CONFERENCE BOOK

Issued: 25.04. 2025
ISBN: 978-625-5962-51-5

Published by Academy Global Publishing house

AICHEAS 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
MARCH 28 - 30, 2025
MUŞ

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Conference: Prof. Dr. Başak Hanedan
Head of Organizing Board: Assis. Prof. Dr. Gültekin Gürçay

Prof. Dr. Hülya Çiçek
Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof Yakup Babayev
Prof. Dr. Suyatno
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Nazile Abdullazade
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova
Assist.Prof.Dr. Naci Büyükkaracığan
Lect. Mehmet Nuri Ödük
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Dadash Mehravari
Dr. Aynurə Əliyeva
Dr. Amaneh Manafidizajı

Issued: 25. 04. 2025
***ISBN*: 978-625-5962-51-5**

CONFERENCE ID

AICHEAS 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

MARCH 28 - 30, 2025
MUŞ

ORGANIIZATION

Academy Global Conferences & Journals

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – Bulgaria – Pakistan- Cameroon- China- Oman- Kenya- Saudi Arabia- Ghana – Vietnam- Bangladesh- Nigeria- Brazil- Iraq- Malaysia- Uganda- Egypt- Mali- Togo- Germany- Brazil- South Africa- Iran-

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :

20 papers presented from Turkey and 39 papers from other Countreies
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

Edited By

PROF. DR. BAŞAK HANEDAN

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Global–2025©

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye
Prof. Dr. Hajar HUSEYNOVA – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBIGI – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin LEE – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile ABDULLAZADE – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Aysel ARSLAN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Bekir GÜRBULAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Erkan EFILTI - Kirgizhstan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan

Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-36643897-000-2300315795 05.10.2023
Konu : Görevlendirilme.

KLİNİK BİLİMLER BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 04.10.2023 tarihli ve E-36643897-000-2300313904 sayılı belge.

İlgide kayıtlı yazıda belirtildiği üzere, Bölümünüz Veterinerlik İç Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Başak HANEDAN'ın, "Academy Global Conferences & Publishing tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görevlendirilmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Yavuz Selim SAĞLAM
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: c147f559-545f-45be-8400-8eec2b215b38 Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2317222
Elektronik Ağ: http://www.atauni.edu.tr/#!birim=veteriner-fakultesi
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr
Bilgi: Derya FINDIK
Faks: +90 442 2317244
E-Posta: vetfak@atauni.edu.tr

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
32TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 28 - 30, 2025
MUŞ

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,

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Gizem Gülden**	1	The Effect of Digital Story on Children's Well-Being	Gülşilan Belet Gizem Gülden
		2	İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİNEER BAĞIMLI VE LİNEER BAĞIMSIZ İKİ VEKTÖRDEN OLUŞAN KÜMELERİN TEMEL LİNEER CEBİR KAVRAMLARINI ÖĞRENME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ	Memduha EKİCİ Prof. Dr. Ferdağ KAHRAMAN AKSOYAK Prof. Dr. Serdal BALTACI
		3	OBSTACLES TO TRANSFERRING ACADEMIC KNOWLEDGE TO THE EDUCATION PROCESS	Education Inspector, MUSTAFA AYGÜN Prof., ENGİN ASLANARGUN
		4	EXPECTATIONS OF TEACHERS AND SCHOOL PRINCIPLES FROM MASTER'S EDUCATION	Education Inspector, MUSTAFA AYGÜN Prof., ENGİN ASLANARGUN
		5	EXAMINATION OF INTERNET ADDICTION LEVELS OF UNIVERSITY STUDENTS IN TERMS OF ACADEMIC GRADE POINT AVERAGE	Yüksek Lisans Öğrencisi Cihan ATICI Doç. Dr. Zarife PANCAR Prof. Dr. Fikret ALINCAK
		6	SCHOOL MANAGEMENT SKILLS BASED ON THE VIEWS OF SCHOOL PRINCIPALS	Yüksek Lisans Öğrencisi Cihan ATICI Doç. Dr. Zarife PANCAR Prof. Dr. Fikret ALINCAK

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Assoc. Prof. Dr, FAZİLET TAŞDEMİR**	1	RİTİM EĞİTİMİNİN ÇOCUKLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Berkay KAYA Doç. Dr. Aylin MENTİŞ
		2	Türkiye ve Azerbaycan'da İlkokul Müzik Eğitiminin Karşılaştırılması	Yüksek Lisans Öğrencisi Berkay KAYA Doç. Dr. Aylin MENTİŞ
		3	CONFIGURAL FREQUENCY ANALYSIS IN PRACTICE: A SIMULATED CASE STUDY ON STUDENTS' ASSIGNMENT COMPLETION PATTERNS	Lect, HÜSEYİN ATASEVEN Prof. Dr, ÖMAY ÇOKLUK BÖKEOĞLU Assoc. Prof. Dr, FAZİLET TAŞDEMİR
		4	2014-2024 YILLARI ARASINDA ROC ANALİZİ KULLANILAN YÜKSEK LİSANS VE DOKTORA TEZLERİNİN İNCELEMESİ	Doç. Dr. FAZİLET TAŞDEMİR Prof.Dr. ÖMAY ÇOKLUK BÖKEOĞLU Öğr.Gör. HÜSEYİN ATASEVEN
		5	7. SINIF TÜRKÇE DERS KİTABINDA YER ALAN TEMA VE METİNLERİN 2023- 2024 ÖĞRETİM PROGRAMINA GÖRE İNCELENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA	Öğr. Gör. GİZEM TÜRE
		6	2024 SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETİM PROGRAMININ 5. SINIF DERS KİTABINA YANSIMASININ İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Beyzanur GÜL Prof. Dr. Fatma ÜNAL
		7	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN OKUL MÜDÜRÜ ALGISI: BİR METAFOR ÇALIŞMASI	Doktora Öğrencisi, TUNCAY GEZERLER Prof. Dr., NECDET KONAN

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Doç. Dr., Derya UZUN AYDIN**	1	REFLECTIONS OF THE “TREE” FIGURE IN TURKISH MYTHOLOGY ON TURKISH PLASTIC ARTS	Onur KÖK
		2	İSLAM ÖNCESİ ARAPLARIN TAPINDIĞI PUTLARIN/HEYKELLERİN GÖRSEL İZLENİMLERİ ÜZERİNE KISA BİR DEĞERLENDİRME	Doç. Dr., Derya UZUN AYDIN
		3	YAPAY ZEKÂNIN KİTAP KAPAK TASARIMINA ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi Göknur SÖZÜNERİ
		4	MULTİMEDYA UYGULAMALARI İÇİN SPRİTE ANİMASYONUNUN UYGULANMASI"	Dr. Öğr. Gör. Ahmet Seve
		5	İRAN DOKUMA MOTİFLERİNDE İSLAM SANATININ ETKİLERİ	Prof. Dr. Yalçın Özilhanc

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Prof. Dr. Munise AKSÖZ**	1	LINGUISTIC FEATURES SPECIFIC TO SWITZERLAND, AUSTRIA AND GERMANY GERMAN	Prof. Dr. Munise AKSÖZ Prof. Dr. Tahir BALCI
		2	STYLES CREATED USING SYNONYMS AND ANTONYMS	Prof. Dr. Munise AKSÖZ
		3	OSMANLI METİNLERİNDE GEÇEN KÜHRĀB KELİMESİNİN ANLAMI ÜZERİNE DÜŞÜNCELER	Dr. Ozan KOLBAŞ
		4	EDEBİ ÇEVİRİDE EŞDEĞERLİK	Prof. Dr. Dursun Zengin
		5	ALMANCA VE TÜRKÇE SIFATLARDA EŞ ANLAMLILIK, ZIT ANLAMLILIK VE ÇOK ANLAMLILIK	Prof. Dr. Dursun Zengin
		6	POSTMODERN ANLATICI BAĞLAMINDA DÜNYALARARASINDA ROMANI	Yüksek Lisans Öğrencisi Cafer Tayyar CEYHAN
		7	A CRITICISM OF SEMI-INTELLECTUALS FROM THE EYES OF AN INTELLECTUAL IN SABAHATTIN ALI'S STORY "A SCANDALOUS"	Dr. Handan GÜRBÜZ YENİ

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Dr. Öğretim Üyesi Nurullah ORUÇ**	1	İŞGAL YILLARINDA BURSA DAĞ YÖRESİ	Doç. Dr. Mine ERSEVİNÇ
		2	YUQOSLAVİYANIN PARÇALANMASI: DİNİ VƏ ETNİK FƏRQLİLİK, YOXSA GEOSİYASİ MARAQLAR?	Ülfər Məmmədli
		3	BIRLIKDƏN XAOSA- YUQOSLAVIYANIN PARÇALANMA SƏBƏBLƏRI	Ülfər Məmmədli
		4	NATIONAL DEVELOPMENT PLANS AND INTEGRATED DISASTER MANAGEMENT: A CRITICAL LOOK AT TURKEY'S PLANNING PROCESS	Arş. Gör. ŞUHEDA ALTUNOK Doç. Dr. TUNA BATUHAN
		5	REGIONAL DISTRIBUTION OF NATURAL DISASTERS IN TURKEY AND STRATEGY RECOMMENDATIONS FOR INTEGRATED DISASTER MANAGEMENT	Arş. Gör. ŞUHEDA ALTUNOK Doç. Dr. TUNA BATUHAN
		6	SARF İLMİNDE NAKIS FİİL ÜZERİNE KAVRAMSAL ANALİZ	Dr. Öğretim Üyesi Nurullah ORUÇ

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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. Camila Silva, Assis. Prof. Dr. João Pereira**	1	EXAMINING THE ROLE OF KAHOOT IN LEARNING: STUDENTS' PERSPECTIVES FROM KUWAIT	Rasha Al-Mutairi, Layla Al-Sabah, Ahmed Al-Fahad
		2	CYBERSECURITY AWARENESS AMONG STUDENTS IN THE FIELD OF TECHNOLOGY EDUCATION	Ibrahim Ali, Fatimah Zahra
		3	SOCIAL MODEL OF DISABILITY IN EDUCATIONAL CONTEXTS: A CASE STUDY FROM SINGAPORE	Lee Wei Jie, Sandra Tan
		4	RESEARCH CULTURE DEVELOPMENT IN UNIVERSITIES: A COMPARATIVE STUDY FROM INDONESIA AND THAILAND	Rudi Pratama, Nattapong Charoen
		5	VIRTUAL REALITY IN LANGUAGE LEARNING: A STUDY FROM TURKEY	Ece Aydin, Selim Korkmaz
		6	GENDER EQUALITY IN EDUCATION: A STUDY FROM BRAZIL	Dr. Camila Silva, Assis. Prof. Dr. João Pereira
		7	READINESS OF EDUCATORS TO INTEGRATE ICT IN EDUCATION IN SOUTH KOREA	Jihoon Kim, Minji Lee
		8		

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Prof. Dr. Priya Venkatesh**	1	READINESS OF EDUCATORS TO INTEGRATE ICT IN EDUCATION IN SOUTH KOREA	Jihoon Kim, Minji Lee
		2	EVALUATING STUDENT OUTCOMES IN UNDERGRADUATE ENGINEERING COURSES: A CASE STUDY ON ELECTRICAL CIRCUITS	Dr. Adeola Akinyemi, Dr. Samuel Adebayo
		3	DISTANCE LEARNING AND SKILL DEVELOPMENT: INSIGHTS FROM GREECE'S LIFELONG EDUCATION PROGRAMS	Prof. Dr. Eleni Mavridou
		4	EXAMINING STUDENT FEEDBACK TO IMPROVE EMOTIONAL WELL-BEING IN EDUCATION	Dr. Rahul Raghav, Prof. Dr. Priya Venkatesh
		5	PERCEPTIONS ON INCLUSIVE EDUCATION FOR STUDENTS WITH HEARING IMPAIRMENTS IN KOSOVO	Dr. Emir Halili
		6	INNOVATING INTERNATIONAL SERVICE LEARNING WITH TECHNOLOGY FOR BETTER SUSTAINABILITY	Prof. Dr. Katerina Nikas
		7	CYBERSECURITY AWARENESS AMONG STUDENTS IN TECHNICAL FIELDS	Juan Rodrigues, Ana Silva
		8	INCLUSIVE EDUCATION FRAMEWORK IN GUYANA: A SOCIAL MODEL OF DISABILITY APPROACH	Michaela David, Edward Harris

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Dr. Maria Santos**	1	DEVELOPING A RESEARCH CULTURE IN ENGINEERING EDUCATION AT THE UNIVERSITY OF ZAMBIA	Chipo Mutale, Kalenga Mwansa
		2	VIRTUAL REALITY IN LANGUAGE TEACHING: A STUDY AT THE UNIVERSITY OF CAPE TOWN	Thandiwe Moyo, Sipho Khumalo
		3	GENDER DISCRIMINATION IN EDUCATION: A COMPARATIVE STUDY IN MOZAMBIQUE	Dr. Maria Santos, João Pedro
		4	EXAMINING TEACHERS' READINESS TO INTEGRATE ICT IN THE CLASSROOM IN KENYA	Grace Wambui, Peter Onyango
		5	REVOLUTIONIZING EDUCATIONAL GAME DESIGN: A COMPREHENSIVE FRAMEWORK FOR INTEGRATED LEARNING AND ENTERTAINMENT	Sophia Choi, Lee Jun-seo, Kim Hye-jin
		6	EVALUATING DIGITAL LIBRARY RESOURCES: PEDAGOGICAL QUALITY IN THE SOLARSPELL PROJECT	Juraj Kralik
		7	THE IMPACT OF ALTERNATE REALITY GAMES ON STUDENT LEARNING OUTCOMES AT THE UNIVERSITY OF BIALYSTOK	Dainius Vaitkus
		8	INNOVATIVE ENGINEERING EDUCATION: TIANJIN UNIVERSITY'S APPROACH TO INTERDISCIPLINARY REFORM IN URBAN PLANNING	Rita Bula, Kesaia Lutu

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Assoc. Prof. Dr. Joaquín Fernández**	1	NAVIGATING INTERNET GOVERNANCE: A MULTI-STAKEHOLDER PERSPECTIVE ON GLOBAL CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	Dr. Carla Montes, Assis. Prof. dr. Oliver López
		2	THE IMPACT OF PERSONALITY TRAITS ON ERROR RATES AND BURNOUT AMONG HOSPITAL LABORATORY STAFF IN RURAL SETTINGS	Carlos Oliveira, Maria Santos
		3	DESIGNING EFFECTIVE TEAM AWARENESS SYSTEMS FOR COLLABORATIVE ENVIRONMENTS	Assoc. Prof. Dr. Joaquín Fernández
		4	APPLICATIONS OF WIRELESS AND INTERNET TECHNOLOGIES IN LOGISTICS: A CASE STUDY IN BRAZIL	Ali Rezaei, Sara Hosseini, Fatemeh Khorasani, Morteza Abedi
		5	EXPLORING GENDER DIFFERENCES IN SEXUAL PERCEPTIONS AND BEHAVIORS AMONG MARRIED INDIVIDUALS IN RURAL BRAZIL	Mohammad Reza Sadeghi, Niloofar Asgari
		6	THE INFLUENCE OF INTERNET USAGE ON MARRIAGE TABOOS AMONG STUDENTS IN MEXICO CITY	Carlos Mendoza, Laura González
		7	PROMOTING IT SECURITY AWARENESS THROUGH PERSUASIVE TECHNOLOGY: A STUDY IN KAZAKHSTAN	Nurzhan Kazybayev, Amina Toktar
		8		

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Dragan Marković**	1	IMPROVING LEADERSHIP, SAFETY CULTURE, AND PERFORMANCE IN HOSPITAL SETTINGS: A COMPREHENSIVE EVALUATION	Dilorom Karimova, Tajiddin Rakhmatov, Firuza Karimova, Sherali Davlatov
		2	THE IMPACT OF TRANSACTION COST THEORY ON KNOWLEDGE SHARING IN ONLINE COMMUNITIES	Muhammad Sharifov, Zaynab Makhmadova
		3	ASSESSING OPERATIONAL RISKS IN MALAYSIAN INFRASTRUCTURE PROJECTS: A CASE STUDY OF HIGHWAY DEVELOPMENT	Aminah Bakar, Zainal Ariffin
		4	COMPARATIVE EVALUATION OF TRAINING METHODS IN HIGH-WORKLOAD INSPECTION TASKS	Nina Horvat
		5	OPTIMIZING TENDER PREPARATION FOR CONSERVATION PROJECTS IN MALAYSIA	Mohammad Razak, Azlan Hadi
		6	ADVANCING SUSTAINABILITY MEASUREMENT THROUGH THE INDEX OF SUSTAINABLE FUNCTIONALITY	Katarina Novak, Dragan Marković
		7	DEVELOPING SECURE MOBILE APPLICATION FRAMEWORKS FOR OPTIMAL DESIGN AND PERFORMANCE	Amit Raj, Farhana Shabnam, Zubair Ahmed, Nabila Sultana
		8	LEARNER FEEDBACK ON THE ADJUSTED RORSCHACH SYSTEM: A CRITICAL PSYCHOLOGICAL APPROACH	Siti Farah Nabila, Indah Lestari, Hanafi Sulaiman

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	**Dr. Ricardo Gomes**	1	LIFE SATISFACTION, RESILIENCE, AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING: A STUDY AMONG SYRIAN REFUGEES IN TURKEY	Fatima Al-Mahmoud, Karim Haddad, Leila Mansour
		2	BARRIERS AND FACILITATORS IN HELP-SEEKING DECISIONS AMONG ADULT WOMEN WITH PTSD: A QUALITATIVE STUDY	Fatou Diallo, Mariam Diop, Aïssatou Ba, Adama Ndiaye, Binta Faye, Khadija Sow, Awa Kane, Seynabou Ndiaye
		3	THE ROLE OF SYNCHRONIZED BIOLOGICAL RHYTHMS IN INTERPERSONAL COMMUNICATION: A NONLINEAR APPROACH	José Almeida, Dr. Mariana Ferreira, Dr. Ricardo Gomes
		4	THE IMPACT OF CULTURAL INTELLIGENCE ON EXPATRIATE ADJUSTMENT IN AFRICA: A SYSTEMATIC REVIEW	Daniel N. Afolabi, Aisha O. Yusuf, Fatima A. Bamidele
		5	HABITS AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE: A MULTILEVEL ANALYSIS OF INDIVIDUAL BEHAVIORS AND ROUTINES	Carlos M. Ferreira, Ana R. Silva, João P. Costa
		6	THE IMPACT OF MANAGERIAL PERCEPTIONS ON EMPLOYEE WELL-BEING IN WORKPLACE SETTINGS	H. Dlamini, T. Nkosi

AICHSS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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. Öğr. Üyesi CEYHUN SERÇEMELİ**	1	ENERGY EFFICIENCY AND MANAGEMENT OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN HOSPITALS: A HEALTH MANAGEMENT PERSPECTIVE	Emre BILGISEVEN Yunus Emre OZTURK
		2	İŞÇİLERİN SOSYAL MEDYA PAYLAŞIMLARININ İŞ AKDİNİN FESHİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi CEYHUN SERÇEMELİ
		3	TÜRKİYE'DE AKTİF FUTBOL OYNAYAN SPORCULARIN İLETİŞİM BECERİLERİNİN İNCELENMESİ	Araştırmacı OĞUZHAN YALÇINKAYA Prof.Dr.NECATİ MENEK
		4	BUSINESS MODEL STRUCTURES IN EMERGING BUSINESS ECOSYSTEMS	Doç. Dr. Sema Altınyürek
		5	YENİLİK VE GİRİŞİMCİLİK KAPASİTESİNİ GELİŞTİRMEK VE BİLGİ EKONOMİSİNİ SÜRDÜRMEK İÇİN ENTELEKTÜEL SERMAYENİN GELİŞTİRİLMESİ	Doç. Dr. Hatice Nevra Eraslan

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
March 28 - 30, 2025
MUŞ
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

28 Mart / March 28, 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. Çağatay ESİN**	1	ASSOCIATION OF DIETARY PATTERNS, BODY IMAGE PERCEPTIONS, ANDSTRESS AMONG HEALTHCARE FEMALE EMPLOYEES: LITHUANIAN CROSS-SECTIONAL STUDY	Jurate Kumpikiene Vaiva Balciuniene
		2	Tıpta Yaygın Olarak Kullanılan Biyoistatistik Paket Programları	Uzm. Dr. Furkan Şakiroğlu Dr. Fatma Hilal Yağın Prof. Dr. Cemil Çolak
		3	Teknolojinin Tıpa Kazandırdığı Bir Kavram: mHealth (Mobil Sağlık)	Uzm. Dr. Furkan Şakiroğlu Dr. Fatma Hilal Yağın Prof. Dr. Cemil Çolak
		4	BACTERIAL SYNTHESIS OF METAL NANOPARTICLES AND THEIR POTENTIAL FOR USE IN AGRICULTURE	Hilal SEKMAN Asst. Prof. Elif Özlem ARSLAN AYDOĞDU
		5	PROBIOTIC MICROORGANISMS AND THEIR FUNCTIONS IN SOME TRADITIONAL FERMENTED BEVERAGES	Tuğba ASLAN Res. Asst. Gülnihan SELİM Asst. Prof. Elif Özlem ARSLAN AYDOĞDU
		6	The Role of Cumin Essential Oil in Controlling *Venturia inaequalis* and *Monilia spp*.	Umut KOCAATA Doç. Dr. Abdullah GÜLLER Dr. Öğr. Üyesi Işıl SARAÇ SİVRİKAYA
		7	ASMA ÇELİKLERİNİN KÖKLENDİRİLMESİ VE VEGETATİF GELİŞİMİNDE GÜMÜŞ NANO PARÇACIKLARIN ETKİLERİ	Prof. Dr. Zeki KARA Dilek KOÇ Dr. Öğr. Üyesi Osman DOĞAN Dr. Öğretim Üyesi Turhan YILMAZ
		8	RELATIONSHIP BETWEEN EJACULATE VOLUME AND PERIOD WITH SOME SPERMATOLOGICAL PARAMETERS IN DOGS	Dr. Burcu ESİN
		9	A HIDDEN CAUSE OF DIARRHEA IN BUDGETBIRDS: *ASCARIDIA PLATYCERİ*	Dr. Çağatay ESİN

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Mustafa ERDOĞAN**	1	WATER USE, SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT AND WATER SCARCITY	Prof. Dr. Yunus Emre ÖZTÜRK Y.L. Öğr. Beyza PINAR
		2	Değişken Frekanslı Şaft Jeneratör Sürücüsünün Alt Birimlerinin İncelenmesi ve Alt Birimlerin Bakım Metotlarının Belirlenmesi	Tarık KOÇAL Mustafa ERDOĞAN
		3	DENİZYOLU ULAŞTIRMASINDAKİ RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	MEHMET ARİF ÖZTÜRK Doç Dr. MURAT YORULMAZ
		4	DENİZYOLU ULAŞTIRMASINDA DÜŞÜK KARBONLU YAKITLARIN KULLANIMI VE ETKİLERİ	MEHMET ARİF ÖZTÜRK Doç Dr. MURAT YORULMAZ
		5	Mg AZ91 Alaşım Matrisli Kompozitlerin Toz Metalurjisi ve Sıcak Pres Yöntemi ile Üretimi: Sıcaklık ve Basınç Parametrelerinin Mikro Yapı ve Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa MUŞTU

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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. Melik ÇETİN**	1	PRODUCTION OF SHAPE MEMORY BRASS MATERIAL AND EXAMINATION OF ITS PROPERTIES	Prof. Dr. Melik ÇETİN
		2	PRODUCTİON OF OPEN CELL A356 FOAM BY CASTİNG METHOD, AND INVESTİGATİON OF PROPERTİES	Prof. Dr. Melik ÇETİN
		3	Doğal zeolit ve Y-tip sentetik zeolitin Lignin ile oluşturduğu kompozit yapının karakterizasyonu ve adsorpsiyon uygulaması	Yağmur Bütün Selçuk Şimşek
		4	Kitosan-Jeopolimer-TiO 2 bileşenli kompozit sentezi, karakterizasyonu ve adsorpsiyon uygulaması	Menekşe Çelik, Selçuk Şimşek Savaş Kaya
		5	AKILLI ŞEBEKELERDE YAPAY ZEKÂ VE NESNELERİN İNTERNETİNİN ROLÜ: SİSTEMATİK BİR İNCELEME	Arş. Gör. Eda KARACA
		6	ŞARK ÇIBANI HASTALIĞI DİNAMİKLERİ İÇİN MATEMATİKSEL BİR YAKLAŞIM	Dr, MUHAMMAD ALTAF KHAN Dr, OLUSOLA KOLEBAJE Dr,AHMET YILDIRIM Dr, SAİF ULLAH Dr, P. KUMAM Dr, P. THOUNTHONG

