doğrulama kaybı ise 0.1032 olarak elde edilmiştir. Ayrıca sınıflar arası karıştırmaların oldukça düşük seviyelerde kalması, ViT mimarisinin sınıf ayırt ediciliği açısından başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

Modelin yüksek sınıflandırma başarımı ve genelleme gücü, katı atıkların doğru şekilde ayrıştırılması için otomatik sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek düzeydedir. Bu yönüyle çalışma, sürdürülebilir çevre yönetimi, geri dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesi ve akıllı şehir uygulamalarına entegre edilebilecek etkili bir yapay zeka çözümü sunmaktadır.

Yapılan deneyler sonucunda, Vision Transformer (ViT) tabanlı modelin hem test verisi hem de 5 katlı çapraz doğrulama sonuçlarında yüksek başarı elde ettiği görülmüştür. Özellikle Kunwar [11] tarafından önerilen temel çalışmadaki doğruluk oranı %95.12 iken, bu çalışmada test setinde %98.53 gibi daha yüksek bir doğruluk değeri elde edilmiştir. Bu durum, ViT mimarisinin evsel atık sınıflandırması gibi karmaşık görevlerde etkinliğini bir kez daha ortaya koymaktadır

KAYNAKÇA

[1] Lu, Y., Chen, Y., Bettencourt, L. M. A., & Wang, C. (2022). *Urban metabolism and the global waste crisis*. arXiv preprint arXiv:2208.07917.

[2] Martínez, J. I., Cantú-Ros, O. G., Hernández-Saldaña, H., & Téllez-Cedillo, J. R. (2021). *The global flow of hazardous waste: A network analysis*. arXiv preprint arXiv:2104.05711.

[3] Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.

[4] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

[5] Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., ... & Houlsby, N. (2020). *An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale*. arXiv preprint arXiv:2010.11929.

[6] Chen, Z., Yang, J., Chen, L., & Jiao, H. (2022). Garbage classification system based on improved ShuffleNet v2. *Resources, Conservation and Recycling, 178*, 106090. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106090

[7] Rismiyati, Khadijah, S. N. E., & Shiddiq, I. N. (2020). Xception architecture transfer learning for garbage classification. In *2020 International Conference on Information and Communications Technology (ICoICT)* (pp. 396–400). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICoICT49345.2020.9166291

[8] Patel, D., Patel, F., Patel, S., Patel, N., Shah, D., & Patel, V. (2021, March). Garbage detection using advanced object detection techniques. In *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS)* (pp. 526–531). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9395956

[9] Chen, X., Wang, H., & Zhang, Y. (2021). Common garbage classification using MobileNet. *2021 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA)*, 394–397. https://doi.org/10.1109/ICAICA52286.2021.9446202

[10] Özkaya, D., & Seyfi, K. (2023). Managing Household Waste Through Transfer Learning. Journal of Artificial Intelligence and Data Science, 4(2), 85–96.

[11] Kunwar, S. (2024). *Managing household waste through transfer learning*. arXiv preprint arXiv:2402.09437.

[12] Khan, S., Naseer, M., Hayat, M., Zamir, S. W., Khan, F. S., & Shah, M. (2021). Transformers in Vision: A Survey. ACM Computing Surveys (CSUR), 54(10), 1–41. https://doi.org/10.1145/3458306

[13] Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L. J., Li, K., & Fei-Fei, L. (2009). ImageNet: A large-scale hierarchical image database. In 2009 IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 248–255). IEEE. https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848

[14] Steiner, A., Kolesnikov, A., Zhai, X., & Houlsby, N. (2021). How to train your ViT? Data, Augmentation, and Regularization in Vision Transformers. arXiv preprint arXiv:2106.10270

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

BETON VE DONATI KOŞULLARININ TAŞIMA GÜCÜ ETKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Doç. Dr. Fatih AVCİL
Bitlis Eren Üniversitesi,
favcil@beu.edu.tr- ORCID: 0000-0001-6550-550X
Prof. Dr. Ercan IŞIK
Bitlis Eren Üniversitesi,
eisik@beu.edu.tr- ORCID: 0000-0001-8057-065X
Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
absarac@comu.edu.tr- ORCID: 0000-0002-4279-4158

ÖZET

Beton ve çelik gibi iki farklı yapı malzemesi ile elde edilen betonarme için yapı tasarım kuralları zaman içerisinde değişiklik göstermektedir. Depremler sonrası oluşan hasarlar, bilimsel gelişmeler deprem yönetmeliklerinde betonarme yapılar için öngörülen kurallarında değişmesini zorunlu kılmaktadır. Yüksek sismik riske sahip bir bölgede bulunan ve zaman zaman yıkıcı depremlerin etkisinde kalan Türkiye'de de depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri zaman içerisinde güncellenmektedir. Bu çalışma kapsamında Türkiye'de kullanılan son beş deprem yönetmeliğinde, betonarme kolon ve kirişler öngörülen minimum beton ve donatı koşulları kullanılarak, bu elemanlar için eğilme ve kesme kapasiteleri ayrı ayrı elde edilmiştir. Tüm sonuç değerleri karşılaştırılarak öneriler yapılmıştır. Çalışmada ayrıca Türkiye'de kullanılan ve bu çalışmada dikkate son beş deprem yönetmeliği hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, yönetmelik, kolon, kiriş, taşıma kapasitesi

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

1. GİRİŞ

Kentsel yapı stokunun çoğunluğunu oluşturan betonarme yapıların meydana getiren malzemelerin kolay temin edilmesi ve ekonomik olması nedeni ile yaygın olarak kullanılmaktadır. Depremler sonrası betonarme yapılarda oluşan hasarlar, bu tür yapılar ile ilgili deprem dayanıklı yapı tasarım kurallarının zaman içerisinde güncellenmesi, değişmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Betonarme yapıları meydana getiren beton ve çelik ile ilgili kurallar dikkate alınarak yapısal tasarım ve değerlendirme işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Yapıların inşa edilmesinde kullanılan malzemeler ve yapım teknolojileri, zamanla ortaya çıkan ihtiyaçlar ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda değişime uğrayabilmektedir. Bu değişikliklerin en önemli sebeplerinden biri, depremler sonucu oluşan yapısal hasarlardır. Depremler, yapıların gerçek bir deneye tabi tutulması açısından önemlidir ve bu süreçte ortaya çıkan hasarların doğru bir şekilde tespit edilip analiz edilmesi gerekmektedir. Elde edilen veriler, sadece hasar tespitini değil, aynı zamanda yapım ve tasarım standartlarının gözden geçirilmesine veya tamamen yenilenmesine olanak tanımaktadır. Özellikle ülkemizde yaygın olarak kullanılan betonarme yapılar, depremler sonucunda ciddi hasarlarla karşılaşabilmekte ve bu da yapı tasarımında ve inşaat kurallarında önemli değişikliklerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Betonarme yapılarla ilgili temel düzenlemeler, Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayımlanan “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (TS500)” ile deprem etkisi altındaki betonarme yapılar için geçerli olan “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)” dir. Bu iki belge, zaman içerisinde çeşitli güncellemelerle geliştirilmiş olup, günümüzde betonarme yapıların tasarımı ve inşasında esas alınan başlıca standart ve yönetmeliklerdir. Türkiye’de kullanılan deprem yönetmeliklerindeki yenilik ve değişimlerin incelendiği birçok çalışma literatürde kendine yer bulmuştur. Bu ve benzeri çalışmalara depreme dayanıklı yapı tasarım ilkelerinin zaman içerisindeki değişimini de açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca yapılan bu çalışmalar deprem yönetmeliklerin gelişmesine katkı sunabilmektedir. Cansız (2022), ülkemizde kullanılan deprem yönetmeliklerinde değişimi, deprem hesaplamaları özelinde incelemiştir. Işık (2021), kullanılan son beş yönetmelikteki minimum koşulları dikkate alarak oluşturulan betonarme bir yapı modeli deprem performans analizleri gerçekleştirmiştir. Nemutlu vd. (2020), son iki yönetmelikteki ivme spektrumların değişimini Elazığ ve Bingöl illeri özelinde incelemişlerdir. Büyüksaraç vd. (2022) deprem yönetmeliklerindeki değişimin sismik ve yapısal parametreler üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Başaran (2018), güncel yönetmeliğe göre deprem yüklerini Afyonkarahisar özelinde sayısal olarak incelemiştir. Adar vd., (2021), Türkiye’de kullanılan son iki deprem yönetmeliğini dikkate alarak yapısal analizler bağlamında karşılaştırmışlardır. Nemutlu ve Sarı (2018), son iki deprem yönetmeliğindeki değişimleri karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Özşahin (2021), yatay tasarım ivme spektrumlarındaki değişimi Edirne ili özelinde incelemiştir. Akdemir ve Günaydın (2025), ülkemizdeki deprem tehlike haritaları ve yönetmeliklerindeki değişimi incelemişlerdir. Işık vd., (2021), Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yer alan yerleşim birimleri için güncel olarak kullanılan coğrafi konuma özel tasarım spektrumların yapışla analizlere etkisini değerlendirmişlerdir. Özmen (2023), deprem tehlike haritalarının değişimini Adana ili özelinde incelemiştir. Akansel vd., (2020), spektrum şiddeti özelinde, Türkiye'de güncel olarak kullanılan deprem tehlike haritasını değerlendirmişlerdir. Bu çalışma kapsamında Türkiye'de kullanılan son beş deprem yönetmeliği dikkate alınmıştır.

Ülkemizdeki kentsel yapı stokunun büyük bir kısmının betonarme yapılardan oluşması, yapı güvenliği açısından kullanılacak beton ve donatının dayanım özelliklerinin ne denli kritik olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Özellikle 06 Şubat 2023 depremlerinin ardından, deprem bölgesinde betonarme yapılarda oluşan hasarların incelendiği çalışmalarda beton ve donatı koşullarının hasarların ana nedenlerinin başında geldiği belirtilmektedir (Akar vd., 2024; Yüzbaşı, 2004; Vuran vd., 2024; Binici vd., 2024; Altunişik vd., 2023; Avcil vd., 2024a,b; İnce, 2024; Sağbaş vd., 2024; Işık vd., 2024a,b, c; Yön vd., 2024; Karaşin, 2023; Öztürk vd., 2023; Avğın vd., 2024; Doğan vd., 2024; Mertol vd., 2023; Kazaz vd., 2024; Tan vd., 2025; Yılmaz vd., 2024; Sönmez vd., 2024)

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'de kullanılan son beş deprem yönetmeliğinde kolon ve kirişlerde kullanılacak olan beton ve donatı için öngörülen minimum koşullar dikkate alınarak oluşturulan betonarme kolon ve kirişler için eğilme ve kesme kapasiteleri ayrı ayrı elde edilmiştir. Elde sonuçlar karşılaştırılarak, öneriler yapılmıştır. Çalışmada ayrıca yönetmeliklerdeki değişimler hakkında da kısaca bilgiler verilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, depremler sonucu meydana gelebilecek kayıpların en aza indirilmesi amacıyla yapı inşasında uyulması gereken kurallar belirlenmiş ve bu kurallar standartlar ile yönetmelikler şeklinde uygulamaya alınmıştır. Depreme dayanıklı yapı tasarımıyla ilgili ilk kurallar, başlangıçta afet yönetmeliklerinin bir parçası olarak yer almıştır. Bugüne kadar yayımlanan ve sayısı ona ulaşan bu yönetmeliklerin, uygulandıkları dönemlerde yaşanan depremler sonrasında yetersiz kaldığı görülmüş; bu da söz konusu yönetmeliklerin güncellenmesi ya da tamamen yeniden düzenlenmesi ihtiyacını doğurmuştur. Yaşanan tecrübeler ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda mevcut yönetmelikler revize edilerek güncel hale getirilmiştir. Söz konusu yönetmeliklerde temel odak noktası her zaman deprem olmuştur; bu nedenle halk arasında bu düzenlemeler genellikle "deprem yönetmeliği" olarak adlandırılmaktadır (Alyamaç ve Erdoğan, 2005). Ülkemizde yürürlüğe girmiş olan deprem yönetmelikleri ise şöyledir:

- Zelzele Mıntıkalarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi (1940)
- Zelzele Mıntıkalarında Muvakkat Yapı Talimatnamesi (1944)
- Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (1949)
- Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1953)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1962)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1968)

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1975)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1998)
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (2007)
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018)

Kullanılan tüm deprem yönetmelikleri Görsel 1'de gösterilmiştir.

Görsel 1. Geçmişten günümüze kullanılan deprem yönetmelikleri

Deprem hesaplarına ilk kez 1949 yılında yayımlanan yönetmelikte basit bir şekilde yer verilmiştir; daha sonraki tüm yönetmeliklerde ise bu hesaplar giderek daha ayrıntılı ve kapsamlı

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

hale gelmiştir. Bu gelişim hem edinilen deneyimlerin hem de mühendislik alanındaki teknolojik ilerlemelerin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Böylece, olası depremlerin yaratacağı olumsuz etkilerin en aza indirilmesi amacıyla, projelendirme aşamasından itibaren yapı sürecinin ilk ve en önemli adımı atılmıştır. Bu durum, inşaat mühendisliği açısından bakıldığında, geçmiş depremlerden önemli dersler çıkarıldığını açıkça göstermektedir.

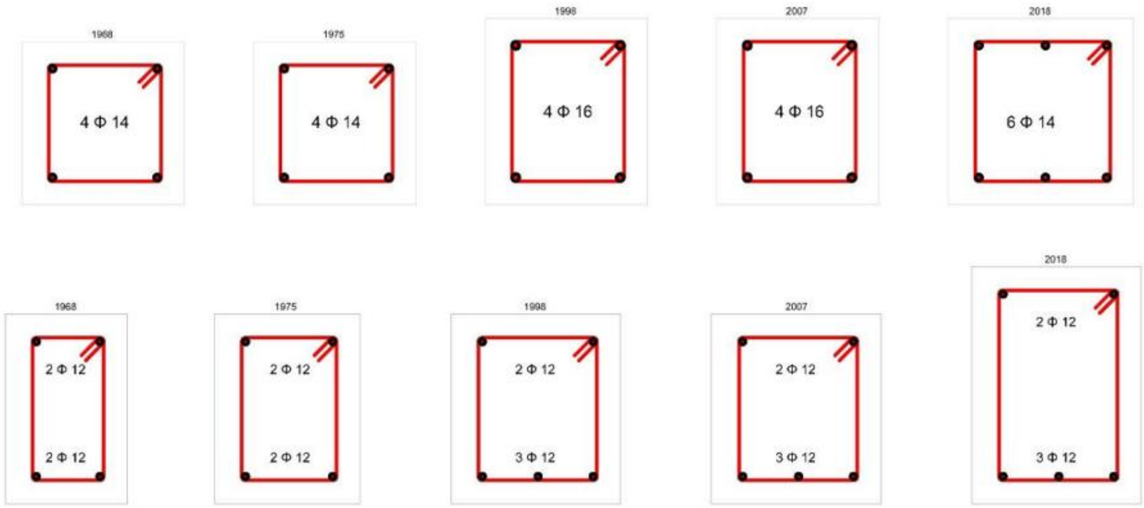
Betonarme taşıyıcı elemanlarda taşıma kapasitesi, yapıların güvenliği ve dayanıklılığı açısından kritik bir öneme sahiptir. Taşıma kapasitesi, bir taşıyıcı elemanın üzerindeki yükleri güvenli bir şekilde taşıyıp taşımayacağını belirleyen bir faktördür. Bu kapasitenin doğru bir şekilde hesaplanması, yapıların deprem, rüzgâr, kar ve diğer dinamik yükler karşısında sağlıklı bir şekilde performans göstermesini sağlamaktadır. Eğer taşıyıcı elemanların taşıma kapasitesi yeterli değilse, yapı ciddi hasar görebilir ya da toptan göçmeye maruz kalabilir. Bu nedenle taşıma kapasitesinin doğru bir şekilde belirlenmesi hem tasarım aşamasında hem de yapım sürecinde büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında ülkemizde kullanılan son beş deprem yönetmeliğinde betonarme kolon ve kirişler için öngörülen be ton ve donatı koşulları dikkate alınmıştır. Dikkate alınan bu minimum koşullar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Dikkate alınan beton ve donatı koşulları

Parametre	1968	1975	1998	2007	2018
Beton	C12	C14	C16	C20	C25
Donatı	S220	S220	S220	S420	S420
Kolonlar (mm)	250*250	250*250	250*300	250*300	300*300
Kirişler (mm)	150*300	200*300	250*300	250*300	250*400
Kiriş alt donatı	2Φ12	2Φ12	2Φ12	3Φ12	3Φ12
Kiriş üst donatı	2Φ12	2Φ12	2Φ12	2Φ12	2Φ12
Kolon boyuna donatı	4Φ14	4Φ14	4Φ16	4Φ16	6Φ14
Enine donatı	Φ6/250	Φ8/200	Φ8/200	Φ8/200	Φ8/200

Bu çalışma kapsamında, betonarme kolon ve kirişlere ait Çizelge 1'de verilen koşullar dikkate alınarak hem kolonların hem de kirişlerin eğilme ve kesme kapasiteleri ayrı ayrı elde edilmiştir. Çalışmada dikkate alınan kolon ve kirişler ait en kesitler Görsel 2'de gösterilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 2. Çalışmada dikkate alınan kolon ve kiriş en kesitleri

Oluşturulan bu kolon ve kirişler için taşıma kapasiteleri belirlenirken Seismosoft-FRP Designer (Seismosoft, 2025) yazılımı kullanılmıştır. Dikkate alınan son beş yönetmelik kapsamında dikkate alınan koşullar için elde edilen eğilme ve kesme kapasiteleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Elde edilen eğilme ve kesme kapasiteleri

Yönetmelik	Eğilme Kapasitesi		Kesme Kapasitesi		
	Kolon	Kiriş	Kolon (X)	Kolon (Y)	Kiriş
1968	14.22	12.97	29.55	29.55	16.62
1975	15.16	13.25	35.12	35.12	23.55
1998	18.49	19.38	36.90	47.30	27.86
2007	35.32	36.86	38.43	49.25	31.56
2018	38.28	50.97	54.36	54.36	42.00

Her güncellenen yönetmelik ile değişen minimum koşullar hem kolonların hem de kirişlerin taşıma kapasitelerinde artışlara neden olmuştur. Özellikle öngörülen minimum beton sınıfının artması ile birlikte, beton kaynaklı hasarların önüne geçilmesi mümkün olabilecektir. Ancak burada betonun dökümü, yerleştirilmesi ve bakımı gibi aşamaların hassasiyet ile uygulanması esas olmaktadır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1939 büyük Erzincan depreminin ardından, depreme dayanıklı yapı kurallarının resmi anlamda dikkate alınmasından sonra zaman içerisinde değişimler zorunlu hale gelmiştir. Bu zorunluluk, günümüze kadar ülkemizde on farklı deprem yönetmeliği ile kendini göstermiştir. Zaman içerisinde değişimler ve yenilenmeler kaçınılmazdır.

Mühendislik teknolojilerinin gelişmesinin yanı sıra yaşanan depremlerden dersler çıkarılarak günümüze kadar her dönem mevcut yapı yönetmeliklerini sürekli olarak güncellenmiştir. Her dönem bir öncekinden daha detaylı ve daha kapsamlı bir şekilde hazırlanan bu yönetmeliklerin sonuncusu da dahil olmak üzere, son beş deprem yönetmeliğindeki donatı ve beton koşulları dikkate alınarak taşıma kapasiteleri elde edilmiştir. Beton ve donatılar ile ilgili kriterlerin proje ve yapım aşamasında kontrol edilmesi, bu malzemelerden beklenen işlevlerin yerine getirilmesi açısından önem arz etmektedir. Donatılardaki yetersizliğin yanı sıra düşük kalite beton kullanılması ile bu hasar miktarı daha büyük hasarlara neden olabilecektir. Dolaysıyla yönetmeliklerde verilen her bir kuralın uygulamada karşılaşılan problemleri ortadan kaldırmak adına yapıldığı göz ardı edilmemelidir. Yapılarının tasarım, projelendirme ve inşa aşmalarında yapım kurallarının kullanıcılar tarafından bilinmesi, hangi kısımlarında hangi açıdan değişime uğradıklarının bilinmesi yapı ile ilgili elde edilecek sonuçlara anlam katacaktır.

KAYNAKÇA

ABYYHY-1968, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmî Gazete; 12801, 1968.

ABYYHY-1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmî Gazete; 15260, 1975.

ABYYHY-1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmî Gazete; 23098, 1998.

Adar, K., Büyüksaraç, A., Işık, E., & Ulu, A. E. (2021). 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Yapısal Analizler Işığında Karşılaştırılması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (25), 306-317.

Akansel, V. H., Soysal, F., Kadaş, K., & Gülkan, P. (2020). Spektrum şiddeti perspektifinden 2018 Türkiye deprem tehlike haritası değerlendirmesi. Türk Deprem Araştırma Dergisi, 2(2), 115-137.

Akar, F., Işık, E., Avcil, F., Büyüksaraç, A., Arkan, E., & İzol, R. (2024). Geotechnical and structural damages caused by the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes in Gölbaşı (Adıyaman). Applied Sciences, 14(5), 2165.