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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. Milena Stefanova**	1	TREATING VACTERL ASSOCIATION WITH LYMPHOCYTE THERAPY IN PREGNANT WOMEN	Dr. Alina Varga, Dr. Dimitri Petrov, Dr. Milena Stefanova
		2	HEALTHCARE INTEGRATION WITHIN SMART IDENTITY CARDS: A NOVEL FRAMEWORK FOR ADOPTION AND PRIVACY	Aliyah Akram, Rashid Mahmood, Fahad Shahid
		3	GENE SELECTION OPTIMIZATION IN LUNG AND OVARIAN CANCER USING STATISTICAL METHODS AND ALGORITHMS	Farida Hameed, Khalid Mirza, Muhammad Usman
		4	EFFECTS OF BLEEDING DURING EARLY PREGNANCY ON PERINATAL OUTCOMES: A COMPARATIVE STUDY	Benedicta Ndukwe, Sarah Mbouh, Joy Owona
		5	ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED LIFEP4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Hui Zhang, Yuting Li, Qiao Zhang
		6	IMPROVEMENTS IN ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR HIGH-VOLTAGE LITHIUM-ION BATTERIES	Zhenyu Li, Yuxuan Zheng, Jianbo He
		7	FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES FOR LI-ION BATTERIES	Marwan Al-Abed, Noura Al-Muqbali, Salma Al-Hashimi
		8	PROPANE DEHYDROGENATION OVER PLATINUM-TIN CATALYSTS SUPPORTED ON MAGNESIUM ALUMINATE WITH VARYING MG/AL RATIOS	Dr. Emmanuel Nkurunziza, Dr. Lydia Mwangi

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Assoc. Prof. Dr. F. Mahmoud**	1	LEAKAGE IMPACT ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS	Fatima Al-Hassan, Khaled Saleh, Aisha Khalil
		2	INNOVATIVE THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION	Daniel Owusu, Grace Agyeman
		3	ENHANCING ENERGY EFFICIENCY THROUGH SMART MICRO-GRID INTEGRATION: CASE STUDIES FROM SOUTHEAST ASIA	N. T. Vu, L. H. Pham, J. W. Han, Priya Kumari, Ahmed Nasir
		4	EMPOWERING CLINICAL PRECEPTORS: STRATEGIES FOR IMPROVING NURSING EDUCATION IN EAST AFRICA	Fatima Mwangi, Samuel Otieno
		5	ADVANCING NUTRITIONAL CARE FOR PEDIATRIC CANCER PATIENTS: A NURSING PERSPECTIVE	Dr. R. Choudhury, Dr. A. Das
		6	IMPROVING HEALTH OUTCOMES FOR FEMALE INMATES: NURSING INTERVENTIONS IN NIGERIA	Maryam Bello, Nkechi Nwosu, Zhang Ming
		7	DEVELOPING NURSE LEADERSHIP IN CHALLENGING ENVIRONMENTS: INSIGHTS FROM IRAQ	Assoc. Prof. Dr. F. Mahmoud, Dr. A. Ibrahim

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Assis. Prof. Dr. Francis Mulumba**	1	EXPLORING RESILIENCE IN HEMODIALYSIS PATIENTS: A STUDY FROM BRAZIL	Ana P. Ferreira, João M. Oliveira, Camila R. Mendes
		2	EFFECTS OF ENZYMATIC TREATMENT ON THE FUNCTIONALITY OF RICE FLOUR: A FOCUS ON RESISTANT STARCH	Nadia Mwenda, Rui Li, Ahmed Farouk
		3	THE ROLE OF PEER INTERVENTION IN ENHANCING COMMUNICATION SKILLS AMONG HEALTHCARE STUDENTS	Chukwudi Okafor, Mei Ling Tan, Sipho Mokoena
		4	EVALUATING THE COMPETENCIES OF MID-CAREER NURSES IN MALAYSIAN HOSPITALS	Dr. Fatimah Ismail, Yara B. Hassan, Tien Vu Tran
		5	AWARENESS AND UTILIZATION OF MATERNAL HEALTH SERVICES AMONG WOMEN IN ACCRA, GHANA	Esi Mensah, Thuy Anh Pham, Olukemi Adebayo
		6	BARRIERS TO CHILDHOOD IMMUNIZATION AMONG MIGRANT POPULATIONS IN CAMEROON	Fola Adeyemi, Isabelle A. Kouma, Tatenda Chidzero
		7	IMPROVING RURAL PALLIATIVE CARE NETWORKS THROUGH DIGITAL INTEGRATION: A STUDY IN UGANDA	Dr. James Okello, Ruth Nyangoma, Assis. Prof. Dr. Francis Mulumba

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 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	**Dr. Sofia Almeida,**	1	THE IMPACT OF DIALYSIS-INDUCED STRESS ON PATIENT OUTCOMES: A STUDY FROM EGYPT	Fatima S. Hassan, Dr. Ahmed M. Zaki
		2	IMPROVING NURSING PRACTICES IN PEDIATRIC DENTAL CARE: A SYSTEMATIC REVIEW	Dr. Mariam Konaté, Dr. Felix Okoro
		3	ASSESSING TEAMWORK SKILLS THROUGH SIMULATION IN UNDERGRADUATE HEALTH EDUCATION	E. Ndanga, T. Owusu, R. Kamau, P. Karume, J. Sibanda
		4	YOGA AS A HOLISTIC APPROACH FOR IMPROVING QUALITY OF LIFE IN CHILDREN WITH CANCER	Dr. Kwame Addae
		5	SOCIAL DYSFUNCTION IN SCHIZOPHRENIA: THE IMPACT OF SUBSTANCE MISUSE AND SUPPORT SYSTEMS	Dr. Sofia Almeida, Dr. Lucas Martins, Dr. Mariana Costa
		6	PERFORMANCE DIFFERENCES IN CARDIO-RESPIRATORY FITNESS AMONG ATHLETES: A COMPARATIVE STUDY	Dr. Ayesha Rehman, Dr. Lukas Meier
		7	OVERCOMING BARRIERS IN INTRAMURAL SPORTS PROGRAMS IN SECONDARY SCHOOLS: CASE STUDY FROM LAGOS, NIGERIA	Adebayo Adekunle, Fatima Yusuf
		8	IMPACT OF DIETARY STRATEGIES ON RESISTANCE TRAINING OUTCOMES: A CASE STUDY IN BRAZIL	Lucas Mendes Clara Souza,

AICHEAS 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES March 28 - 30, 2025 MUŞ Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
28 Mart / March 28, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Dr. Olivia Costa,**	1	AERODYNAMIC OPTIMIZATION IN CYCLING TEAM EVENTS: ANALYSIS FROM WIND TUNNEL TESTING IN SOUTH KOREA	Ji-Hoon Park, Min-Young Kim,
		2	FOOTBALL JERSEY CULTURE AND FAN LOYALTY: PERSPECTIVES FROM SOUTH AFRICAN YOUTH	Sipho Dlamini Thandeka Mbatha
		3	ENHANCING JUDO PERFORMANCE IN VISUALLY IMPAIRED ATHLETES: AN EMPIRICAL STUDY IN BRAZIL	Ana Beatriz Silva Gustavo Santos
		4	PHYSICAL ACTIVITY AND COGNITIVE DEVELOPMENT IN CHILDREN: A COMPARATIVE STUDY IN KENYA	Peter Okello, Grace Wanjiku
		5	THE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON ADIPOKINES AND MYOSTATIN: A COMPREHENSIVE REVIEW	Dr. Renata Oliveira, Dr. Marcelo Souza
		6	EFFECT OF COMBINED RESISTANCE TRAINING AND MILK CONSUMPTION ON CARDIAC BIOMARKERS IN SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS	Alessandro Nunes, Dr. Olivia Costa, Dr. Thiago Almeida
		7	EVALUATING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN TEACHING HOSPITALS IN KERMANSHAH, IRAN	Dr. Amir Reza Bahaei, Dr. Sara Rahimi
		8	COMPARING THE EFFICACY OF THIOPENTAL-FENTANYL VERSUS MIDAZOLAM-FENTANYL FOR ORTHOPEDIC PROCEDURES IN EMERGENCY DEPARTMENT	Dr. Natalia Vasquez, Dr. Javier Hernandez, Dr. Miguel Silva
		9	ANALYZING FETAL AND INFANT MORTALITY RATES AND MATERNAL HEALTHCARE IN BOTUCATU, BRAZIL	Dr. Lucas Pereira, Dr. Gabriela Costa, Dr. Rafaela Santos

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Contents

ASSOCIATION OF DIETARY PATTERNS, BODY IMAGE PERCEPTIONS, ANDSTRESS AMONG HEALTHCARE FEMALE EMPLOYEES: LITHUANIAN CROSS-SECTIONAL STUDY 1

TIPTA YAYGIN OLARAK KULLANILAN BİYOİSTATİSTİK PAKET PROGRAMLARI 10

PROBIOTIC MICROORGANISMS AND THEIR FUNCTIONS IN SOME TRADITIONAL FERMENTED BEVERAGES 18

BACTERIAL SYNTHESIS OF METAL NANOPARTICLES AND THEIR POTENTIAL FOR USE IN AGRICULTURE 32

Venturia inaequalis VE *Monilia spp.*'nin KONTROLÜNDE KİMYON ESANSİYEL YAĞININ ROLÜ..... 47

ASMA ÇELİKLERİNİN KÖKLENDİRİLMESİ VE VEGETATİF GELİŞİMİNDE GÜMÜŞ NANO PARÇACIKLARIN ETKİLERİ 55

KÖPEKLERDE EJEKÜLAT MİKTARI VE SÜRESİNİN BAZI SPERMATOLOJİK PARAMETRELER İLE İLİŞKİSİ 56

MUHABBET KUŞLARINDA İSHALİN GİZLİ SEBEBİ: *ASCARİDİA PLATYCERİ* 63

SU KULLANIMI, SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ VE SU KITLIĞI 72

DEĞİŞKEN FREKANSLI ŞAFT JENERATÖR SÜRÜCÜSÜNÜN ALT BİRİMLERİNİN İNCELENMESİ VE ALT BİRİMLERİN BAKIM METOTLARININ BELİRLENMESİ 82

DENİZYOLU ULAŞTIRMASINDAKİ RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ 84

DENİZYOLU ULAŞTIRMASINDA DÜŞÜK KARBONLU YAKITLARIN KULLANIMI VE ETKİLERİ 114

Mg AZ91 ALAŞIM MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN TOZ METALURJİSİ VE SICAK PRES YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ: SICAKLIK VE BASINÇ PARAMETRELERİNİN MİKRO YAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ..... 123

DÖKÜM YÖNTEMİYLE AÇIK GÖZENEKLİ A356 KÖPÜK ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ 134

ŞEKİL HAFIZALI PİRİNÇ MALZEME ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ 144

DOĞAL ZEOLİT VE X-TİP SENTETİK ZEOLİTİN LİGNİN İLE OLUŞTURDUĞU KOMPOZİT YAPININ KARAKTERİZASYONU VE ADSORPSİYON UYGULAMASI..... 153

KİTOSAN-JEOPOLİMER-TiO_2 BİLEŞENLİ KOMPOZİT SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE ADSORPSİYON UYGULAMASI 155

AKILLI ŞEBEKELERDE YAPAY ZEKÂ VE NESNELERİN İNTERNETİNİN ROLÜ: SİSTEMATİK BİR İNCELEME.. 157

ŞARK ÇIBANI HASTALIĞI DİNAMİKLERİ İÇİN MATEMATİKSEL BİR YAKLAŞIM 165

TREATING VACTERL ASSOCIATION WITH LYMPHOCYTE THERAPY IN PREGNANT WOMEN 166

HEALTHCARE INTEGRATION WITHIN SMART IDENTITY CARDS: A NOVEL FRAMEWORK FOR ADOPTION AND PRIVACY 167

GENE SELECTION OPTIMIZATION IN LUNG AND OVARIAN CANCER USING STATISTICAL METHODS AND ALGORITHMS 168

EFFECTS OF BLEEDING DURING EARLY PREGNANCY ON PERINATAL OUTCOMES: A COMPARATIVE STUDY 169

ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED LIFEP4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES 170

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

IMPROVEMENTS IN ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR HIGH-VOLTAGE LITHIUM-ION BATTERIES..... 171

FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES FOR LI-ION BATTERIES 172

PROPANE DEHYDROGENATION OVER PLATINUM-TIN CATALYSTS SUPPORTED ON MAGNESIUM ALUMINATE WITH VARYING MG/AL RATIOS..... 173

LEAKAGE IMPACT ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS 174

INNOVATIVE THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION..... 175

ENHANCING ENERGY EFFICIENCY THROUGH SMART MICRO-GRID INTEGRATION: CASE STUDIES FROM SOUTHEAST ASIA 176

EMPOWERING CLINICAL PRECEPTORS: STRATEGIES FOR IMPROVING NURSING EDUCATION IN EAST AFRICA 177

ADVANCING NUTRITIONAL CARE FOR PEDIATRIC CANCER PATIENTS: A NURSING PERSPECTIVE..... 178

IMPROVING HEALTH OUTCOMES FOR FEMALE INMATES: NURSING INTERVENTIONS IN NIGERIA..... 179

DEVELOPING NURSE LEADERSHIP IN CHALLENGING ENVIRONMENTS: INSIGHTS FROM IRAQ 180

EXPLORING RESILIENCE IN HEMODIALYSIS PATIENTS: A STUDY FROM BRAZIL..... 181

EFFECTS OF ENZYMATIC TREATMENT ON THE FUNCTIONALITY OF RICE FLOUR: A FOCUS ON RESISTANT STARCH..... 182

THE ROLE OF PEER INTERVENTION IN ENHANCING COMMUNICATION SKILLS AMONG HEALTHCARE STUDENTS..... 183

EVALUATING THE COMPETENCIES OF MID-CAREER NURSES IN MALAYSIAN HOSPITALS..... 184

AWARENESS AND UTILIZATION OF MATERNAL HEALTH SERVICES AMONG WOMEN IN ACCRA, GHANA 185

BARRIERS TO CHILDHOOD IMMUNIZATION AMONG MIGRANT POPULATIONS IN CAMEROON..... 186

IMPROVING RURAL PALLIATIVE CARE NETWORKS THROUGH DIGITAL INTEGRATION: A STUDY IN UGANDA 187

THE IMPACT OF DIALYSIS-INDUCED STRESS ON PATIENT OUTCOMES: A STUDY FROM EGYPT 188

IMPROVING NURSING PRACTICES IN PEDIATRIC DENTAL CARE: A SYSTEMATIC REVIEW..... 189

ASSESSING TEAMWORK SKILLS THROUGH SIMULATION IN UNDERGRADUATE HEALTH EDUCATION.. 190

YOGA AS A HOLISTIC APPROACH FOR IMPROVING QUALITY OF LIFE IN CHILDREN WITH CANCER 191

SOCIAL DYSFUNCTION IN SCHIZOPHRENIA: THE IMPACT OF SUBSTANCE MISUSE AND SUPPORT SYSTEMS 192

PERFORMANCE DIFFERENCES IN CARDIO-RESPIRATORY FITNESS AMONG ATHLETES: A COMPARATIVE STUDY 193

OVERCOMING BARRIERS IN INTRAMURAL SPORTS PROGRAMS IN SECONDARY SCHOOLS: CASE STUDY FROM LAGOS, NIGERIA 194

IMPACT OF DIETARY STRATEGIES ON RESISTANCE TRAINING OUTCOMES: A CASE STUDY IN BRAZIL .. 195

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

AERODYNAMIC OPTIMIZATION IN CYCLING TEAM EVENTS: ANALYSIS FROM WIND TUNNEL TESTING IN SOUTH KOREA 196

FOOTBALL JERSEY CULTURE AND FAN LOYALTY: PERSPECTIVES FROM SOUTH AFRICAN YOUTH 197

ENHANCING JUDO PERFORMANCE IN VISUALLY IMPAIRED ATHLETES: AN EMPIRICAL STUDY IN BRAZIL 198

PHYSICAL ACTIVITY AND COGNITIVE DEVELOPMENT IN CHILDREN: A COMPARATIVE STUDY IN KENYA 199

THE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON ADIPOKINES AND MYOSTATIN: A COMPREHENSIVE REVIEW 200

EFFECT OF COMBINED RESISTANCE TRAINING AND MILK CONSUMPTION ON CARDIAC BIOMARKERS IN SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS..... 201

EVALUATING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN TEACHING HOSPITALS IN KERMANSHAH, IRAN 202

ANALYZING FETAL AND INFANT MORTALITY RATES AND MATERNAL HEALTHCARE IN BOTUCATU, BRAZIL 203

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ASSOCIATION OF DIETARY PATTERNS, BODY IMAGE PERCEPTIONS, ANDSTRESS AMONG HEALTHCARE FEMALE EMPLOYEES: LITHUANIAN CROSS-SECTIONAL STUDY

Jurate Kumpikiene

Faculty of Medicine, Kauno kolegija Higher Education Institution

jurate.kum613@go.kauko.lt

Vaiva Balciuniene

Faculty of Medicine, Kaunokolegija Higher Education Institution

vaiva.balciuniene@kaunokolegija.lt – ORCID ID https://orcid.org/0000-0002-9986-9771

ABSTRACT

This study examined the associations amongdietary patterns, body image perceptions, and stress among female employees in the regional public healthcare sector in Middle Lithuania. The final sample consisted of 204 women: 32 (15.7%) in administrative roles, 81 (39.7%) nurses, 19 (9.3%) doctors, and 72 (35.3%) in other healthcare positions, with a mean age of 47.07±11.61 years. Participants completed a validated self-report questionnaire, including measures of body mass index (BMI; WHO, 2000), healthy (HNP; Durán et al., 2014) and unhealthy nutrition patterns (UNP; Grabauskas et al., 2015), body image (Body Appreciation Scale-2, BAS-2-Lt; Tylka & Wood-Barcalow, 2015; Baceviciene & Jankauskiene, 2020), and stress (Reeder Stress Inventory, RSI-Lt; Reeder et al., 1968; Markevičiūtė, 2003).Pearson's correlation coefficients were employed to analyse the associations among the study variables.The results revealed a significant weak indirect relationship between BAS-2-Lt and BMI (r= -0.275, p<0.001). There was found a significant weak negative correlation between BAS-2-Lt and UNP (r= -0.179, p=0,01), and a weak positive correlation between BAS-2-Lt and HNP (r=0.248, p<0.001). More positive body image was associated with lower stress levels(r=0.409, p<0.001). Finally, lower stress levels were associated with more frequent HNP(r = 0.158, p = 0.024) and less frequent UNP (r = -0.174, p = 0.024).These findings underscore the importance of health education programs that promote positive body image, stress management, and healthy lifestyles among female healthcare employees in Lithuania.

Keywords:dietary patterns, body image perceptions, stress, female,healthcare sector.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Teknolojinin Tıpa Kazandırdığı Bir Kavram: mHealth (Mobil Sağlık)

Uzm. Dr. Furkan Şakiroğlu[1] , Dr. Fatma Hilal Yağın[2] , Prof. Dr. Cemil Çolak[3]

1 Erzurum Yakutiye İlçe Sağlık Müdürlüğü, fsakiroglu@gmail.com, 0000-0002-7163-5658

2 İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD, hilal.yagin@inonu.edu.tr - 0000-0002-9848-79588

3 İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD, cemil.colak@inonu.edu.tr -0000-0001-5406-098X

Özet

Teknolojinin hızla gelişmesi, tıp alanında önemli iyileşmelere yol açmıştır, özellikle mobil sağlık uygulamaları ile sağlık takibi daha kişisel ve sürekli hale gelmiştir. Bu gelişmeler, sağlık profesyonellerinin hastalarını daha etkili bir şekilde izlemelerini ve tedavi süreçlerini daha verimli duruma getirmelerini sağlamaktadır. Mobil sağlık giyilebilir cihazlar, yapay zekâ ve telemedicine gibi çözümlerle hastalıkların erken teşhisini ve tedavi süreçlerinin izlenmesini sağlayarak sağlık hizmetlerinin daha erişilebilir ve zamanında sunulmasını mümkün kılmaktadır. Kronik hastalık yönetimi, uzaktan sağlık hizmetleri ve sağlık eğitimi gibi alanlarda önemli faydalar sunar, çünkü bu uygulamalar tedaviye uyum sağlamak ve hastaların yaşam kalitesini artırmak için etkili araçlar sunar. Mobil sağlık uygulamaları, bireylerin fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlıklarını iyileştirir, egzersiz, beslenme, stres yönetimi gibi alışkanlıkları takip etmelerine yardımcı olur, bu da sağlıklı yaşam alışkanlıklarının benimsenmesini teşvik eder. Ayrıca, acil durumlar için kritik bir rol üstlenir, giyilebilir cihazlar sağlık verilerini izleyerek erken müdahale sağlar ve acil durumlarda hayat kurtarıcı bir rol oynar. Ancak, veri güvenliği ve gizlilik sorunları kullanıcı güvenini etkileyebilir; bu nedenle sağlık verilerinin korunması, güvenlik önlemleri ve şeffaflık önemlidir, aksi takdirde kullanıcılar bu teknolojilere olan güvenlerini kaybedebilirler. Sonuç olarak, mobil sağlık uygulamaları sağlık yönetimini iyileştirirken, doğru kullanım ve güvenlik önlemleri gerektirir, böylece kullanıcıların sağlıkları olumsuz etkilenmeden bu teknolojilerden en iyi şekilde yararlanabilirler. Bu çalışmada mobil sağlık uygulamalarının incelenmesi amaçlanmaktadır.

1. Giriş

Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi, hayatımızın hemen her alanında köklü değişikliklere neden oluyor. Bu değişimlerin en fazla görüldüğü yerlerden biri tıptır. Özellikle mobil teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, sağlık hizmetlerine erişim ve hasta bakımı konusunda yeni bir kavram ortaya çıktı: mHealth (mobil sağlık). Akıllı telefonlar, tabletler, giyilebilir cihazlar ve kablosuz sensörler gibi teknolojiler sayesinde bireyler sağlıklarını daha iyi takip edebilmekte, doktorlar ise hastaları uzaktan izleyerek erken müdahale fırsatı bulabilmektedir[1].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), sağlık uygulamalarının ve kamu sağlığı girişimlerinin mobil cihazlar aracılığıyla desteklenmesini mobil sağlık olarak tanımlar[2]. Sağlık uygulamaları, giyilebilir teknolojiler, telemedicine (uzaktan tıp) ve yapay zekâ destekli uygulamalar, büyük veri analitiği ve bulut tabanlı sağlık platformları, hasta bakım süreçlerini

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

daha verimli hale getirir ve kişiselleştirilmiş tıbbi hizmetler sunar. Bu teknolojiler sayesinde hastalıkların erken teşhis edilmesi ve önlenmesi kolaylaşmaktadır[3]. Örneğin, bazı uygulamalar hastalık belirtilerini analiz ederek kullanıcılara uygun doktor önerileri sunarken, yapay zekâ destekli chat botlar da hastaların sağlık sorularına yanıt verebilmektedir.

Mobil sağlık çözümlerinin kapsamı, bireysel sağlık yönetimi, toplumsal sağlık hizmetleri ve hastane yönetim sistemlerine kadar uzanmaktadır. Dijital sağlık teknolojileri ile sağlık profesyonelleri, hastaların sağlık geçmişini daha etkili bir şekilde analiz edebilmekte ve sağlık politikalarının daha verimli uygulanmasına katkıda bulunmaktadır[4].

2. Mobil Sağlığın Kullanım Alanları

2.1. Kronik Hastalık Yönetimi

Mobil cihazlar, özellikle kronik hastalıkların yönetiminde önemli bir dönüşüme sebep olmuştur. Günümüzde, giyilebilir cihazlar ve mobil uygulamalar sayesinde hastalar, sağlık durumlarını daha yakından takip etme imkânı buluyor[5].

Özellikle diyabet, hipertansiyon, astım ve diğer kronik hastalıkları olan bireyler için mobil cihazlar çok faydalıdır. Bu cihazlar, hastaların sürekli olarak kan basıncı, kan şekeri, kalp atış hızı gibi temel sağlık göstergelerini takip etmelerini sağlar. Örneğin, diyabet hastaları için tasarlanmış olan mySugr uygulaması, kullanıcıların kan şekeri seviyelerini kolaylıkla kaydetmelerine ve izlemelerine yardımcı olur[6]. Bu veriler, hastaların tedavi süreçlerine dair bilgi sağlar ve doktorlara hastalarının durumunu daha iyi analiz etme imkânı sunar. Doktorlar, bu veriler ışığında tedavi planlarını uzaktan ayarlayabilir ve hastaya gerekli olan müdahaleyi zamanında yapabilir[6].

Benzer şekilde, AliveCor KardiaMobile gibi taşınabilir EKG cihazları, hastaların kalp ritimlerini ölçmelerine olanak tanır. Bu cihazlar, anlık kalp ritmi verilerini toplar ve bu veriler, doktorlara hızlı bir şekilde iletilir[7]. Böylece, kalp hastalıklarıyla ilgili riskler belirli bir zaman dilimi içinde tespit edilebilir ve hastaların tedavileri hızla optimize edilebilir[8]. Ayrıca, Omron HeartGuide gibi cihazlar, hipertansiyon hastaları için tansiyon ölçümü yaparak, hastaların kan basınçlarını anlık olarak takip etmelerine olanak verir[9].

Freestyle Libre gibi deri altına yerleştirilen sensörler ise diyabet hastalarına, kan şekeri seviyelerini anlık olarak izleme imkânı sunar. Bu sensörler, kan şekeri takibini çok daha konforlu hale getirirken, hastaların sürekli olarak kan şekerini ölçmek için parmaklarından kan almasına gerek kalmaz. Sensörler, kan şekeri verilerini cihazlar üzerinden aktarır ve bu veriler hem hasta hem de doktor için daha doğru bir izleme sağlar[10].

2.2. Telemedicine

Telemedicine, yani uzaktan sağlık hizmetleri, tıp dünyasında sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini artıran bir mHealth uygulaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sistem, teknolojinin sunduğu imkânlarla doktorların ve diğer sağlık profesyonellerinin, hastalarla fiziksel olarak bir araya gelmeden, video konferans, mesajlaşma ve mobil uygulamalar aracılığıyla iletişim kurarak sağlık hizmeti sunmalarını sağlar[11].

Uzaktan sağlık hizmetlerinin en büyük faydalarından biri, özellikle coğrafi açıdan erişimi zor olan kırsal bölgelerde yaşayan bireyler için sağlık hizmeti alma imkânı

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

oluşturmasıdır[11]. Ayrıca, acil bir durumda ya da anlık sağlık sorunlarında, hastaların hızla bir uzmandan yardım alabilmesi, daha büyük sağlık sorunlarının önüne geçilmesini sağlar. Aynı zamanda sağlık profesyonellerinin iş yükünü hafifletir, gereksiz ziyaretleri azaltarak kaynakların verimli kullanılmasına olanak tanır. Bu da özellikle büyük şehirlerdeki yoğun hastane ortamlarında, daha etkin sağlık hizmetleri sunulmasını mümkün kılar[12].

Telemedicine, pandemi gibi olağanüstü durumlarda da sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırabilir. Özellikle Covid-19 salgınında uzaktan sağlık hizmeti sunumu birçok ülkede yaygınlaşmıştır[13].

Telemedicine platformlarından bazıları, Teladoc Health, MDLIVE ve Amwell olarak belirtilebilir. Bu platformlar, hastaların doktorlarla video görüşmeler yapmalarını ve anında teşhis ve tedavi almak için danışmanlık hizmeti alabilmelerini sağlar[14]. Bu platformlar üzerinden yapılan görüşmeler, genellikle kolay erişilebilir ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilir.

Ayrıca, yapay zekâ destekli sağlık hizmetleri de telemedicine platformlarına entegre edilen bir diğer önemli yenilik olmuştur[15]. Örneğin, Babylon Health gibi platformlar, yapay zekâ kullanarak hastaların semptomlarını analiz eder ve bu verilerle en uygun doktor önerilerini sunar[16].

2.3. Sağlık Eğitimi

Günümüzde, insanlar hayatlarının farklı dönemlerinde sağlıklı alışkanlıklar edinmek, hastalıkları önlemek veya mevcut sağlık sorunlarını daha iyi yönetebilmek için mobil uygulamalara yönelmektedirler. Özellikle sigara bırakma, sağlıklı beslenme alışkanlıkları oluşturma, fiziksel aktiviteyi artırma gibi konularda yardımcı olan uygulamalar mevcuttur.

Apple Health ve Google Fit gibi mobil sağlık platformları, kullanıcılara kapsamlı sağlık verileri sunarak, bireylerin yaşam tarzı seçimlerini daha bilinçli bir şekilde yapmalarına yardımcı olur. Bu uygulamalar, kullanıcının fiziksel aktivitelerini, kalp atış hızını, uyku düzenini, hatta adımlarını takip ederek, sağlıklı bir yaşam sürmelerine katkı sağlar. Kullanıcılar, bu platformlar üzerinden sağlık hedefleri belirleyebilir ve gelişimlerini izleyebilirler[17].

Kadınlar için özel olarak geliştirilmiş mobil uygulamalar da büyük ilgi görmektedir. Flo Period & Ovulation Tracker, kadınların menstruasyon döngülerini, ovulasyon süreçlerini ve genel üreme sağlıklarını izlemelerini sağlar. Flo, aynı zamanda kullanıcılara kişiselleştirilmiş öneriler sunar ve kadınların sağlıklarına dair bilinçli kararlar almalarını teşvik eder[18].

Stres yönetimi de günümüzün en önemli sağlık meselelerinden biridir. Mobil sağlık uygulamaları, zihinsel sağlığı iyileştirme ve stresle başa çıkma konusunda da önemli bir rol oynamaktadır. Headspace ve Calm gibi meditasyon ve rahatlama uygulamaları, kullanıcıların zihinsel sağlıklarını iyileştirmek ve stresle başa çıkabilmek için çeşitli meditasyon teknikleri, nefes egzersizleri ve rahatlatıcı sesler sunar[19].

2.4. İlaç Takibi

Birçok hasta, tedavi süreçlerinde ilaçlarını düzenli bir şekilde almakta zorlanmaktadır. Bu, özellikle kronik hastalıkları olan bireyler için önemli bir sorun teşkil eder, çünkü ilaçların doğru dozda ve belirtilen süre boyunca düzenli bir şekilde alınması, tedavi sürecinin etkinliğini doğrudan etkileyebilir. Mobil sağlık uygulamaları, kullanıcıların ilaçlarını hatırlamalarını

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

sağlayan bildirimler göndererek tedaviye uyumlarını artırmakta ve ilaç takibini çok daha kolay hale getirmektedir. Hastalar, ilaçlarını zamanında almadıklarında hemen bir hatırlatma alırlar, böylece tedavi planından sapma riski en aza indirilmiş olur. Mobil sağlık teknolojileri, ilaç alımını yalnızca hatırlatmakla kalmaz, aynı zamanda kullanıcıların ilaçların doğru dozlarını almasını, ilaçlarla ilgili olası yan etkileri takip etmelerini ve tedavi sürelerini düzenli olarak gözden geçirmelerini sağlar.

Öne çıkan mobil sağlık uygulamalarından biri Pill Reminder-Medisafe'dir. Bu uygulama, kullanıcıların ilaçlarını doğru zamanda almalarını sağlamak için oldukça etkili bir araçtır[20]. Medisafe, ilaç hatırlatıcı bildirimleri ile kullanıcılara ilaçlarını almayı unutmamaları konusunda yardımcı olur[21]. MyTherapy, özellikle kronik hastalıkları olan bireyler için geliştirilmiş bir ilaç hatırlatıcı uygulamasıdır[22]. Bu uygulama kullanıcıların doktorlarıyla iletişim kurmasını kolaylaştırarak, tedavi sürecine dair önemli bilgileri paylaşmalarına da yardımcı olur.

2.5. Acil Durum Yönetimi ve Anlık Sağlık Takibi

Gelişen teknolojiyle birlikte, sağlık izleme cihazları sadece günlük sağlık takibini yapmakla kalmıyor, aynı zamanda acil sağlık sorunlarını tespit etme ve hızlı bir şekilde müdahale etme kapasitesine de sahip hale geliyor. Akıllı saatler, tıbbi bileklikler ve diğer giyilebilir sağlık cihazları, kişilerin sağlık durumlarını sürekli izleyerek, aniden meydana gelebilecek acil sağlık problemlerine karşı proaktif bir yaklaşım sunuyor. Örneğin, bu cihazlar düşme algılama sistemleriyle donatılmıştır; bu, özellikle yaşlı bireyler için kritik bir özellik olabilir. Eğer kullanıcı aniden düşerse, cihaz otomatik olarak acil bir çağrı yaparak, durumu hızlı bir şekilde yakınlarına veya acil servislere bildirir. Özellikle yalnız yaşayan, yaşlı bireyler veya sağlık sorunları olan kişiler için bu cihazlar ve uygulamalar, büyük bir güvenlik sağlamakta ve yaşam kalitesini artırmaktadır

Fitbit ve Garmin gibi popüler giyilebilir cihazlar, kullanıcıların kalp atış hızı, oksijen seviyesi ve fiziksel aktivite seviyelerini sürekli izleyerek, anlık sağlık takibi yapılmasına olanak tanır. Bu cihazlar kalp atış hızındaki ani değişiklikleri veya oksijen seviyesindeki düşüşleri tespit edebilir ve kullanıcıyı uyarabilir[23]. Life360 gibi uygulamalar, kullanıcıların konumlarını izler ve acil bir durumda, kullanıcıların yakınlarına veya aile üyelerine bildirim gönderir. Bu tür uygulamalar, özellikle çocuklar, yaşlılar veya sağlık sorunları olan bireyler için büyük bir güvenlik sağlar. Bununla beraber etik tartışmalara da neden olur[24]. Red Panic Button gibi diğer uygulamalar, bir düğmeye basarak acil durum çağrıları yapabilir ve önceden belirlenen kişiler veya acil servislerle hızlı iletişime geçebilir[25].

3.Mobil Sağlığın Avantajları

Mobil sağlık teknolojileri, bireylerin sağlıklarını daha etkili bir şekilde yönetmelerine, sağlık hizmetlerine daha kolay erişim sağlamalarına ve genel sağlık düzeylerini artırmalarına yardımcı olmaktadır. Sağlık hizmetlerine her yerden ve her zaman erişim imkânı sunar, bu da özellikle kırsal bölgelerde yaşayanlar, yaşlılar veya hareket kabiliyeti kısıtlı bireyler için büyük bir avantaj sağlar. Akıllı telefonlar, tabletler ve giyilebilir cihazlar aracılığıyla, sağlık durumları takip edilebilir, doktorlarla iletişime geçilebilir ve tedavi süreçleri izlenebilir[26].

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Mobil sağlık çözümleri hastaların sağlık hizmetlerine daha hızlı ulaşmalarını sağlar ve gereksiz hastane ziyaretlerini azaltarak sağlık sisteminin daha verimli çalışmasını mümkün kılar. Bu da sağlık hizmetleri maliyetlerini düşürür. Ayrıca, kişisel sağlık verilerini izleme ve kaydetme imkânı sunarak, bireylerin sağlıklarını daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Kalp atış hızı, kan şekeri seviyeleri, uyku düzeni ve fiziksel aktivite gibi verilerin sürekli olarak takip edilmesi, kişisel sağlık hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırır[27]. Mobil sağlık uygulamaları ayrıca bireylerin sağlıklı yaşam tarzları geliştirmelerine olanak tanır, sigara bırakma, sağlıklı beslenme ve fiziksel aktiviteyi artırma gibi konularda rehberlik sağlar. Bu da toplumda genel sağlık bilincinin artırır. Mobil sağlık uygulamaları, sağlık verilerini toplar ve analiz eder, bu da bireylerin sağlık durumlarına dair daha iyi bir genel bakış sunar. Toplanan veriler, sağlık profesyonelleri tarafından incelenebilir ve daha iyi tedavi kararları alınmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, sağlık verilerinin düzenli olarak kaydedilmesi, uzun vadeli sağlık trendlerini izlemeyi kolaylaştırır.

Acil durumlarda hızlı bir şekilde yardım çağrısı yapmayı sağlar. Bir kullanıcı düşme yaşarsa veya kalp krizi gibi ani bir sağlık sorunu meydana gelirse, giyilebilir cihazlar ve acil durum uygulamaları, anında yardım çağrısı yaparak hayat kurtarıcı olabilir[28]. Bu avantajlar, mobil sağlık teknolojilerinin bireylerin sağlıklarını daha bilinçli bir şekilde yönetmelerine, sağlık hizmetlerine erişimlerini kolaylaştırmalarına ve daha sağlıklı bir yaşam sürmelerine olanak tanır.

4. Mobil Sağlığın Dezavantajları

Mobil sağlık çözümleri genellikle internet bağlantısına veya cihazlara bağımlıdır. Bu, internet erişimi olmayan veya teknolojiye erişimi sınırlı olan bireyler için bir engel oluşturabilir. Özellikle kırsal bölgelerde veya düşük gelirli bölgelerde yaşayan kişiler, mobil sağlık hizmetlerine erişimde zorluk yaşayabilirler. Ayrıca, yaşlı bireylerin veya teknolojiye aşina olmayan kullanıcıların bu uygulamaları kullanmada güçlük çekmesi de mümkündür[29].

Mobil sağlık uygulamaları genellikle kişisel sağlık verilerini toplar ve bu verilerin korunması büyük bir önem taşır. Ancak, bu tür verilerin kötüye kullanılması veya siber saldırılar sonucu sızma riski vardır. Sağlık verilerinin güvenli bir şekilde saklanmaması, kullanıcıların gizliliğini tehlikeye atabilir ve kişisel bilgilerin izinsiz bir şekilde elde edilmesine yol açabilir. Bu durum, kullanıcıların Mobil sağlık uygulamalarına olan güvenlerini sarsabilir[26].

Mobil sağlık uygulamalarının yanlış veya aşırı kullanımı sağlık üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Örneğin, cihazların yanlış yorumlanması veya aşırı sağlık takibi, kullanıcıların gereksiz endişe duymalarına veya yanlış sağlık kararları almalarına neden olabilir. Genellikle uygulamalar bir sağlık profesyonelinin müdahalesi ve rehberliği olmadan kullanılır. Bu, özellikle kronik hastalıkları olan bireyler için tehlikeli olabilir, çünkü kullanıcılar kendi başlarına yanlış tedavi yöntemlerine veya dozajlara yönelebilirler[29]. Uygulamaların, hastaların sağlık durumlarını doğru bir şekilde izlemesi ve bir doktor tarafından değerlendirilen bir tedavi planı sunması önemlidir. Ancak, bazı mobil sağlık uygulamaları sadece genel bilgiler sağlamakta ve kişisel sağlık durumu hakkında özelleşmiş tavsiyeler sunmamaktadır[28].

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Uygulamalar teknolojiye dayalı olduğu için sürekli güncellemeler ve bakım gerektirebilir. Bu, cihazların ve uygulamaların uyumluluğu konusunda problemler olabilir. Farklı platformlarda çalışan cihazlar ve yazılımlar arasında uyumsuzluklar olabilir[29].

5. Sonuç

Mobil sağlık, sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi ile birlikte hızla büyüyen ve gelişen bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygulamalar kişisel sağlık verilerini toplar ve işler. Bu kullanıcıların gizliliğini tehdit edebilir. Verilerin kötüye kullanılması durumunda, bireylerin kişisel sağlık bilgileri tehlikeye girebilir. Bu nedenle, veri güvenliği protokollerinin güçlendirilmesi ve kullanıcı bilgilerini koruyan sistemlerin geliştirilmesi önemlidir.

Birçok ülkede mobil sağlık uygulamalarının düzenlenmesi konusunda eksiklikler bulunmaktadır. Bu uygulamalar, sağlık profesyonellerinin denetiminden geçmeden kullanıma sunulabilmektedir. Bu durum güvenlik ve etkinlik açısından riskler taşıyabilir. Mobil sağlık uygulamalarının güvenilirliğini artırmak ve kullanıcıların doğru bilgiye ulaşmalarını sağlamak için uluslararası standartlar ve düzenlemelerin oluşturulması gerekmektedir.

Teknolojik erişim farklılıklarının olduğu bölgelerde sağlık hizmetlerine erişim konusunda eşitsizliklere yol açabilir. Bu nedenle, teknolojik altyapının geliştirilmesi ve dijital sağlık hizmetlerinin daha erişilebilir hale getirilmesi büyük önem taşır.

Gelecekte, mobil sağlık uygulamalarının daha entegre ve hasta odaklı hale gelmesi beklenmektedir. Yapay zekâ ve veri analitiği gibi teknolojilerin bu alanda daha etkin kullanılacak olması, kişiye özel tedavi yaklaşımlarının ve erken teşhis olanaklarının artmasını sağlayacaktır. Bu entegrasyon, hekimlerin daha verimli çalışmasına, hastaların ise tedavi süreçlerinde daha fazla kontrol sahibi olmalarına yardımcı olacaktır.

Kaynaklar

1. Nacinovich, M., *Defining mHealth*. 2011, Taylor & Francis. p. 1-3.
2. *mHealth programmes are sponsored by government*. Available from: https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/4774.
3. Marcolino, M.S., et al., *The impact of mHealth interventions: systematic review of systematic reviews.* JMIR mHealth and uHealth, 2018. **6**(1): p. e8873.
4. Iribarren, S.J., et al., *What is the economic evidence for mHealth? A systematic review of economic evaluations of mHealth solutions.* PloS one, 2017. **12**(2): p. e0170581.
5. Iqbal, M.H., et al., *A review of wearable technology in medicine.* Journal of the Royal Society of Medicine, 2016. **109**(10): p. 372-380.
6. Debong, F., H. Mayer, and J. Kober, *Real-world assessments of mySugr mobile health app.* Diabetes technology & therapeutics, 2019. **21**(S2): p. S2-35-S2-40.
7. Wegner, F.K., et al., *Prospective blinded Evaluation of the smartphone-based AliveCor Kardia ECG monitor for Atrial Fibrillation detection: The PEAK-AF study.* European journal of internal medicine, 2020. **73**: p. 72-75.
8. Goldenthal, I.L., et al., *Recurrent atrial fibrillation/flutter detection after ablation or cardioversion using the AliveCor KardiaMobile device: iHEART results.* Journal of cardiovascular electrophysiology, 2019. **30**(11): p. 2220-2228.

9. Liang, Z. and M.A. Chapa-Martell. *Validation of omron wearable blood pressure monitor HeartGuideTM in free-living environments*. in *International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare*. 2020. Springer.
10. Blum, A., *Freestyle libre glucose monitoring system.* Clinical Diabetes, 2018. **36**(2): p. 203-204.
11. Hjelm, N., *Benefits and drawbacks of telemedicine.* Journal of telemedicine and telecare, 2005. **11**(2): p. 60-70.
12. Haleem, A., et al., *Telemedicine for healthcare: Capabilities, features, barriers, and applications.* Sensors international, 2021. **2**: p. 100117.
13. Ftouni, R., et al., *Challenges of telemedicine during the COVID-19 pandemic: a systematic review.* BMC medical informatics and decision making, 2022. **22**(1): p. 207.
14. Hruby, N., *Elevating Telemedicine: A Value-Based Paradigm Shift for Teladoc Health, Inc*. 2023, Universidade NOVA de Lisboa (Portugal).
15. Bharathi, A.V., D.S. Prameela, and K.V. Naidu, *A REVIEW ON TRAILBLAZING TELEMEDICINE APPS.*
16. Malva, A. and V. Zurlo, *Babylon Health: il servizio anglosassone di Medicina Generale privato basato su app.* Rivista Società Italiana di Medicina Generale, 2019. **5**: p. 15-17.
17. Jung, S.Y., et al., *Development of comprehensive personal health records integrating patient-generated health data directly from Samsung S-Health and Apple Health apps: retrospective cross-sectional observational study.* JMIR mHealth and uHealth, 2019. **7**(5): p. e12691.
18. Zhaunova, L., et al., *Characterization of self-reported improvements in knowledge and health among users of Flo period tracking app: cross-sectional survey.* JMIR mHealth and uHealth, 2023. **11**: p. e40427.
19. O'Daffer, A., et al., *Efficacy and conflicts of interest in randomized controlled trials evaluating headspace and calm apps: systematic review.* JMIR mental health, 2022. **9**(9): p. e40924.
20. Stawarz, K., A.L. Cox, and A. Blandford. *Don't forget your pill! Designing effective medication reminder apps that support users' daily routines*. in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2014.
21. Morawski, K., et al., *Association of a smartphone application with medication adherence and blood pressure control: the MedISAFE-BP randomized clinical trial.* JAMA internal medicine, 2018. **178**(6): p. 802-809.
22. Facharztmagazine, R., *MyTherapy-App: Therapiebegleitung für Menschen mit Allergien*. 2023, Springer.
23. Motahari Nezhad, H., et al., *Health outcomes of Fitbit, Garmin or Apple Watch-based interventions.* Baltic Journal Of Health And Physical Activity, 2022. **14**(4).
24. Aagaard, P., et al., *Family locating sharing app forensics: Life360 as a case study.* Forensic Science International: Digital Investigation, 2023. **44**: p. 301478.
25. Nasir, N.H., F. Lestari, and A. Kadir, *Android-based Mobile Panic Button UI application design development in responding to emergency situations in Universitas Indonesia (UI).* International Journal of Emergency Services, 2022. **11**(3): p. 445-470.
26. Hussein, Z., *The advantages and disadvantages of the mHealth applications and the intention to use among smartphone users.* International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 2018. **9**(12): p. 943-947.
27. Rodrigues, J.M., et al., *Mobile Mental Health for Depression Assistance: Research Directions, Obstacles, Advantages, and Disadvantages of Implementing mHealth.* Digital Therapies in Psychosocial Rehabilitation and Mental Health, 2022: p. 21-40.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

28. Alsswey, A., H. Al-Samarraie, and B. Bervell, *mHealth technology utilization in the Arab world: a systematic review of systems, usage, and challenges.* Health and Technology, 2021. **11**(4): p. 895-907.
29. Alenoghena, C.O., et al., *eHealth: A survey of architectures, developments in mHealth, security concerns and solutions.* International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022. **19**(20): p. 13071.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

TIPTA YAYGIN OLARAK KULLANILAN BİYOİSTATİSTİK PAKET PROGRAMLARI

Uzm. Dr. Furkan Şakiroğlu[1], Dr. Fatma Hilal Yağın[2], Prof. Dr. Cemil Çolak[3]

1 Erzurum Yakutiye İlçe Sağlık Müdürlüğü, fsakiroglu@gmail.com, 0000-0002-7163-5658

2 İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD, hilal.yagin@inonu.edu.tr, 0000-0002-9848-79588

3 İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD, cemil.colak@inonu.edu.tr, 0000-0001-5406-098X

Özet

Tıpta veri analizi, sağlık hizmetlerini iyileştirme ve hastalıkları daha erken dönemde tespit etme açısından büyük öneme sahiptir. Sağlık verilerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi için çeşitli istatistiksel yazılımlar kullanılır. SPSS, kullanım kolaylığı ile klinik araştırmalarda yaygın olarak tercih edilen bir yazılımdır, ancak daha karmaşık analizler için sınırlı kalabilir. R ise istatistiksel analizlerde daha fazla esneklik sunar ve biyoinformatik gibi alanlarda güçlüdür. SAS, büyük veri setleriyle çalışırken, verilerin yönetimi ve analizinde güçlüdür ve özellikle makine öğrenmesi uygulamalarında tercih edilir. Stata, veri yönetimi, regresyon analizleri ve istatistiksel testlerde güçlü bir yazılımdır ve klinik araştırmalar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Python ise, esnekliği ve geniş kütüphane desteği ile daha karmaşık veri analizlerini gerçekleştirmek için kullanılabilir. Bu yazılım, makine öğrenmesi ve yapay zekâ uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. Her yazılımın avantajları ve kullanım alanları farklıdır, bu nedenle doğru yazılımın seçilmesi, tıbbi verilerin analizinin doğruluğunu ve etkinliğini büyük ölçüde etkileyebilir.

Giriş

Tıp dünya çapında büyük bir etki alanına sahip olmakla beraber karmaşık ve büyük veri setleriyle çalışmayı gerektiren bir alandır. Hastaların sağlık bilgileri, radyolojik görüntüler, klinik araştırmalar, biyoinformatik verileri, halk sağlığı analizleri ve sağlık hizmetleri yönetimi gibi pek çok farklı boyutta önemli veri üretir. Tıpta veri analizi, bu verilerin anlamlı ve güvenilir sonuçlar elde edebilmesi için özel bir dikkat gerektirir[1]. Bununla birlikte, sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılmasında, hastalıkların erken teşhis edilmesinde ve tedavi süreçlerinin optimize edilmesinde veri analizinin önemi büyüktür. Aynı zamanda büyük veri setleri ile çalışmak, yalnızca belirli bir uzmanlık gerektiren teknik bilgiyle değil, doğru analiz araçlarının seçilmesi ve doğru yorumlanmasıyla mümkün hale gelir[2].

Tıptaki araştırmaların ve veri analizlerinin güvenilir ve geçerli sonuçlar verebilmesi için istatistiksel paket programlarının kullanımı büyük bir öneme sahiptir. İstatistiksel paket programları, sağlık alanındaki farklı veri türlerinin incelenmesi için oldukça faydalıdır. Bu programlar, özellikle büyük veri setleriyle çalışan araştırmacılar, klinik araştırmalar, sağlık yöneticileri ve biyoinformatik uzmanları için vazgeçilmez araçlardır[3]. Klinik araştırmalarda, örneğin hastaların tedavi süreçlerini, tedavi yöntemlerinin etkinliğini ve hasta sonuçlarını incelemek için bu tür istatistiksel yazılımlar kullanılır. Halk sağlığı analizlerinde ise hastalıkların yayılımı, risk faktörleri ve toplum sağlığına yönelik durumlar incelenebilir[3].