Akdemir, A., & Günaydın, T. İ. (2025). Türkiye Deprem Yönetmeliklerinin ve Deprem Haritalarının Tarihçesi. Online Journal of Art and Design, 13(1).

Altunişik, A. C., Arslan, M. E., Kâhya, V., Aslan, B., Sezdirmez, T., Dok, G., ... & Nas, M. (2023). Field observations and damage evaluation in reinforced concrete buildings after the February 6th, 2023, Kahramanmaraş–Türkiye Earthquakes. Journal of Earthquake and Tsunami, 17(06), 2350024.

Alyamaç, K.E., Erdoğan, A.S. (2005). Geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve uygulamada karşılaşılan tasarım hataları. Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 707-715.

Avcil, F., Işık, E., İzol, R., Büyüksaraç, A., Arkan, E., Arslan, M. H., ... & Harirchian, E. (2024a). Effects of the February 6, 2023, Kahramanmaraş earthquake on structures in Kahramanmaraş city. Natural Hazards, 120(3), 2953-2991.

Avcil, F., Işık, E., Arkan, E., İzol, R., Büyüksaraç, A., Aydın, M., & Ulu, A. E. (2024b, December). Seismic Performance of RC Structures in Pazarcık and Elbistan During the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes. In International Conference on Organization and Technology of Maintenance (pp. 419-438). Cham: Springer Nature Switzerland.

Avğın, S., Köse, M. M., & Özbek, A. (2024). Damage assessment of structural and geotechnical damages in Kahramanmaraş during the February 6, 2023 earthquakes. Engineering Science and Technology, an International Journal, 57, 101811.

Başaran, V. (2018). Türkiye bina deprem yönetmeliğine (TBDY2019) göre Afyonkarahisar için deprem yüklerinin değerlendirilmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(3), 1028-1035.

Binici, B., Yakut, A., Kadas, K., Demirel, O., Akpinar, U., Canbolat, A., ... & Canbay, E. (2023). Performance of RC buildings after Kahramanmaraş earthquakes: lessons toward performance based design. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 22(4), 883-894.

Büyüksaraç, A., Işık, E., & Bektaş, Ö. (2022). A comparative evaluation of earthquake code change on seismic parameter and structural analysis; a case of Turkey. Arabian Journal for Science and Engineering, 47(10), 12301-12321.

Cansız, S. (2022). Türkiye'de Kullanılan Deprem Yönetmeliklerinin Özellikleri ve Deprem Hesabının Değişimi. International Journal of Engineering Research and Development, 14(1), 58-71.

DBYYHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete; 26454, 2007.

Doğan, T. P., Kalkan, H., Aldemir, Ö., Ayhan, M., Böcek, M., & Anıl, Ö. (2024). Investigation of RC structure damages after February 6, 2023, Kahramanmaraş earthquake in the Hatay region. Bulletin of Earthquake Engineering, 22(10), 5201-5229.

Işık, E. (2021). A comparative study on the structural performance of an RC building based on updated seismic design codes: Case of Turkey. Challenge, 7, 123-134.

Işık, E., Ekinci, Y. L., Sayıl, N. L., Büyüksaraç, A., & Aydin, M. C. (2021). Time-dependent model for earthquake occurrence and effects of design spectra onstructural performance: a case study from the North Anatolian Fault Zone, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 30(2), 215-234.

Işık, E., Avcil, F., Hadzima-Nyarko, M., İzol, R., Büyüksaraç, A., Arkan, E., ... & Özcan, Z. (2024a). Seismic performance and failure mechanisms of reinforced concrete structures subject to the earthquakes in Türkiye. Sustainability, 16(15), 6473.

Işık, E., Avcil, F., İzol, R., Büyüksaraç, A., Bilgin, H., Harirchian, E., & Arkan, E. (2024b). Field Reconnaissance and Earthquake Vulnerability of the RC Buildings in Adıyaman during 2023 Türkiye Earthquakes. Applied Sciences, 14(7), 2860.

Işık, E., Hadzima-Nyarko, M., Avcil, F., Büyüksaraç, A., Arkan, E., Alkan, H., & Harirchian, E. (2024c). Comparison of Seismic and Structural Parameters of Settlements in the East

Anatolian Fault Zone in Light of the 6 February Kahramanmaraş Earthquakes. Infrastructures, 9(12), 219.

İnce, O. (2024). Structural damage assessment of reinforced concrete buildings in Adıyaman after Kahramanmaraş (Türkiye) Earthquakes on 6 February 2023. Engineering Failure Analysis, 156, 107799.

Karasin, I. B. (2023). Comparative analysis of the 2023 Pazarcık and Elbistan Earthquakes in Diyarbakır. Buildings, 13(10), 2474.

Kazaz, İ., Avşar, Ö., & Dilsiz, A. (2024). Importance of building inspection on the seismic response of a severely damaged RC structure during the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence. Engineering Failure Analysis, 162, 108410.

Mertol, H. C., Tunç, G., Akış, T., Kantekin, Y., & Aydın, İ. C. (2023). Investigation of RC buildings after 6 February 2023, Kahramanmaraş, Türkiye earthquakes. Buildings, 13(7), 1789.

Nemutlu, Ö. F., Balun, B., Benli, A., & Sarı, A. (2020). Bingöl ve Elazığ illeri özelinde 2007 ve 2018 Türk deprem yönetmeliklerine göre ivme spektrumlarının değişiminin incelenmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(3), 1341-1356.

Nemutlu, Ö. F., & Sarı, A. (2018, November). Comparison of Turkish Earthquake Code in 2007 With Turkish Earthquake Code in 2018. In International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2018), Diyarbakır (Vol. 568, p. 76).

Özmen, B. (2023). Adana İlinin Deprem Tehlikesinin Güncellenen Deprem Bölgeleri Haritalarına Göre Değişimi. Resilience, 7(2), 339-356.

Özşahin, B. (2021). Edirne ili özelinde 2019 ve 2007 Türk Deprem Yönetmeliklerine göre yatay tasarım ivme spektrumlarının değişiminin incelenmesi. Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences, 7(4), 590-608.

Ozturk, M., Arslan, M. H., & Korkmaz, H. H. (2023). Effect on RC buildings of 6 February 2023 Turkey earthquake doublets and new doctrines for seismic design. Engineering Failure Analysis, 153, 107521.

Sagbas, G., Sheikhi Garjan, R., Sarikaya, K., & Deniz, D. (2024). Field reconnaissance on seismic performance and functionality of Turkish industrial facilities affected by the 2023 Kahramanmaras earthquake sequence. Bulletin of Earthquake Engineering, 22(1), 227-254.

Seismosoft. FRP Designer v2025, Release-1, Built-1. Available online: http://www.seismosoft.com (accessed on 10 January 2025).

Sonmez, E., Eryilmaz Yildirim, M., Aydin, M. F., & Koroglu, F. B. (2024). Seismic performance assessment of structural systems in the aftermath of the 2023 Kahramanmaraş earthquakes: Observations and fragility analyses. Earthquake Spectra, 87552930241287541.

Tan, M., Avşar, Ö., Yıldızhan, F., & Atmaca, N. (2025). Effect of infill walls on the seismic performance of a severely damaged substandard RC building during the February 6, 2023, Kahramanmaras earthquake sequence. Engineering Failure Analysis, 169, 109117.

TBDY-2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. T.C. Resmî Gazete; 30364, 2018.

Vuran, E., Serhatoğlu, C., Timurağaoğlu, M. Ö., Smyrou, E., Bal, İ. E., & Livaoğlu, R. (2024). Damage observations of RC buildings from 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence and discussion on the seismic code regulations. Bulletin of Earthquake Engineering, 1-30.

Yilmaz, M., Dogan, G., Arslan, M. H., & Ilki, A. (2024). Categorization of post-earthquake damages in RC structural elements with deep learning approach. Journal of Earthquake Engineering, 1-32.

Yön, B., Dedeoğlu, İ. Ö., Yetkin, M., Erkek, H., & Calayır, Y. (2024). Evaluation of the seismic response of reinforced concrete buildings in the light of lessons learned from the February 6, 2023, Kahramanmaraş, Türkiye earthquake sequences. Natural Hazards, 1-37.

Yuzbasi, J. (2024). Post-Earthquake Damage assessment: Field observations and recent developments with recommendations from the Kahramanmaraş earthquakes in Türkiye on February 6th, 2023 (Pazarcık M7. 8 and Elbistan M7. 6). Journal of Earthquake Engineering, 1-26.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

YERRADARI (GPR) YÖNTEMİ İLE ZEMİNLERDE RİSK BELİRLENMESİ: ÇANAKKALE ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
absarac@comu.edu.tr- ORCID: 0000-0002-4279-4158
Doç. Dr. Fatih AVCİL
Bitlis Eren Üniversitesi,
favcil@beu.edu.tr- ORCID: 0000-0001-6550-550X
Prof. Dr. Ercan IŞIK
Bitlis Eren Üniversitesi,
eisik@beu.edu.tr- ORCID: 0000-0001-8057-065X

ÖZET

Bu yöntem, temel olarak antenler tarafından üretilen elektromanyetik sinyallerin yer altına gidip geri dönerken uğradığı değişimleri, orijinal sinyallerle karşılaştırarak analiz eder. GPR sinyalleri, geçtikleri ortamın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak hızlarını ayarlar ve bu sayede hem hedefe ulaşır hem de hedefle ilgili bilgi toplar. Eğer sinyalin yolculuk süresi biliniyorsa ve ortamın iletim hızı da biliniyorsa, hedefin derinliği oldukça hassas bir şekilde hesaplanabilir. GPR sinyallerinin bu yolculuk süreleri nanosaniye (10^{-9} sn) mertebesinde ölçülmektedir. Yer altındaki yapıların konumlarını ve düzenini anlamak için oluşturulacak görüntüleme haritaları, belirli zaman aralıklarında elde edilen yatay zaman kesitleri aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Çalışma alanında yaklaşık 42 km uzunluğunda GPR profili uygulanmıştır. Alınan profillere ait değerlendirmeler radagramlar üzerinde yapılmıştır. Toplanan verilere filtreleme işlemi yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle ilk zaman filtresi uygulanmıştır. Daha sonra akım düzeltmesi (Dewow) filtresi ile doğru akım ile oluşmuş etkiler temizlenmiştir. Enerji geciktirme filtresi ile her iz için enerjideki gecikmeler ortaya çıkartılmıştır. Belirlenen izlere ortalama değer temizleme filtresi uygulanmıştır. Hız analizi yapılarak hız değerleri okunmuş ve topografik düzeltme yapılmıştır. Verilerin bu dizge ile işlenmesi ve modellenmesi sonucunda oluşturulan düşey derinlik kesitleri üzerinde belirlenen tabakalar işaretlenmiş ve

bununla birlikte sorun olabilecek yüksek nemlilik içeren bölgelerde kırmızı renk ile belirginleştirilmiştir. İçerdiği sıvı ve boşluk miktarı ile gevşek malzemelerin yol açtığı ve durağan (statik) durumdaki zeminin taşıdığı risk oranları tanımlanmıştır. Genel olarak jeolojik birimlerin ve ortamların iletkenliği ile değişen genlik değerleri ile oluşturulan bu haritalar, 4 farklı derinlik için (1 m, 3 m, 5 m ve 10 m) tanımlanmıştır. Bu tanımlamalardaki hedef; 1 metre ile bodrumsuz yapılacak yapıların taşıdığı risk, 3 metre ile yarı bodrumlu yapıların taşıdığı risk, 5 metre ile tam bodrumlu yapıların taşıdığı risk ve 10 metre ile çok bodrumlu ya da zemin güçlendirilmesi (ankraj vb.) yapılmış yapıların taşıdığı risk gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yer radarı (GPR), Jeofizik, Risk Analizi, Zemin

1. GİRİŞ

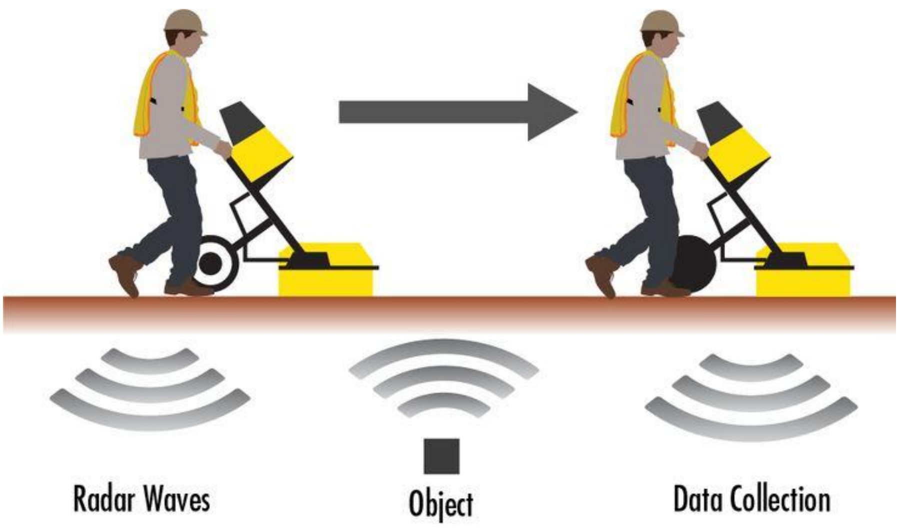
Zeminler, temel olarak üç bileşenden meydana gelmiştir. Taneler, taneler arası boşluklarda bulunan su ve taneler arasındaki boşluklarda bulunan gaz. Buradan da anlaşılacağı gibi zemin, üç fazlı bir malzemedir. Taneler arası boşluklar, kısmen su ve kısmen de hava ile dolu olabildiği gibi, suya tam doygun zeminlerde tamamen su, kuru zeminlerde tamamen hava ile dolu olabilir. Bu durumu belirleyen yani zeminin özellikleri, birbiri ile ilişkili olan tane boyu, mineralojisi ve su içeriğidir. Kil minerallerinin su içeriği yüksek olabilir, ince taneli zeminlerde kritik kavram, su içeriği ile ilişkili olan kıvamdır. Zeminlerde sorunlar, öncelikle gevşek ve sulu seviyelerden kaynaklanmaktadır. Yapılaşma öncesi sorunlu zemin katmanlarının belirlenerek bu seviyelere ilişkin iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Türkiye'de yerleşim alanlarının çoğunluğu gevşek tortullar üzerinde gelişmektedir. Bu durum sorunlu zemin şartlarının belirlenmesi ve iyileştirme çalışmalarının yapılmasını önceliklendirmektedir. Meydana gelebilecek zemin sorunları da çoğunlukla bu tür zeminlerde ortaya çıkmaktadır. Bunların başında taşıma gücü, sıvılaşma, heyelan, oturma gibi sorunlar gelmektedir. Zemin gevşekliğine katkıda bulunan ve zayıf zemin olarak tanımlanan etkenlerden birisi de yeraltı suyu seviyesinin sığ derinlikte olmasıdır. Zemin gevşekliği ve bunun kökeni olabilecek su düzeyinin belirlenmesi farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Özellikle mekanik koşullarla, sondaj yapılarak gerçekleştirilen çalışmalarda yüksek maliyet önemli bir sorun olarak ortaya çıkmakta ve yaygın olarak zemin şartlarının belirlenmesine olanak vermemektedir. Ancak jeofizik yöntemlerle zeminin sıkılık ve gevşekliğinin belirlenmesi çok daha hızlı ve düşük maliyetle gerçekleştirilebilmektedir.

Çanakkale, merkez yerleşimi itibariyle oldukça gevşek ve yeraltı suyunun sığ olduğu bir zemin özelliği göstermektedir. Bu nedenle yapılaşma öncesi ve mevcut yapılarda olası bir depremin oluşturacağı etkileri en aza indirebilmek için yapılan mikro bölgeleme çalışmaları kapsamında (Büyüksaraç vd. 2013), Çanakkale'de imar uygulaması yapılmış ve yoğun yerleşimin olduğu 1677 ha büyüklüğündeki alanda zemin araştırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Jeofizik çalışmalar kapsamında dört yöntem uygulaması yapılmıştır. Bu yöntemler, yeraltı radarı (GPR), sismik kırılma ve yüzey dalgası analizi (MASW) ve mikrotremor ölçüleridir. GPR profilleri dışında tüm yöntemler aynı noktalarda uygulanmış, GPR ölçüleri ise belirlenen güzergâhlar boyunca ölçülmüştür. Çalışma genelinde yeraltı katmanları, yerin titreşim özellikleri, gevşek-sıkı katman ayrımlaması, taşıma gücü hesabına temel oluşturan Vs hız değişim değeri, yeraltı tabaka eğimleri, yer esneklik parametreleri gibi bilgilere ulaşılması hedeflenmiştir. Bu çalışma kapsamında yalnızca GPR çalışmalarına değinilmiş ve bu çalışmalardan elde edilen risk bilgileri sunulmuştur.

2. YERALTI RADARI (GPR) YÖNTEMİ

Yeraltı radarı (GPR), temel olarak yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar kullanarak yer altından veri toplamaya dayanan bir sistemdir. GPR sistemleri, oldukça geniş bir tasarım yelpazesine sahiptir ve genellikle yapılacak uygulamanın gereksinimlerine göre özelleştirilir. Bu sistemlerin tasarımında etkili olan faktörler arasında hedefin derinliği, boyutu ve araştırılacak alanın özellikleri yer alır. Uygulama alanına uygun bir sistem seçimiyle, GPR yönteminin kullanım alanı oldukça genişlemektedir.

Bu yöntem, genel olarak antenler tarafından üretilen elektromanyetik sinyallerin yer altına gidip geri dönerken uğradığı değişimlerin, orijinal sinyallerle olan farkına odaklanır (Conyers, 2004). GPR sinyalleri, geçtikleri ortamların fiziksel ve kimyasal niteliklerine göre hız kazanarak hedefe ulaşır ve bu süreçte hedef hakkında bilgi edinir. Sinyalin yolculuk süresi bilindiğinde ve ortamın iletim hızı da biliniyorsa, hedefin derinliği yüksek hassasiyetle belirlenebilir. GPR sinyallerinin bu yolculuk süreleri nanosaniye (10^{-9} sn) mertebesindedir. Farklı elektromanyetik özelliklere sahip gömülü tanklar, sediman tabakaları, yer altı su seviyesi veya arkeolojik yapılar gibi nesneler, GPR sinyallerinde yansımalara yol açar. Genellikle bu yansımalar, gömülü cismin çevresine göre farklı dielektrik katsayısına sahip olmasından kaynaklanır (Görsel 1).



Görsel 1. GPR dalgalarının yansıması ve veri toplama

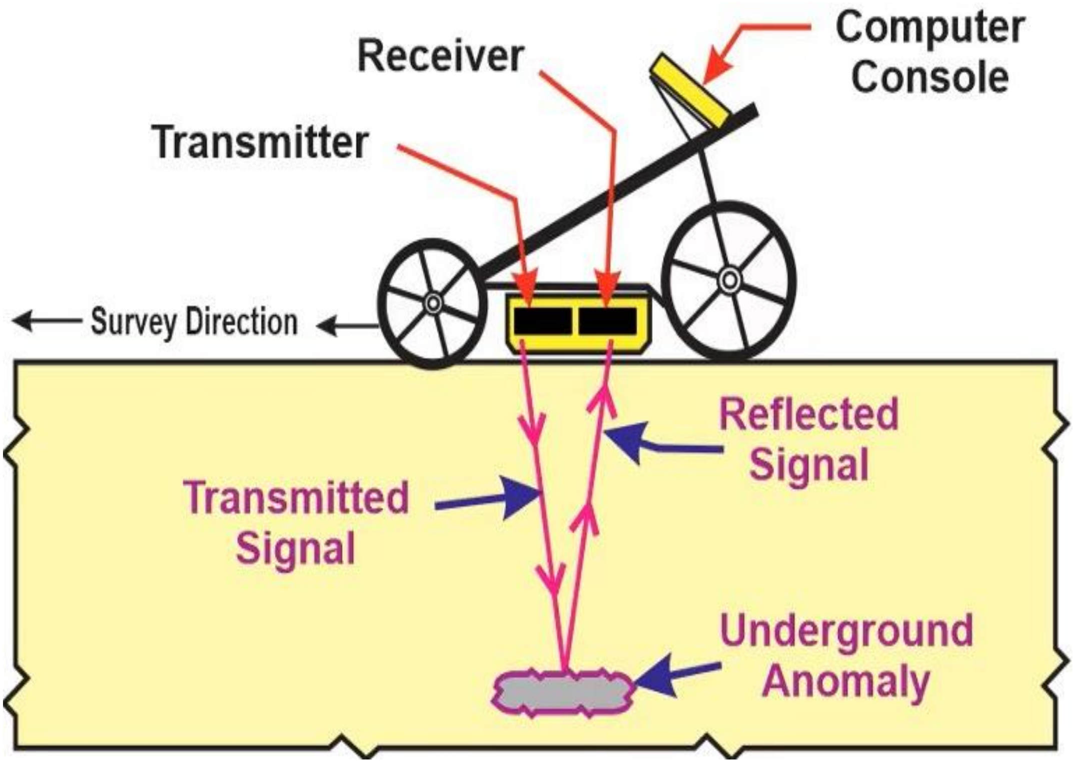
GPR ölçümlerinde veri toplamak için birçok anten düzenekleri vardır. Günümüzde korumalı antenler sabit aralıklı ölçümlerde, korumasız antenler ise ortak orta nokta

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ölçümlerinde kullanılmaktadır. Genel olarak ölçümlerde korumalı antenler kullanılır (Görsel 2).

GPR'da veri işleme, elde edilen sayısal verilerin anlaşılır görüntüler haline getirilmesine dayanır. Bu işlem için genelde daha önceden uygulanmış örnek filtreler ve işlem basamakları kullanılır. Özel durumlarda ise testler ile elde edilen işlemler uygulanır. Daniels (2004)'e göre veri işleme gürültülerin azaltılması olarak tanımlanır. Mantıksal olarak, sinyaldeki gürültü oranı araştırılan hedefin belirlenip belirlenememesine neden olur. GPR genelde gürültüler ile çok fazla kirletilmiş sinyaller üretir. Temizlenebilen bu gürültülerin en doğru şekilde filtre edilmesi gerekmektedir. Gürültü temizlemek için kullanılan filtrelerin algoritmaları genelde çok karışık olmaktadır. En uygun filtre parametrelerini kullanarak orijinal verinin en az hasar görmesi sağlanmalıdır.

Yeraltındaki yapıların yerleşimini anlayabilmek için oluşturulacak görüntüleme haritaları, belirli zaman aralıkları ile hesaplanan yatay zaman kesitleri ile mümkün olabilir. Bu tarz veri değerlendirmeleri sayesinde yeraltındaki anomali yaratan yapıların yerleri ve şekilleri oldukça kolay olarak tespit edilebilir (Leucci ve Negri, 2006).



Görsel 2. GPR verisi toplama düzeneği

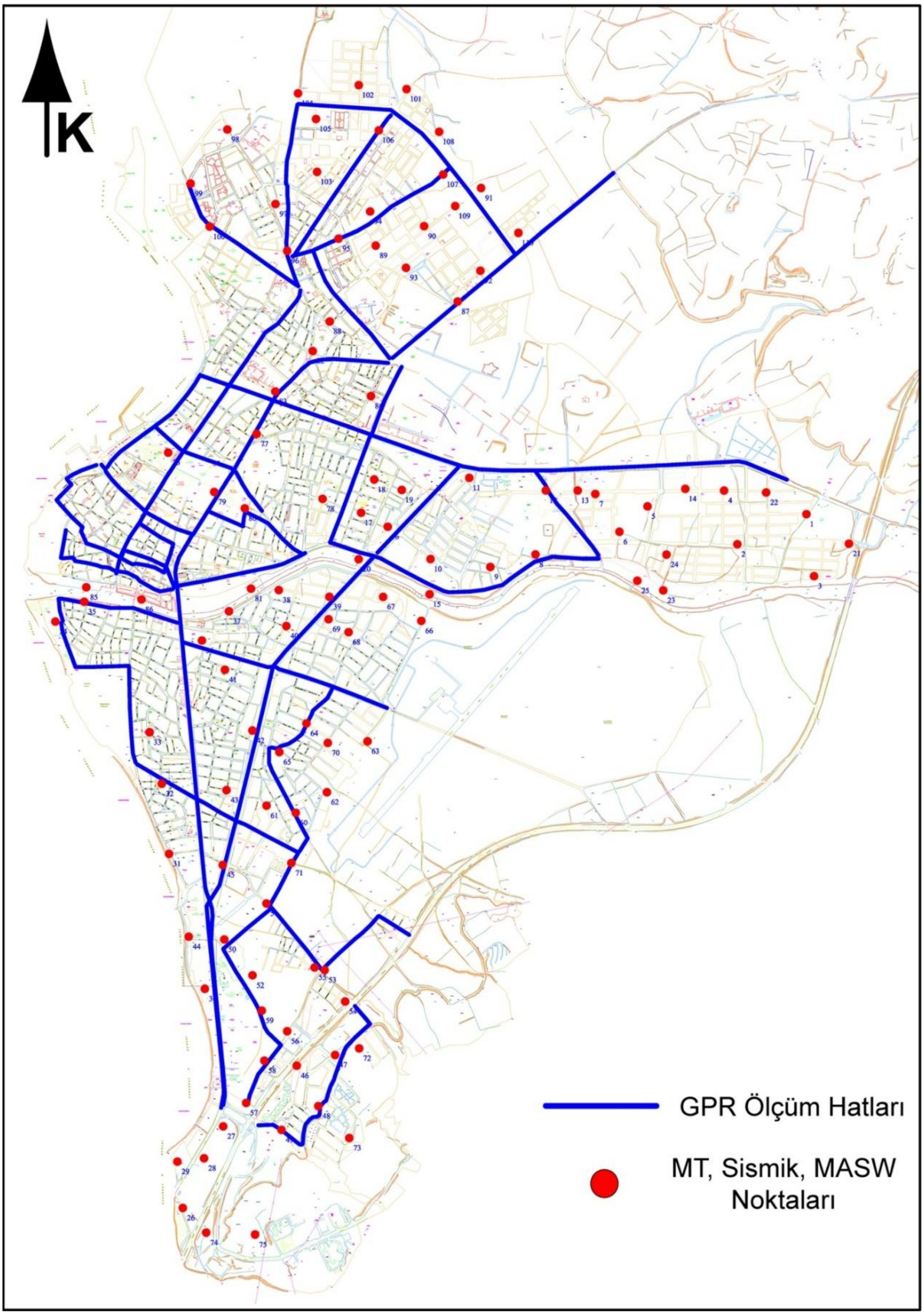
3. UYGULAMA

Çalışma alanında yaklaşık 42 km uzunluğunda GPR profili uygulanmıştır (Görsel 3). Alınan profillere ait değerlendirmeler radagramlar üzerinde yapılmıştır. Toplanan verilere filtreleme işlemi yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle ilk zaman filtresi uygulanmıştır. Daha sonra

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

akım düzeltmesi (Dewow) filtresi ile doğru akım ile oluşmuş etkiler temizlenmiştir. Enerji geciktirme filtresi ile her iz için enerjideki gecikmeler ortaya çıkartılmıştır. Belirlenen izlere ortalama değer temizleme filtresi uygulanmıştır. Hız analizi yapılarak hız değerleri okunmuş ve topoğrafik düzeltme yapılmıştır. Verilerin bu dizge ile işlenmesi ve modellenmesi sonucunda oluşturulan düşey derinlik kesitleri üzerinde belirlenen tabakalar işaretlenmiş ve bununla birlikte sorun olabilecek yüksek nemlilik içeren bölgelerde kırmızı renk ile belirginleştirilmiştir. İçerdiği sıvı ve boşluk miktarı ile gevşek malzemelerin yol açtığı ve durağan (statik) durumdaki zeminin taşıdığı risk oranları tanımlanmıştır. Genel olarak jeolojik birimlerin ve ortamların iletkenliği ile değişen genlik değerleri ile oluşturulan bu haritalar, 4 farklı derinlik için (1 m, 3 m, 5 m ve 10 m) tanımlanmıştır.

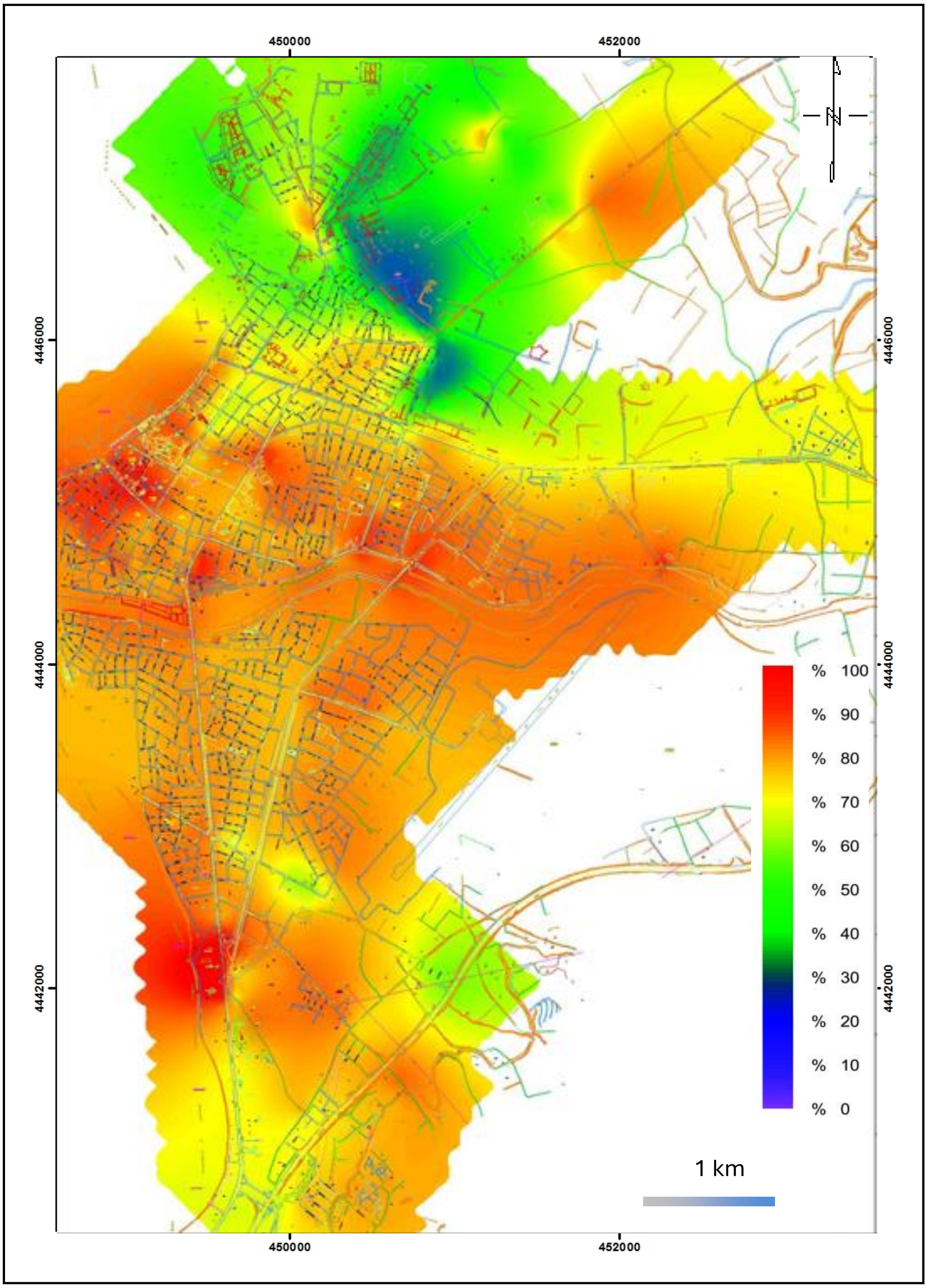
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 3. Yapılan GPR ölçümlerinin Çanakkale imar haritası üzerinde gösterimi

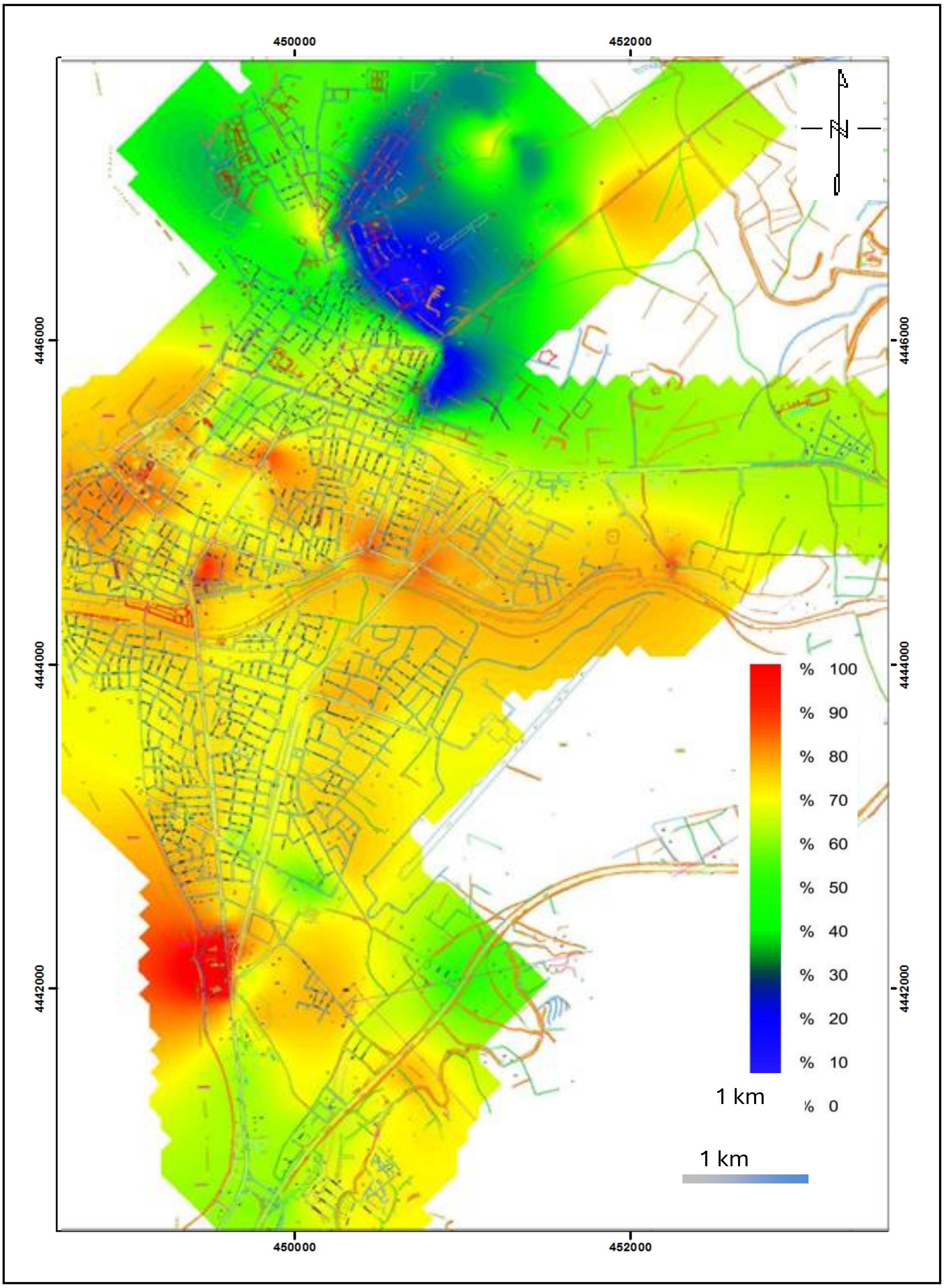
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Bu tanımlamalardaki hedef 1 metre ile bodrumsuz yapılacak yapıların taşıdığı risk (Görsel 4), 3 metre ile yarı bodrumlu yapıların taşıdığı risk (Görsel 5), 5 metre ile tam bodrumlu yapıların taşıdığı risk (Görsel 6) ve 10 metre ile çok bodrumlu ya da zemin güçlendirilmesi (ankraj vb.) yapılmış yapıların taşıdığı risk (Görsel 7) gösterilmektedir.



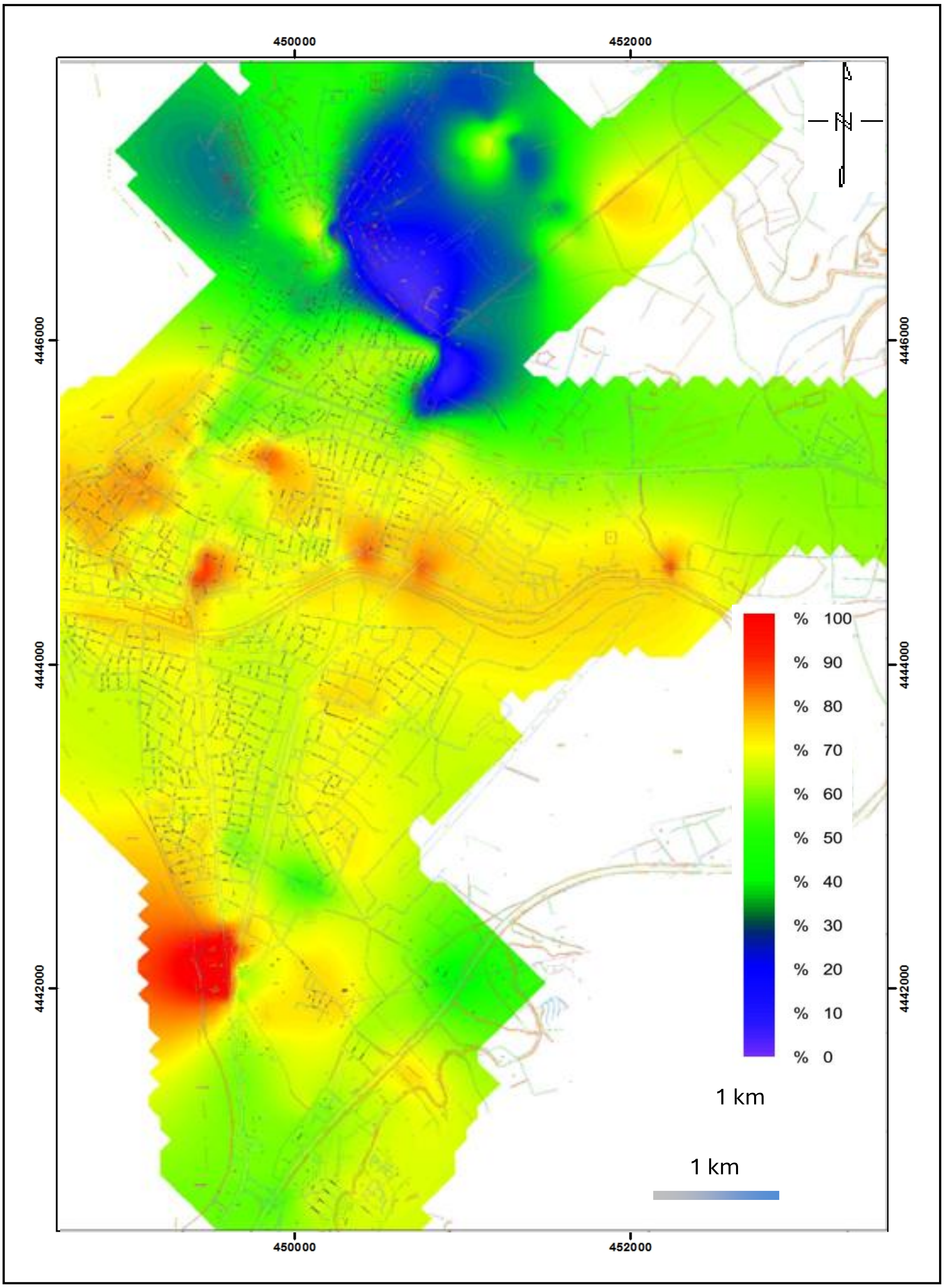
Görsel 4. 1 m derinlik için risk haritası veri dağılımının imar planı üzerinde gösterimi