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Biyoinformatik çalışmalarında ise genetik, moleküler biyoloji ve tıbbi veriler arasındaki ilişkiler anlaşılmaya çalışılır[4].

Çok sayıda istatistik paket programı bulunmaktadır. Birçok alanda kullanılabildiği gibi bunlardan sağlık alanında en çok kullanılanlar SPSS, R, SAS, Stata, Phyton olarak sıralanabilir[5]. Ayrıca sağlık alanında kullanım için geliştirilmiş MedCalc, Epi Info, GraphPad Prism gibi programlar da mevcuttur[6].

SPSS, R, SAS, Stata gibi farklı yazılımlar, her birinin sağladığı özel imkanlar doğrultusunda sağlık alanındaki farklı ihtiyaçları karşılamak üzere seçilebilirler. Örneğin, SPSS gibi yazılımlar, kullanıcı dostu arayüzleriyle klinik araştırmalar ve sosyal bilimler üzerine yapılan araştırmalarda tercih edilirken, R gibi açık kaynaklı yazılımlar daha karmaşık biyoinformatik ve sağlık veri analizlerinde kullanılabilir[7]. Her bir istatistiksel paket programının avantajları olduğu kadar sınırlamaları da vardır. SPSS, özellikle sağlık araştırmalarında yaygın olarak kullanılırken, yüksek lisans ve doktora düzeyindeki araştırmacılar için SAS, ileri düzey analizler ve büyük veri çözümlemesi için daha uygun olabilir. Öte yandan, R gibi açık kaynaklı yazılımlar, esnekliği ve özelleştirilebilmesi sayesinde genetik ve biyoinformatik çalışmalarında oldukça yaygın bir şekilde kullanılır. Ancak, R'nin öğrenme süreci daha uzun ve görece zor olabilir ve kullanıcının programlama bilgisini öğrenmesini gerektirir.

Sonuç olarak, sağlık sektöründeki araştırma ve analizlerin etkinliği, doğru yazılımın ve uygun istatistiksel araçların kullanılmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, sağlık verileriyle ilgili yapılan analizlerin doğruluğu ve güvenilirliği açısından istatistiksel paket programlarının hangi özellikleri sunduğu, hangi tür verilerle nasıl çalıştıkları ve her bir yazılımın belirli kullanım alanlarındaki etkisi çok önemlidir.

Tıpta yaygın olarak kullanılan bazı istatistik paket programları daha derinlemesine incelemeyi ve her birinin özelliklerini, avantajlarını, kullanım alanlarını incelemeyi amaçladık. Bu makale, sağlık alanında veri analizi yapacak profesyonellerin hangi programları seçmeleri gerektiği konusunda rehberlik edecektir.

İlk olarak, en çok tercih edilen istatistiksel yazılımlar daha sonra sağlık alanında kullanım için tasarlanmış yazılımlar hakkında bilgi verilecek ve bu yazılımların nasıl çalıştığı, kullanıcıya sunduğu özellikler ve hangi alanlarda kullanılmak üzere tasarlandıkları ele alınacaktır.

1. SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

SPSS, sağlık araştırmaları ve sosyal bilimler alanında en yaygın kullanılan istatistik paket programlarından biridir. Kullanıcı dostu arayüzü sayesinde, istatistiksel analiz konusunda derinlemesine bilgi sahibi olmayan araştırmacılar bile programı rahatlıkla kullanabilir[8]. Özellikle sağlık sektöründe çalışan hekimler, akademisyenler, epidemiyologlar ve halk sağlığı uzmanları tarafından tercih edilmektedir. SPSS, araştırmacılara verileri dönüştürme ve yönetme olanağı sunarak analiz sürecini hızlandırır ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur. SPSS'in kullanım alanları oldukça geniştir. Klinik araştırmalarda, hasta kayıt analizlerinde, epidemiyolojik çalışmalarda ve halk sağlığı araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, hastane yönetiminde veri analizleri yapmak için de güçlü bir araçtır. Örneğin, hastane yöneticileri hasta başvuru oranlarını, tedavi süreçlerini ve sağlık hizmetlerinin

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

etkinliğini analiz etmek için SPSS'i kullanarak veriye dayalı kararlar alabilirler. Sağlık politikalarının belirlenmesi, tıbbi araştırmaların yürütülmesi ve halk sağlığı çalışmalarının planlanması gibi alanlarda SPSS, bilim insanlarına ve sağlık profesyonellerine kapsamlı analiz yetenekleri sunar[9].

Program, çok çeşitli istatistiksel analizler gerçekleştirme kapasitesine sahiptir. Regresyon analizi, varyans analizi (ANOVA), t-testi, ki-kare testi ve faktör analizi gibi yöntemleri kullanarak detaylı veri analizleri yapılmasını sağlar[10]. Aynı zamanda, büyük veri setleri üzerinde analiz yapabilme yeteneği sayesinde büyük ölçekli klinik araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. SPSS'in en önemli avantajlarından biri, kullanıcıların herhangi bir programlama bilgisine ihtiyaç duymadan istatistiksel analiz yapabilmesine olanak tanımasıdır. Menü tabanlı bir arayüze sahip olduğu için, kullanıcılar istedikleri analizleri yalnızca birkaç tıklamayla gerçekleştirebilirler[11].

Bununla birlikte, SPSS güçlü veri görselleştirme araçlarına sahiptir. Kullanıcılar verilerini tablolar, grafikler ve diyagramlar şeklinde sunarak analiz sonuçlarını daha anlaşılır hale getirebilirler. Bu özellik, özellikle anket analizleri, klinik araştırmalar ve halk sağlığı çalışmaları gibi geniş katılımlı araştırmalarda büyük avantaj sağlar. Grafiklerin ve tabloların kolayca oluşturulabilmesi, araştırmacıların verilerini daha etkili bir şekilde yorumlamalarına yardımcı olur[12].

SPSS, kullanıcı dostu arayüzüyle yaygın olarak kullanılan bir istatistik programı olsa da bazı dezavantajlara sahiptir. Öncelikle, yüksek lisans ücreti bireysel kullanıcılar ve küçük ölçekli kurumlar için ekonomik bir yük oluşturur. Menü tabanlı yapısı sayesinde kullanımı kolaydır ancak esneklik ve özelleştirme açısından sınırlıdır. Büyük veri setleriyle çalışırken yavaşlayabilir ve performans sorunları yaşayabilir[13]. Makine öğrenmesi ve ileri düzey veri madenciliği desteği sınırlıdır; R ve Python bu alanlarda daha güçlüdür. Veri ön işleme ve görselleştirme araçları açısından da rakiplerine kıyasla geri kalmaktadır. Güncellemeler ve yeni istatistiksel yöntemlerin entegrasyonu açık kaynaklı alternatiflere göre daha yavaş ilerler. Sonuç olarak, SPSS temel istatistik analizleri için uygun olsa bile büyük veri, ileri analiz ve özelleştirme gerektiren çalışmalar için R, Python veya açık kaynaklı yazılımlar daha avantajlıdır[14].

2. R ve RStudio

R, istatistiksel analizler ve veri görselleştirme için geliştirilmiş açık kaynaklı bir programlama dilidir. Özellikle istatistik, veri bilimi, makine öğrenmesi ve büyük veri analizlerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. R, akademik çalışmalardan biyoinformatik ve klinik araştırmalarına kadar pek çok alanda güçlü analizler yapabilmek için ideal bir araçtır. Ayrıca, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi alanlarda da gelişmiş paketlere sahiptir ve veri görselleştirme için de ggplot2 gibi popüler kütüphaneleri kullanır [15, 16].

R, biyoistatistiksel analizler için oldukça güçlü ve esnek bir araçtır. Tanımlayıcı istatistiklerden hipotez testlerine, regresyon analizlerinden hayatta kalma analizlerine kadar geniş bir yelpazede analiz yapabilme imkânı sunar. R ile t-testi, ANOVA, lojistik regresyon, korelasyon ve faktör analizi gibi temel istatistiksel testler uygulanabilir. Ayrıca, zaman serisi analizi, çok değişkenli analizler, cluster analizi ve güç analizi gibi ileri düzey analizler de yapılabilir. Veritabanı analizleri, Bayesyen yöntemler ve simülasyonlar gibi gelişmiş teknikler

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

için de R, güçlü kütüphaneler ve paketler sunar[17]. Bu çeşitlilik, R'yi biyomedikal araştırmalardan sosyal bilimlere kadar pek çok alanda tercih edilen bir araç haline getirir.

RStudio, R dilini daha verimli bir şekilde kullanabilmek için geliştirilmiş bir entegre geliştirme ortamıdır. Kullanıcı dostu bir arayüz sunarak, R'de yazılan kodları düzenlemeyi, çalıştırmayı ve görselleştirmeyi kolaylaştırır. RStudio, R paketlerinin yönetimi, veri görüntüleme ve hata ayıklama gibi işlemleri de basit hale getirir. R'nin bir programlama dili ve hesaplama ortamıyken, RStudio ise bu ortamı daha işlevsel hale getiren bir geliştirme platformu sunar. R'yi doğrudan kullanmak mümkün olmasına rağmen RStudio'nun sunduğu görsel araçlar, kod yazımını ve analiz süreçlerini daha verimli ve kullanıcı dostu hale getirir[18]. Sonuç olarak, R ve RStudio birlikte kullanıldığında, veri analizi, modelleme ve görselleştirme işlemleri çok daha verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir.

R, güçlü bir istatistiksel analiz aracı olsa bile bazı dezavantajlara sahiptir. Öncelikle programlama bilgisi gerektirir ve kullanıcılar için başlangıçta karmaşık görünebilir. Ayrıca, veri yönetimi ve veri işleme işlemleri, özellikle büyük veri setleri ile çalışırken bazen yavaş olabilir ve hafıza tüketimi sorunlarına yol açabilir. R'nin kullanıcı arayüzü komut satırı tabanlıdır ve görsel olarak daha az kullanıcı dostudur, bu da yeni kullanıcılar için zorlayıcı olabilir. Hata ayıklama işlemi de zor olabilir, çünkü hata mesajlarının anlaşılması güç olabilir. Bunun yanı sıra, R'nin grafiksel kullanıcı arayüzü sınırlıdır, bazı rakip yazılımlar kadar gelişmiş görselleştirme ve raporlama özelliklerine sahip değildir[19, 20]. Veri analizi konusunda güçlü olmasına rağmen makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi daha ileri düzey yöntemler için Python veya MATLAB gibi diğer diller daha kapsamlı ve esnek çözümler sunabilir[21].

3. SAS (Statistical Analysis System)

SAS (Statistical Analysis System), özellikle biyoistatistiksel analizler ve sağlık bilimleri alanlarında yaygın olarak kullanılan, güçlü ve kapsamlı bir yazılım paketidir. SAS, araştırmacıların büyük veri setlerini yönetmelerine, düzenlemelerine, temizlemelerine ve analiz etmelerine olanak tanır. İstatistiksel analizler açısından oldukça geniş bir yelpazeye sahip olan SAS, regresyon analizleri, varyans analizi, t-testi, hayatta kalma analizi ve zaman serisi analizleri gibi temel istatistiksel yöntemlerin yanı sıra, çok değişkenli analizler, faktör analizi, kümeleme analizi ve ayırma analizi gibi ileri düzey teknikleri de destekler[22]. Ayrıca, SAS, makine öğrenmesi, prediktif modelleme, risk analizi gibi ileri düzey analizler yapabilir. Veri tabanı entegrasyonu ve büyük veri yönetimi konusundaki güçlü özellikleri, klinik araştırmalar ve biyomedikal araştırmalar gibi geniş çaplı projelerde SAS'ı tercih edilen bir araç haline getirir[23]. Bunun yanında, SAS, kullanıcıların analiz sonuçlarını görselleştirmeleri için gelişmiş grafiksel araçlar da sunar, böylece araştırmacılar bulgularını daha anlaşılır bir şekilde sunabilirler[22].

Bununla birlikte, SAS yazılımı oldukça pahalıdır ve lisans maliyetleri, özellikle küçük araştırma grupları veya bağımsız araştırmacılar için büyük bir engel teşkil edebilir. Ayrıca, SAS'ın öğrenme eğrisi dik olabilir ve kullanıcıların programlama diline aşina olmaları gerekmektedir. Komut satırı tabanlı bir yazılım olması, bazı kullanıcılar için başlangıçta karmaşık ve zorlayıcı olabilir. Bunun yanı sıra, SAS'ın özelleştirme seçenekleri, daha esnek ve açık kaynaklı yazılımlar (örneğin R veya Python) kadar geniş olmayabilir[21]. Bu nedenle, bazı özel analizler için sınırlamalar yaşanabilir.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

4. Stata

Stata, güçlü ve kullanıcı dostu bir istatistiksel analiz yazılımıdır ve genellikle sosyal bilimler, ekonomi, tıp ve diğer sağlık bilimleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. Stata, veri yönetimi ve analizi konusunda kapsamlı araçlar sunar; veri temizleme, dönüştürme, düzenleme ve analiz etme işlemlerini kolaylaştırır[24]. Yazılım, temel istatistiksel analizlerden daha karmaşık modellere kadar geniş bir analiz yelpazesi sunar. Regresyon analizi, varyans analizi (ANOVA), t-testi, lojistik regresyon, panel veri analizi ve hayatta kalma analizi gibi birçok teknik, Stata'da sorunsuz bir şekilde uygulanabilir. Ayrıca, çok değişkenli analizler ve zaman serisi analizleri gibi daha ileri düzey istatistiksel yöntemler de desteklenir[25].

Stata'nın öne çıkan özelliklerinden biri, kapsamlı veri yönetimi araçları sunmasıdır. Kullanıcılar verileri düzenlerken, filtrelerken ve dönüştürürken oldukça verimli bir ortam elde ederler. Grafiksel görselleştirme özellikleri de oldukça gelişmiştir, bu sayede analiz sonuçları etkili bir şekilde görselleştirilebilir[26]. Bunun dışında, Stata'nın kullanıcı dostu arayüzü ve komut satırı tabanlı programlama dili ile daha özelleştirilmiş analizler yapma imkânı da sunar. Analizlerin daha fazla esneklik kazanabilmesi için, kullanıcılar kendi programlama kodlarını yazabilir ve özelleştirilmiş çözümler geliştirebilirler.

Ancak, Stata'nın bazı dezavantajları da bulunmaktadır. İlk olarak, yüksek lisans maliyetleri, küçük araştırma grupları ve bağımsız araştırmacılar için engel oluşturabilir. Ayrıca, özelleştirme konusunda Stata, R veya Python gibi açık kaynaklı yazılımlara göre daha sınırlıdır; bu da bazı kullanıcılar için esneklik açısından bir kısıtlama olabilir[14]. Ayrıca, büyük veri setleri ile çalışırken performans bazen yavaşlayabilir.

5. MATLAB

MATLAB, ticari bir yazılım olup, matematiksel hesaplamalar, veri analizi, algoritma geliştirme ve görselleştirme konusunda kapsamlı araçlar sunar. MATLAB, özellikle mühendislik, fizik, ekonomi ve biyomedikal alanlarında sıklıkla tercih edilir. Yüksek kaliteli grafikler, veri tabanı entegrasyonu, simülasyon araçları ve geniş bir fonksiyon kütüphanesi ile tanınır. MATLAB'ın toolbox adı verilen özel modülleri, kullanıcıların farklı alanlarda (örneğin, makine öğrenmesi, sinyal işleme, istatistik) daha derinlemesine analizler yapmalarını sağlar[27]. Bununla birlikte, MATLAB'ın en büyük dezavantajı, yüksek maliyetleri ve lisanslanma süreçleridir.

6. Python (Pandas, NumPy, SciPy, Statsmodels, Scikit-learn)

Python, açık kaynaklı ve yüksek seviyeli bir programlama dilidir ve özellikle veri analizi, biyoistatistik, makine öğrenmesi, yapay zekâ ve bilimsel hesaplamalar gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. Python, basit ve okunabilir sözdizimi sayesinde geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından tercih edilir ve NumPy, Pandas, Matplotlib, Seaborn, SciPy gibi güçlü kütüphaneleri ile veri işleme, analiz ve görselleştirme konusunda etkili bir araç sunar[28]. Python, kullanıcıların verileri düzenlemelerini, analiz etmelerini ve görselleştirmelerini kolaylaştırırken, ayrıca SciKit-Learn gibi kütüphanelerle makine öğrenmesi ve derin öğrenme uygulamaları yapmalarına olanak tanır[29]. Python'un açık kaynaklı olması, yazılımın ücretsiz olarak kullanılabilmesini sağlar ve bu bağımsız kullanıcılar için önemli bir avantajdır. Ayrıca, Python'un esnek yapısı ve geniş topluluk desteği sayesinde, kullanıcılar ihtiyaçlarına göre özel çözümler geliştirebilirler. Ancak performans açısından Python, C veya MATLAB gibi

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

derlenmiş dillere göre genellikle daha yavaş olabilir[19]. Bu durum, büyük veri setleriyle çalışırken veya yoğun hesaplamalar yapılırken performans sorunlarına yol açabilir.

7. MedCalc

MedCalc, sağlık için özel olarak geliştirilmiş bir istatistiksel analiz yazılımıdır. Klinik araştırmalar, epidemiyolojik çalışmalar ve biyomedikal verilerin analizlerinde güçlü bir araçtır. MedCalc, ROC eğrileri (Receiver Operating Characteristic) ve kapsamlı tıbbi test analizleri gibi tıbbi veri analizi için önemli istatistiksel testleri içerir. Ayrıca, kullanıcıların farklı türde analizler yapabilmesini sağlayan çok sayıda fonksiyon ve test sunar, örneğin regresyon analizi, varyans analizi, t-testleri ve doğrusal olmayan modelleme gibi ileri düzey analizler yapılabilir[20]. MedCalc, görselleştirme araçlarıyla kullanıcıların verileri etkili bir şekilde grafiksel olarak sunmalarını sağlar ve böylece daha anlaşılır sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur. Bunun yanı sıra, yazılımın kullanım kolaylığı, tıbbi alanda çalışan profesyonellerin karmaşık istatistiksel analizleri kolayca gerçekleştirmelerine yardımcı olur[30]. MedCalc, özellikle klinik araştırmalarda, doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak tanır. Ancak, yazılımın ücretli olması kullanımı sınırlandırmaktadır.

8. Epi Info

Amerika Birleşik Devletleri Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri tarafından geliştirilmiştir. Epidemiyolojik analizler ve klinik araştırmalarında kullanılmak üzere tasarlanmış ücretsiz bir yazılım paketidir. Genellikle veri toplama, veri analizi ve raporlama gibi işlemler için kullanılır. Epi Info, özellikle anketlerin tasarımı, veri girişi, istatistiksel analizler ve grafiksel raporlama gibi süreçleri basit ve etkili bir şekilde yönetmek için güçlü araçlar sunar[31]. Yazılım, epidemiyolojik araştırmalarda yaygın olarak kullanılan prevalans hesaplamaları, risk faktörü analizleri ve hipotez testleri gibi önemli analizleri gerçekleştirebilir. Ayrıca, veri tabanı oluşturma, çevrimiçi anketler ve veri görselleştirme gibi işlevler sunarak araştırma sürecini kolaylaştırır[32]. Ancak daha karmaşık istatistiksel modelleme ve büyük veri setleriyle çalışmak için daha gelişmiş yazılımlar (R, SAS, SPSS vb.) gerekebilir.

Epi Info'nun önemli bir avantajı, ücretsiz olmasıdır, bu da araştırma projelerini maliyet açısından daha erişilebilir kılar, özellikle sınırlı bütçeye sahip sağlık organizasyonları için büyük bir fayda sağlar. Kullanım kolaylığı sayesinde, programlama bilgisi gerektirmeden, kullanıcıların istatistiksel analizleri hızlı ve kolay bir şekilde yapmasına olanak tanır.

9. GraphPad Prism

Özellikle tıp alanında veri analizi ve grafik oluşturma konusunda kullanılan bir yazılımdır. Yüksek doğrulukla istatistiksel testler (t-testi, varyans analizi, regresyon analizi) gerçekleştirebilir ve görselleştirme araçları sayesinde verilerin etkili bir şekilde sunulmasını sağlar. Prism, doğrusal ve doğrusal olmayan analizler gibi biyolojik verilerle uyumlu özel analizleri destekler. Kullanıcı dostu arayüzü ile karmaşık istatistiksel analizleri ve grafikleri kolayca oluşturmak mümkündür[33]. Ancak, yazılım ücretli olup, bazı kullanıcılar için maliyetli olabilir ve daha özelleştirilmiş analizler için esneklik konusunda sınırlamalar olabilir.

Sonuç

Sağlık sektöründe kullanılan istatistik paket programları, veri analizini kolaylaştırarak bilimsel araştırmaların doğruluğunu artırır. SPSS, SAS, R, Python, MATLAB gibi programlar,

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

farklı alanlarda veri işleme ve modelleme süreçlerine katkı sağlar. Kullanım amacına ve veri büyüklüğüne bağlı olarak en uygun yazılımın seçilmesi, sağlık araştırmalarının kalitesini artıracaktır.

1. Chen, D.-G. and C.A. Coelho, *Biostatistics Modeling and Public Health Applications*. 2024, Springer.
2. Daniel, W.W. and C.L. Cross, *Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences*. 2018: Wiley.
3. Goldstein, N.D., M.T. LeVasseur, and L.A. McClure, *On the convergence of epidemiology, biostatistics, and data science.* Harvard data science review, 2020. **2**(2).
4. Moore, J.H., F.W. Asselbergs, and S.M. Williams, *Bioinformatics challenges for genome-wide association studies.* Bioinformatics, 2010. **26**(4): p. 445-455.
5. Hossain, M.S., *Importance of R program and SPSS program, which is required in Biostatistics for Analysing in public health.*
6. Zh, Z., et al., *SOFTWARE TOOLS FOR DOCTORS.* International journal of professional science, 2023(3): p. 45-55.
7. Tanner-Smith, E.E. and E. Tipton, *Robust variance estimation with dependent effect sizes: Practical considerations including a software tutorial in Stata and SPSS.* Research synthesis methods, 2014. **5**(1): p. 13-30.
8. Okagbue, H.I., et al. *Trends and usage pattern of SPSS and Minitab Software in Scientific research*. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. IOP Publishing.
9. Mayorga-Ponce, R.B., et al., *Programa SPSS.* Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2021. **10**(19): p. 282-284.
10. Özdamar, K., *SPSS ile Biyoistatistik (10. baskı).* Eskişehir: Nisan Kitabevi Yayınları, 2015.
11. George, D. and P. Mallery, *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. 2019: Routledge.
12. Alpar, R., *Spor, sağlık ve eğitim bilimlerinde uygulamalı istatistik.* Ankara: Detay Yayıncılık, 2022.
13. Rode, J.B. and M.M. Ringel, *Statistical software output in the classroom: A comparison of R and SPSS.* Teaching of Psychology, 2019. **46**(4): p. 319-327.
14. Wahlquist, A.E., et al., *Dissemination of novel biostatistics methods: Impact of programming code availability and other characteristics on article citations.* PloS one, 2018. **13**(8): p. e0201590.
15. Davies, T.M., *The book of R: a first course in programming and statistics*. 2016: No Starch Press.
16. Xia, Y., et al., *Introduction to R, RStudio and ggplot2*. Statistical analysis of microbiome data with R, 2018: p. 77-127.
17. Kronthaler, F. and S. Zöllner, *Data analysis with RStudio.* Data Analysis with RStudio, 2021.
18. Hair Jr, J.F., et al., *Overview of R and RStudio.* Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R, 2021: p. 31.
19. Ozgur, C., et al., *MatLab vs. Python vs. R.* Journal of data Science, 2017. **15**(3): p. 355-371.