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



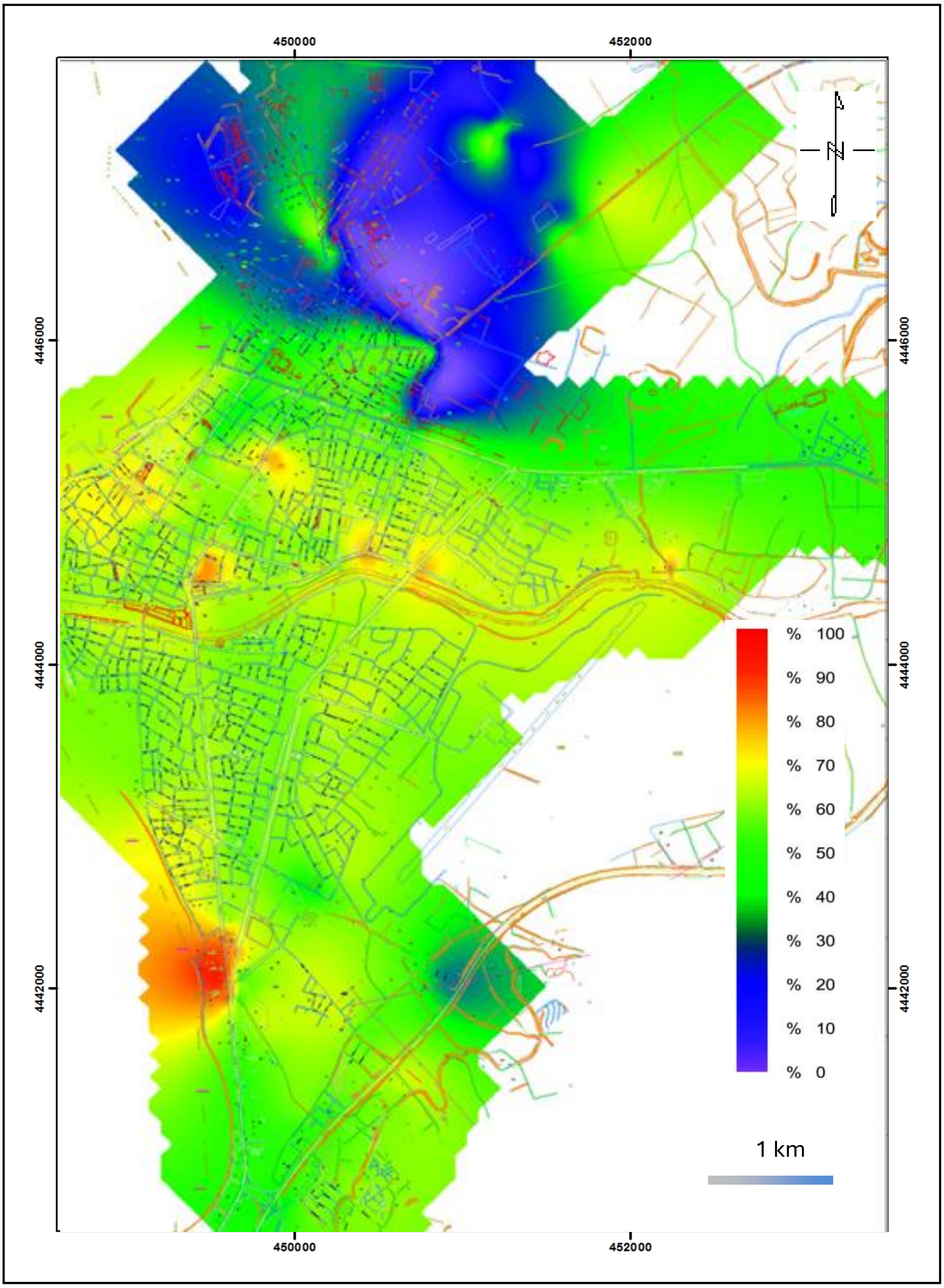
Görsel 5. 3 m derinlik için risk haritası veri dağılımının imar planı üzerinde gösterimi

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 6. 5.0 m derinlik için risk haritası veri dağılımının imar planı üzerinde gösterimi

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Görsel 7. 10.0 m derinlik için risk haritası veri dağılımının imar planı üzerinde gösterimi

4. SONUÇLAR

Çanakkale merkez yerleşiminde gerçekleştirilen toplamda 42 km uzunluğunda GPR ölçüm çalışması sonrasında ilk 10 metre için dört farklı derinlik seviyesine yönelik seviye haritalaması yapılmış ve risk düzeyleri tanımlanmıştır. Aynı zamanda elde edilen seviye değişimlerine bağlı risk düzey sınıflaması da yapılmıştır. Buna göre;

%100-%80 Çok yüksek riskli
%80-%70 Yüksek riskli
%70-%50 Orta-yüksek riskli
%50-%35 Riskli
%35-%25 Düşük-Orta Riskli
%25-%0 Düşük riskli

Şeklinde bir sınıflama yapılabilmiştir. Ayrımlanan 4 derinlik seviyesinin bölgelere göre değişimi şu şekilde gerçekleşmiştir.

1 metre için- Çanakkale'nin %80'lik kısmı kuzey ve kuzeydoğu yerleşimi hariç %80-%100 aralığında çok yüksek risk taşımaktadır. Bu riskin zemin koşulları anlamındaki açılımı çok gevşek zemin yapısı ve çok sığ yeraltısuyu seviyesidir. Kuzey kısmında ise 1 m derinlik için risk düzeyi %40-%60 Riskli ve orta-yüksek Riskli aralığındadır. Kuzeydoğuda %70 yüksek riskli seviyesine ulaşmaktadır.

3 metre için- Alanın güneybatısında küçük bir bölgede %80-%100 aralığında çok yüksek risk gözlenirken, daha önce çok yüksek riskli görülen alanların büyük bir kısmı %70-%80 aralığında yüksek risk seviyesine dönüşmüştür. Bunun yanında kuzey kesimde %25-%50 aralığında Düşük-Orta ve Riskli ve kuzeydoğuda %60 Orta-Yüksek riskli alan gözlenmiştir.

5 metre için- 3 m seviyesiyle hemen hemen aynı risk düzeyleri tanımlanmıştır.

10 metre için- Alanın güneybatısında küçük bir bölgede %80-%100 aralığında çok yüksek risk devam etmektedir. Ancak kuzey ve kuzeydoğu haricinde kalan geniş alanlarda risk düzeyi %40-%60 aralığında Riskli ve Orta-Yüksek riskli düzeydedir. Kuzeyde büyük bir bölümde düşük riskli ve kuzeydoğuda Riskli düzeydedir. Görüldüğü üzere Çanakkale zeminlerinin büyük bir bölümü etkin bir risk altında bulunmaktadır. Bu riskli düzeyler beraberinde zeminin tane boyu dağılımı ve sığ yeraltısuyu düzeyi nedeniyle sıvılaşma sorununu meydana getirmiştir. Benzer şekilde taşıma gücü düşük olan zemin koşulları da ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

Büyüksaraç, A., Tunusluoğlu, M.C., Bekler, T., Yalçıner, C.Ç., Karaca, Ö., Ekinci, Y.L., Demirci, A. ve Dinç, Ş.Ö. (2013). Çanakkale Belediyesi İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Projesi. Araştırma, Çanakkale: Çanakkale Belediyesi.

Daniels, D.J. (2004). Ground Penetrating Radar. 734. https://doi.org/10.1049/PBRA015E

Leucci G, S. Negri (2006). Use of ground penetrating radar to map subsurface archeological features in an urban area. JOURNAL OF ARCHAEOLOGICAL SCIENCE, vol. 33, p. 502-512, ISSN: 0305-4403, doi: 10.1016/j.jas.2005.09.006

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

KIRSAL ALANDA TRAFİK LEVHALARININ BAKIM DURUMU ÜZERİNE GÖZLEMSEL BİR ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÜNAL
Siirt Üniversitesi,
ayseunal@siirt.edu.tr - 0000-0002-3262-135X

Yasemin OYSAL
Siirt Üniversitesi,
yaseminkilicaslan33@gmail.com

ÖZET

Karayolu trafik levhaları, sürücülerin yol ve çevre koşulları hakkında zamanında ve doğru bilgi edinmesini sağlayarak trafik güvenliğinin sağlanmasında hayati öneme sahip yapısal unsurlardır. Bu levhaların işlevselliği; tasarım ilkelerine uygunluk, standartlara uygun yerleştirme ve düzenli bakım süreçlerinin etkin şekilde yürütülmesine bağlıdır. Ancak kırsal alanlarda bu süreçlerin yeterince uygulanmaması, levhaların solması, tahrip olması veya yerinden oynaması gibi durumlara yol açmakta ve bu da sürücülerin bilgiye erişimini güçleştirerek trafik güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Literatürde, bakım eksikliklerinin levhaların algılanabilirliğini azalttığı ve sürücü hatalarını artırdığına dair bulgulara sıklıkla rastlanmaktadır.

Bu çalışma, Siirt ili Kurtalan ilçesine bağlı Yeşilkonak, Kayalısu ve Tulumtaş köylerini kapsayan yaklaşık 20 kilometrelik kırsal güzergâhta trafik levhalarının mevcut fiziksel durumunu yerinde gözlemleyerek değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Gözlemler, levhaların görünürlük, yerleşim ve fiziksel bütünlük açısından sistematik bir şekilde incelenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bazı kesimlerde levhaların eksik, hasarlı ya da tamamen bulunmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların, kırsal yol güvenliğinin iyileştirilmesine yönelik politika ve uygulamalara katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırsal yol altyapısı, Trafik levhası, Trafik güvenliği, Ulaşım planlaması

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025- TUNCELI
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

AN OBSERVATIONAL STUDY ON THE MAINTENANCE STATUS OF TRAFFIC SIGNS IN RURAL AREA

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÜNAL
Siirt Üniversitesi,
ayseunal@siirt.edu.tr - 0000-0002-3262-135X

Yasemin OYSAL
Siirt Üniversitesi,
yaseminkilicaslan33@gmail.com

ABSTRACT

Road traffic signs are critical structural elements for ensuring traffic safety, as they provide drivers with timely and accurate information about road and environmental conditions. The effectiveness of these signs depends on adherence to design principles, proper placement according to established standards, and the implementation of regular maintenance processes. However, the insufficient application of these processes in rural areas often results in faded, damaged, or displaced signs, which hinders drivers' access to essential information and compromises traffic safety. The literature frequently highlights that poor maintenance reduces the visibility and perceptibility of traffic signs, thereby increasing the likelihood of driver errors.

This study aims to assess the current physical condition of traffic signs along a 20-kilometer rural route encompassing the villages of Yeşilkonak, Kayalısu, and Tulumtaş in the Kurtalan district of Siirt province through on-site observations. The signs were systematically examined in terms of visibility, placement, and physical integrity. In certain segments of the route, traffic signs were found to be absent, damaged, or entirely missing. The findings are expected to contribute to the development of policies and practices aimed at enhancing road safety in rural areas.

Keywords: Rural road infrastructure, Traffic signage, Traffic safety, Transportation planning

1. GİRİŞ

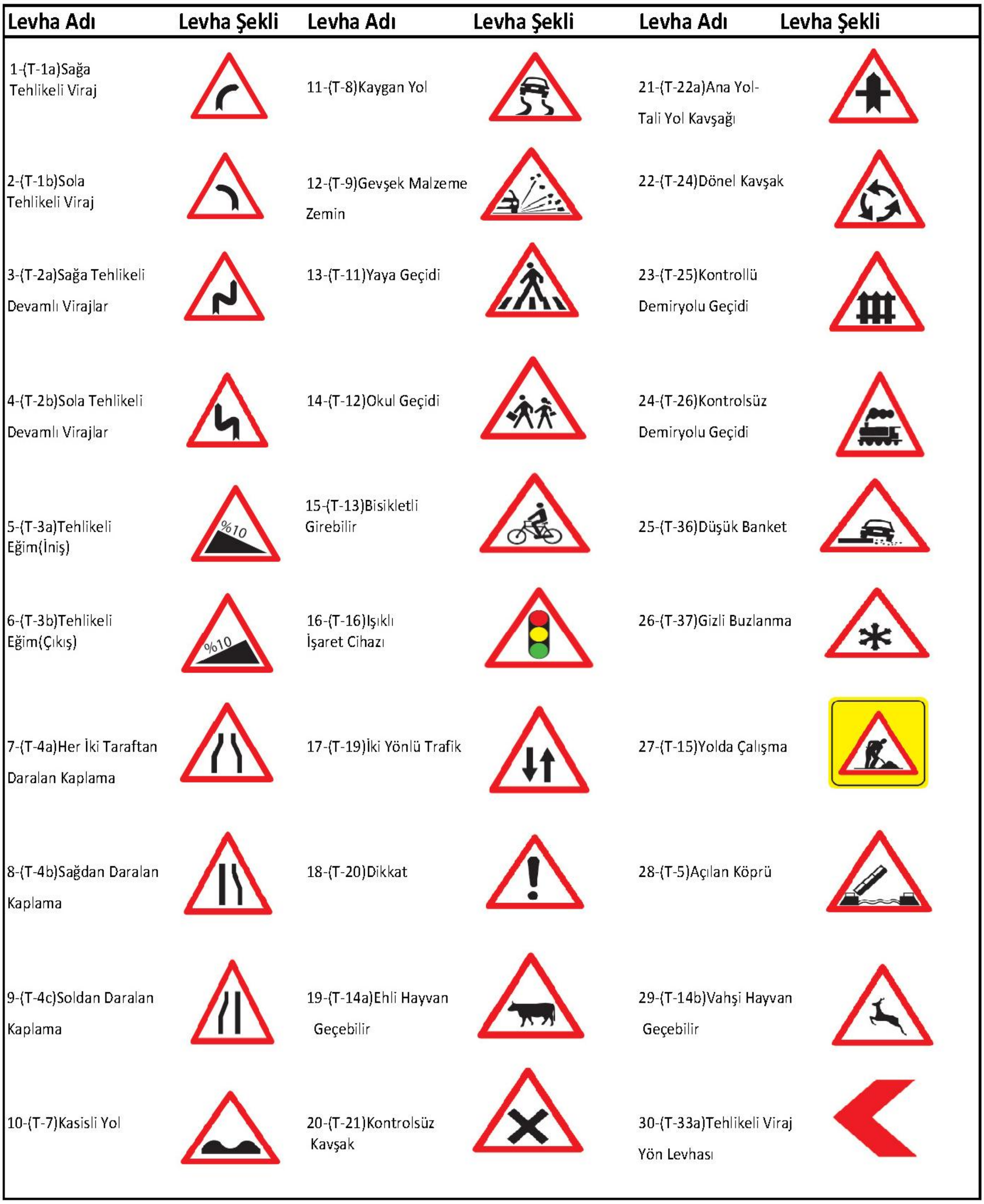
Yol, ulaşım amacıyla kullanılan, uzun ve sert yüzeye sahip bir ulaşım altyapısıdır. Bu yollar doğal etkenler sonucunda kendiliğinden oluşabileceği gibi, insan eliyle de inşa edilebilmektedir (Çağlayan, 2014). Yollar; insan, hayvan ve taşıt trafiğinin güvenli, hızlı ve verimli bir şekilde akışını sağlamak amacıyla inşa edilmekte olup; basit patika yollardan çok şeritli otoyollara kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Trafik işaretlerinin tarihi, yollar kadar eski olup, ilk trafik işaretleri yön gösterici niteliğe sahipti. Antik Roma döneminde, yolların kenarlarına yerleştirilen taş sütunlar, belirli merkezlere olan mesafeleri göstermek amacıyla kullanılmıştır. Zamanla teknolojinin ilerlemesiyle trafik levhaları da gelişim göstermiş, 18. yüzyılda ilk döküm tabelalar kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle motorlu taşıtların yaygınlaşmasıyla trafik işaretleri ve levhalarının önemi artmış, uluslararası standartların belirlenmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. 11 Ekim 1908'de Paris'te düzenlenen uluslararası trafik kongresinde trafik levhalarının genel standartları kararlaştırılmıştır (Erdoğan, 2022).

Türkiye'de trafik levhalarının ölçü, renk, malzeme ve yerleşim standartları Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından belirlenmektedir. Bu standartlar, trafik güvenliğini sağlamak ve sürücülerin yol üzerindeki bilgilere hızlı ve doğru şekilde ulaşmasını kolaylaştırmak amacıyla oluşturulmuştur. Bu levhalar, günün her anında ve her hava koşulunda rahatlıkla görülebilir ve anlaşılır durumda olmalıdır. Görünürlüğü artırmak amacıyla kırmızı, sarı, yeşil ve mavi gibi özellikle dikkat çekici renkler tercih edilmekte olup, özellikle düşük ışık koşullarında yansıtıcı malzemelerin kullanılması gerekmektedir (KGM, 2015). Trafik levhalarının boyutları, sürücülerin levhaları kolayca anlayabileceği, okuyabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Kullanım alanına ve amacına göre uygun ölçülerde tasarlanan levhaların üzerindeki yazılar, okunaklı ve net olmalı, yazım kurallarına uygun şekilde yazılmalıdır. Levhalarda kullanılan semboller ve yazılar, sürücüler ve yayalar tarafından kolayca anlaşılabilir olmalıdır (KGM, 2015).

Trafik levhalarının uzun ömürlü ve dayanıklı olması için çeşitli hava koşullarına uygun malzemelerden üretilmesi gerekmektedir. Türkiye'de üretilen trafik levhaları, KGM ve TSE tarafından belirlenen standartlara uygun olup, bu sayede sürücülerin ve yayaların güvenliği sağlanmakta ve trafik düzeninin etkin bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunmaktadır (TGDB, 2020). Bu doğrultuda ülkemizde trafikte düzeni oluşturmak için kullanılan trafik levhaları 5 ana kategoriye ayrılmıştır.

Görsel 1'de 61 tane olan tehlike uyarı işaretlerinden en çok kullanılan 30 tanesi verilmiştir. Bu işaretler, sürücülere yol koşulları hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Örneğin, viraj, yaya geçidi veya diğer yol durumu değişiklikleri hakkında önceden uyarıda bulunmaktadır. Genellikle kırmızı çerçeveli olarak tasarlanan bu levhalar, dikkat çekmeleri sayesinde sürücülerin hızlarını ayarlamalarına ve güvenli bir şekilde ilerlemelerine yardımcı olmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli
1-(T-1a)Sağa Tehlikeli Viraj		11-(T-8)Kaygan Yol		21-(T-22a)Ana Yol-Tali Yol Kavşağı	
2-(T-1b)Sola Tehlikeli Viraj		12-(T-9)Gevşek Malzeme Zemin		22-(T-24)Dönel Kavşak	
3-(T-2a)Sağa Tehlikeli Devamlı Virajlar		13-(T-11)Yaya Geçidi		23-(T-25)Kontrollü Demiryolu Geçidi	
4-(T-2b)Sola Tehlikeli Devamlı Virajlar		14-(T-12)Okul Geçidi		24-(T-26)Kontrolsüz Demiryolu Geçidi	
5-(T-3a)Tehlikeli Eğim(İniş)	%10	15-(T-13)Bisikletli Girebilir		25-(T-36)Düşük Banket	
6-(T-3b)Tehlikeli Eğim(Çıkış)	%10	16-(T-16)Işıklı İşaret Cihazı		26-(T-37)Gizli Buzlanma	
7-(T-4a)Her İki Taraftan Daralan Kaplama		17-(T-19)İki Yönlü Trafik		27-(T-15)Yolda Çalışma	
8-(T-4b)Sağdan Daralan Kaplama		18-(T-20)Dikkat		28-(T-5)Açılan Köprü	
9-(T-4c)Soldan Daralan Kaplama		19-(T-14a)Ehli Hayvan Geçebilir		29-(T-14b)Vahşi Hayvan Geçebilir	
10-(T-7)Kasisli Yol		20-(T-21)Kontrolsüz Kavşak		30-(T-33a)Tehlikeli Viraj Yön Levhası	

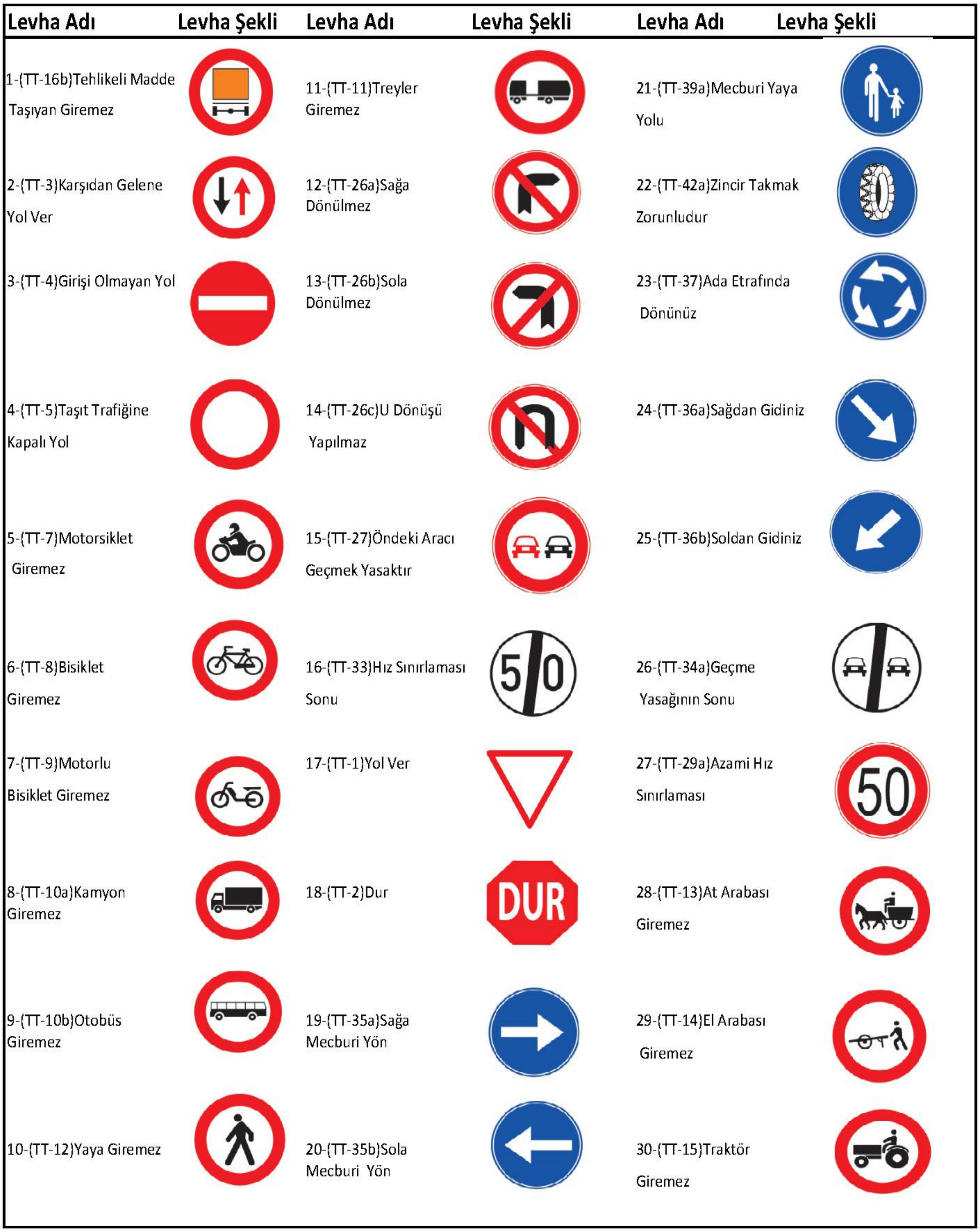
Görsel 1. Tehlike Uyarı İşaretleri

İkinci kategoride yer alan Görsel 2'de verilen trafik tanzim işaretleri trafik akışını düzenlemek ve sürücülere uymaları gereken kuralları açıkça belirtmek amacıyla kullanılmaktadır. 69 tane olan trafik tanzim işaretlerinin en çok kullanılan 30 tanesi Görsel 2'de verilmiştir. Yol kullanıcılarına belirli bir hareketi yapmalarını veya yapmamalarını bildiren bu levhalar, trafik güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Örneğin, "Dur" levhası sürücülere