20. Schoonjans, F., et al., *MedCalc: a new computer program for medical statistics.* Computer methods and programs in biomedicine, 1995. **48**(3): p. 257-262.
21. Gupta, A., et al. *Determining accuracy rate of artificial intelligence models using Python and R-Studio*. in *2021 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICAC3N)*. 2021. IEEE.
22. Allison, P.D., *Survival analysis using SAS: a practical guide*. 2010: Sas Institute.
23. Dmitrienko, A., *Analysis of clinical trials using SAS: a practical guide*. 2017: SAS institute.
24. Kohler, U. and F. Kreuter, *Data analysis using Stata*. 2005: Stata press.
25. Verardi, V. and C. Croux, *Robust regression in Stata.* The Stata Journal, 2009. **9**(3): p. 439-453.
26. Bischof, D., *New graphic schemes for Stata: plotplain and plottig.* The Stata Journal, 2017. **17**(3): p. 748-759.
27. Matlab, S., *Matlab.* The MathWorks, Natick, MA, 2012. **9**.
28. Python, W., *Python.* Python releases for windows, 2021. **24**.
29. Pedregosa, F., et al., *Scikit-learn: Machine learning in Python.* the Journal of machine Learning research, 2011. **12**: p. 2825-2830.
30. Khandekar, N., et al., *MedCalc-Bench: Evaluating Large Language Models for Medical Calculations.* arXiv preprint arXiv:2406.12036, 2024.
31. Dean, A.G., *Epi Info, version 6: a word-processing, database, and statistics program for public health on IBM-compatible microcomputers.* 1996.
32. Dean, A.G., et al., *Epi Info: a general-purpose microcomputer program for public health information systems.* American journal of preventive medicine, 1991. **7**(3): p. 178-182.
33. Swift, M.L., *GraphPad prism, data analysis, and scientific graphing.* Journal of chemical information and computer sciences, 1997. **37**(2): p. 411-412.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

PROBIOTIC MICROORGANISMS AND THEIR FUNCTIONS IN SOME TRADITIONAL FERMENTED BEVERAGES

Tuğba ASLAN*

Istanbul University, Institute of Graduate Studies in Sciences, Istanbul, TURKEY
tugbaslaann@gmail.com – ORCID ID:0009-0008-8841-4334

Res. Asst. Gülnihan SELİM

Istanbul University, Institute of Graduate Studies in Sciences, Istanbul, TURKEY
gulnihan.selim@istanbul.edu.tr – ORCID ID:0000-0002-0644-0061

Asst. Prof. Elif Özlem ARSLAN AYDOĞDU

Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Department of Fundamental and Industrial Microbiology, Istanbul, TURKEY
eoarslan@istanbul.edu.tr – ORCID ID:0000-0003-1294-7376

ABSTRACT

The term probiotic, which is formed from the words “pro” and “bios” meaning alive, is defined by the World Health Organization as a ‘living microorganism that provides health benefits to the host when taken in sufficient quantities’. Probiotics, which are natural members of the human intestinal microflora, are diverse and numerous. Common ones include lactic acid bacteria such as Enterococcus, Streptococcus, Bifidobacterium, Lactobacillus and fungi from the genera Aspergillus and Saccharomyces. Probiotic products are frequently used to increase the number of these beneficial microorganisms. It is known that the fermentation process, which has been going on for centuries, provides various benefits such as food preservation, taste, aroma, and flavor and supports the immune system with the probiotic microorganisms it contains and food production. Today, consumers demand healthy living and nutrition, and the increasing awareness of the beneficial effects of probiotics increases the demand for fermented beverages with high beneficial microorganism content. This study aimed to review the current studies on the probiotic profile of traditional fermented beverages such as shalgam, kefir, ayran, boza, hardaliye, and koumiss and their beneficial microorganism diversity. With this diversity, colonization and growth of beneficial bacteria can be promoted in many parts of the human body, especially in the intestines. In this way, probiotics have beneficial biological functions such as strengthening the immune system and aiding digestion, enriching nutritional value, increasing the bioavailability of macro and micronutrients, protecting perishable nutrients, antioxidant production, therapeutic effect, anti-inflammatory, anti-cholesterol, anti-diabetes, antimicrobial, antiallergic and anticancer. In addition, studies have revealed that it can improve mental health by reducing symptoms of anxiety,stress and depression, through a two-way communication system in the gut-brain axis.

Keywords: Probiotic, traditional fermented beverage, functional food, antimicrobial, anticancer.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

BAZI GELENEKSEL FERMENTE İÇECEKLERDE PROBİYOTİK MİKROORGANİZMALAR VE FONKSİYONLARI

ÖZET

Canlı için anlamına gelen "pro" ve "bios" kelimelerinden oluşan probiyotik terimi, Dünya Sağlık Örgütü tarafından 'yeterli miktarlarda alındığında konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizma' şeklinde tanımlanmaktadır. İnsan bağırsak mikroflorasının doğal üyeleri olan probiyotikler, çok çeşit ve sayıdadır. Yaygın olanlar arasında, Lactobacillus, Streptococcus, Enterococcus, Bifidobacterium gibi laktik asit bakterileri ile Aspergillus ve Saccharomyces cinslerinden mantarlar yer almaktadır. Bu yararlı mikroorganizmaların sayısını arttırmak amacıyla probiyotik ürünler sıklıkla kullanılmaktadır. Yüzyıllardır süregelen fermentasyon işleminin gıda üretiminin yanı sıra içerdiği probiyotik mikroorganizmalarla gıdayı koruma, tat, aroma, lezzet katma ve immün sistemi destekleme gibi çeşitli faydalar sağladığı bilinmektedir. Günümüzde tüketicilerin sağlıklı yaşam ve beslenme üzerine talebi, probiyotiklerin yararlı etkilerine ilişkin farkındalığın artması beraberinde yararlı mikroorganizma içeriği yüksek olan fermente içeceklere de talebi arttırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, geleneksel fermente içeceklerimizden şalgam, kefir, ayran, boza, hardaliye ve kımız sahip olduğu faydalı mikroorganizma çeşitliliğiyle sahip olduğu probiyotik profilini ortaya koyan güncel çalışmaları derlemektir. Bu çeşitlilikle, bağırsaklar başta olmak üzere insan vücudunun birçok kısmında faydalı bakterilerin kolonizasyonu ve gelişimi teşvik edilebilir. Dolayısıyla probiyotikler, bağışıklık sistemini güçlendirme ve sindirime yardımcı olma, besin değerini zenginleştirme, makro ve mikro besinlerin biyoyararlanımını arttırma, bozulabilir besinleri koruma, antioksidan üretimi, terapötik etki, anti-inflamatuar, anti-kolesterol, anti-diyabet, antimikrobiyal, anti-alerjik ve anti-kanser gibi yararlı biyolojik işlevlere sahiptir. Ayrıca, bağırsak-beyin ekseninde çift yönlü bir iletişim sistemi ile depresyon, anksiyete ve stres semptomlarını azaltarak ruh sağlığını iyileştirebileceği yapılan çalışmalarla açığa çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, geleneksel fermente içecek, fonksiyonel gıda, antimikrobiyal, antikanser.

1. INTRODUCTION

The World Health Organization defines the term probiotic as 'live microorganisms that, when taken in sufficient quantities, provide health benefits to the host' (Latif et al., 2023). There are many types and numbers of beneficial microorganisms naturally present in the gut microbiome. The most common probiotics that generate the microflora are *Bifidobacterium bifidum, B. lactis, B. infantis, Streptococcus intermedius, Lactobacillus acidophilus, L. rhamnosus, L. plantarum, L. paracasei, L. casei, L. johnsonii, L. reuteri, Pediococcus cerevisiae, P. acidilactici, Aspergillus niger, A. oryzae, Saccharomyces cerevisiae S. bourlardii,* and *Propionibacterium freudenreichii, P. shermanii* (Romero et al, 2022). The fermentation process, which has been carried out throughout history, enables these probiotic microorganisms to add taste, aroma, and flavor to the food, increase its nutritional value, and extend its shelf life (Ashaolu, 2019). Today, the increasing demand of consumers for healthy nutrition and life, awareness of the beneficial effects of probiotic products, and the demand for fermented beverages with high probiotic content have increased. In this context, traditional fermented

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

beverages such as shalgam, ayran, boza, kefir, hardaliye and koumiss are the most preferred probiotic sources due to their diversity of beneficial microorganisms. With this diversity, it promotes the growth of beneficial bacteria, especially in the gastrointestinal tract, strengthening the immune system and aiding digestion, weight control, reducing the risk of cardiovascular disease, anti-inflammatory, anti-cholesterol, antioxidant production, antiallergic, anticancer, anti-diabetes and reducing symptoms of depression, anxiety, and stress through a two-way communication system in the gut-brain axis. At the same time, vitamins, minerals, enzymes such as proteinases and peptidases, and bacteriocins synthesized by probiotic microorganisms provide antimicrobial effects by inhibiting pathogens (Mokoena et al., 2016; Şanlier et al., 2019; Cuamatzin-García et al., 2022). This review will discuss the microorganisms and their functions in fermented beverages such as shalgam, kefir, ayran, boza, hardaliye, and koumiss.

2. TRADITIONAL FERMENTED BEVERAGES

2.1 Shalgam

Shalgam, a traditional Turkish drink, is obtained by fermentation of sour, opaque, and dark red colored, black or purple carrot, wheat or bulgur flour, sour yeast, pepper powder, salt, and sufficient amount of water (Tanguler et al., 2017) (Figure 1). The mixture, which is regularly mixed for 2-4 weeks and fermented at 10-35 ºC, is then filtered and ready to drink. Shalgam is produced in the Mediterranean region of Turkey in the provinces of İçel, Hatay, Kahramanmaraş, Adana, and Osmaniye and is consumed in Turkey and other countries. It contains *Lactobacillus plantarum spp. arabinosus, Lb. reuteri, Lb. fermentum, Lb. buchneri, Lb. brevis, Lb. paracasei, Lb. pentosus, Lb. helveticus, Lactococcus, Pediococcus, Leuconostoc*, and *Saccharomyces cerevisiae* (Coşkun, 2017). While these bacteria intensively produce lactic acid and create the beverage's characteristic taste, they also release ethanol and many other organic compounds and allow the beverage to have a long shelf life without preservative additives (Akbulut et al., 2024). In particular, lactic acid gives the shalgam a sour taste, regulates the pH level by facilitating digestion and refreshes, and supports the use of some minerals in a more beneficial way (Erten et al., 2016).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

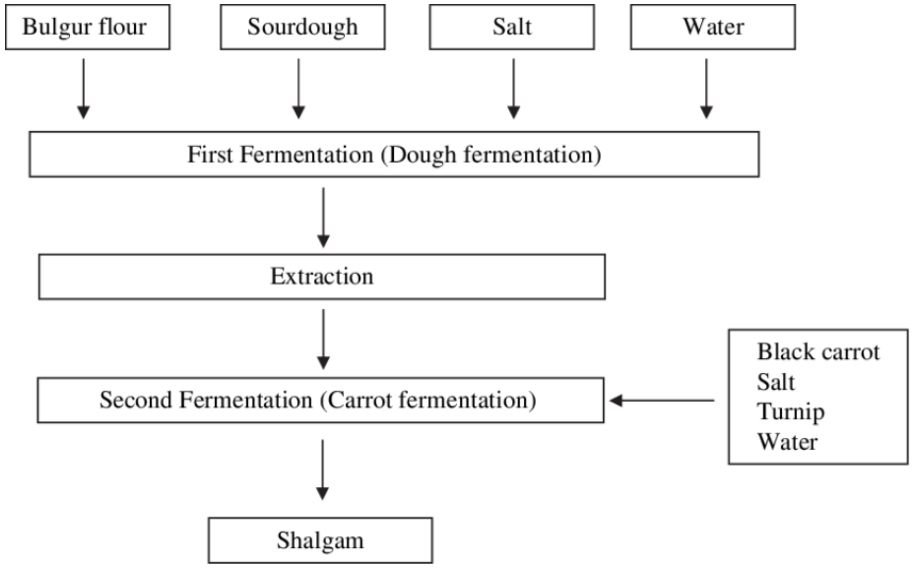


Figure 1. Shalgam production using the traditional method (Tanguler et al., 2017).

This beverage, which is rich in minerals such as potassium, calcium, iron, magnesium, phosphorus, sulfur, and iodine and vitamins A, B, and C, also contains anthocyanins, carotenoids, and phenolic compounds thanks to the vegetables used in its preparation and is therefore defined as a functional food with antioxidant and anticancer effects. Flavonoids, in particular, have anti-inflammatory and antiallergic effects, according to the results of cellular studies and human clinical trials (Rakha et al., 2022). In addition, this drink, which is beneficial for eye health, cleanses the lungs and bronchi, and has diuretic properties, also helps to remove toxins from the body (İncedayı et al., 2008).

In the study conducted in 2022, probiotic bacteria isolated from shalgam inhibited the pathogens *Bacillus cereus, vancomycin-resistant Enterococcus* (VRE), *Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus epidermidis, methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) *S. aureus, Salmonella typhi, E. coli, Pseudomonas aeruginosa,* and *Candida albicans pathogens* (Aladeboyeje et al.,2022).

2.2 Kefir

Kefir is a fermented drink that spread worldwide from the northern Caucasus about 1000 years ago (Ganatsios et al., 2021). Traditionally, kefir was first obtained by fermenting kefir grains with goat or cow milk and spread worldwide (Guzel-Seydim et al., 2021) (Figure 2). Kefir consists of fat, protein, and lactic acid (10%, 2.7%, and 0.6%, respectively). It is a potent probiotic drink with probiotic bacteria. Many species belonging to the *genera Lactobacillus, Leuconostoc, , Lactococcus, Bifidobacteria*, as an important acetic acid bacteria *Acetobacter,* and yeasts (*Zygosaccharomyces sp., Kluyveromyces sp., Saccharomyces sp., Torulopsis sp.,* and *Candida sp.*) provide antimicrobial properties in kefir grains through a complex symbiotic relationship (Farag et al., 2020). It is also a functional fermented beverage with a high potential to support health and homeostasis with its antiallergic, anti-inflammatory, antidiabetic, antioxidant activity, anticancer, immunomodulatory, and hypocholesterolemic properties (Salari et al., 2021).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

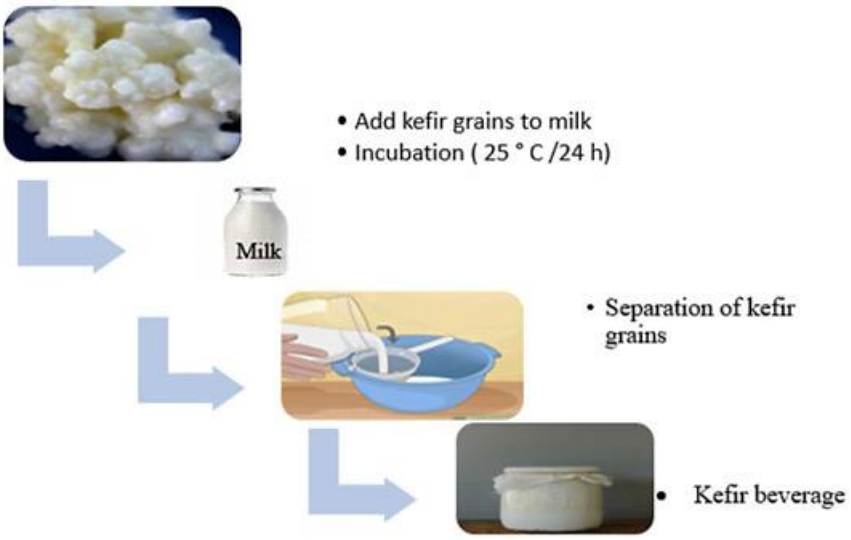


Figure 2. Kefir fermentation process (Touranlou et al., 2023).

Kefir has high nutritional, biological and dietetic value due to its amino acids (lysine, cysteine, proline, isoleucine, arginine, rheonine, serine, alanine, isoleucine, and phenylalanine), bacteriocins, vitamins (A, B1, B5, B6, B12, E, K, C), folic acid, microelements and minerals (Noğay, 2019). Furthermore, kefir probiotic microorganisms inhibit pathogenic microorganisms such as *Helicobacter, Shigella, Staphylococcus, Salmonella* and *E. coli* due to the production of antimicrobial agents, such as bacteriocin, lactic acid, and some antibacterial compounds (Touranlou et al., 2023).

A study tested the antimicrobial and antioxidant activity of kefir drinks made with raw, pasteurized, and whey against *Cronobacter sakazakii* and *Escherichia coli*. The highest antioxidant activity was found in kefir made with pasteurized milk. In addition, microbial extracts from kefir made with raw milk inhibited *C. sakazakii* and strains from kefir made with whey inhibited *E. coli.* These results suggest that milk kefir beverages would provide an excellent defense against pathogenic bacteria that cause gastrointestinal disorders (Aguirre-Ramírez et al., 2025).

The effect of kefir on cancer cell lines has also been proven by studies. When Khoury et al. (2014) examined the effect of kefir on colorectal cancer (CRC) cells, they were able to inhibit proliferation in cancer cells. In addition, in this study, they found that kefir induced apoptosis in CRC lines, but it did not have an effect on the movement and invasion of these cells. It is also known that consumption of kefir supports the treatment process of individuals receiving strong drug treatment, such as cancer patients, due to its supportive effect on the digestive system.

In another study, the effect of kefir supplementation in the diet of monosodium glutamate (MSG)-induced MetS-induced Spontaneously Hypertensive Rats (SHR) determined its effect on inflammation, oxidation, metabolic parameters, glycemic index control, and marker expression. It was reported that kefir supplementation decreased insulin resistance, plasma triglycerides, liver triglyceridesfasting glucose, liver lipids, fasting insulin, lipid oxidation

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

products, pro-inflammatory cytokine expression, thoracic circumference, abdominal circumference, and increased anti-inflammatory cytokine expression (Rosa et al., 2016). In a study published in 2017, the effect of kefir powder added to the diet on body fat was examined. In the study conducted on obese mice, the preventive effects of 0.1-0.2% kefir powder on fat accumulation in the liver tissues of obese mice on a high-fat diet were investigated. The researchers stated that kefir reduced serum triacylglycerol and total and low-density lipoprotein-cholesterol concentrations, and therefore it is a useful functional food in the treatment of obesity (Choi et al., 2017).

2.3 Ayran

Ayran, is a traditional fermented milk (cow, sheep, or goat) drink. Due to its vitamin and high calcium content, ayran is an important easy-to-digest beverage that supports bone development and intestinal health, helps the body's water and electrolyte balance (Ergin, 2021). This drink, which has different or similar names in many countries such as Cyprus, Iran, Iraq, India, Armenia, Lebanon, Syria, and Jordan (ayrani, doogh, laban erbil, lassi, tan, laban ayran, and shenina, respectively), is a drink whose taste may vary depending on the milk, yeast, and fermentation conditions used in its production. In fact, in traditional Turkish ayran production, milk is not fermented to form ayran. Instead, in a two-stage process, yoghurt is first obtained from the milk, then water and salt are added to this yoghurt and the mixture is stirred continuously until it is homogenous at room temperature (Shalabi et al., 2024).

In a 2021 study conducted in Russia, the antibacterial effect of ayran was investigated and antibacterial effect against some important pathogens, such as *S. aureus, E. coli, Clostridia difficile,* and *Salmonella* Typhimurium*,* was reported (Kaledina et al., 2021).

2.4 Boza

According to records, boza is a traditional fermented grain beverage that originated in Mesopotamia 9000 years ago and spread from Central Anatolia to other countries during the Ottoman Empire (Kavruk et al., 2021). It is popular mainly in Turkey, Kyrgyzstan, Kazakhstan, Albania, Macedonia, Bulgaria, Bosnia, Montenegro, Romania, Herzegovina, and some parts of Serbia (Petrova et al., 2017). It is known for its light to dark beige color, viscous texture, and sweet to slightly sharp/sour aroma. It is produced by fermenting sugar with wheat, rye, millet, corn, and other grains (Figure 3). It contains predominantly lactic acid bacteria from the genera *Leuconostoc, Lactobacillus, Oenococcus, Pediococcus, Enterococcus, Weissella,* and *Lactococcus* and fungi *Saccharomyces cerevisiae* and *Candida tropicali* (Pulatsu et al., 2024). Many of these bacteria are already known as beneficial strains for probiotics, starter cultures, and food biopreservation (Queiroz et al., 2022). Boza is considered a fermented food that contributes to human nutrition with its protein, fat, carbohydrate, lactic acid, fiber, vitamins A, B (1,2,3,6) and mineral content such as P, Fe, Zn, Ca, Na, and contributes to the homeostasis and healthy functioning of many organs and systems, especially the digestive and immune systems (Petrova et al., 2017).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

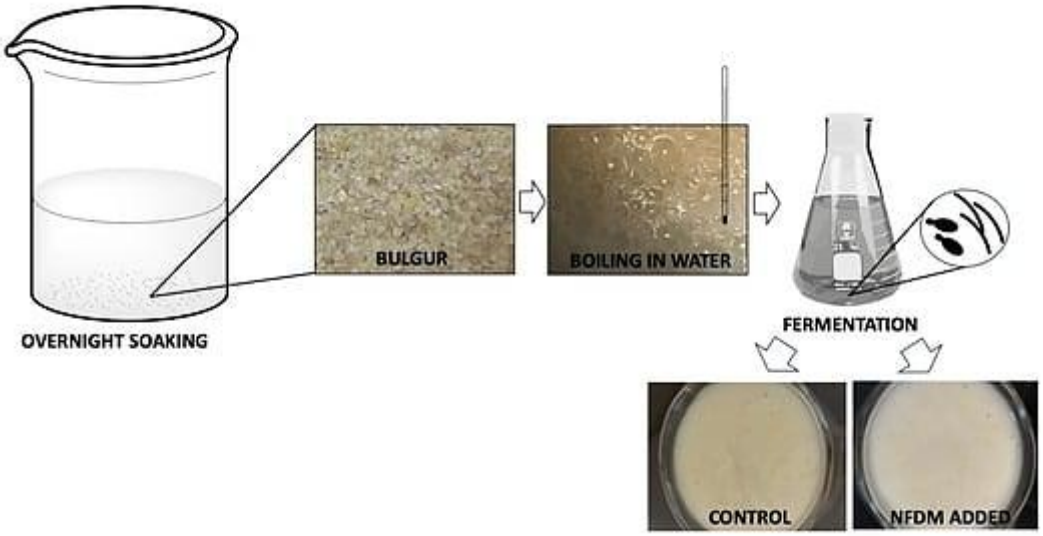


Figure 3. Boza fermentation stage (Pulatsu et al., 2024).

The effect of bacteria involved in boza fermentation on foodborne pathogens is quite popular as a subject of study, as in many other fermented foods. In particular, the already known antimicrobial effects of LAB species form the basis of this situation. In a study conducted in 2024, it was determined that LAB strains (particular, *L. hordei, Lp. plantarum, P. acidilactici, Lc. lactis*) obtained from boza exhibited strong cytotoxic effects on Salmonella Typhimurium and Listeria monocytogenes (Usal et al., 2024).

2.5 Hardaliye

Hardaliye is a traditional Ottoman drink that is estimated to have first appeared 500 years ago. It is a non-alcoholic lacto-fermented beverage made from grapes, grape juice, mustard seeds, crushed cherry leaves and benzoic acid (Coşkun et al., 2018). It is made from ripe fresh grapes in the Thrace region of Turkey, in Kırklareli and surrounding provinces. Hardaliye takes its color from the grapes used, and is generally known for its dark color, slightly burning astringent taste, and pleasant smell (Coşkun, 2017). Thanks to the probiotic lactic acid bacteria contributing to the fermentation stage, it is an even more valuable and frequently preferred functional drink (Coşkun, 2012). Probiotic bacteria positively affect the immune system and enhance the anti-tumor effect by supporting the production of immunoglobulin A and gamma interferon. Probiotic microorganisms taken into the digestive system through hardaliye reduce the activity of enzymes such as nitroreductase, azotoreductase and b-glucuronidase in the intestine and provide an anticancer effect by preventing the conversion of pro-carcinogenic substances into carcinogens (Coşkun, 2017). In addition, mustard oil found in hardaliye exhibits antimicrobial properties against some known pathogenic microorganisms and helps to heal circulatory system disorders, bronchitis, and colds (Aladeboyeje et al., 2021).

Allyl isothiocyanates found in mustard seeds reduce alcohol formation by reducing yeast activity. It has been reported that hardaliye consumption causes a significant decrease in

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

homocysteine, diene conjugate and malondialdehyde concentrations due to the antioxidant effect caused by the phenolic compounds it contains (Coşkun, 2018).

In a study conducted in 2022, fumaric acid and ascorbic acid were detected by chemical analysis of hardaliye samples. These organic compounds were reported to have antibacterial and antioxidant effects against S. Epidermidis (Silva et al., 2022).

Another study showed that probiotic strains obtained from homemade hardaliye had antimicrobial effects on *S. typhimurium, E. coli, S. aureus* and *B. cereus* (Gündüz et al., 2019).

2.6 Koumiss

Koumiss, also called "Kumuz" or "Turkestan Boza" in some regions, is a traditional fermented beverage of nomadic societies in Central Asia, obtained using mare's milk and starter cultures (yeast and lactic acid bacteria such as *Lb. plantarum, Lb. helveticus, Lb. bulgaricus*) (Maikanov et al., 2023). This beverage is rich in vitamins B2, B12, C, E, and A, minerals such as P, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, and Zn, and contains essential fatty acids such as linoleic, pantothenic, and linoleic acids. With its high nutritional content, kumis strengthens the immune system and balances blood pressure, and is an important functional food in societies where it is consumed, with beneficial effects on the liver, nerves, kidneys, endocrine glands, and circulatory systems (Afzaal et al., 2021) (Figure 4). Studies have shown that probiotic bacteria such as Lacticaceae regulate the immune system by inducing the secretion of IgG and IL-2, while they can also secrete antibacterial compounds such as ascorbic acid and citric acid for specific immunopotentiation with *Saccharomyces* species (Xue et al., 2023).In the study, the inhibitory effect of probiotic strains isolated from 10 koumiss samples on Enterobacteriaceae, Staphylococcus, and Micrococcus pathogen species was reported as a result of 5, 10, 15 and 20-day follow-up (Istanbullugil et al., 2024). Another study showed that *L. Casei* in koumiss could prevent or alleviate inflammatory reactions by reducing the amount of tumor necrosis factor-α (TNF-α) (Ya et al., 2008).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

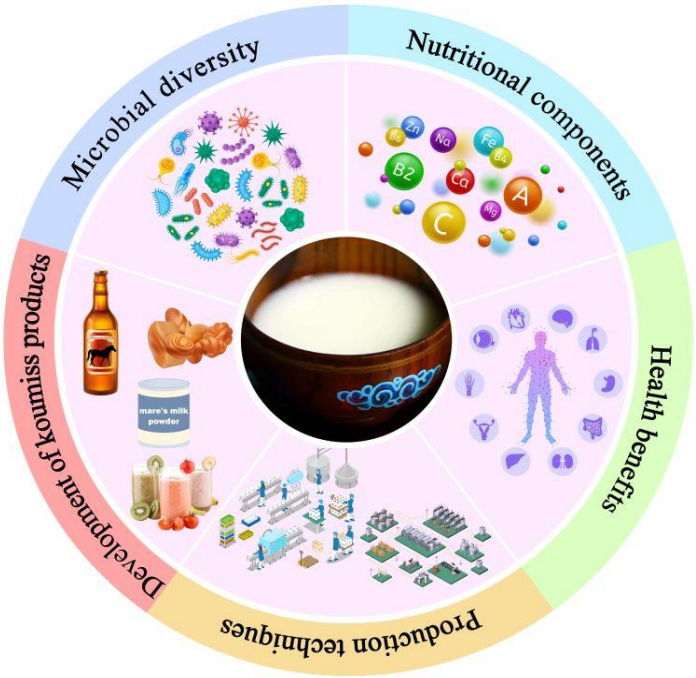


Figure 4. Functional properties of koumiss (XiLin et al., 2025).

There are also studies on the use of koumiss in cancer prevention as a protective food. It is suggested that the probiotics it contains play a role in regulating the intestinal flora. In a study, it was determined that long-term consumption of this beverage reduced *Bacteroides uniformis* concentrations. This bacterium, known to break down isoflavones, is associated with low estrogen levels. The elimination of the bacteria from the intestinal flora increased the concentration of isoflavones that can bind to estrogen receptors in patients. The study emphasized that regular koumiss consumption may be beneficial for the prevention of cancer types that develop due to estrogen deficiency, especially breast cancer (Renouf et al., 2011).

3. CONCLUSION

Probiotics are beneficial microorganisms naturally found in the intestinal microbiome. Among our traditional fermented drinks, shalgam, kefir, ayran, boza, hardaliye, and koumiss are important for human health because they contain many probiotic microorganisms. Probiotic fermented beverages are products that provide biological functions such as helping digestion by strengthening the immune system, being preferred in the diet by providing weight control, reducing the risk of cardiovascular disease, providing antioxidant, anti-inflammatory, anti-cholesterol, anti-diabetes, antiallergic, anticancer effects through substances produced by beneficial microorganisms such as lactic acid bacteria, and reducing symptoms of depression, anxiety, and stress through a two-way communication system in the gut-brain axis. The importance given to fermented probiotic beverages is increasing day by day due to these beneficial effects reported by studies and also due to the increasing desire and awareness of consumers for a healthy life. There are studies on this subject, but they are not sufficient. This review was prepared to initiate new studies on probiotic fermented beverages.

REFERENCES

Afzaal, M., Saeed, F., Anjum, F., Waris, N., Husaain, M., Ikram, A., ... & Suleria, H. (2021). Nutritional and ethnomedicinal scenario of koumiss: A concurrent review. *Food science & nutrition*, *9*(11), 6421-6428.

Agirman, B., & Erten, H. (2018). The influence of various chloride salts to reduce sodium content on the quality parameters of şalgam (Shalgam): a traditional Turkish beverage based on black carrot. *Journal of Food Quality*, *2018*(1), 3292185.

Aguirre-Ramírez, D., Abad, I., Pinilla, E., Pérez, M. D., Grasa, L., & Sánchez, L. (2025). Antibacterial activity and antioxidant capacity of dairy kefir beverages. *International Journal of Dairy Technology*, *78*(1), e13153.

Akbulut, M., Tekçe, N., & Çoklar, H. (2024). Evaluation of Grape Pomace in Production of Shalgam Juice: Effects on Some Physicochemical, Microbiological and Sensorial Properties. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *67*, e24230582.

Aladeboyeje, O. T., Sanli, N. O., & Buyuk, U. (2022). Evaluation of the Antimicrobial Efficacy of some Fermented Traditional Turkish Beverages with Probiotic Potentials: The first study to evaluate antimicrobial properties of isolates from five beverages against a broad spectrum of human microbial pathogens. *Johnson Matthey Technology Review*, *66*(3), 337-350.

Ashaolu, T. J. (2019). A review on selection of fermentative microorganisms for functional foods and beverages: the production and future perspectives. *International Journal of Food Science and Technology*, *54*(8), 2511-2519.

Atmaca, B., Demiray, M., Akdemir Evrendilek, G., Bulut, N., & Uzuner, S. (2023). High-Pressure Processing of Traditional Hardaliye Drink: Effect on Quality and Shelf-Life Extension. *Foods*, *12*(15), 2876.

Badem, A. (2021). Türk Mutfağında Bazı Geleneksel Fermente Gıdalar ve Sağlık ve Gastronomi Açısından Değerlendirilmesi. *Ortak Editörler*, 159.

BAYAT, G. (2020). The oldest fermented Turkish beverage in traditional Turkish cuisine: Koumiss (Kımız). *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, *8*(2), 816-824.

Choi, J. W., Kang, H. W., Lim, W. C., Kim, M. K., Lee, I. Y., & Cho, H. Y. (2017). Kefir prevented excess fat accumulation in diet-induced obese mice. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, *81*(5), 958–965.

Coskun, F. (2017). A Traditional Turkish Fermented Non-Alcoholic Beverage, “Shalgam”. *Beverages*, *3*(4), 49.

Coskun, F. (2017). A Traditional Turkish Fermented Non-Alcoholic Grape-Based Beverage, “Hardaliye”. *Beverages*, *3*(1), 2.

Coşkun, F., Arıcı, M., Çelikyurt, G., & Gülcü, M. (2012). Changes occuring at the end of storage in some properties of hardaliye produced by using different methods.

Coşkun, F., Arıcı, M., Gulcu, M., Çelikyurt, G., et al. (2018). Physicochemical, Functional and Microbiological Properties of Hardaliye Beverages Produced from Different Grapes and Collected from Different Households. Journal of Agricultural Sciences, 24(2), 278-285.

Cuamatzin-García, L., Rodríguez-Rugarcía, P., El-Kassis, E. G., Galicia, G., Meza-Jiménez, M. L., Baños-Lara, M. D. R., Zaragoza-Maldonado, D. S., & Pérez-Armendáriz, B. (2022). Traditional Fermented Foods and Beverages from around the World and Their Health Benefits. *Microorganisms*, *10*(6), 1151.

Delikanlı Akbay G. Kefirin Antikanserojenik Rolü. J Cumhuriyet Univ Health Sci Inst. 2020;5(2):73-82.

Ergin F (2021) The influence of incubation temperature and starter culture type on physical properties of Ayran. AUDJG Food Techol 45:102–117. 10.35219/foodtechnology.2021.1.07

Erten H. and Tanguler H., Y. H. Hui, E. Ö. Evranuz, H. Erten, G. Bingöl, and M. E. J. Flores, Shalgam (Şalgam): a traditional Turkish lactic acid fermented beverage based on black carrot, *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*, 2016, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 841–849.

Farag, M. A., Jomaa, S. A., Abd El-Wahed, A., & R. El-Seedi, H. (2020). The many faces of kefir fermented dairy products: Quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. *Nutrients*, *12*(2), 346.

Ganatsios, V., Nigam, P., Plessas, S., & Terpou, A. (2021). Kefir as a Functional Beverage Gaining Momentum towards Its Health Promoting Attributes. *Beverages*, *7*(3), 48.

Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., & Greene, A. K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, *113*, 42-53.

Gündüz, G. T., Korkmaz, A., Solak, E., & Sözbir, H. D. (2019). Antimicrobial, antioxidant activities and total phenolic contents of the traditional turkish beverages produced by using grapes. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *7*, 119-125.

Hassan, AM, Shalabi, OM, Ismail, MM ve Kamal El-Menawy, R. (2025). Çeşitli Kültürler Kullanılarak Hazırlanan Biyo-ayranın Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri. *Güncel Fonksiyonel Gıdalar*, *3* (1), E160823219783.

Hong, W. S., Chen, Y. P., & Chen, M. J. (2010). The antiallergic effect of kefir Lactobacilli. *Journal of Food Science*, *75*(8), H244-H253.

Istanbullugil, F. R., Risvanli, A., Salikov, R., Bayraktar, M., Zhunushova, A., Acaroz, U., ... & Uz, M. (2024). Koumiss and immunity: A thorough investigation of fermentation parameters and their impact on health benefits. *Journal of Dairy Science*, *107*(9), 6451-6459.

İncedayı, B.; Uylaşer, V.; Çopur, U.A. A Traditional Turkish beverage shalgam: Manufacturing technique and nutritional value. *J. Food Agric. Environ.* **2008**, *6*, 31–34.

Kaledina, M. V., Popenko, V. P., Shevchenko, N. P., & Chuev, S. A. (2021). Kefir and ayran–traditional fermented products of Russia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 845, No. 1, p. 012109). IOP Publishing.

Kavruk, M., Zaferyurt, M. N., Taşbaşı, B. B., Acar, E. E., Soyuçok, A., Altunbaş, O., Özalp, V. C, Sudağıdan, M. (2021). Alteration of Boza microbiota in the fermentation process. Kocatepe Vet J. 14(2): 238-246.

Khoury N, El-Hayek S, Tarras O, El-Sabban M, ElSibai M, Rizk S (2014) Kefir exhibits antiproliferative and pro-apoptotic effects on colon adenocarcinoma cells with no significant effects on cell migration and invasion. Int. J. Oncol 45: 2117–21

Latif, A.; Shehzad, A.; Niazi, S.; Zahid, A.; Ashraf, W.; Iqbal, M.W.; Rehman, A.; Riaz, T.; Aadil, R.M.; Khan, I.M.; et al. Probiotics: Mechanism of action, health benefits and their application in food industries. *Front. Microbiol.* **2023**, *14*, 1216674, Erratum in *Front. Microbiol.* **2024**, *15*, 1378225.

Maikanov, B., Auteleyeva, L., Satayeva, Z., & Aipova, A. (2023). The development of balqymyz beverage from honey and koumiss. *Journal of Agriculture and Food Research*, *14*, 100731.

Mokoena, M. P., Mutanda, T., & Olaniran, A. O. (2016). Perspectives on the probiotic potential of lactic acid bacteria from African traditional fermented foods and beverages. *Food & Nutrition Research*, *60*(1), 29630.

Noğay, N. H. (2019). Kefir Beverage and Its Effects on Health Milk-Based Beverages, Woodhead Publishing.

Petrova, P., & Petrov, K. (2017). Traditional cereal beverage boza fermentation technology, microbial content and healthy effects. In *Fermented Foods, Part II* (pp. 284-305). CRC Press.

Pulatsu, E., Malik, S., Lin, M., Krishnaswamy, K., & Vardhanabhuti, B. (2024). Preparation and Characterization of Boza Enriched with Nonfat Dry Milk and Its Impact on the Fermentation Process. *Gels*, *10*(1), 22.

Pyo, Y., Kwon, K. H., & Jung, Y. J. (2024). Probiotic Functions in Fermented Foods: Anti-Viral, Immunomodulatory, and Anticancer Benefits. *Foods*, *13*(15), 2386.

Queiroz, L. L., Hoffmann, C., Lacorte, G. A., de Melo Franco, B. D. G., & Todorov, S. D. (2022). Genomic and functional characterization of bacteriocinogenic lactic acid bacteria isolated from Boza, a traditional cereal-based beverage. *Scientific Reports*, *12*(1), 1460.

Rakha, A., Umar, N., Rabail, R., Butt, M. S., Kieliszek, M., Hassoun, A., Aadil, R. M. (2022). Anti-inflammatory and antiallergic potential of dietary flavonoids: A review. Biomedicine & Pharmacotherapy, 156.

Renouf, M, and Hendrich, S. *Bacteroides uniformis* is a putative bacterial species associated with the degradation of the isoflavone genistein in human feces. *J Nutr*. (2011) 141:1120–6.

Romero, J.; Albertos, I.; Díez-Méndez, A.; Poveda, J. Control of postharvest diseases in berries through edible coatings and bacterial probiotics. *Sci. Hortic.* **2022**, *304*, 111326.

Rosa, D. D., Grześkowiak, Ł. M., Ferreira, C. L., Fonseca, A. C., Reis, S. A., Dias, M. M., Siqueira, N. P., Silva, L. L., Neves, C. A., Oliveira, L. L., Machado, A. B., & Peluzio, M.doC. (2016). Kefir reduces insulin resistance and inflammatory cytokine expression in an animal model of metabolic syndrome. *Food & function*, *7*(8), 3390–3401.

Salari, A., Ghodrat, S., Gheflati, A., Jarahi, L., Hashemi, M., & Afshari, A. (2021). Effect of kefir beverage consumption on glycemic control: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Complementary therapies in clinical practice*, *44*, 101443.

Shalabi, O. M. A. K., Hassan, A. M., Ismail, M. M., & El-Menawy, R. K. (2024). Characterization of the Ayran Made with Commercial Probiotic Cultures for Fatty Acids, Cholesterol, Folic Acid Levels, and Anti-Oxidative Potential. *Probiotics and antimicrobial proteins*, *16*(3), 1065–1075.

Silva Polat, S. A. R. I., Harika Öykü, D. İ. N. Ç., Betül BÜYÜKKILIÇ, A. L. T. I. N. B. A. Ş. A. K., Pelin YÜKSEL, M. A. Y. D. A., Özer AKGÜL, B. S., & Yaşar Ali, Ö. N. E. R. (2022). Investigation of bioactive components, antioxidant and antimicrobial activities of traditional turkish beverage hardaliye.

Şanlier, N., Gökcen, B. B., & Sezgin, A. C. (2019). Health benefits of fermented foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, *59*(3), 506-527.

Tanguler, H., Selli, S., Sen, K. *et al* (2017). Aroma composition of shalgam: a traditional Turkish lactic acid fermented beverage. *J Food Sci Technol* **54**, 2011–2019.

Touranlou, F. A., Noori, S. M. A., Salari, A., Afshari, A., Hashemi, M. (2023). Application of kefir for reduction of contaminants in the food industry: A systematic review. International Dairy Journal, 146.

Udayakumar, S., Rasika, D. M., Priyashantha, H., Vidanarachchi, J. K., & Ranadheera, C. S. (2022). Probiotics and beneficial microorganisms in biopreservation of plant-based foods and beverages. *Applied Sciences*, *12*(22), 11737.

Usal, M., Özgölet, M., Arici, M., & Törnük, F. (2024). Enzymatic and antimicrobial activities of lactic acid bacteria and yeasts isolated from boza, a traditional fermented grain based beverage. *Food Bioscience*, *61*, 104681.

XiLin, T., He, X. L., Bi, Y. Q., Gao, Y., Chen, A., Urtnasan, M., ... & Li, M. H. (2025). Research progress on chemical composition, microbial diversity and effects on human health of koumiss. *Food & Medicine Homology*, *2*(2).

Xue, W., Yuan, X., Ji, Z., Li, H., & Yao, Y. (2023). Nutritional ingredients and prevention of chronic diseases by fermented koumiss: a comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, *10*, 1270920.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Ya, T., Zhang, Q., Chu, F., Merritt, J., Bilige, M., Sun, T., ... & Zhang, H. (2008). Immunological evaluation of Lactobacillus casei Zhang: a newly isolated strain from koumiss in Inner Mongolia, China. *BMC immunology*, *9*, 1-9.

Yilmaz-Ersan, L., & Turan, M. A. (2012). Major and Minor Element Concentrations in Fermented Shalgam Beverage. *International Journal of Food Properties*, *15*(4), 903–911

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

BACTERIAL SYNTHESIS OF METAL NANOPARTICLES AND THEIR POTENTIAL FOR USE IN AGRICULTURE

Hilal SEKMAN*
Istanbul University, Institute of Graduate Studies in Sciences, Istanbul, TURKEY
hilalsekman2019@ogr.iu.edu.tr - ORCID ID: 0009-0006-6271-8765

Asst. Prof. Elif Özlem ARSLAN AYDOĞDU

Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Department of Fundamental and Industrial Microbiology, Istanbul, TURKEY
eoarslan@istanbul.edu.tr - ORCID ID:0000-0003-1294-7376

ABSTRACT

The population of the world will become 10 billion by 2050, further increasing the food requirement in the wake of threats from climate change. Plant diseases result in significant losses in agriculture, and high wastage of food and low productivity of crops can create more problems in the future. Current practices are not adequate to prevent future issues. In this context, the recent advancement in nanotechnology has helped immensely in addressing issues in agriculture. This technology, by the development of nano-sized particles, is considered a promising strategy for the future due to its environmentally sustainable and friendly sustainable nature. Nanoparticles can be produced using different organisms. Bacteria are the preferred choice for nanoparticle production due to their simplicity of growth, low expense, diversity, and metal reduction potential. These nanoparticles have the potential to be utilized in pathogen management, plant growth, and new packaging in agriculture. There are limited reports on this topic, which indicates that there is a need for more comprehensive research. This study reviewed current studies on bacteria-mediated production of metal nanoparticles and their potential use in agriculture. Studies on the effects of nanoparticles such as titanium, silver, gold, zinc oxide, carbon, silica, and boron on plant growth and protection are increasing day by day. Different types of nanoproducts, such as nanofertilizers, nanobiosensors, and nanopests, are used in agriculture, and some studies show that some nanoparticles have a supportive effect on plant microbiomes.

Keywords: Nanoparticle, Green synthesis, Agriculture

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

METAL NANOPARTİKÜLLERİN BAKTERİYEL SENTEZİ VE TARIMDA KULLANIM POTANSİYELLERİ

ÖZET

Dünya nüfusu 2050 yılına kadar 10 milyara ulaşacak ve iklim değişikliğinden kaynaklanan tehditlerin ardından gıda ihtiyacı daha da artacaktır. Bitki hastalıkları tarımda önemli kayıplara neden olurken, yüksek gıda israfı ve düşük ürün verimliliği gelecekte daha fazla sorun yaratabilir. Mevcut uygulamalar gelecekteki sorunları önlemek için yeterli değildir. Bu bağlamda, nanoteknolojideki son gelişmeler tarımdaki sorunların ele alınmasına büyük ölçüde yardımcı olmuştur. Bu teknoloji, nano boyutlu partiküllerin geliştirilmesiyle, çevresel olarak sürdürülebilir ve dost, sürdürülebilir doğası nedeniyle gelecek için umut verici bir strateji olarak kabul edilmektedir. Nanopartiküller farklı organizmalar kullanılarak üretilebilir. Bakteriler, kolay büyümeleri, düşük maliyetleri, çeşitlilikleri ve metal indirgeme potansiyelleri nedeniyle nanopartikül üretimi için tercih edilen seçeneklerdir. Bu nanopartiküller patojen yönetimi, bitki büyümesi ve tarımda yeni ambalajlama alanlarında kullanılma potansiyeline sahiptir. Bu konuda sınırlı sayıda rapor bulunmaktadır ve bu da daha kapsamlı çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, metal nanopartiküllerin bakteri aracılı üretimi ve tarımda potansiyel kullanımına ilişkin mevcut çalışmalar gözden geçirilmiştir. Titanyum, gümüş, altın, çinko oksit, karbon, silika ve bor gibi nanopartiküllerin bitki gelişimi ve korunması üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Nanogübreler, nanobiyosensörler ve nanopestler gibi farklı türde nano ürünler tarımda kullanılmakta ve bazı çalışmalar bazı nanoparçacıkların bitki mikrobiyomları üzerinde destekleyici etkisi olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nanopartikül, Yeşil sentez, Tarım

1. INTRODUCTION

Nanotechnology is a technology that uses particles that cover the dimensions of 100 nanometers and smaller. The word ‘nano’ refers to one billionth of a meter, and materials of this size can be given names ‘nanoparticle (NP)’ (Demir, 2024; Akçay & Avcı, 2018). Nanotechnology aims to produce nanoparticles by various means and to ensure the applicability of characterized nanoparticles in different areas (Demirbilek, 2015). These nanoparticles exhibit different physicochemical properties from their larger forms (Gökdemir et al., 2023). The large surface/volume ratio and high reactivity are also important features of nanoparticles (Kurt, 2024). In this way, they can be used in many sectors, such as medicine, pharmaceuticals, electronics, textiles, agriculture, food, and bioremediation (Pallath et al., 2024). On the contrary, nanoparticles can easily pass through the cell membrane because they are very small and generally have low solubility. Therefore, their accumulation in living systems can have negative effects in the long term (Ayan et al., 2021). Nanoparticles can be classified in different ways. When we classify them according to their components (Figure 1), It is possible to examine them in 5 different groups: metal nanoparticles, metal oxide nanoparticles, carbon-based nanoparticles, polymeric nanoparticles, and lipid-based nanoparticles (Andaç et al., 2022).

Metal nanoparticles are obtained from metals such as gold (Au), aluminum (Al), zinc (Zn), iron (Fe), and silver (Ag). These nanoparticles have advanced optical properties and are important

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

due to their strong ability to transmit electrical signals (Akmeşe, 2024). *Metal oxide nanoparticles* are nanoparticles that emerge from compounds formed as a result of the combination of a metal with oxygen. For example, iron nanoparticles (FeNP) are oxidized to iron oxide (Fe_2O_3) in the presence of oxygen. This process changes the properties of metal NPs. In this way, reactivity can be increased (Akmeşe, 2024).