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

tamamen durmaları gerektiğini bildirirken, "Yol Ver" levhası diğer araçlara öncelik tanımaları gerektiğini ifade etmektedir. "Sağa Dön" gibi yönlendirici levhalar ise sürücülerin izlemesi gereken rotayı belirleyerek trafik akışının düzenli ve güvenli bir şekilde devam etmesini sağlamaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7



Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli
1-(TT-16b)Tehlikeli Madde Taşıyan Giremez		11-(TT-11)Treyler Giremez		21-(TT-39a)Mecburi Yaya Yolu	
2-(TT-3)Karşıdan Gelene Yol Ver		12-(TT-26a)Sağa Dönülmez		22-(TT-42a)Zincir Takmak Zorunludur	
3-(TT-4)Girişi Olmayan Yol		13-(TT-26b)Sola Dönülmez		23-(TT-37)Ada Etrafında Dönünüz	
4-(TT-5)Taşıt Trafiğine Kapalı Yol		14-(TT-26c)U Dönüşü Yapılmaz		24-(TT-36a)Sağdan Gidiniz	
5-(TT-7)Motorsiklet Giremez		15-(TT-27)Öndeki Aracı Geçmek Yasaktır		25-(TT-36b)Soldan Gidiniz	
6-(TT-8)Bisiklet Giremez		16-(TT-33)Hız Sınırlaması Sonu	50	26-(TT-34a)Geçme Yasağının Sonu	
7-(TT-9)Motorlu Bisiklet Giremez		17-(TT-1)Yol Ver		27-(TT-29a)Azami Hız Sınırlaması	50
8-(TT-10a)Kamyon Giremez		18-(TT-2)Dur	DUR	28-(TT-13)At Arabası Giremez	
9-(TT-10b)Otobüs Giremez		19-(TT-35a)Sağa Mecburi Yön		29-(TT-14)El Arabası Giremez	
10-(TT-12)Yaya Giremez		20-(TT-35b)Sola Mecburi Yön		30-(TT-15)Traktör Giremez	

Görsel 2. Trafik Tanzim İşaretleri

Bilgi İşaretleri, sürücülere ve yayalara yolculuk sırasında ihtiyaç duyabilecekleri yönlendirme ve bilgilendirme amaçlı bilgiler sunmaktadır. Genellikle mavi zemin üzerine beyaz sembol veya

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

yazılardan oluşan bu levhalar, yol ağının daha anlaşılır hale gelmesine yardımcı olmaktadır (Görsel 3). Ülkemizde 108 adet bilgi işareti bulunmakta ve Görsel 3'te en çok kullanılan 30 tanesi verilmiştir. Örneğin, "Tek Yön" işareti sürücülere yolun sadece belirli bir yönde kullanılabileceğini belirtirken, "Hastane" işareti yakınlarda bir sağlık kuruluşunun bulunduğunu göstermektedir. Bu tür levhalar, sürücülerin ve yayaların doğru kararlar almasını sağlayarak trafik düzeninin korunmasına katkıda bulunmaktadır.

Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli
1-(B-5a)Kavşak İçi Yol Levhası		11-(B-19)Otoyol Sonu		21-(B-54)Karayolları Bilgi Levhası	
2-(B-8b)İl Sınırı Levhası		12-(B-22)Durak		22-(B-55a)Kaçış Rampası	
3-(B-11d)Coğrafi Bilgi Levhası		13-(B-38)Anayol		23-(B-58)İstasyon	
4-(B-2a)Girişi Olmayan Yol Kavşağı		14-(B-43)Radyo		24-(B-60)Sanayi Bölgesi	
5-(B-13b)Mesafe Levhası		15-(B-45a)Alt Geçit		25-(B-61a)Trafik EDS	
6-(B-14c)Yaya Bölgesi		16-(B-45b)Üst Geçit		26-(B-20)Motorlu Taşıt Yol Başlangıcı	
7-(B-15)Hastane		17-(B-49)Tünel		27-(B-37)Önceliği Olan Yön	
8-(B-16)Tek Yönlü Yol		18-(B-50g)Şerit Düzenleme Levhaları		28-(B-40)Jandarma	
9-(B-17)İleri Çıkmaz Yol		19-(B-52a)İki Yönlü Yol		29-(B-28)Lokanta	
10-(B-18)Otoyol Başlangıcı		20-(B-53b)U Dönüşü Levhası		30-(B-31)Piknik Alanı	

Görsel 3. Bilgi İşaretleri

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Duraklama ve park işaretleri sürücülere belirli alanlarda duraklama ve park etme kuralları hakkında bilgi vermektedir. Genellikle mavi zemin üzerine beyaz veya kırmızı sembollerle tasarlanan bu levhalar, trafik akışının düzenlenmesine ve park alanlarının verimli kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Karayolları standart trafik işaretleri levhaları içinde 10 adet duraklama ve park etme işaretleri bulunmaktadır (Görsel 4). Örneğin, "Park Etmek Yasaktır" levhası, belirli bir bölgede araç parkının yasak olduğunu bildirirken, "Park Yeri" levhası sürücülere uygun park alanlarını göstermektedir. Bu işaretler sayesinde trafik düzeni korunmakta, yaya ve araç güvenliği artırılmaktadır.

Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli
1-(P-1)Park Etmek Yasaktır		6-(P-3d)Park Yeri	
2-(P-2)Duraklamak ve Park Etmek Yasaktır		7-(P-3e)Park Yeri	
3-(P-3a)Park Yeri		8-(P-3f)Kapalı Park Yeri	
4-(P-3b)Park Yeri		9-(P-3g)Park Yeri (Metrodan Yararlanacaklar İçin)	
5-(P-3c)Park Yeri		10-(P-3h)Park Yeri (Tramvaydan Yararlanacaklar İçin)	

Görsel 4. Duraklama ve Park İşaretleri

Levha Adı	Levha Şekli	Levha Adı	Levha Şekli
1-Kavşak İsim Levhası		5-Başüstü Şerit Rejimi Levhası	
2-Otoyol Rejimi Levhası		6-OGS Levhası	
3- Servis Alanı Levhası		7-HGS Levhası	
4-Park Alanı Levhası		8-Şerit Seçimi ve Kullanımı Levhaları	

Görsel 5. Otoyol İşaretleri

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Son olarak otoyol işaretleri, otoyol üzerinde sürücülere yol koşulları ve yönetmelikler hakkında bilgi vermektedir. 8 adet otoyol işareti bulunmaktadır (Görsel 5). Genellikle yeşil renkte olan bu levhalar, sürücülerin otoyol üzerinde daha güvenli bir şekilde seyahat etmelerini sağlamak amacıyla kullanılır. Örneğin, "Kavşak İsim Levhası" kavşakların adını ve yönünü belirtirken, "Otoyol Rejim Levhası" otoyolun özel hız sınırları veya kullanım koşullarını göstermektedir. Ayrıca, HGS Levhası ise, otoyol geçişlerinde hızlı geçiş sistemi (HGS) olan alanları işaret etmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ile Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından belirlenen trafik levhası standartları, boyutlar, yerleşim, renkler ve diğer özellikler bakımından açık ve net kurallar içermektedir. Uyarı levhaları, örneğin "Viraj" veya "Yaya Geçidi" gibi levhaların kenar uzunluğu genellikle 60 cm ile 120 cm arasında değişmekte olup, en yaygın ölçü ise 90 cm'dir (TGDB, 2020).

Renkler konusunda ise, uyarı levhalarının çerçeveleri kırmızı, zeminleri ise genellikle beyaz renkte olup bu tasarım dikkat çekici olmasını sağlamaktadır. Yol verme levhalarında kırmızı (örneğin "Dur" levhası) ile birlikte mavi ve yeşil tonları da kullanılmaktadır. Bilgi levhalarında ise, mavi arka plan üzerine beyaz yazılar tercih edilmektedir (TGDB, 2020). Gece vaktinde trafik levhalarının görünürlüğü ve okunabilmesi için özellikle yansıtıcı malzemeler kullanılır, bu da levhaların gece saatlerinde daha net görünmesini sağlamaktadır.

Trafik levhalarının yazı ve sembol boyutları, sürücüler tarafından kolayca fark edilebilecek şekilde düzenlenmiştir. Levhalarda kullanılan yazıların boyutunun en az 30 cm, sembollerin ise kısa mesafeden bile rahatça fark edilebilmesi için minimum 10 cm olması gerekmektedir (TGDB, 2020). Bu sayede sürücüler, levhalardaki bilgileri hızlı ve doğru bir şekilde alabilirler.

Yol kenarındaki levhalar, genellikle yola paralel bir şekilde yerleştirilir ve 1,5 ile 2,5 metre yükseklikten monte edilmektedir. Bu yükseklik, levhanın her türlü araç için net bir şekilde görünmesini sağlamaktadır. Yol dönüşleri ve kavşaklar gibi kritik noktalarda ise levhalar, sürücünün dönüş yapmadan önce rahatça görebileceği noktalara yerleştirilir ve genellikle 30-50 metre mesafeden konumlandırılmaktadır (TGDB, 2020).

Trafik levhalarının dayanıklılığı da önemli bir faktördür. Bu levhalar, hava koşullarına dirençli ve uzun ömürlü olabilmesi için alüminyum, plastik veya yansımalı folyo gibi malzemelerden üretilmektedir. Özellikle gece sürüşlerinde net bir görünürlük sağlamak amacıyla ışıksız levhaların parlaklık değeri en az 1500 cd/m² olmalıdır. Kavşak öncesinde araçların dönüş yapmadan önce levhaların fark edilebilir olması için kavşak ilerisi levhaları, genellikle 100-150 metre mesafede yerleştirilir. Bu mesafe, yolun tipi ve levha çeşidine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (TGDB, 2020). Bu standartlar, trafik güvenliğinin sağlanması ve sürücülerin ihtiyaç duyduğu bilgilerin doğru ve anlaşılır şekilde iletilebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Trafik güvenliği açısından, trafik levhalarının doğru konumlandırılması ve sürücüler tarafından kolayca fark edilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, levhaların yerleşimiyle ilgili tüm bu detaylar titizlikle değerlendirilmelidir.

Trafik güvenliği konusu, günümüzde daha da önemli hale gelmiştir. Artan dünya nüfusu ve karayolu ulaşımındaki yoğunluk, trafik kazalarının sayısını ve şiddetini önemli ölçüde artırmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 2023 yılı verilerine göre, her yıl yaklaşık 1,19 milyon insan trafik kazaları sonucu hayatını kaybetmekte, 20 ile 50 milyon kişi ise yaralanmaktadır (WHO, 2023). Bu veriler, trafik güvenliğinin uluslararası bir öncelik haline gelmesini zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, Birleşmiş Milletler (BM) Genel Kurulu, 2020 yılında "Küresel Yol Güvenliğinin İyileştirilmesi" başlıklı kararı kabul etmiş ve 2021-2030 yıllarını "Yol Güvenliği Eylem On Yılı" olarak ilan etmiştir. 2030 yılına kadar trafik kazalarına bağlı ölümlerin %50 oranında azaltılması hedeflenmiştir (BM, 2020).

Trafik kazalarının önlenmesine yönelik alınan tedbirler arasında, sürücüler için trafik kurallarının net bir şekilde iletilmesi, yol altyapısının iyileştirilmesi ve trafik levhalarının etkin kullanımı kritik bir rol oynamaktadır. Trafik levhaları, sürücülerin yol koşullarını doğru anlamalarını ve güvenli sürüş davranışları sergilemelerini sağlayan temel unsurlardandır (İnal, 2014). Ancak, bu levhaların algılanabilirliği, tasarım, konumlandırma ve bakım durumu gibi faktörlerle yakından ilişkilidir. Kırsal alanlarda trafik levhalarının bakım durumunun yetersiz olması, bu bölgelerdeki trafik güvenliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Eksik, hasarlı veya solmuş trafik levhaları sürücüler için kritik bilgiler sunma yetisini kaybederek kazalara davetiye çıkarabilir (Babić vd., 2022)

Trafik güvenliği alanında yapılan çalışmalar, trafik levhalarının sürücü davranışları üzerindeki etkisini çeşitli boyutlarıyla incelemiştir. Ng ve Chan (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışma, sürücülerin trafik levhalarını algılama sürecinin kişisel faktörler ve işaretlerin tasarım özellikleriyle doğrudan bağlantılı olduğunu göstermiştir. Renk, şekil ve sembollerin anlaşılabilirliği, sürücülerin trafik işaretlerini doğru yorumlamasında kritik bir rol oynamaktadır. Mustapha ve Ibitoye (2022) ise, Nijerya'da gerçekleştirdikleri çalışmada, trafik levhalarının bakım durumunun sürücüler tarafından algılanabilirliği üzerindeki etkisini incelemiş ve düşük bakım seviyelerinin sürücü hatalarına yol açabileceğini belirlemiştir. Benzer bir çalışma Avustralya'da gerçekleştirilmiş ve eksik ya da yanlış sıralanmış trafik levhalarının kazalara sebebiyet verdiğini ortaya koymuştur (The Courier-Mail, 2022). Trafik güvenliği açısından, trafik levhalarının doğru konumlandırılması ve sürücüler tarafından kolayca fark edilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, levhaların yerleşimiyle ilgili tüm bu detaylar titizlikle değerlendirilmelidir.

Türkiye'de yapılan çalışmalar da benzer bulgular ortaya koymaktadır. Evren, vd., (2022), tarafından yürütülen bilirkişi raporları analizi, trafik işaretlerinin eksikliğinin kazalara doğrudan katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Özellikle kırsal alanlarda trafik levhalarının yetersizliği nedeniyle sürücülerin doğru karar alma süreçlerinin sekteye uğradığı belirtilmektedir. Trafik levhalarının tasarımı ve algılanabilirliği üzerine yapılan çalışmalarda, işaretlerin grafik tasarım ilkelerine uygun olarak düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Topaklı, 2022). Netliği düşük veya sembollerin belirsiz olduğu levhaların, sürücülerin yanlış karar almasına yol açtığı tespit edilmiştir. Ortataş ve Çetin'in (2021), yapmış olduğu çalışmalarında otonom araçlar, Haarcascade makine öğrenmesi algoritması ile trafik işaretlerini tanıyabileceğini ve bu teknoloji, sürücü müdahalesine gerek kalmadan araçların kurallara uymasını sağladığını belirtmiştir. Özkan (2022) çalışmasında üniversite yerleşkesindeki trafik ve yönlendirme levhalarının yetersizliği, sürücülerin ve yayaların ulaşımını zorlaştırdığını tespit etmiştir. Bu sorunun ortadan kaldırılması için trafik işaretlerinin doğru hedeflere konumlandırılması ve görünürlüğünün iyileştirilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur. Erdoğan (2022) ise çalışmasında yol işaretlerinin kültürel farklılıklar nedeniyle farklı algılanabileceği üzerinde durmuş ve evrensel sembollerin kullanılması, sürücülerin işaretleri daha kolay anlamasını sağlayacağını öngörmüştür. Yapısal iyileştirmeler, insan hatalarından kaynaklanan kazaların önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Doğan, vd. 2023). Sağlık, vd. (2012) çalışmalarında, yol üzerinde uygulanacak bitkisel tasarımın sürücülerin dikkatini dağıtan unsurları azaltarak trafik işaretlerinin daha görünür olmasını sağlayacağını ve yapılacak düzenlemeler ile sürücülerin işaretleri daha hızlı ve doğru şekilde algılamasına yardımcı olacağını vurgulamıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Bu çalışmanın ana amacı, Siirt ili Kurtalan ilçesine bağlı Yeşilkonak, Kayalısu ve Tulumtaş köylerini birbirine bağlayan yaklaşık 20 kilometrelik kırsal yol hattında yer alan trafik levhalarının mevcut durumunu saha incelemeleri yoluyla analiz etmektir. İncelemeler sırasında levhaların yerleştirildiği konumlar, fiziksel sağlamlıkları ve sürücüler tarafından fark edilebilirlikleri detaylı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilecek bulgular, trafik levhalarının bakım ve yenilenme süreçlerine ilişkin iyileştirme önerileri sunarak kırsal yollardaki trafik güvenliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

2. MATERYAL ve METOT

Kurtalan, Siirt iline bağlı bir ilçe olup, doğusunda Siirt merkezi, batısında Beşiri ilçesi, güneydoğusunda Eruh ilçesi ve güneybatısında Hasankeyf ilçesi ile komşudur. Doğal sınırları ise doğuda Başur Çayı, batıda Garzan Çayı ve güneyde Botan Çayı ile çevrilidir. İlçenin yüzölçümü 669,25 km² olup, nüfus yoğunluğu kilometrekare başına 145 kişidir. Deniz seviyesinden yüksekliği 670 metredir (URL-1, 2025). Araştırma kapsamında, Kurtalan ilçesine bağlı ve birbirleriyle komşu konumda bulunan Yeşilkonak, Kayalısu ve Tulumtaş köyleri incelenmiştir. Bu köylerin seçilmesinde, merkez ilçeye olan yakınlıkları ile tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğunluğu nedeniyle kırsal yol kullanımının fazla olması etkili olmuştur. Şekil 6'da Siirt ilinin genel konumu, Kurtalan ilçesi ve incelenen köylerin yerleşimi gösterilmektedir.

Şekil 6. Çalışma alanı

Araştırma güzergâhı, Yeşilkonak köyünden başlanarak sırasıyla Kayalısu ve Tulumtaş köylerini kapsayacak şekilde araçla kat edilmiştir. Bu güzergâh, kırsal yol ağı içinde yer alması ve üç köy arasındaki bağlantının aktif olarak kullanılması nedeniyle hem yerel ulaşım hem de kırsal hareketlilik açısından önem taşımaktadır. Bu kırsal yolların yapım, bakım ve onarımı 5302 sayılı İl Özel İdaresi Kanunu kapsamında, İl Özel İdaresi'nin sorumluluğundadır. İnceleme süreci boyunca yol kenarında yer alan tüm trafik levhaları dikkatli biçimde gözlemlenmiş ve her biri bulunduğu konuma göre kayıt altına alınmıştır. Levhaların türleri, yerleştirildikleri kilometre bilgisi, fiziksel sağlamlıkları, konumlandırılma doğruluğu ve sürücüler açısından görünürlük düzeyleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Şekil 7).

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

Şekil 7. Çalışma alanında ölçüm ve gözlemler

Gözlem sırasında, levhaların sadece mevcut olup olmadığı değil, aynı zamanda ulusal standartlara uygun ölçüde olup olmadıkları, çevresel koşullardan (bitki örtüsü, eğim, yol genişliği vb.) etkilenip etkilenmedikleri de dikkate alınmıştır. Değerlendirme süreci boyunca her bir levha, detaylı bir izleme formu ile kaydedilmiş; bu verilerin doğruluğunu desteklemek amacıyla her biri görsel dokümantasyon kapsamında fotoğraflanmıştır. Fotoğraflama işlemi, hem kayıt altına alınan bilgilerin görsel karşılıklarını oluşturmak hem de ileride yapılacak karşılaştırmalı analizler için görsel arşiv sağlamak amacıyla titizlikle yürütülmüştür.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yaklaşık 20 kilometrelik kırsal yol güzergâhında gerçekleştirilen sistematik gözlem ve ölçümler sonucunda, farklı türlerde trafik levhalarının varlığı ve fiziksel durumları değerlendirilmiştir. Güzergâh boyunca tespit edilen levha türleri arasında tanıtım levhaları, sola ve sağa tehlikeli viraj, devamlı tehlikeli viraj, hız sınırlaması, her iki taraftan daralan kaplama, kasisli yol, yaya geçidi, okul geçidi, gizli buzlanma ve gevşek şev uyarı levhaları yer almaktadır (Şekil 8). Bu çeşitlilik, güzergâhın özellikle kırsal yaşamla bağlantılı olarak çeşitli risk ve uyarı ihtiyacına cevap verdiğini göstermektedir.