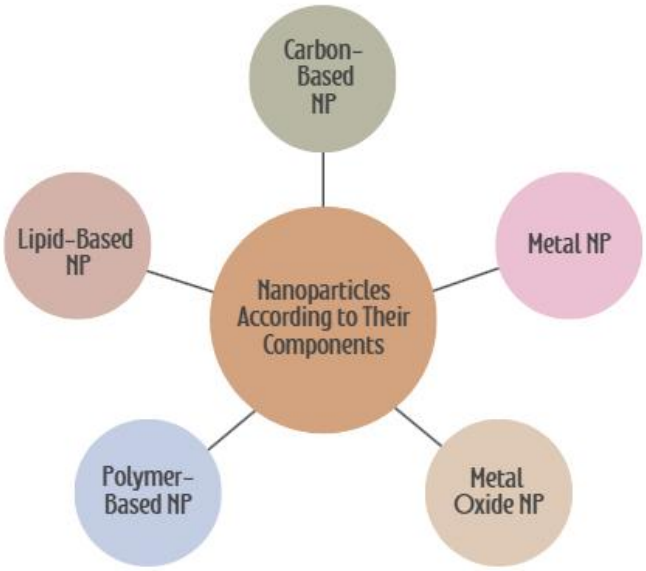


Figure 1. Classification of Nanoparticles

Carbon-based nanoparticles consist only of carbon. Carbon-based nanoparticles can also be examined in separate groups, such as graphene, fullerene, and carbon nanotubes (Joudeh & Linke, 2022). *Polymer-based nanoparticles* are nanomaterials that contain polymers and active substances in their basic structure. These active ingredients may be attached to the nanoparticles' surface or trapped inside the nanoparticles (Akmeşe, 2024). *Lipid-based nanoparticles* are generally spherical nanoparticles whose basic structural material is lipid (Mekuye & Abera, 2023). Figure 2 shows that nanoparticles can also be classified into different categories.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

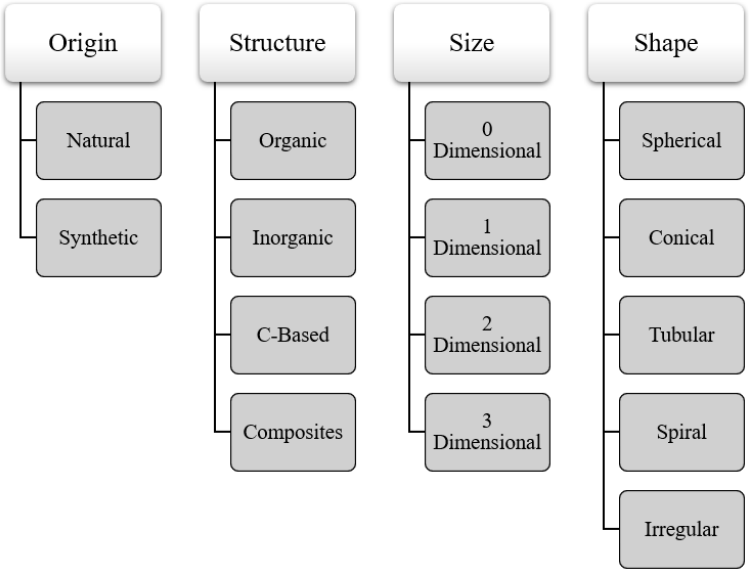
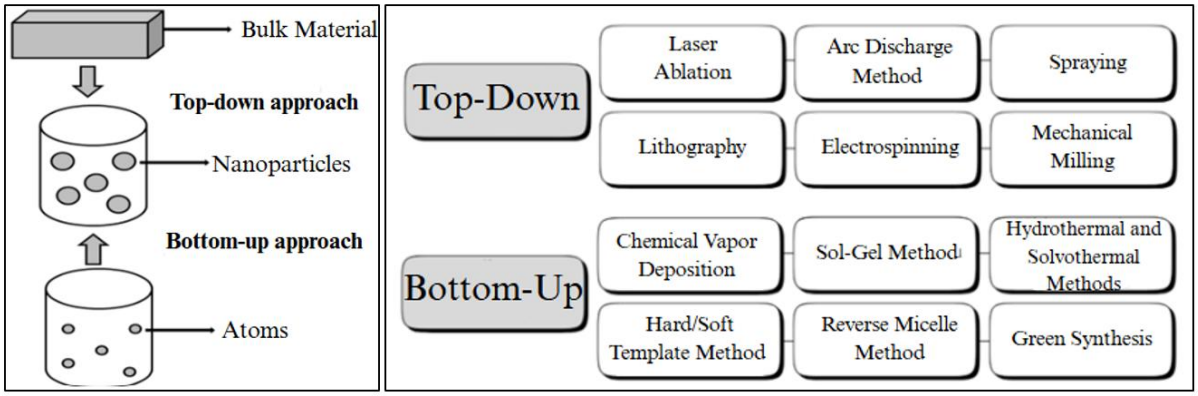


Figure 2. Different Classifications of Nanoparticles (Joudeh&Linke, 2022; Mekuye&Abera, 2023)

2. NANOPARTICLE SYNTHESIS METHODS

The production of nanoparticles can be explained by two basic approaches (Azizi & Daneshjou, 2024). As shown in Figure 3a, the first of these is the top-down production approach. Bulk materials are broken down to form smaller particles. Another basic approach is the bottom-up production. Small atomic particles combine to form nanoparticles (Barbhuiya, 2024). The existing synthesis methods are given in Figure 3b. Nanoparticles can be synthesized physically, chemically and biologically (Singh et al., 2023).



(a) **(b)**

Figure 3. The Approaches for Nanoparticle Synthesis [a: two basic approaches; b: methods for nanoparticle synthesis] (Doğru, 2016 & Barbhuiya, 2024)

Synthesizing nanoparticles using physical methods takes a long time and causes high energy consumption. The use of chemical methods, on the other hand, requires the use of harsh reducing agents, although it is less costly for large-volume production. These chemicals harm nature (Yıldız et al., 2024). For these reasons, biological synthesis methods have begun to be investigated instead of physical and chemical methods. Biological synthesis, which has emerged in recent years, is an alternative and popular method due to its advantages, such as being more environmentally friendly and sustainable, not producing toxic by-products, and

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

providing large-scale synthesis (Acar et al., 2023). Biological synthesis or green synthesis is a method within the bottom-up synthesis approach. It involves using biological materials such as plants, algae, fungi, bacteria, and agricultural waste (Figure 4) (Singh et al., 2023; Osman et al., 2024). The fact that it does not require high temperature, high energy, and high pressure is also among the factors that make green synthesis stand out (Jamkhande et al., 2019).

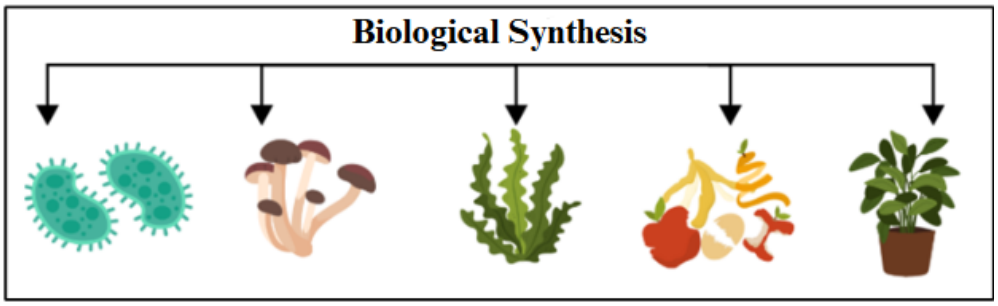


Figure 4. Living Organisms Used in Biological Synthesis

The potential of *microorganisms* to synthesize metal nanoparticles by reducing metal ions makes it inevitable for them to be preferred in synthesizing metal nanoparticles (Osman et al., 2024). Conversely, p*lants* attract attention as an important source of bioactive compounds thanks to their diversity (Osman et al., 2024). It is possible to produce nanoparticles using parts of plants such as roots, bark, flowers, leaves, and fruits (Acar et al., 2023). For example, in a study they conducted, Nilavukkarasi et al. (2020) produced silver nanoparticles using the leaf extract of the *Capparis zeylanica* L. (caper bush) plant. They determined the antiproliferative (cell growth inhibitory effect) and antibacterial effects of the silver nanoparticles they produced.

Agricultural wastes are resources evaluated in producing bio-nanocatalysts, bio-sensors, or bio-nanodisinfectants (Osman et al., 2024). In a study conducted by Kadam et al. (2020), they used cauliflower wastes and produce silver nanoparticles and investigated the role of these nanoparticles in paint degradation and their use as a biosensor for mercury ions. Thus, it has been exemplified that agricultural wastes can also be used to detect toxic compounds and clean paints in green synthesis.

Metal nanoparticles (MNPs) have the potential to be used to clean water pollutants and reduce the effects of toxic substances harmful to the environment. They are also used in various fields such as medicine, medicine, biomedical, agriculture, bioremediation, anticancer, and antimicrobial applications (Vijayaram et al., 2024). Although it is possible to synthesize nanoparticles from almost all metals, the most widely studied are silver (Ag), gold (Au), zinc (Zn), iron (Fe), lead (Pb), and copper (Cu). Metal nanoparticles are between 10-100 nm in size and have a high surface/volume ratio. They exhibit unique optical and electrical properties. Their different magnetic, thermal, and bioactive properties allow them to be used in various fields (Akmeşe, 2024).

3. BACTERIA-MEDIATED METAL NANOPARTICLE SYNTHESIS

Microorganisms -especially bacteria- are biofactories of interest in biosynthesis because they are easy to produce, cheap, and have a wide variety. Nanoparticles can be synthesized extracellularly and intracellularly depending on where they are produced (Akmeşe, 2024).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

When we want to synthesize metal nanoparticles via bacteria, metal ions are needed in the environment (Pallath et al., 2024).

3.1. Intracellular Synthesis

Metal ions enter the cell and are reduced into metal nanoparticles (Akmeşe, 2024). In a study by Otari et al. (2015), silver nanoparticles were synthesized with *Rhodococcus spp*., which belongs to the Actinobacteria class. When TEM micrographs are examined, it is seen that the silver nanoparticles formed are located in the cytoplasm of the microbial cell. This situation can be evaluated as an example of silver nanoparticles being synthesized inside the cell.

3.2. Extracellular Synthesis

Metal ions are reduced in microbial 'reductase' presence. This enzyme plays a role in the reduction process, which takes a few minutes (Akmeşe, 2024). Assar et al. (2021) synthesized silver nanoparticles extracellularly using *Bacillus subtilis* ATCC 6633 supernatant. For this purpose, they obtained the bacterial supernatant by centrifuging the *B. subtilis* strain grown in a suitable medium. They collected this supernatant as the base material. Then, they added $AgNO_3$ salt to the bacterial supernatant and incubated it. The liquid turning from yellow to brown shows the formation of silver nanoparticles. At this stage, no color change was observed in the solution containing only $AgNO_3$ which was used as a negative control (Figure 5). The supernatant of *Klebsiella pneumonia* bacteria was also used to produce silver nanoparticles using a similar method, and its antibacterial effects were examined (Saleh & Alwan, 2020).

Figure 5. Stages of Nanoparticle Production Using Bacterial Supernatant (Extracellular Synthesis)
a. *B.subtilis* süpernatant **b.** Addition of $AgNO_3$ solution to the süpernatant **c.**Incubation of the mixture **d.** Color change **e.**Characterization of nanoparticles

The studies in this field showed that various bacterial species can be used in the production of metal nanoparticles (Table 1). While cell lysis is required to remove the formed nanoparticles from the cell when intracellular nanoparticles are synthesized, no such additional process is required in the production of extracellular nanoparticles. Therefore, taking less time and is a cost-effective property (Jiang et al., 2022) makes extracellular synthesis more frequently preferred.

4.NANOPARTICLE APPLICATIONS IN AGRICULTURE

4.1. Pathogen Control

One of the biggest problems in agriculture is plant pathogens. Although various chemicals are used to prevent plant diseases, these chemicals (such as pesticides, herbicides, and fungicides) are considered dangerous for the health of all organisms, especially humans and the

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

environment (Khan et al., 2022). Bionanotechnology is considered a good alternative for more reliable, environmentally friendly solutions. Metal nanoparticles particularly interesting due to their strong antimicrobial effect against plant pathogens (Kashyap et al., 2024). For example, one study reported the effect of silver nanoparticles against the *Magnaporthe grisea* species, a fungus that causes rice blast disease, was reported. It was reported that silver nanoparticles synthesized from the *Bacillus endophyticus* strain reduced the mycelial growth diameter of the fungus by 88% (Ibrahim et al., 2020). Silver, zinc, copper, copper oxide, and gold nanoparticles can be given as examples against pathogenic organisms for tomatoes, carrots, rice, beans, strawberries, and many other agricultural products (Kashyap et al., 2024). It has been shown that extracellular silver nanoparticles produced from *Bacillus pumilus*, *B. persicus,* and *B. licheniformis* species have sizes between 77 to 92 nm and antimicrobial and antiviral activity (Elbeshehy et al., 2015).

In another study, silver nanoparticles obtained from *Pseudomonas rhodesiae* bacterium have an antimicrobial effect on *Dickeya dadantii*. *D. dadantii* is a pathogenic bacterium that causes root rot on sweet potato (Hossain et al., 2019). For this reason, the use of silver nanoparticles in pathogen control in sweet potatoes may be useful. *Xanthomonas oryzae* pv. oryzae, a pathogenic bacterium encountered in agriculture, is known to be contagious in rice. In contrast, it has been reported that zinc oxide, manganese oxide, and magnesium oxide nanoparticles synthesized using *Paenibacillus polymyxa* bacteria have antimicrobial effects against this pathogen and prevent the formation of biofilm (Ogunyemi et al., 2020). When the literature is reviewed, it is seen that the obtained nanoparticles are effective in plant diseases. This situation reveals that nanoparticles offer a potential solution as antimicrobial agents to overcome the difficulties encountered in combating pathogenic microorganisms.

Table 1. Examples of Bacteria Producing Extracellular MNPs

Bacteria	Nanoparticle	Reference
Bacillus sp.	Cu	Diba et al., 2021
B. anthracis	Cu	Banerjee et al., 2024
B. subtilis	Ag	Assar et al., 2021
B. subtilis spizizenni	Ag	Sable et al., 2018
B. pumilus	Ag	Elbeshehy et al., 2015
B. persicus	Ag	Elbeshehy et al., 2015
B. licheniformis	Ag	Elbeshehy et al., 2015 Jiang et al., 2022
B. megaterium	Ag Cd Pb	Parakash et al., 2010
Klebsiella pneumonia	Ag	Saleh&Alwan, 2020
K. aerogenes	CdS	Bahrulolum et al., 2021
Pseudomonas rhodesiae	Ag	Hossain et al., 2019
Rhodopseudomonas palustris	CdS	Bahrulolum et al., 2021
Planococcus maritimus	Ag	Pallath et al., 2024
Oceanobacillus sp.	Cu	Diba et al., 2021
Salinicoccus sp.	Cu	Diba et al., 2021

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

	Ni	
Vibrio alginolyticus	Au	Shunmugam et al., 2021
Lactobacillus sp.	ZnO Se Cu Ag	Rohova et al., 2022 Bahrulolum et al., 2021
Stenotrophomonas aidaminiphila	Se	Ahmed et al., 2020
Alkalibacillus sp.	ZnO	Al-Kordy et al., 2021
Deinococcus radiodurans	Au	Bahrulolum et al., 2021
Escherichia coli	Au Ag	Bahrulolum et al., 2021 Chaughule&Lokur, 2024
Streptomyces griseus	Cu	Bahrulolum et al., 2021
Marinomonas sp.	Cu	Chaughule & Lokur, 2024
Micrococcus yunnanensis	Au	Chaughule & Lokur, 2024

4.2. Plant Growth and Development

4.2.1. Germination and Root-Shoot Length

According to a meta-analysis conducted in 2022, nanoparticles have positive effects on seed germination (Guo et al., 2022). It is known that silver nanoparticles penetrate the seed coats, facilitate water uptake, ensure plant growth even under stress conditions, and increase photosynthetic pigments and protein levels (Khan et al., 2023). In addition to germination, it has been stated that nanoparticles have a positive effect on increasing root length. While silver nanoparticles are more effective in increasing germination, zinc nanoparticles attracted attention in increasing root length (Guo et al., 2022). In another study, when the effect of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) synthesized using B. subtilis bacteria on corn growth was examined, a significant increase was observed in both shoot length and root length growth. This study showed that 8 mg/L zinc nanoparticles increase growth, but 16 mg/L zinc nanoparticles negatively affect it (Sabir et al., 2020). In this case, it should not be forgotten that high-dose nanoparticle application may have a toxic effect on the plant. When the effect of silver nanoparticles synthesized using *B. subtilis spizizenni* on *Pennisetum glaucum* (pearl millet) was examined, it was reported that one mM application provided high germination within three days. They tested that the accumulation of silver nanoparticles in the roots was negligible (0.003%) (Sable et al., 2018). In other words, it can be said that there is no nanoparticle accumulation at a level that will harm the plant roots.

4.2.2. Nano-fertilizer

Nano-fertilizers are used in agriculture to increase product yield and promote crop growth. (Ndaba et al., 2022). Nanofertilizers contain macro and micronutrients and provide nutrients to the plant for a long time because they dissolve slowly (Dağhan, 2017). Nutrients are released in a targeted and controlled manner, thus increasing the plant's yield (Ndaba et al., 2022). In addition to increasing plant productivity, nanofertilizers are important in improving soil quality and innovative monitoring applications (Fatima et al., 2021). For example, modified nanoparticles can be used to increase the nitrogen storage capacity of traditional fertilizers

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

(Singh et al., 2023). Thus, nitrogen in fertilizers can remain in the soil for longer and is used slowly by the plant. As a result, lower fertilizer usage reduces environmental and water pollution. For example, in one study, iron and manganese nanoparticles synthesized using the auxin-containing supernatant of the *P. polymyxa* bacteria were used as nutrient fertilizers. They positively affected seed germination, root development, and fresh weight increase in corn (Chaughule & Lokur, 2024). It is also important to pay attention to the disadvantages of nanofertilizers. Although they can easily pass through stomata due to their small size, the risk of nanoparticles reaching all vital organs in the human body should not be forgotten. Therefore, attention should be paid to the applied nanoparticle concentrations, and more studies should be conducted on this subject.

4.2.3. Stress Tolerance

Abiotic factors negatively affecting plant growth include high temperature, salinity, dryness, humidity, and heavy metals. These factors cause financial losses and low product yields (Maqsood et al., 2023). Plants adapt to environmental conditions by changing their metabolism under stress conditions. For example, a plant exposed to a salty environment experiences osmotic stress and closes its stomata to prevent water loss. In this way, water loss is prevented. However, this restricts CO_2 assimilation during photosynthesis, negatively affecting plant growth (Sundararajan et al., 2024).

In abiotic stress, plants produce reactive oxygen species called ROS (superoxide, hydrogen peroxide) as a defense mechanism. ROS has positive effects on the plant in low doses and has adverse effects when produced excessively. Excessive ROS accumulation damages cellular components such as protein, DNA, and lipids and causes oxidative stress. Nanoparticles are promising to reduce ROS's negative effects (Maqsood et al., 2023). Nanoparticles can act in two different ways. They can defend against ROS, thus protecting cells from oxidative stress, or they create mild oxidative stress in the plant. Oxidative stress created at a level that will not be harmful to the plant enables the antioxidant defense mechanism in the plant to be activated (Al-Khayri et al., 2023). In other words, nanoparticles act as a trigger against the plant, and the plant starts to produce antioxidant enzymes. As a result, the stress tolerance of the plant is increased.

Nanoparticles can play both a protective and stimulating role against abiotic stress. A thesis study investigated the effects of silicon oxide nanoparticles (SiO_2-NP, commercial) on barley plants under drought stress. As a result, it was reported that the shoot lengths of barley plants increased compared to the control group. It has been determined that superoxide formation decreases in plants applied with SiO_2-NP, membrane damage decreases, and, in short, the plant's resistance to drought increases (Yıldız, 2018). Arsenic, a heavy metal, negatively affects plant and soil health. Applying magnesium oxide nanoparticles synthesized with *Enterobacter sp*. to arsenic-contaminated soil has been shown to have positive effects. In rice plants, it has been reported that plant biomass increases and reactive oxygen species decrease (Chaughule & Lokur, 2024). In other words, magnesium nanoparticles increase antioxidant enzymes in rice plants against arsenic pollution, allowing them to cope with stress. Such studies show that using

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

nanoparticles in agriculture is an innovative approach that strengthens resistance mechanisms under stress conditions.

4.3. Other Applications

4.3.1. Nano-sensor

As early intervention is one factor that positively affects crop yield in agriculture, nanosensors are considered an effective tool for real-time monitoring of soil and plant health and rapid response. These nano-sized sensors send signals by monitoring environmental and biological stress conditions (Liyakat, 2024). They are sensitive to water, humidity, temperature, or light changes. They provide instant information about the plant's physiological status (Ibrahim et al., 2024). The sensing element can be made of nanoparticles. It detects the target molecule or variable. The change is converted into a signal with the converter and read by the reading system (Liyakat, 2024).

Detecting agricultural problems before they become critical is important in increasing crop yield. Silver and gold nanoparticles are preferred as biosensors for sensitive and reliable results in the detection of mycotoxins, heavy metals, or pesticides (Balkrishna et al., 2024). In one study, selenium nanoparticles (SeNPs) were used as biosensors in heavy metal detection by utilizing the sodium selenite reduction ability of the *Stenotrophomonas aidaminiphila* bacteria. Red-colored SeNPs are formed as a result of the reduction of sodium selenite by bacteria (Figure 6). The presence of heavy metals in the environment inhibits the reduction abilities of the bacteria, and nanoparticle formation is not observed. The absence of color change indicates the presence of heavy metals in the environment (Ahmed et al., 2020). The concentration of heavy metals in the environment can be commented on by monitoring the color intensity. Bacterial nanoparticle-based biosensors detect plant diseases and food toxins quickly and sensitively (Bahrulolum et al., 2021). Nano-sensor applications also play an important role in monitoring food freshness in food packaging systems.

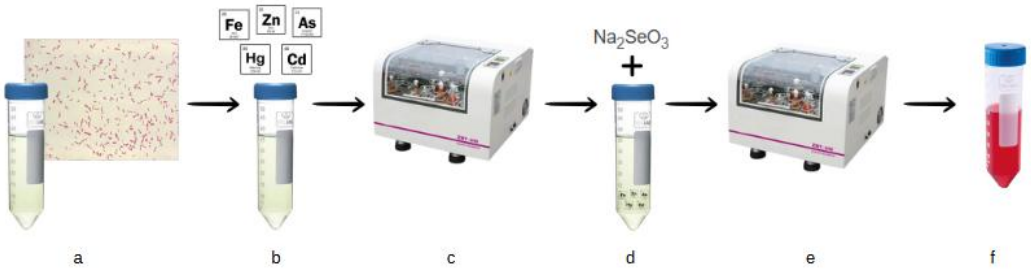


Figure 6. Heavy Metal Biosensor [**a.** Obtaining the bacterial süpernatant **b.**Additional of heavy metals to the süpernatant **c.**Incubation **d.**Addition of selenium oxide to the heavy metal-containing süpernatant **e.**Re-incubation and waiting for NP production **f.**Observation of red-colored SeNPs]

4.3.2. Food Packaging

Various methods that will allow food to be stored for a long time under the best conditions have been made possible by nanotechnology. Composite products resulting from combining nanoparticles with polymer materials and active packaging systems that allow the absorption

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

of gases such as ethylene and oxygen, which cause spoilage in products, have gained an important place in the food packaging sector. By combining these approaches and using indicators, the freshness and quality of food can be monitored with a system called 'smart packaging' (Nikolic et al., 2021). With this method, the durability and safety of food are increased, and consumers are allowed to follow the quality of food. Since nanoparticles such as silver and zinc oxide have antimicrobial effects, they can also protect food from pathogen damage. In other words, it is aimed to protect food from environmental and biological factors that will negatively affect it for a longer time and to increase food reliability and taste. (Thirumalai et al., 2023). Metal oxide nanoparticles have a high potential for use in the food sector. Zinc oxide, titanium dioxide, copper oxide, and magnesium oxide are the most commonly used metal oxides in food packaging (Nikolic et al., 2021; Perera et al., 2023). More comprehensive research is needed to understand the hazards of nanoparticles in food packaging to human health.

5. CONCLUSION

Bionanotechnology is important in improving traditional agricultural practices and ensuring sustainable nutrition. Green nanoparticle synthesis can increase crop yields by providing an environmentally friendly and low-cost production process. Nanoparticles have broad application areas such as combating plant pathogens, monitoring plant and soil health, nanofertilizers, and food packaging. However, these nanoparticles' long-term effects and mechanisms are not yet fully understood. Therefore, more scientific research is needed to safely and effectively use bionanotechnology in agriculture.

REFERENCES

Ahmed, F., Dwivedi, S., Shaalan, N. M., Kumar, S., Arshi, N., Alshoaibi, A., & Husain, F. M. (2020). Development of selenium nanoparticle based agriculture sensor for heavy metal toxicity detection. *Agriculture*, *10*(12), 610.

Akçay, F. A., & Avcı, A. (2018). Bakteriyel Yollarla Metal Nanopartiküllerin Sentezi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *6*(4), 408-414.

Akmeşe, O., *Morus nigra L. (Karadut) Meyve ve Yaprak Ekstraktları Kullanılarak Sentezlenen Metal Nanopartiküllerin Fizikokimyasal ve Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gümüşhane, 2024

Al-Khayri, J. M., Rashmi, R., Surya Ulhas, R., Sudheer, W. N., Banadka, A., Nagella, P., ... & Almaghasla, M. I. (2023). The role of nanoparticles in response of plants to abiotic stress at physiological, biochemical, and molecular levels. *Plants*, *12*(2), 292.

Al-Kordy, H. M., Sabry, S. A., & Mabrouk, M. E. (2021). Statistical optimization of experimental parameters for extracellular synthesis of zinc oxide nanoparticles by a novel haloalaliphilic Alkalibacillus sp. W7. *Scientific reports*, *11*(1), 10924.

ANDAÇ, M., DİKBAŞ, Ç., & AKYÜZ, G. (2022). Nanopartiküllerin genel özellikleri, sentez ve karakterizasyon teknikleri. *Turkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Pharmacology and Toxicology-Special Topics*, *8*(1), 1-10.

Ayan, S., Çelik, E. N. Y., Fırat, Z., & Gülseven, O. (2021). Açık arazi koşullarında Kızılçam (Pinus brutia Ten.) tohumlarının fidan gelişimi ve fidan yüzdesi üzerine bazı nanopartikül uygulamalarının etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *12*(2), 278-286.

Azizi, Z. L., & Daneshjou, S. (2024). Bacterial nano-factories as a tool for the biosynthesis of TiO2 nanoparticles: characterization and potential application in wastewater treatment. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 1-25.

Bahrulolum, H., Nooraei, S., Javanshir, N., Tarrahimofrad, H., Mirbagheri, V. S., Easton, A. J., & Ahmadian, G. (2021). Green synthesis of metal nanoparticles using microorganisms and their application in the agrifood sector. *Journal of Nanobiotechnology*, *19*, 1-26.