Şekil 8. Güzergâh boyunca tespit edilen örnek uyarı levhaları

Gözlem sonuçları, levhaların büyük çoğunluğunun genel olarak uygun ölçü ve konumda yerleştirildiğini ortaya koymakla birlikte, birçok noktada ciddi eksikliklerin ve düzensizliklerin bulunduğu da belirlenmiştir. Bazı levhaların fiziksel olarak eğildiği, yer çekimi etkisiyle zamanla yamulduğu, yüzeylerinde çizik, boya silinmesi veya yazı yazılması gibi kullanıcı

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

kaynaklı deformasyonlar olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kimi levhaların çevresel etkenler (örneğin bitki örtüsünün büyümesi veya yol genişletme çalışmaları) nedeniyle görünürlüğünün azaldığı veya tamamen kaybolduğu tespit edilmiştir. Bazı kesimlerde ise levhaların hiç bulunmadığı, dolayısıyla sürücülerin bilgilendirilme ve uyarı gereksiniminin karşılanamadığı saptanmıştır (Şekil 9).

Şekil 9. Güzergâh üzerindeki bozulmuş ve işlevini yitirmiş levha örnekleri

Bu bulgular, kırsal yollarda trafik güvenliğini doğrudan etkileyen fiziksel altyapı sorunlarına işaret etmektedir. Özellikle levhaların düzenli bakımının yapılmaması ve zaman içinde oluşan deformasyonların giderilmemesi hem sürücüler hem de yayalar açısından risk unsuru oluşturmaktadır. Elde edilen veriler, kırsal bölgelerde trafik işaretleme sistemlerinin sürdürülebilir bir bakım-onarım programına ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, Siirt ili Kurtalan ilçesine bağlı Yeşilkonak, Kayalısu ve Tulumtaş köyleri arasındaki yaklaşık 20 kilometrelik kırsal güzergâhta yer alan trafik levhalarının mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla gözlemsel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Arazi gözlemleri ve fotoğraflama çalışmaları sonucunda, bölgede çeşitli uyarı ve yönlendirme levhalarının bulunduğu, ancak bu levhaların bir kısmının fiziksel bütünlüğünü yitirdiği, yanlış konumlandırıldığı ya da görünürlüğünün yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Özellikle hasarlı, eksik ya da yerinde olmayan levhalar, kırsal yol kullanıcıları için ciddi bir güvenlik riski oluşturmaktadır.

Genel anlamda bazı levhaların standartlara uygun biçimde yerleştirilmiş olması olumlu bir durum teşkil etse de levha bakım-onarım süreçlerinin yetersizliği, trafik güvenliğini olumsuz etkileyebilecek bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgular, kırsal bölgelerdeki yol güvenliği politikalarının gözden geçirilmesi ve özellikle trafik işaretlemelerine yönelik düzenli kontrol ve bakım mekanizmalarının oluşturulması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, yerel yönetimlerin ve ilgili kamu kurumlarının bu alandaki sorumluluklarını daha etkin biçimde yerine getirmesi, kırsal ulaşım altyapısının sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

Not: Bu çalışma, Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde, Trafik Mühendisliği dersi kapsamında hazırlanmıştır. Arazi çalışmasında sağladığı değerli desteklerden dolayı yazarlar, Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü mezunu Abdulcelil Daşcı'ya teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

Babić, D., Babić, D., Fiolić, M., & Ferko, M. (2022). Road Markings and Signs in Road Safety. *Encyclopedia, 2*(4), 1738–1752.

Birleşmiş Milletler (2020). Improving Global Road Safety. https://www.who.int/news/item/28-10-2021-who-kicks-off-a-decade-of-action-for-road-safety.

Çağlayan, H. T. (2014). *Trafik ve Trafik İşaretlerinin Tarihsel Evrimi* (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Özkan, E. Ç. (2022). Fırat Üniversitesi Yerleşkesi Ulaşım Ağının Yaya Öncelikli Planlama ve Tasarım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(2), 839-854. https://doi.org/10.35234/fumbd.1024819.

Doğan, O., Ahıskalı, A., & Vurdu, C. D. (2023). Köprülü Kavşak Sistemlerinin Kazaları Azaltmadaki Etkisi: Devrekani Kavşağı Örneği. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi, 6*(1), 44–58. https://doi.org/10.38002/tuad.1210255.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO). (2023). Karayolu Trafik Kazaları. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries.

Erdoğan, S. (2022). Grafik Tasarımda Semboller ve Anlamlarının Kültürel Farklılıkları Bağlamında Bir Örnek: Türkiye ve Kırgızistan Yol Uyarı Levhalarının Karşılaştırılması. *Kafdağı Dergisi, 7*(2), 220–232. https://doi.org/10.51469/kafdagi.1226324.

Evren, Ü., Aslıyüksek, H., & Ekim Çevik, F. (2022). Adli Tıp Kurumu Trafik İhtisas Dairesi Bilirkişi Raporlarında Yol, Araç Mekanik Arızaları, İklim Koşulları ve İşaretleme Eksikliği Durumlarının Trafik Kazalarına Etkenliğinin Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forensic Medicine, 36*(1), 25–32. https://doi.org/10.5505/adlitip.2022.46872.

İnal, K. (2014). Sürücü Eğitiminde İnformal Öğrenmenin Rolü: Türkiye Örneği. *Mediterranean Journal of Humanities*, *4*(1), 181–189. https://doi.org/10.13114/MJH.201416432.

KGM. (2015). Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı. Trafik işaretleri el kitabı. https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/IsaretlerElKitabi/TrafikIsaretleriElKitabi2015.pdf.

Mustapha, S. D., & Ibitoye, B. A. (2022). Understanding of Traffic Signs by Drivers on Urban Roads – A Case Study of Ilorin, Kwara State. *Journal of Engineering Research and Reports, 23*(12), 39–47. https://doi.org/10.9734/jerr/2022/v23i12761.

Ng, A. W. Y., & Chan, A. H. S. (2008). The Effects of Driver Factors and Sign Design Features on the Comprehensibility of Traffic Signs. *Accident Analysis & Prevention*, *40*(6), 2015–2022. https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.07.008.

Ortataş, F. N., & Çetin, E. (2021**).** Elektrikli ve Otonom Araçlarda Makine Öğrenmesi Kullanarak Trafik Levhaları Tanıma ve Simülasyon Uygulaması. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, *8*(3), 1081–1092. https://doi.org/10.31202/ecjse.867733.

Sağlık, A., Erduran, F., & Sağlık, E. (2012). Bitkisel Tasarımın Karayolu Trafik Güvenliğinde Önemi: Çanakkale Örneği. *3. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu*, 16–18 Mayıs 2012, Ankara, Türkiye, 77–90.

The Courier-Mail. (2022). Cause of Horror Truck and Train Collision Revealed. https://www.couriermail.com.au/news/queensland/cause-of-horror-goondiwindi-truck-and-train-collision-revealed/news-story/a650f00121959645913f5c3ddaa8148f.

TGBD, (2020). Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, Trafik Güvenliği İşaretleme Şubesi Müdürlüğü. *Karayolu Trafik İşaretleme Standartları 1.* https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Trafik/IsaretlerElKitabi/KarayoluTrafikIsaretlemeStandartlari1.pdf .

Topaklı, A. (2022). Kent Kimliğini Etkileyen Yönlendirme ve işaretleme Tasarımları Üzerine Bir Değerlendirme. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, *12*(3), 555–576. https://doi.org/10.7456/11203100/001.

URL-1, 2025. http://www.siirt.gov.tr/kurtalan Erişim Tarihi: [07.04.2025].

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

MINDFULNESS INTERVENTIONS TO IMPROVE SELF-ESTEEM AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING: INVESTIGATING THE ROLE OF CONTINGENT SELF-ESTEEM

Sofia Alvarez, Ricardo Gomez, Elisa Martinez, Javier Lopez

Department of Psychology, University of Madrid, Spain

Abstract: This study examines the effects of mindfulness interventions on psychological well-being, with a particular emphasis on self-esteem. In an age dominated by social media and the constant pressure of upward social comparisons, the role of self-esteem in personal well-being has become increasingly important. This research evaluates whether mindfulness practices can reduce the impact of contingent self-esteem, which is heavily dependent on external approval. An 8-week mindfulness-based stress reduction (MBSR) program was administered to 210 participants to assess its effectiveness. The results showed that the MBSR program significantly improved participants' trait mindfulness, self-esteem, and overall well-being, while notably decreasing contingent self-esteem. Furthermore, improvements in both types of self-esteem were positively associated with increased psychological well-being. However, contingent self-esteem was found to have a stronger predictive relationship with well-being than explicit self-esteem. These results highlight the importance of targeting various aspects of self-esteem in mindfulness interventions, indicating that such practices can be an effective tool for cultivating more stable self-esteem and enhancing psychological well-being.

Keywords: Mindfulness-based stress reduction, contingent self-esteem, explicit self-esteem, psychological well-being.

BIFORMERDTA: STRUCTURAL EMBEDDING OF PROTEIN IN DRUG TARGET AFFINITY PREDICTION USING BIFORMER

Leila Baghaarabani, Parvin Razzaghi, Mennatolla Magdy Mostafa,

Department of Bioinformatics, University of Tehran, Iran

Abstract:

Predicting interactions between drugs and their molecular targets plays a crucial role in the progression of drug discovery. Due to time and resource limitations, computational techniques have become essential for drug-target interaction (DTI) prediction. This study takes a step beyond conventional methods, which primarily use drug molecules and protein sequences, by introducing a novel protein representation via a masked protein language model. In this approach, each amino acid residue is assigned a probability distribution, indicating the likelihood of its position within the protein sequence. The similarity between pairs of amino acids is computed to create a similarity matrix, which is then utilized by Bi-Level Routing Attention (BiFormer), a model that combines transformer-based architectures with protein sequence analysis. BiFormer advances DTI prediction by identifying crucial regions in the protein sequence that are responsible for drug interactions. This method significantly improves the understanding of the local structural relationships in proteins, enhancing the accuracy of DTI predictions. The model was tested on the well-established Davis and KIBA datasets, demonstrating superior performance compared to existing methods in the field.

Keywords: BiFormer, transformer, protein language processing, self-attention mechanism, binding affinity, drug target interaction, similarity matrix, protein masked representation, protein language model.

DECLEX-PROCESSING PIPELINE FOR TUMOR CLASSIFICATION

Gaurav Shinde, Sai Charan Gongiguntla, Prajwal Shirur, Ahmed Hambaba
Department of Computer Science, University of Mumbai, India

Abstract:
The growing prevalence of health issues has put considerable pressure on healthcare systems worldwide, especially post-COVID-19. This has led to an increased adoption of machine learning techniques in the healthcare sector. In this paper, we present DeClEx, a robust pipeline designed to enhance tumor classification accuracy. DeClEx integrates data preprocessing techniques, including Gaussian noise addition and blurring, ensuring the model mirrors real-world conditions. We leverage autoencoders for intermediate feature learning, followed by a convolutional neural network (CNN) enhanced with spatial attention, which achieves comparable performance to state-of-the-art pre-trained models while tripling the training speed. Additionally, we integrate explainable AI techniques to offer interpretable results. The DeClEx pipeline combines noise reduction, image deblurring, classification, and explainability, providing a comprehensive solution for tumor classification.

Keywords: Machine learning, healthcare, tumor classification, explainability.

MICROFLUIDIC MANIPULATION FOR BIOMEDICAL AND BIOHEALTH APPLICATIONS

Reza Hadjiaghaie Vafaie, Sevda Givtaj

Department of Biomedical Engineering, Baku State University, Baku, Azerbaijan

Abstract:

The automation and manipulation of biological samples at the microscale are crucial for advancements in biochemistry and biomedical diagnostics. Despite the promising potential of miniaturized systems, fluid control at the microscale remains underexplored. In this study, we investigate the impact of electric fields within microfluidic channels and explore various electrode structures designed to generate forward, reverse, and rotational flows. Our simulations indicate that AC electro-thermal flow is highly effective for controlling and automating the movement of high-conductivity fluids. We numerically analyze the pumping and mixing effects by solving coupled equations for electric, temperature, hydrodynamic, and concentration fields within the microchannel. Experimentally, we fabricate the electrode structures on a silicon substrate and integrate them with a PDMS microchannel to create a functional microfluidic chip. Fluorescent particle motion under pumping and mixing conditions is captured using a CCD camera. By analyzing the frequency response and applying appropriate voltage to the electrodes, we observe fluid dynamics including pumping and mixing effects within the channel. The experimental results show strong agreement with the simulation data, validating the proposed method for microfluidic manipulation.

Keywords: Microfluidic, Nano/Micro Actuator, AC Electrothermal, Reynolds Number, Micropump

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

MEDICAL IMAGE FUSION IN BIOMEDICAL ENGINEERING EDUCATION

Ioan D. Popescu, Elena M. Ionescu, Alexandru T. Vasile

Department of Biomedical Engineering, University of Bucharest, Romania

Abstract:

The integration of computational tools has become a cornerstone in interactive learning, particularly within engineering education. In the medical sector, imparting knowledge of medical image processing is vital for training biomedical engineers, as it plays a key role in healthcare systems and hospitals. This paper introduces a teaching-learning simulation tool, designed using MATLAB with a Graphical User Interface, for medical image fusion, showcasing various image fusion methods alongside image pre-processing techniques. The application employs multiple algorithms and real-time medical fusion techniques, enabling users to view original and fused images, compare processed versus original images, adjust parameters, and save the results. This tool fosters a dynamic, engaging educational experience for biomedical engineering students, providing them with practical knowledge on medical image fusion techniques and skills critical to their professional training. In conclusion, the simulation tool offers real-time visualization of original and fused images, along with the ability to test and refine students' understanding of image fusion. It also encourages exploration of medical imaging applications, particularly in image fusion, which holds significant relevance in the medical field. Both instructors and students can customize the tool by making adjustments or creating new functions, ensuring the environment remains flexible and adaptable to emerging techniques and methodologies.

Keywords: Image fusion, image processing, teaching-learning simulation tool, biomedical engineering education.

MUNZUR 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
April 11 - 13, 2025- TUNCELI
ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

DEVELOPING OPTICAL SENSORS FOR CANCER DETECTION USING ELASTIC LIGHT SCATTERING SPECTROSCOPY

Ahmad Ali Khan, Sara Mehmood, Omar Zubair

Department of Physics, University of Lahore, Pakistan

Abstract:

Cancer remains one of the leading causes of mortality globally, with early detection being a crucial factor in improving survival rates. Current diagnostic techniques, however, are often limited by low sensitivity and specificity. This study focuses on the development of an optical sensor for cancer detection, utilizing Elastic Light Scattering Spectroscopy (ELSS), a non-invasive optical method. The sensor was designed to analyze the scattering of light by particles suspended in a medium, which could be indicative of cancerous cells. The optical probe developed in this research featured a 100-µm-diameter core and a 132-µm centre-to-centre separation, making it capable of detecting particles in a range of sizes.

In this study, ELSS spectra were measured for polystyrene spheres of different diameters: 2 µm, 0.8 µm, and 0.413 µm. The results demonstrated that the probe was capable of distinguishing between the different particle sizes and could detect polystyrene spheres in concentrations as low as 0.01%. The study showed that ELSS could effectively differentiate between various sizes of particles, suggesting its potential in detecting cancerous cells by analyzing the size and concentration of cells within a tissue sample.

Additionally, ELSS can provide valuable insights into the stage of cancer by offering a clear characterization of the cellular structure. By analyzing light scattering patterns, this method could help identify cancerous cells early, contributing to better diagnosis and treatment outcomes. However, further clinical research is required to fully assess the diagnostic capabilities of ELSS for cancer detection.

Keywords: Elastic Light Scattering Spectroscopy, Optical Probe, Cancer Detection, Polystyrene Spheres, Non-Invasive Technique.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ELECTRODERMAL ACTIVITY MEASUREMENT USING CONSTANT CURRENT AC SOURCE

Cristian Chacha, Dr. David Asiain, Jesús Ponce de León, Prof. Dr. José Ramón Beltrán
Department of Biomedical Engineering, University of Barcelona, Spain

Abstract:
This study investigates the electrodermal activity (EDA) measurement technique using a constant current AC source, focusing on the performance of the AFE AD5941 in impedance measurement applications. The primary objective is to enhance the precision of impedance values for integration into wearable devices designed for EDA monitoring. The findings demonstrate that while using a constant current AC source introduces a higher level of dispersion in the results, it significantly improves measurement accuracy and produces a more linear response in terms of error. This research ultimately contributes to the development of more reliable and precise systems for EDA monitoring, especially for wearable technology.

Keywords: Electrodermal Activity, constant current AC source, wearable devices, impedance measurement, accuracy, precision.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

A NOVEL APPROACH FOR CORONARY HEART DISEASE PREDICTION USING ECG SIGNALS WITH RESNET AND BI-LSTM

Yang Zhang, Jian He

School of Computer Science, Tsinghua University, Beijing, China

Abstract:

Coronary heart disease (CHD) remains a leading cause of mortality worldwide, with electrocardiogram (ECG) signals commonly used for its diagnosis. However, traditional methods for predicting CHD based on ECG signals require substantial expertise from healthcare professionals. This study introduces an innovative approach combining sliding window and continuous wavelet transform (CWT) to convert ECG signals into image-like representations. Subsequently, a deep learning model incorporating ResNet and Bi-LSTM is employed to extract features, forming a robust ECG feature extraction network, referred to as ECGNet. The proposed method leverages modified ResNet18 and Bi-LSTM architectures to develop an auxiliary system for CHD prediction, utilizing the publicly available MIMIC-3 ECG dataset for training and evaluation. Experimental results demonstrate an impressive accuracy of 83%, along with an F1-score of 83%. When compared to traditional methods like k-Nearest Neighbors (kNN), decision trees, and VGGNet, the proposed system not only enhances prediction accuracy but also mitigates the issues related to deep learning network degradation.

Keywords: Bi-LSTM, CHD, coronary heart disease, ECG, electrocardiogram, ResNet, sliding window.

MICROENCAPSULATION OF PROBIOTIC: EVALUATION OF VIABILITY AND CYTOTOXIC ACTIVITIES OF ITS POSTBIOTIC METABOLITES ON MCF-7 BREAST CANCER CELL LINE

Nkem Victor Enwuru, Bola Nkeki, Emmanuel Adebayo Adekoya, Olumide Adebisi Adebesin,

Department of Microbiology, University of Lagos, Nigeria

Abstract:

The increasing awareness of the health benefits of probiotics has spurred interest in enhancing their viability during processing, handling, storage, and gastrointestinal transit. Encapsulation is a promising technique for improving probiotic viability. This study focuses on the microencapsulation of a probiotic and the evaluation of the viability and cytotoxic activity of its postbiotic metabolites on the Michigan Cancer Foundation (MCF)-7 breast cancer cell line. Lactic acid bacteria were isolated from human and animal raw milk samples, identified using both conventional and VITEK 2 systems. The identified bacteria were encapsulated using the spray-drying method, and both free and encapsulated cells were exposed to simulated gastric intestinal (SGI) fluid and varying storage conditions to assess their viability. The properties of the probiotic granules, including disintegration time and weight uniformity, were evaluated. Additionally, the postbiotic metabolites from the free cells were extracted, and their cytotoxic effects were tested on the MCF-7 cell line via the MTT assay. The isolated bacteria were identified as *Lactobacillus plantarum*, with granule sizes ranging from 0.71-1.00 mm in diameter, a disintegration time between 2.14 ± 0.045 and 2.91 ± 0.293 minutes, and an average weight of 502.1 mg. Encapsulated cells stored at 4°C showed better viability than those stored at room temperature (25°C). The encapsulated probiotic cells also exhibited enhanced viability when exposed to SGI solution at different pH levels, compared to free cells. The postbiotic metabolites of *L. plantarum* demonstrated significant cytotoxic activity, comparable to the standard chemotherapy agent 5-fluorouracil (5FU). The IC50 values of the postbiotic metabolites aligned with those of cisplatin, confirming their potential as an adjuvant in breast cancer therapy. This study supports the use of microencapsulation for maintaining probiotic viability and enhancing postbiotic-mediated cytotoxicity in cancer treatment.

Keywords: Cytotoxicity effect, encapsulation, postbiotic, probiotic.

SUSTAINABLE MANUFACTURING OF SOLENOID VALVE HOUSING IN FIJI: FUSED DEPOSITION MODELING AND EMERGY ANALYSIS

Hisham Cabemaiwai, Assis. Prof. Dr. Prasad Dauvakatini,

University of Fiji, Fiji

Abstract:

A solenoid valve plays a crucial role in regulating fluid flow within various systems. In Fiji, the solenoid valve housing is not locally manufactured and is expensive to acquire due to its complexity and the lack of availability. In the health sector, the housing part of the solenoid valve is prone to damage with continuous machine use, and its high cost of replacement is a concern. This study investigates the sustainable manufacturing of solenoid valve housings through the Fused Deposition Modeling (FDM) process. An emergy analysis was conducted to assess the feasibility and sustainability of producing this component locally. The Unit Emergy Value (emergy transformity) of electricity in Fiji was found to be 1.27E + 05 sej/j. The total emergy of the manufacturing process was estimated at 3.05E + 12 sej, with the majority of energy sourced from imported services and materials. Only 16.04% of the total emergy came from renewable sources. Despite this, the solenoid valve housing can be produced locally in Fiji at a reasonable cost of $FJ 2.85 and acceptable quality. However, the environmental impact is significant, suggesting the need for exploring alternative raw materials, such as recycled PET, or alternative manufacturing processes to improve sustainability before proceeding with large-scale production using FDM.

Keywords: Emergy analysis, fused deposition modeling, solenoid valve housing, sustainable production.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

OPTIMIZATION OF CONSTRUCTION PRACTICES: IMPLEMENTATION OF MODERN WORK MODULES TO INCREASE ATTRACTIVENESS FOR EMPLOYEES

Robin Becker, Nane Roetmann, Manfred Helmus
Department of Civil Engineering, University of Stuttgart, Germany

Abstract:
The construction sector faces a shortage of junior staff, with the appeal of the profession particularly lacking among students. A key challenge is the gap between the traditional job profile and the evolving preferences of young professionals for more flexible and contemporary work models. Addressing this conflict is crucial for the long-term sustainability of small and medium-sized enterprises in the construction industry. This paper examines the implementation of modern work modules designed to enhance employee attraction and retention. The results of applying these work modules in real-world construction practices are presented and analyzed, highlighting the impact on workforce satisfaction and productivity.

Keywords: Modern construction management, construction industry, work modules, employee attraction, flexible work practices.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

USE OF SEISMIC ISOLATION SYSTEMS IN HIGH-RISE HOSPITAL BUILDINGS: A HYBRID APPROACH

Emre Bakkaloğlu, Dr. Nisa Torunbalcı

Department of Civil Engineering, Nazarbayev University, Kazakhstan

Abstract:

Earthquakes are inevitable natural disasters that pose significant risks to infrastructure, particularly in seismic zones like Turkey. In such regions, it is crucial to prepare buildings to withstand these hazards, especially hospital buildings that serve as essential facilities for disaster relief. While hospital structures are generally designed with a horizontal layout, the increasing urbanization, limited available land, and rising land values make multi-story hospital buildings a necessity. In Turkey, the use of seismic isolators has been mandated for public hospitals located in high seismic zones with more than 100 beds. This regulation has led to the construction of seismic-isolated multi-story hospital buildings in certain cities. Despite the widespread use of seismic isolation systems in countries like Japan, the application of these systems in multi-story hospital buildings in Turkey remains limited. Base isolation is recognized as one of the most effective methods for earthquake resistance. However, in multi-story buildings, the increasing number of floors raises the center of gravity, making the building more susceptible to overturning forces and reducing the effectiveness of isolation systems. This study aims to explore the structural systems of multi-story buildings that have incorporated seismic isolation technologies globally. Additionally, it proposes a hybrid working principle for seismic isolators used in multi-story hospital buildings. The findings of this research will provide valuable guidance to architects and engineers involved in the design of multi-story hospital buildings, contributing to more effective earthquake-resistant structures.

Keywords: Earthquake, energy absorption systems, hospital, seismic isolation systems.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

EFFECT OF AGRICULTURAL WASTE AS A FILLER IN FIBRE CEMENT BOARD REINFORCED WITH NATURAL CELLULOSIC FIBRES

Anuoluwapo S. Taiwo, David S. Ayre, Morteza Khorami, Sameer S. Rahatekar
Department of Civil Engineering, University of Ibadan, Nigeria

Abstract:
This study investigates the use of agricultural waste, specifically corncob (CC), as a filler material to reduce cement content in fibre-reinforced cement composite boards for construction applications in low-cost housing in developing regions. Corncob is widely available in many West African countries but has not been effectively utilized in construction materials. The primary goal of this research is to transform this abundant agro-waste into a viable filler material for reducing cement content in fibre-cement board production. The study involved developing Kraft pulp fibre-reinforced cement composite boards by incorporating varying amounts of CC powder (1-4%) as a filler. A laboratory-based vacuum de-watering process was employed for board fabrication. Mechanical properties were assessed through a three-point bending test, while the fractured surfaces were analyzed using Scanning Electron Microscopy (SEM). The results indicated that the flexural strength of the composite boards improved significantly, with a 39% increase compared to the control sample without CC replacement. However, higher CC content slightly impacted the ductility of the boards. SEM analysis showed strong fibre-matrix bonding and a transition from ductile to brittle fracture behavior. The optimal properties were achieved with 2% CC powder as filler, meeting the relevant standards for fibre cement flat sheets.

Keywords: Kraft pulp fibre, fibre-cement board, agricultural waste, sustainability, building applications.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

IN-PLANE SHEAR TESTS OF PREFABRICATED MASONRY PANEL SYSTEM WITH TWO-COMPONENT POLYURETHANE ADHESIVE

Erdem Fehling, Dr. Peter Capewell

Department of Structural Engineering, University of Berlin, Germany

Abstract:

The use of masonry bonded with polyurethane adhesive has gained significant attention in recent years. In 2021, the Department of Structural Engineering at the University of Berlin conducted quasi-static in-plane shear tests on prefabricated masonry panel systems using two-component polyurethane (2K PUR) adhesive to examine their performance under seismic loading. Alongside conventional deformation measurements via displacement transducers, all tests were monitored using an optical measuring system, allowing for detailed analysis of surface strains and deformations. To benchmark the results, additional reference tests were performed on specimens with traditional thin-bed mortar joints. This study presents the findings of these tests and compares the load-bearing behavior of masonry bonded with polyurethane adhesive to that of masonry bonded with thin-bed mortar, aiming to assist in the development of more accurate non-linear models for seismic design.

Keywords: Glued masonry, in-plane shear tests, shear resistance, polyurethane adhesive.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

IDENTIFICATION OF IMPACT LOADS AND SYSTEM PARAMETERS USING 1D-CNN

Xuewen Yu, Danhui Dan

Department of Mechanical Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing, China

Abstract:

The identification of impact loads and difficult-to-measure system parameters is essential for effective analysis and validation in engineering applications. This study introduces a method based on 1D Convolutional Neural Networks (1D-CNN) to identify impact loads and key system parameters from recorded responses. In this approach, forward computations generate datasets containing parameter θ, input u, and output y. Two neural networks are trained: one to map output y to input u, and another to map both input and output (u, y) to parameter θ. By feeding the measured output response into these trained networks, the method calculates the impact load and system parameter. The method is validated using two simulated examples, demonstrating high accuracy in estimating impact load characteristics (waveform and location) and system parameters.

Keywords: Convolutional Neural Network, Impact Load Identification, System Parameters, 1D-CNN, Engineering Validation

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

CONSIDERING THE EFFECT OF SEMI-RIGID CONNECTIONS IN STEEL FRAME STRUCTURES FOR PROGRESSIVE COLLAPSE

Farzad Karimi Ghaleh Jough, Mohammad Soori

Department of Civil Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract:

The occurrence of progressive collapse in structures poses significant challenges, requiring effective strategies to enhance their resistance against such phenomena. In this study, the vulnerability of both existing and under-construction buildings to progressive collapse is examined. The lateral load-resisting system and the type of connections within the building are among the most critical factors influencing the structure's ability to resist progressive collapse. This research utilizes the "Alternative Path" methodology as outlined by the GSA2003 and UFC2013 guidelines to explore various semi-rigid connection configurations. The study uses the Opensees software to model nine different semi-rigid connection setups in a three-story Special Area of Conservation (SAC) building, with particular attention to the stiffness of the connections. Nonlinear dynamic analysis was conducted to simulate column removal scenarios, specifically corner and middle column removal at the first level. The results from nonlinear static analysis revealed that when a column was removed, structures with semi-rigid connections exhibited larger displacements, leading to the formation of plastic hinges. Furthermore, it was evident that the likelihood of progressive collapse increased as the number of semi-rigid connections in the structure grew.

Keywords: Semi-rigid, nonlinear static analysis, progressive collapse, alternative path.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

FLOATING OFFSHORE WIND: A REVIEW OF INSTALLATION VESSEL REQUIREMENTS

Alex P. Crowle, Michael J. Stewart, William T. Carter

Department of Marine Engineering, University of Algiers, Algeria

Abstract:

Floating offshore wind farms are emerging as a promising source of renewable energy, with the potential to significantly contribute to the global energy transition. A key challenge in the deployment of these technologies is the provision of specialized installation vessels capable of supporting the offshore installation of floating wind turbines. This paper provides an overview of the current fleet of vessels utilized in the installation of floating wind turbines, highlighting the different types required for various stages of construction. Separate vessels are needed for the ocean tow-out, offshore installation, and the connection of essential infrastructure. Additionally, the paper discusses the need for new and innovative vessels to improve installation efficiency and reduce costs. Specialized vessels, such as anchor handling vessels, subsea workboats, and cable-laying ships, play a vital role in the mobilization, installation of moorings, and connection of subsea cables. The paper further explores the port infrastructure required for the vertical integration of turbine components, including the substructure, tower, nacelle, and blades.

Keywords: Floating wind, offshore wind turbines, installation vessels, renewable energy infrastructure, offshore ports

DECISION SUPPORT STRATEGIES FOR MODULARIZATION IN ENGINEERING CONSTRUCTION: CASE STUDIES IN OIL, GAS, AND POWER PLANTS

Bat-Erdene Nyamsuren, Tungalag Batbold, Chuluunbaatar Enkhbaatar

Mongolian University of Science and Technology, Mongolia

Abstract:

This paper explores decision support strategies in the engineering construction (EC) sector to identify the optimal degree of modularization. The study is based on case studies from three oil and gas (O&G) projects and two power plant projects. Data were gathered through semi-structured interviews (n = 59 for O&G and n = 27 for power plants), document analysis, and case-specific validation interviews (n = 12 and n = 8, respectively). A new terminology to differentiate modularization levels is proposed, along with a decision-making checklist and a visual support figure. The findings show that EC sub-sectors preferred component, structural, or traditional modularization over system modularization for certain types of modules. The key factors influencing modularization decisions varied depending on module types. This study aims to guide the EC sector in selecting the most effective degree of modularization through a structured decision-making approach.

Keywords: Modularization, engineering construction, case study, decision support

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

NUTRIENT CONTENT AND LABELING STATUS OF PRE-PACKAGED BEVERAGES IN SAUDI ARABIA

Ruyuf Y. Alnafisah, Nouf S. Alammari, Amani S. Alqahtani
King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

Abstract:

The selection of beverages can influence the risk of non-communicable diseases, yet there is limited awareness regarding the nutritional content of these drinks. This study aims to evaluate the nutrient content of pre-packaged beverages available in the Saudi Arabian market. Data were obtained from the Saudi Branded Food Database (SBFD), with nutrient content standardized by units and reference volumes to ensure consistency in the analysis. A total of 1490 beverages were analyzed. Dairy products exhibited the highest median levels for most nutrients, including energy (68.4 [43-188] kcal/100 ml in milkshakes), protein (8.2 [0.5-8.2] g/100 ml in yogurt drinks), total fat (2.1 [1.3-3.5] g/100 ml in milk), saturated fat (1.4 [0-1.4]g/100 ml in yogurt drinks), cholesterol (30 [0-30] mg/100 ml in yogurt drinks), sodium (65 [65-65] mg/100 ml in yogurt drinks), and total sugars (12.9 [7.5-27] g/100 ml in milkshakes). Nectar drinks had the highest carbohydrate content (13 [11.8-14.2] g/100 ml), followed by fruit drinks (12.9 [11.9-13.9] g/100 ml) and sparkling juices (12.9 [8.8-14] g/100 ml). Regular soft drinks had the highest levels of added sugars (12 [10.8-14] g/100 ml). The average nutrient declaration rate was 60.95%, with carbohydrates having the highest declaration rate (99.1%), and yogurt drinks showing the highest declaration rate among beverage categories (92.7%). The median levels of vitamins A and D in dairy products met the required mandatory addition levels. This study provides critical insights into the nutrient composition of pre-packaged beverages in Saudi Arabia, laying the groundwork for future research and regulatory measures. The results support the implementation of a tax on sugary beverages and emphasize concerns about the health implications of excessive sugar in fruit juices. Despite the inclusion of vitamins D and A in dairy products, the study highlights the necessity for alternative strategies to address nutritional deficiencies.

Keywords: Pre-packaged beverages, nutrient content, nutrient declaration, daily percentage value, Saudi Arabia.

ANALYSIS OF NOODLE PRODUCTION PROCESS AT YAN HU FOOD MANUFACTURING: BASIS FOR PRODUCTION IMPROVEMENT

Rhadinia Tayag-Relanes, Felina C. Young

Department of Industrial Engineering, University of Philippines, Philippines

Abstract:

This research focuses on the analysis of the noodle production process at Yan Hu Food Manufacturing to provide a foundation for production improvements. The study employed the Plan, Do, Check, Act (PDCA) methodology, alongside record reviews for data collection covering the 2019 calendar year, from August to October. The research primarily targeted the production processes of three types of noodles: miki, canton, and misua. A causal-comparative research design was used to explore the cause-and-effect relationships between production variables, with descriptive statistics and correlation analysis applied to evaluate the data. The results revealed that the production of miki, canton, and misua follows distinct cycle times and varying output levels across different production stages, along with discrepancies in wastage rates. The company has not yet defined a formal acceptable rejection rate for wastage, and a 1% wastage limit was applied in this study. Based on the findings, several recommendations were made: ensuring the consistent maintenance and monitoring of the machinery used in the production process; conducting a statistical performance assessment of production operators, taking into account both output and machine efficiency; performing a root cause analysis to address production problems; and establishing an improved data recording system for input and output tracking to enhance the accuracy of production records.

Keywords: Production, continuous improvement, process, operations, Plan-Do-Check-Act approach.

BIOACTIVITY OF PEPTIDES FROM TWO MUSHROOM SPECIES

Assis. Prof. Dr. Parisa Farzaneh, Dr. Azade Harati

Department of Biotechnology, University of Tehran, Iran

Abstract:

Mushrooms, as a valuable source of bioactive compounds, particularly bio-peptides, have garnered significant interest for their health benefits. In this study, proteins were extracted from two mushroom species using a buffer solution, with or without salt (0.15 M), coupled with ultrasound treatment to facilitate the extraction of intercellular proteins. The proteins were primarily categorized as albumins. Subsequent hydrolysis of the proteins by both endogenous and exogenous proteases, including gastrointestinal enzymes, led to the formation of bioactive peptides. Notably, Agaricus bisporus exhibited higher enzymatic activity compared to Terfezia claveryi, with activity ceasing at 75% after 15 minutes. The application of various treatments, including blanching, endogenous enzymes, and combinations of gastrointestinal enzymes (pepsin-trypsin-α-chymotrypsin or trypsin-α-chymotrypsin), resulted in hydrolysates with diverse antioxidant and antibacterial properties. The peptides obtained through ultrafiltration exhibited distinct levels of radical scavenging, lipid peroxidation inhibition, and antibacterial activity. Furthermore, bio-peptides from Terfezia claveryi, particularly those with a molecular weight under 3 kD, displayed resilience to environmental conditions such as varying pH and temperature. These findings suggest that the bioactive peptides from these mushrooms are promising candidates for incorporation into nutraceutical, pharmaceutical, and functional food formulations, even under processing conditions.

Keywords: Bio-peptides, mushrooms, gastrointestinal enzymes, bioactivities.

THE IMPACT OF NUTRITION EDUCATION ON THE ADHERENCE TO THE MEDITERRANEAN DIET AND SUSTAINABLE EATING HABITS AMONG UNIVERSITY STUDENTS

Wahyu Agus Pamungkas, Riska Belinda Setyawati, Dr. Ahmad Fajri Rifai,

Department of Chemical Engineering, Kabul University of Science and Technology, Kabul, Afghanistan

Abstract:

This study investigates the influence of nutrition education on university students' adherence to the Mediterranean diet and their sustainable eating habits. Participants included second, third, and fourth-year students from the Faculty of Health Sciences, specifically the Nutrition and Dietetics, Midwifery, Nursing, Physical Therapy, and Rehabilitation departments at a university in Turkey. Adherence to the Mediterranean diet was assessed using the Mediterranean Diet Adherence Scale, while sustainable eating behaviors were evaluated through the Sustainable and Healthy Eating Behaviors Scale. Additionally, students' body weight, height, and Body Mass Index (BMI) were measured. A total of 181 students participated in the study, with 85 students from the Department of Nutrition and Dietetics and 96 from other departments. Of the participants, 75.7% were female, and 24.3% were male. The average body weight was 61.17 ± 10.87 kg, with an average BMI of 22.04 ± 3.40 kg/m2. The mean score on the Mediterranean Diet Adherence Scale was 6.72 ± 1.84. Results indicated that 25.4% of the students had poor adherence, while 66.9% required improvement. A comparison between students who received nutrition education and those who did not revealed significantly higher adherence scores for the educated group ($p < 0.05$). Furthermore, these students scored higher on the Sustainable and Healthy Eating Behaviors Scale ($p < 0.05$). A moderate positive correlation was found between the total scores of the Sustainable and Healthy Eating Behaviors Scale and Mediterranean Diet Adherence ($p < 0.05$). Linear regression analysis suggested that a 1-unit increase in Mediterranean diet adherence led to a 1.3-point increase in the total score of the Sustainable and Healthy Eating Behaviors Scale. These findings underscore the importance of sustainable and healthy eating for health promotion and disease prevention. The Mediterranean diet, a model of sustainable nutrition, was shown to be positively influenced by nutrition education, highlighting the need for further educational initiatives on sustainable nutrition, such as courses or seminars, during university programs.

Keywords: Healthy eating, Mediterranean diet, nutrition education, sustainable nutrition.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF A GREEN SYNTHESIZED DRUG SUPPLEMENT: NUTRITION BIO-SHIELD SUPERFOOD

Azam Bayat, Dr. Aref Khalkhali, Dr. Ali Reza Mahjoub
Department of Biomedical Sciences, University of Tehran, Iran

Abstract:

This study focuses on the synthesis of a drug supplement using an environmentally friendly method, referred to as Nutrition Bio-Shield Superfood (NBS). With the growing global burden of infectious diseases and the scarcity of effective treatments, the research evaluates the antimicrobial properties of the NBS supplement. The experiment examined the effects of different concentrations of NBS on the inhibition of bacterial growth associated with common infectious diseases. The highest antimicrobial activity was observed at a concentration of 100 mg/ml, with a notable halo diameter. In contrast, a concentration of 12.5 mg/ml showed the lowest antibacterial effect. Overall, NBS supplementation is shown to enhance immune defense in the human body, suggesting its potential as an alternative antimicrobial agent.

Keywords: Drug supplement, biomaterial, antimicrobial, immune enhancement, human health.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF LACTOSE-FREE YOGURT USING MEMBRANE TECHNOLOGY AND MODIFIED MILK PROTEIN CONCENTRATE

Shahram Naghizadeh Raeisi, Ali Alghooneh

Department of Food Science and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract:

A lactose-free yogurt was developed through the use of membrane technology combined with the modification of milk protein structural properties. The functional, textural, and structural characteristics of the resulting yogurt were analyzed and compared to commercial products. The findings revealed that the modification of protein in high-fat set yogurt resulted in significant improvements, with 11.55%, 18%, 20.21%, and 7.08% higher hardness, consistency, water holding capacity, and shininess values, respectively, when compared to the control. Similarly, the modified low-fat set yogurt exhibited 21.40%, 25.41%, 28.15%, and 10.58% higher values for these same parameters. These enhancements were attributed to the microstructural changes in the gel network of the yogurt formulated with modified protein. Additionally, compared to the control yogurt, the high-fat modified yogurt showed a 22.10% increase in linkage strength (A), a 50.68% increase in the number of linkages (z), and a 21.82% increase in the time scale of linkages (λrel). On the other hand, the average linear distance between two adjacent crosslinks (ξ) was 16.77% lower. For the low-fat modified yogurt, the indices of A, z, λrel, and ξ increased by 34.30%, 61.70%, and 42.60%, while ξ decreased by 19.20% in comparison to the control. The shelf life of the modified yogurt was extended to 10 weeks when refrigerated, whereas the control yogurt had a shelf life of only 3 weeks. The acidity levels of both high-fat and low-fat modified yogurts increased from 76 to 84 and 72 to 80 Dornic degrees, respectively, over 10 weeks of storage, while control samples increased from 82 to 122 and 77 to 112 Dornic degrees. This behavior was likely due to the elimination of microbial energy sources in the modified yogurt. Furthermore, the calories in both high-fat and low-fat lactose-free yogurts were 25% and 40% lower than their respective control samples. Overall, the results indicated that lactose-free yogurt with modified protein, despite having 1% less protein content than the control, demonstrated superior functional properties, nutritional benefits, network parameters, and shelf stability, making it a promising alternative in the set yogurt industry.

Keywords: Lactose-free, low calorie, network properties, protein modification

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

FURNIKO FLOUR: A SYMBOLIC COMPONENT OF GREEK PONTIC CULINARY HERITAGE

A. Keramaris, T. Sawidis, E. Kasapidou, P. Mitlianga
Department of Culinary Arts, University of Thessaloniki, Greece

Abstract:
The culinary traditions of the Greek Pontic people have long been celebrated, yet they have not garnered the same academic attention as other regional Greek cuisines, such as that of Crete. This research aims to explore Greek Pontic cuisine, focusing on its unique ingredients, culinary techniques, and the cultural significance of its dishes. The Pontic Greeks, who have resided for centuries in the northern regions of modern-day Turkey and currently live predominantly in northern Greece, are known for their rich culinary heritage. This cuisine, while simple, includes a variety of flavorful and nutritious dishes that remain a vital part of the Pontic Greek identity. To begin understanding this cuisine, we examine one of its most iconic ingredients: furniko flour. Our study, conducted in Western Macedonia, northern Greece, investigates the traditional production of furniko flour, which is made from non-hybrid corn varieties. The production process begins with hand-harvesting the corn when the moisture content is sufficiently low for roasting. After harvesting, the cobs are roasted in a wood oven for 24 hours before being processed. The seeds are extracted by rubbing the cobs together and traditionally ground in a stone hand mill. The resulting dark golden flour is highly aromatic and is used in making havitz, a savory porridge-like dish. The preparation of havitz, a beloved dish in Greek Pontic cuisine, is straightforward yet offers significant nutritional benefits, as noted by our research participant. Beyond its nutritional value, havitz serves as a medium for fostering familial bonds and cultural exchange. This research serves as an initial effort to document the traditional production of furniko flour and its role in the culinary traditions of the Greek Pontic community. Future studies will focus on analyzing the nutritional composition of furniko flour to further highlight its value in traditional cooking.

Keywords: Furniko flour, Greek Pontic cuisine, Havitz, traditional foods, culinary heritage

EXPLORING THE POTENTIAL OF INTEGRATING BLOCKCHAIN, CLOUD COMPUTING, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENHANCING DATA EXCHANGE WITHIN CONSTRUCTION SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Tran Duong Nguyen, Marwan Shagar, Qinghao Zeng,
Department of Civil Engineering, University of Seoul, South Korea

Abstract:

The management of construction supply chains involves the coordination of various disciplines and actors, leading to the generation of vast amounts of data. However, traditional data storage methods are often inefficient, fragmented, and lacking standardization, which can hinder seamless data exchange. Building Information Modeling (BIM), a digital representation of a facility's physical and functional attributes, has been adopted in the industry to foster collaboration, ensure data security, and provide a unified platform for data exchange. Nevertheless, the sheer volume and complexity of data necessitate a more refined approach to organizing information in ways that meet stakeholders' diverse needs. To overcome these challenges, Artificial Intelligence (AI) can be leveraged to manage complex data sets effectively. This study aims to propose a novel approach to improve data exchange within construction supply chain management (CSCM) by integrating AI. The paper outlines five primary objectives: (1) Review the current frameworks and adoption of BIM, (2) Identify challenges related to data exchange, (3) Propose a comprehensive integrated framework, (4) Improve data transmission security, and (5) Enhance the efficiency of data exchange in CSCM. The framework suggests that the integration of BIM with advanced technologies such as cloud computing, blockchain, and AI can significantly enhance both the accuracy and efficiency of data exchange processes in construction supply chains.

Keywords: Construction supply chain management, Building Information Modeling, blockchain, cloud computing, artificial intelligence.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

FLUOROMETRIC APTASENSOR: EVALUATION OF STABILITY AND COMPARISON TO STANDARD ELISA ASSAY

John Carlos Kuri, Assoc. Prof. Dr. Varun Vijay, Dr. Raymond James Turner,

Department of Biochemical Engineering, University of Mexico, Mexico City, Mexico

Abstract:

Celiac disease (CD) is an immune disorder triggered by gluten consumption. As the demand for gluten-free (GF) diets rises, a reliable diagnostic method has become essential. The enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) has long been considered the gold standard for such testing. However, ELISA has various limitations, prompting the search for alternative methods. Nucleic acid-based aptamers, known for their specificity, selectivity, and ease of use, have emerged as a promising alternative. Despite their potential, fluorescence-based aptasensors have been criticized for instability, although data on their longevity remain scarce. This study investigates the lifespan stability of a fluorescence-based aptasensor over an 8-week period. The sensor was tested across 22 different samples, including both GF and gluten-rich (GR) foods, soy sauce products, off-the-shelf items, and reference materials from laboratories, resulting in 836 tests. The results indicate an accuracy of 96.30% for classifying GF products and 100% for GR products when using molecular sieves. The overall accuracy remained around 94% during the first four weeks, gradually declining to 63% by the end of the study.

Keywords: Aptasensor, PEG, rGO, FAM, RM, ELISA.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

EFFECT OF ETHYL ALCOHOL FACTORY EFFLUENTS ON BARLEY GERMINATION AND GROWTH PERFORMANCE

Azadeh Vaziri, Reza Khodadadi, Niloofar Mohammadi, Samira Farzaneh

Department of Environmental Science, University of Tehran, Iran

Abstract:

The use of effluents from industrial processes, such as those from ethyl alcohol factories, is an emerging strategy to conserve water resources in agriculture. This study evaluates the potential of vinasse, a by-product from the distillation of sugarcane molasses in ethyl alcohol production, as an alternative water source for irrigation. A controlled experiment was conducted to examine the effects of various ratios of water to vinasse on the germination and growth of barley seedlings. The experiment followed a completely randomized design with three replications and included a control treatment. Four irrigation treatments were tested, varying the proportion of water to vinasse: 100% water, 90% water and 10% vinasse, 75% water and 25% vinasse, and 50% water and 50% vinasse. Results indicated that increasing the vinasse concentration significantly reduced barley germination rates, with reductions of 20% and 93.33% compared to the control in the second and third treatments, respectively. The germination percentage was approximately 46.66%. Additionally, the average seedling stem length was 14.3 mm, and root length averaged 9.37 mm. Soil properties, including electrical conductivity (EC) and pH, were also impacted, with EC rising by 76.2% under vinasse irrigation treatments, reaching values of 5.85 dS/m and pH of 7.32.

Keywords: Electrical Conductivity, effluent, germination, vinasse, barley.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

DESIGN OF SINGLE-USE FOOD PACKAGING TO PRESERVE TEMPERATURE OF HOT FOOD

Wibowo Sugiono, Hendra Ardiatna, Nabil Firdaus,

Department of Food Technology, University of Indonesia, Jakarta, Indonesia

Abstract:

The majority of people prefer their food to be warm when consumed, particularly when it is purchased as takeaway. Unfortunately, most disposable food packaging does not have the ability to maintain the temperature of the food for an extended period, which is essential to ensure it stays warm. This study focuses on the design and evaluation of single-use food packaging solutions that can effectively retain heat for longer durations. The research involved either modifying existing commercial packaging or creating new packaging solutions using locally available materials. The packaging was then tested by placing local foods inside and measuring their temperature over time, specifically noting when it reached the minimum acceptable temperature for hot food consumption (56°C). The findings revealed that plastic boxes lined with a thin layer of aluminum foil were the most effective at maintaining the temperature of food for up to 44 minutes. Additionally, packaging made from locally available food-grade paper with a transparent plastic bag inside was found to retain heat for up to 82.31% of the time compared to the best-performing packaging in this study. Ultimately, plastic boxes with thin aluminum foil proved to be the best option for single-use food packaging that effectively keeps hot food warm and safe for consumption.

Keywords: Aluminum foil, hot food, local food, packaging.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

RISK ASSESSMENT TOOL FOR AFLATOXIN CONTAMINATION IN DRIED FIGS BASED ON MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Klimentia Kottaridi, Lec. Vasilis Demopoulos, Anastasios Sidiropoulos, Dr. Diego Ihara,

Department of Agricultural Engineering, University of Thessaloniki, Greece

Abstract:

Aflatoxins are potent carcinogenic toxins produced by the *Aspergillus* species, capable of contaminating various agricultural products, including dried figs. These toxins are influenced by numerous biological and environmental factors, such as the population of the *Aspergillus* species, soil properties, topography, and climatic conditions within fig orchards. While current detection methods like high-performance liquid chromatography (HPLC) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) are accurate, they are expensive, time-consuming, and sample-destructive. This study introduces a risk assessment tool designed to predict aflatoxin contamination in dried figs before harvest, using soil data and environmental parameters to reduce both health and economic impacts. The tool integrates machine learning techniques, including Principal Component Analysis (PCA) for dimensionality reduction, Mahalanobis Metric for Clustering (metric learning), and the K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm. The model achieved an 85% mean performance, as measured by the Pearson Correlation Coefficient (PCC) between observed and predicted values. This approach provides a reliable, non-destructive, and cost-effective alternative for predicting aflatoxin contamination in fig crops, contributing to better management practices in agriculture.

Keywords: aflatoxins, Aspergillus spp., dried figs, K-nearest neighbors, machine learning, prediction

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

PARTICLE SIZE ANALYSIS OF ALLUVIAL GOLD ORE SAMPLES FROM ITAGUNMODI, SOUTHWESTERN NIGERIA USING GAUDIN SCHUMANN METHOD

Dr. Olaniyi Awe, Adelana Adetunji, Assis. Prof. Dr. Abraham Adeleke

Department of Geology, University of Ibadan, Nigeria

Abstract:

Artisanal mining of alluvial gold ore has been a long-standing practice in Itagunmodi, Southwestern Nigeria. To improve the efficiency of the widely used panning gravity separation technique, it is essential to conduct a mineral particle size analysis. This study focuses on the particle size distribution of alluvial gold ore samples collected from five distinct locations within the area. A 500 g sample of the collected alluvial gold ore was subjected to a sieve analysis using an electrical sieve shaker, with sieves arranged in descending aperture sizes of 5600 µm, 3350 µm, 2800 µm, 355 µm, 250 µm, 125 µm, and 90 µm. The shaker was operated for 20 minutes, and the amount of material retained on each sieve was recorded for further analysis. The particle size distribution was plotted using the Gaudin Schumann method. The results revealed that the cumulative percentages of fine particle sizes in the -125+90 µm fractions ranged from 36.00% to 45.00% across the samples. These findings provide valuable data for optimizing processing methods and improving performance in alluvial gold ore mining.

Keywords: Alluvial gold ore, Gaudin Schumann, particle size, sieve shaker

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

REMOVAL OF DEPOSITS AND IMPROVEMENT OF SHELF LIFE IN CO2-RICH MINERAL WATER USING OZONE-MICROBUBBLES

Hwa Choe Un, Hyon Choe Jong, Jun Kim Yong

Department of Environmental Engineering, Seoul National University, Seoul, South Korea

Abstract:

This study investigates the effective removal of Fe^{2+} ions using ozone microbubbles in bottled CO_2-rich mineral water to prevent sedimentation during storage and enhance the product's shelf life. Considering the low solubility of ozone and the high CO_2 content in the mineral water, an optimal ozone injection process was selected, and a treatment method utilizing ozone microbubbles was proposed. After applying the ozone microbubble treatment, the concentration of iron ions was significantly reduced from 0.14 mg/L to 0.01 mg/L, leading to an increased shelf life of 360 days. Notably, the concentrations of K^+ and Na^+ remained nearly unchanged, and the deposition time was reduced to one-third of that observed during natural oxidation.

Keywords: CO2-rich mineral water, ozone-microbubble, shelf life, bottled mineral water, water treatment.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

MULTILAYER ADSORPTION AS A POSSIBLE TRANSITION STATE IN HETEROGENEOUS HYDROGENATION OF C=C DOUBLE BONDS

Viktor Heral, Dr. Natalia Ivanova, Dmitry Kuznetsov, Prof. Dr. Elena Vasilieva

Department of Chemical Engineering, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

Abstract:

The mechanism of heterogeneous catalytic hydrogenation remains a topic of debate in the scientific community. While the Horiuti-Polanyi mechanism is often cited, it fails to satisfactorily explain several observed phenomena. One key issue is that it overlooks the fact that the bond between atomic hydrogen and the metal surface is strongly polarized. Additionally, the Horiuti-Polanyi mechanism cannot explain why a catalyst surface, depleted of atomic hydrogen due to thermal desorption or by alkynes, retains hydrogenation capabilities while losing isomerization activity. Furthermore, it was noted that during the hydrogenation of 1-alkenes, the reaction can exhibit a zero-order dependence on both hydrogen and alkene concentrations simultaneously, a scenario that is not compatible with the competitive adsorption of both reactants on the catalyst surface.

We propose an alternative mechanism that addresses these issues, introducing the concept of an independent olefin isomerization pathway catalyzed by acidic atomic hydrogen on the catalyst surface. This isomerization occurs in parallel to the hydrogenation process, where a two-layer complex forms on the catalyst surface. The olefin is bound to the catalyst, and molecular hydrogen forms a second layer, bound to the olefin. The rate-determining step in this hydrogenation mechanism is the conversion of this complex into the final product. We believe that this two-layer adsorption theory provides a more accurate explanation of the experimental observations compared to the Horiuti-Polanyi mechanism.

Keywords: Hydrogenation catalyst acidity, Horiuti-Polanyi mechanism, hydrogenation, two-layer hydrogenation, olefin isomerization.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

ATMOSPHERIC OXIDATION OF CARBONYL COMPOUNDS: MECHANISTIC INSIGHT, KINETICS, AND THERMODYNAMIC PARAMETERS

Olumayede Emmanuel Gbenga, Dr. Adeniyi Azeez Adebayo

Department of Environmental Chemistry, University of Lagos, Nigeria

Abstract:

Carbonyl compounds are primary products resulting from the tropospheric degradation of volatile organic compounds (VOCs). This computational study investigates the atmospheric removal mechanism of carbonyl compounds via reaction with hydroxyl radicals. Kinetic parameters were calculated from the activation energy, incorporating enthalpy (ΔH**) and Gibbs free energy (ΔG**). The minimum energy path (MEP) analysis indicates that in all cases, the products exhibit more stable energy than the reactants, suggesting that the forward reaction is thermodynamically favorable. The hydrogen abstraction mechanism for aromatic aldehydes, particularly those without methyl groups, is more kinetically favorable when compared to other aldehydes, in the order: aromatic aldehydes (without methyl or with meta-methyl substitution) > short-chain alkenes > dienes > long-chain aldehydes. The activation energy for the forward reaction is significantly lower than that for the reverse, indicating greater kinetic stability for the forward reactions. In terms of thermodynamic stability, aromatic compounds are less favorable than their aliphatic counterparts. The study concludes that the chemistry of the carbonyl bond undergoes significant transformation from reactants to products.

Keywords: Atmospheric carbonyls, oxidation, mechanism, kinetics, thermodynamics.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

BIOLEACHING FOR EFFICIENT COPPER ORE RECOVERY

Zhannat Karaulova, Assis. Prof. Dr. Dauren Baizhigitov

Kazakh National Technical University, Almaty, Kazakhstan

Abstract:

At the Aktogay deposit, the oxidized ore section has been in operation since 2015. Over time, reserves of easily enriched ores have diminished, leaving behind a significant amount of copper-poor, difficult-to-process ores in the waste dumps of the KAZ Minerals Aktogay deposit. These ores are unprofitable to mine using conventional extraction methods. Therefore, the implementation of alternative technologies is crucial to extend the raw material base for copper production in Kazakhstan and improve the efficient utilization of natural resources. Heap and dump bacterial recovery methods are among the most viable options for processing low-grade secondary copper sulfide ores. The study utilized copper ores from the Aktogay deposit and tested chemolithotrophic bacteria including Leptospirillum ferrooxidans (L.f.), Acidithiobacillus caldus (A.c.), and Sulfobacillus acidophilus (S.a.), which were used in mixed cultures for bacterial oxidation systems. These bacteria demonstrate activity within the temperature range of 20-40 °C. Biocatalytic acceleration was achieved by bacteria oxidizing iron sulfides, resulting in iron sulfate formation, which was then chemically oxidized to produce sulfate oxide. During the initial stage, the goal was to cultivate and sustain bacterial life under laboratory conditions. Optimal bacterial growth occurred within a pH range of 1.2-1.8 with light stirring and aeration. The ideal temperature for growth was 30-33 °C. For every 4-5 °C drop in temperature from 30 °C, the growth rate was halved. At best, bacteria doubled every 24 hours, and the maximum concentration in ferrous solution reached about 10^7 cells/ml. The next phase involved adapting microorganisms to specific metal environments, followed by mass production of inoculum for large-scale cultivation. This was achieved by adding sulfide concentrate, allowing bacteria to convert ferrous sulfate as indicated by an Eh (> 600 mV), then diluting the solution to double the volume and adding concentrate to maintain the metal levels. This process was repeated until the desired concentrations were reached. The final stage of bacterial recovery involved the transportation and irrigation of secondary sulfide copper ores from the oxidized ore section. In conclusion, the bioleaching process was successfully implemented at the Aktogay mine, and the bacterial recovery method shows great potential for competing with traditional non-biological metal extraction methods.

Keywords: Bacterial recovery, copper ore, bioleaching, bacterial inoculum.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

SUPERCRITICAL METHANOL FOR BIODIESEL PRODUCTION FROM JATROPHA OIL IN THE PRESENCE OF HETEROGENEOUS CATALYSTS

Dr. Ahmed Hassan, Dr. Fatma Ibrahim
Department of Chemical Engineering, Cairo University, Egypt

Abstract:
In this study, lanthanum and zinc oxide catalysts were synthesized and subsequently impregnated onto γ-Al_2O_3 at a 6 wt% loading using the wet impregnation method. The catalysts were then calcined at 900 °C to maintain a stable structure with enhanced catalytic activity. The catalysts were characterized using X-ray diffraction (XRD) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). The influence of these catalysts on biodiesel production from Jatropha oil was evaluated under supercritical methanol conditions. The experimental results demonstrated that the ZnO/γ-Al_2O_3 catalyst exhibited the highest biodiesel yield of 98.05% under the optimal reaction conditions of 7 minutes reaction time, a 1:40 molar ratio of oil to methanol, 6 wt% catalyst loading, 90 bar reaction pressure, and 300 °C reaction temperature. In comparison, La_2O_3/γ-Al_2O_3 resulted in a biodiesel yield of 95.50% under the same parameters. ZnO/γ-Al_2O_3 emerged as the most effective catalyst for this process due to its superior performance and cost-efficiency.

Keywords: Biodiesel, heterogeneous catalyst, Jatropha oil, supercritical methanol, transesterification.

ISBN NR. : 978-625-5962-60-7

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF HYDROCARBON POLLUTANTS IN PRODUCED WATER USING AG-DOPED TIO2 NANOPARTICLES

Hamed Bazrafshan, Assoc. Prof. Dr. Saeideh Dabirnia,

Department of Environmental Engineering, University of Tehran, Iran

Abstract:
This study explores the photocatalytic degradation of hydrocarbons in produced water from an oil field using silver-doped titanium dioxide (Ag-TiO2) nanoparticles. The process was conducted in a cylindrical glass reactor under UV light, where TiO2 and Ag-TiO2 were used in slurry form. The effectiveness of photocatalysis was evaluated by measuring the Chemical Oxygen Demand (COD) reduction, qualitative analysis, and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) tests. Response surface methodology was employed to optimize the parameters for the photocatalytic degradation of hydrocarbon pollutants. The experiment determined that the optimal conditions for the degradation process were a catalyst concentration of 1.14 g/l and a pH of 2.67, resulting in a 72.65% removal of COD.

Keywords: Photocatalyst, Ag-doped TiO2, nanoparticles, produced water, hydrocarbon degradation.

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF DIMETHYL ETHER (DME) AS A VIABLE ALTERNATIVE TO LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)

Wahyu Pamungkas, Riska Setyawati, Dr. Ahmad Rifai,
Department of Chemical Engineering, University of Indonesia, Jakarta, Indonesia

Abstract:

The rising consumption of Liquefied Petroleum Gas (LPG) in Indonesia has led to a growing demand-supply gap. The surge in LPG consumption, driven by the government's kerosene-to-LPG conversion program and the impact of the COVID-19 pandemic in 2020, particularly within the household sector, has caused significant trade balance deficits for Indonesia. This has prompted the search for alternative fuels to replace LPG. Dimethyl Ether (DME), a chemical compound with the formula CH3OCH3, exhibits characteristics similar to LPG, including a high cetane number. It can be produced from various feedstocks, such as coal, biomass, and natural gas.

Economic analyses conducted with a 10% Internal Rate of Return (IRR) reveal that coal is the most profitable source for DME production, yielding a Net Present Value (NPV) of IDR 20,034,837,497,241 and a payback period of 3.86 years. Biomass follows with an NPV of IDR 10,401,526,072,850 and a payback period of 5.16 years. Natural gas ranks third with an NPV of IDR 7,401,272,559,191 and a payback period of 6.17 years. When the sensitivity analysis assumes DME is sold at the same price as LPG, the NPV increases significantly. Despite coal's economic advantages, including low costs and abundant availability, its high greenhouse gas emissions remain a major environmental concern.

Keywords: LPG, DME, coal, biomass, natural gas