Balkrishna, A., Kumari, A., Kumar, A., Arya, V., Chauhan, A., Upadhyay, N. K., ... & Kuca, K. (2024). Biosensors for detection of pesticide residue, mycotoxins and heavy metals in fruits and vegetables: A concise review. *Microchemical Journal*, 111292.

Banerjee, A., Roy, R. K., Sarkar, S., López, J. L., Vuree, S., & Bandopadhyay, R. (2024). Synthesis of hot spring origin bacterial cell wall polysaccharide-based copper nanoparticles with antibacterial property. *Electronic Journal of Biotechnology*, *68*, 11-19.

Barbhuiya, R. I., Tinoco, N. N., Ramalingam, S., Elsayed, A., Subramanian, J., Routray, W., & Singh, A. (2024). A review of nanoparticle synthesis and application in the suppression of diseases in fruits and vegetables. *Critical reviews in food science and nutrition*, *64*(14), 4477-4499.

Chaughule, R. S., & Lokur, A. S. (Eds.). (2024). *Applications of nanotechnology in microbiology*. Springer.

Çinar Acar, B. E. R. A. T., Yüksekdağ, Z., Şahin, T., Açar, E., & Kara, F. (2023). Yeşil Sentez Yoluyla Selenyum Nanopartikül (SeNP) Sentezİ. *Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, *4*(1).

Dağhan, H. (2017). Nano gübreler. *Türkiye tarımsal araştırmalar dergisi*, *4*(2), 197-203.

Demir, M. (2024). Atomik Boyuttaki Mühendisliğin Adı "Nanoteknoloji". *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, *11*(Akmeşe (2024)), 34-42.

Demirbilek, M. E. (2015). Tarimda ve gidada nanoteknoloji. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (15).

Diba, H., Cohan, R. A., Salimian, M., Mirjani, R., Soleimani, M., & Khodabakhsh, F. (2021). Isolation and characterization of halophilic bacteria with the ability of heavy metal bioremediation and nanoparticle synthesis from Khara salt lake in Iran. *Archives of microbiology*, *203*, 3893-3903.

Doğru, E. *Boyut kontrollü AG nanopartiküllerinin ve AG@ GO nanokompozitin papatya (matricaria chamomilla) bitki ekstresi kullanılarak biyojenik sentezi ve antibakteriyel aktivitelerinin araştırılması* (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). Kayseri, 2016

Elbeshehy, E. K., Elazzazy, A. M., & Aggelis, G. (2015). Silver nanoparticles synthesis mediated by new isolates of Bacillus spp., nanoparticle characterization and their activity against Bean Yellow Mosaic Virus and human pathogens. *Frontiers in microbiology*, *6*, 453.

Fatima, F., Hashim, A., & Anees, S. (2021). Efficacy of nanoparticles as nanofertilizer production: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(2), 1292-1303.

Gökdemir, F. Ş., Gündoğdu, M., Muftareviç, S., Sunar, A., & Eyidoğan, F. (2023). Nanopartiküllerin tarımsal bilimlerdeki önemi ve kullanım alanları. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, *49*(1), 11-17.

Guo, H., Liu, Y., Chen, J., Zhu, Y., & Zhang, Z. (2022). The effects of several metal nanoparticles on seed germination and seedling growth: a meta-analysis. *Coatings*, *12*(2), 183.

Assar, H.N., Mohamed, T., Abd El-Baky, M.R., & Ali Ibrahem, R. (2021). Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using Bacillus subtilis and their antibacterial activity against clinical bacterial species. *Novel Research in Microbiology Journal*, *5*(3), 1256-1268.

Hossain, A., Hong, X., Ibrahim, E., Li, B., Sun, G., Meng, Y., ... & An, Q. (2019). Green synthesis of silver nanoparticles with culture supernatant of a bacterium Pseudomonas rhodesiae and their antibacterial activity against soft rot pathogen Dickeya dadantii. *Molecules*, *24*(12), 2303.

Ibrahim, A. A., Abd-Ellatif, S., Abdel Razik, E. S. S., Hamedo, H. A., & Salem, K. F. (2024). Nanosensors for enhancing plant growth and productivity. In *Innovative Methods in Horticultural Crop Improvement: Biosensors and Nanosensors* (pp. 25-50). Cham: Springer Nature Switzerland.

Ibrahim, E., Luo, J., Ahmed, T., Wu, W., Yan, C., & Li, B. (2020). Biosynthesis of silver nanoparticles using onion endophytic bacterium and its antifungal activity against rice pathogen Magnaporthe oryzae. *Journal of Fungi*, *6*(4), 294.

Jamkhande, P. G., Ghule, N. W., Bamer, A. H., & Kalaskar, M. G. (2019). Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and disadvantages, and applications. *Journal of drug delivery science and technology*, *53*, 101174.

Jiang, Y., Zhou, P., Zhang, P., Adeel, M., Shakoor, N., Li, Y., ... & Rui, Y. (2022). Green synthesis of metal-based nanoparticles for sustainable agriculture. *Environmental Pollution*, *309*, 119755.

Joudeh, N., & Linke, D. (2022). Nanoparticle classification, physicochemical properties, characterization, and applications: a comprehensive review for biologists. *Journal of Nanobiotechnology*, *20*(1), 262.

Kadam, J., Dhawal, P., Barve, S., & Kakodkar, S. J. S. A. S. (2020). Green synthesis of silver nanoparticles using cauliflower waste and their multifaceted applications in photocatalytic degradation of methylene blue dye and Hg 2+ biosensing. *SN Applied Sciences*, *2*, 1-16.

Kashyap, A. S., Manzar, N., Vishwakarma, S. K., Mahajan, C., & Dey, U. (2024). Tiny but mighty: metal nanoparticles as effective antimicrobial agents for plant pathogen control. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *40*(3), 104.

Khan, N., Ali, S., Latif, S., & Mehmood, A. (2022). Biological synthesis of nanoparticles and their applications in sustainable agriculture production. *Natural Science*, *14*(6), 226-234.

Khan, S., Zahoor, M., Khan, R. S., Ikram, M., & Islam, N. U. (2023). The impact of silver nanoparticles on the growth of plants: The agriculture applications. *Heliyon*, *9*(6).

Kurt, H. (2024). Metal nanopartikül yüklü bakır sülfürlerin antibakteriyel aktivitesinin araştırılması.

Liyakat, K. S. S., & Liyakat, K. K. S. (2024). Nanosensors in Agriculture Field: A Study. *International Journal of Applied Nanotechnology*, *10*(02), 12-22p.

Maqsood, M. F., Shahbaz, M., Khalid, F., Rasheed, Y., Asif, K., Naz, N., ... & Attia, H. (2023). Biogenic nanoparticles application in agriculture for ROS mitigation and abiotic stress tolerance: A review. *Plant Stress*, *10*, 100281.

Mekuye, B., & Abera, B. (2023). Nanomaterials: An overview of synthesis, classification, characterization, and applications. *Nano select*, *4*(8), 486-501.

Ndaba, B., Roopnarain, A., & MAAZA, M. (2022). Biosynthesized metallic nanoparticles as fertilizers: An emerging precision agriculture strategy. *Journal of Integrative Agriculture*, *21*(5), 1225-1242.

Nikolic, M. V., Vasiljevic, Z. Z., Auger, S., & Vidic, J. (2021). Metal oxide nanoparticles for safe active and intelligent food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, *116*, 655-668.

Nilavukkarasi, M., Vijayakumar, S., & Kumar, S. P. (2020). Biological synthesis and characterization of silver nanoparticles with Capparis zeylanica L. leaf extract for potent antimicrobial and anti proliferation efficiency. *Materials Science for Energy Technologies*, *3*, 371-376.

Ogunyemi, S. O., Zhang, M., Abdallah, Y., Ahmed, T., Qiu, W., Ali, M. A., ... & Li, B. (2020). The bio-synthesis of three metal oxide nanoparticles (ZnO, MnO2, and MgO) and their antibacterial activity against the bacterial leaf blight pathogen. *Frontiers in Microbiology*, *11*, 588326.

Osman, A. I., Zhang, Y., Farghali, M., Rashwan, A. K., Eltaweil, A. S., Abd El-Monaem, E. M., ... & Yap, P. S. (2024). Synthesis of green nanoparticles for energy, biomedical, environmental, agricultural, and food applications: A review. *Environmental Chemistry Letters*, *22*(2), 841-887.

Otari, S. V., Patil, R. M., Ghosh, S. J., Thorat, N. D., & Pawar, S. H. (2015). Intracellular synthesis of silver nanoparticle by actinobacteria and its antimicrobial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *136*, 1175-1180.

Pallath, N., Francis, B., Devanesan, S., Asemi, N., AlSalhi, M. S., & Natarajan, S. (2024). Synthesis of silver nanoparticles from marine bacteria and evaluation of antimicrobial, antifungal and cytotoxic effects. *Journal of King Saud University-Science*, *36*(2), 103073.

Perera, K. Y., Pradhan, D., Rafferty, A., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2023). A comprehensive review on metal oxide-nanocellulose composites in sustainable active and intelligent food packaging. *Food Chemistry Advances*, *3*, 100436.

Prakash, A., Sharma, S., Ahmad, N., Ghosh, A., & Sinha, P. (2010). Bacteria mediated extracellular synthesis of metallic nanoparticles. *Int Res J Biotechnol*, *1*(5), 071-079.

Rohova, M., Kovalenko, V., Tkachenko, V., & Voloshina, I. (2022). Green biosynthesis of zinc nanoparticles.

Sabir, S., Zahoor, M. A., Waseem, M., Siddique, M. H., Shafique, M., Imran, M., ... & Muzammil, S. (2020). Biosynthesis of ZnO nanoparticles using bacillus subtilis: characterization and nutritive significance for promoting plant growth in Zea mays L. *Dose-Response*, *18*(3), 1559325820958911.

Sable, S. V., Ranade, S., & Joshi, S. (2018). Role of AgNPs in the enhancement of seed germination and its effect on plumule and radicle length of Pennisetum glaucum. *IET nanobiotechnology*, *12*(7), 922-926.

Saleh, M. N., & Alwan, S. K. (2020, November). Bio-synthesis of silver nanoparticles from bacteria Klebsiella pneumonia: Their characterization and antibacterial studies. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1664, No. 1, p. 012115). IOP Publishing.

Shunmugam, R., Balusamy, S. R., Kumar, V., Menon, S., Lakshmi, T., & Perumalsamy, H. (2021). Biosynthesis of gold nanoparticles using marine microbe (Vibrio alginolyticus) and its anticancer and antioxidant analysis. *Journal of King Saud University-Science*, *33*(1), 101260.

Singh, N. A., Narang, J., Garg, D., Jain, V., Payasi, D., Suleman, S., & Swami, R. K. (2023). Nanoparticles synthesis via microorganisms and their prospective applications in agriculture. *Plant Nano Biology*, *5*, 100047.

Sundararajan, N., Habeebsheriff, H. S., Dhanabalan, K., Cong, V. H., Wong, L. S., Rajamani, R., & Dhar, B. K. (2024). Mitigating global challenges: harnessing green synthesized nanomaterials for sustainable crop production systems. *Global Challenges*, *8*(1), 2300187.

Thirumalai, A., Harini, K., Pallavi, P., Gowtham, P., Girigoswami, K., & Girigoswami, A. (2023). Nanotechnology driven improvement of smart food packaging. *Materials Research Innovations*, *27*(4), 223-232.

Vijayaram, S., Razafindralambo, H., Sun, Y. Z., Vasantharaj, S., Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S. H., & Raeeszadeh, M. (2024). Applications of green synthesized metal nanoparticles—a review. *Biological Trace Element Research*, *202*(1), 360-386.

YILDIZ, S., YAVUZ, A., & TEKDAL, D. (2024). Doğa ile Teknoloji Arasındaki Mükemmel Uyum: Biyosentez Yolu ile Nanopartikül Üretimi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, *4*(2), 521-540.

Yildiz, Ş. *Kuraklık stresi altındaki arpa bitkilerinin yapraklarına SiO2 nanopartikül uygulamasının etkilerinin incelenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Venturia inaequalis VE *Monilia spp.*'nin KONTROLÜNDE KİMYON ESANSİYEL YAĞININ ROLÜ

Umut KOCAATA- (Lisans öğrencisi)

Bingöl Üniversitesi, ukocaata14@gmail.com – ORCID ID: 0009-0001-9801-8617

Doç. Dr. Abdullah GÜLLER

Bingöl Üniversitesi, aguller@bingol.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-3887-4208

Dr. Öğr. Üyesi Işıl SARAÇ SİVRİKAYA

Bingöl Üniversitesi, isarac@bigol.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-5991-2173

Özet

Kimyon (*Cuminum cyminum*) bitkisinden elde edilen uçucu yağın, antifungal niteliklerin den dolayı tarımsal üretimde önemli bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan çeşitli araştırmalar, kültür bitkilerinde zarara yol açan fitopatojen funguslara karşı etkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, *C. cyminum* bitkisinden elde edilen uçucu yağın, *Venturia inaequalis* ve *Monilia spp*. gibi patojenlere karşı antifungal etkisi incelenmiştir. Farklı uygulama dozları (2,5 µl, 5 µl, 10 µl, 20 µl) kapsamında yapılan deneylerde, kimyon uçucu yağının bu patojenlerin miselyum oluşumunu baskılama potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular, kimyon uçucu yağının, bu funguslara karşı alternatif bir koruma yöntemi olarak değerlendirilebileceğini işaret etmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, kimyon yağının farklı dozlarının veya çeşitli çözücü ortamlarda hazırlanmış solüsyonlarının incelenmesi, bu etkinin tarımsal uygulamalardaki kullanımını daha iyi anlamak ve optimize etmek adına faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Cuminum Cyminum,* Uçucu yağ, *Venturia inaequalis, Monilia spp.* Antifungal etki, Biyolojik mücadele.

The Role of Cumin Essential Oil in Controlling *Venturia inaequalis* and *Monilia spp.*

Abstract

The essential oil derived from the *Cuminum cyminum* plant is known to possess significant antifungal properties, making it a promising candidate for agricultural applications. Various studies have demonstrated its effectiveness against phytopathogenic fungi that cause damage to cultivated plants. In this study, the antifungal activity of C. cyminum essential oil was evaluated against phytopathogenic fungi such as *Venturia inaequalis* and *Monilia spp*. Experiments

conducted with different application doses (2.5 µl, 5 µl, 10 µl, 20 µl) revealed the potential of cumin essential oil to suppress mycelial growth of these pathogens. The findings suggest that cumin essential oil could serve as an alternative and eco-friendly control method for managing phytopathogenic fungi. Future studies focusing on the evaluation of varying doses or formulations of cumin oil in different solvent systems will provide valuable insights into optimizing its use for agricultural purposes.

Keywords: *Cuminum Cyminum,* Essantial oil, *Venturia inaequalis, Monilia spp.* Antifungal effect, Biological control.

Giriş

Bitki bazlı esansiyel yağlar, doğal bileşenleri sayesinde gıda, kozmetik ve tıp alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, bu esansiyel yağların fitopatojen funguslara karşı antifungal potansiyeli giderek daha fazla ilgi görmektedir (Bakkali et al., 2008; Chouhan ve ark., 2017). Sentetik pestisitlerin insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri nedeniyle, doğal kaynaklı antifungal ajanlara olan ihtiyaç artmıştır (Isman, 2000; Oaya ve ark., 2019). Esansiyel yağlar, antifungal etkilerini, içerdikleri terpenler, fenolik bileşikler ve aldehitler gibi biyoaktif bileşenler aracılığıyla göstermektedir. Bu bileşenler, fungal hücre zarını bozan, hücresel metabolizmayı engelleyen ve sporulasyonu önleyen mekanizmalar üzerinden etki göstermektedir (Pina-Vaz et al., 2004; Nazzaro ve ark., 2017). Bunun yanı sıra, esansiyel yağların antibakteriyel etkileri de dikkat çekmektedir. İçerdikleri biyoaktif bileşenler sayesinde, geniş spektrumlu antibakteriyel etki göstererek birçok patojen bakteriye karşı etkinlik sağlayabilmektedirler (Burt, 2004; Freires ve ark., 2015).

Kimyon (*Cuminum cyminum* L.), Apiaceae familyasına ait bir bitkidir. Kış sezonu mahsulü olarak geniş çapta yetiştirilmektedir. Bu bitkiler, yıllık veya çok yıllık otlar olup, dünya genelinde uçucu yağlarının elde edilmesi amacıyla farklı bölgelerde yetiştirilmektedir. (Nasir & Ali, 1972; Singh ve ark., 2017). *Cuminum cyminum* esansiyel yağı, özellikle gram-pozitif ve gram-negatif bakterilere karşı gösterdiği antibakteriyel özellikleriyle bilinmektedir. Hücre zarında geçirgenliği artırarak ve bakteriyel enzim aktivitelerini bozarak antibakteriyel etkisini göstermektedir (Iacobellis ve ark., 2005; Wanner ve ark., 2010; Mith et al., 2014).

Bitki fungal hastalıkları, tarımsal ürün kayıplarına ve ekonomik zararların artmasına neden olmaktadır. Bu hastalıklar, bitkilerin büyük çapta verim kaybına uğramalarına ve pazar değerlerinin düşmesine yol açmaktadır. Geleneksel fungisitlerin yaygın kullanımı, fungisit direnci, kalıntı sorunları ve çevresel etkiler gibi bir dizi olumsuzluğa yol açmıştır (Lucas et al., 2015). Bu nedenle, doğal antifungal ajanlar olan esansiyel yağlar, tarımsal ürünlerin korunmasında alternatif bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Esansiyel yağların tarımda kullanımı hem koruyucu hem de tedavi edici özellikleri sayesinde büyük bir potansiyele sahiptir. Bu doğal bileşenler hem hasat sonrası dönemde hem de tarla koşullarında uygulanabilirlikleri ile dikkat çekmektedir. *C. cyminum* (kimyon) esansiyel yağı, antifungal ve antibakteriyel özellikleri ile öne çıkan doğal ürünlerden biridir (Rasooli, 2007). Kimyon esansiyel yağının, elma kara leke hastalığına neden olan *V. inaequalis*

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ve *Monilia spp*. gibi önemli fitopatojenlere karşı antifungal etkilerinin araştırılması, tarım sektörüne yeni bakış açıları kazandırabilir.

Bu çalışmanın amacı, *C. cyminum* esansiyel yağının *V. inaequalis* ve *Monilia spp*.'ye karşı antifungal ve antibakteriyel etkilerini incelemek ve bu doğal bileşenin tarımsal kullanım potansiyelini değerlendirmektir.

Materyal ve Yöntem

Biyolojik Materyal

Denemede kullanılan (*C. cyminum*) bitkinin uçucu yağı özel bir firmadan temin edilmiştir. Tüm çalışma boyunca test edilen funguslar –*V. inaequalis* ve *Monilia* spp- Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fitopatoloji Laboratuvarındaki fungus koleksiyonundan elde edilmiştir.

Kültür Ortamlarının Hazırlanması

Patojen fungus izolatlarının saflaştırılması ve çoğaltılmasında Patates Dekstroz Agar (PDA) ve Distile su kullanılmıştır. Hazırlanan besiyeri Otoklav da 121.1 °C de 15 dk steril edilmiş ve steril petri kaplarına aktarılmıştır. Uygulama grupları Kimyon (*C. cyminum*) uçucu yağı *V. inequalis* için 2,5 µl, 5 µl, 10 µl, 20 µl, *Monilia* spp için ise 5 µl, 10 µl, 20 µl oranlarında steril edilmiş ortamlara ekimleri yapılarak oluşturulmuştur.

İnokulum İçin Patojen Fungusun Hazırlanması

Fungal izolatlar 90 mm petri kaplarında hazırlanan besiyerinin merkezine yerleştirilmiş ve optimum gelişme koşullarında (sıcaklık ve nem) 7 gün gelişmesi için inkübasyona bırakılmıştır.

Antifungal Aktivitenin Değerlendirilmesi

Yeni hazırlanan PDA besi ortamı, 121.1°C'de 15 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir. Uçucu yağın farklı konsantrasyonları PDA ortamına pipet yardımıyla eklenmiştir. Antifungal aktiviteyi test etmek için fungal kültürlerden 8 mm çapında diskler cork (fungus delici) aracılığıyla çıkarılmış ve PDA ortamına inoküle edilmiştir. Fungusların optimum gelişim koşullarında petri kabını tamamen kaplayacak şekilde inkübasyonları sağlanmıştır. Denemeler 3'li tekerrür olarak yapılmıştır. İnkübasyonun ardından, fungal koloni çapları ölçülüp, antifungal etkinliği hesaplanmıştır (Benjilali ve ark. 1984). İlgili hesaplama formülü aracılığıyla % engelleme oranı hesaplanmıştır. (Deans ve Svoboda 1990).

İnhibisyon (%) = (gc- gt)/gc× 100 (gc: kontrol plakalarındaki miselyal büyüme çapını, gt: uçucu yağ süspansiyonundaki miselyal büyüme çapı)

Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada, *V.inequalis* ve *Monilia* spp. fitopatojen funguslarına karşı kimyon uçucu yağlarının farklı dozları 3'er tekerrür halinde in vitro olarak test edilmiştir. Fungusların miseliyal gelişim parametreleri yüzde inhisibisyon zonu ölçümü yardımı ile hesaplanmıştır. Çalışma sonunda elde edilen veriler kimyon esansiyel yağının artan konsantrasyonlarda her iki fungusa karşı olan antifungal aktivitesini ortaya çıkarmıştır. Her iki patojen türüne karşı da *C.*

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

cyminum esansiyel yağı, doz bağımlı bir antifungal etki sergilemiş ve özellikle 20 µl dozunda tam kontrol sağlamıştır. Bu bulgular, kimyon esansiyel yağının bitki hastalıklarının biyolojik mücadelesinde potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Yapılan testler ve gözlemler sonucu elde edilen veriler Çizelge 1 ve Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge.1 *C. cyminum* bitkisinin uçucu yağının *V. inequalis'e* karşı antifungal etkinliğin değerlendirilmesi (%)

Uçucu Yağ Ekstraktı	Doz (µl)	İnhibisyon (%)
C. cyminum	2,5	67
		72
		70
	5	73
		78
		80
	10	98
		90
		94
	20	100
		100
		100

Çizelge 2. *C. cyminum* esansiyel yağının *Monilia spp.*'ye karşı antifungal etkinliğinin değerlendirilmesi (%)

Uçucu Yağ Ekstraktı	Doz (µl)	İnhibisyon (%)
C. cyminum	5	82
		86
		88
	10	98
		100
		100
	20	100
		100
		100

Çalışmada elde edilen bulgular, her iki fungus türünün miselyal gelişimine karşı kimyon esansiyel yağının antifungal aktivitesinin literatürle uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Tanapichatsakul ve ark. (2020), kimyon esansiyel yağının hasat sonrası üzümlerde *Aspergillus aculeatus*'u kontrol etmek için biyolojik bir antifungal ajan olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, yapılan başka bir çalışmada, elma bahçelerinde elma kara leke (*V. inaequalis*) ve tozlu mildiyö (*Podosphaera leucotricha*) hastalıklarına karşı tarçın ve kekik uçucu yağları ile bakır içeren gübrelerin etkinliği incelenmiştir. Bu yağlar, tek başına veya kombinasyonlar halinde kullanıldığında her iki fungal patojene karşı etkili olmuş, özellikle bakır içerikli gübrelerin yağların etkinliğini artırdığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, test edilen

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

uçucu yağların organik fungisitler geliştirilmesi için potansiyel adaylar olduğunu işaret etmektedir (Hochbaum ve ark., 2018).

Kimyon uçucu yağının ≥750 µL/L konsantrasyonda hasat sonrası üç fungal etmen (*Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger* ve *Penicillium expansum*) üzerinde antifungal etki gösterdiği de rapor edilmiştir (Ghasemi ve ark., 2019). Bununla birlikte, *C. cyminum* (kimyon) esansiyel yağının antifungal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, *Candida albicans*'ın %100 konsantrasyonda yalnızca 48 saatte inhibe edildiği, ancak 24 saat sonunda herhangi bir aktivite gözlenmediği bildirilmiştir (Pai ve ark., 2010). Aynı zamanda kimyon yağının, depolama koşullarında hem antimikrobiyal hem de insektisit olarak koruyucu işlev gördüğü saptanmıştır. Bezelye (*Pisum sativum* L.) tohumlarında yaygın olarak bulunan *Aspergillus flavus ve A. niger* gibi fungus türleri ile *Callosobruchus chinensis* adlı böceğe karşı kimyon uçucu yağının antifungal ve insektisidal etkileri incelenmiştir. Hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen kimyon yağının, 400 ppm minimum inhibitör konsantrasyonda (MIC) yüksek toksisite gösterdiği ve termostabil bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir (Kumar, 2016).

Bununla birlikte, literatürde kimyon yağının Monilia türleri üzerindeki antifungal etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. *Heracleum platytaenium* uçucu yağının, Alternaria solani ve Monilia laxa patojenlerinin miselyal gelişimini belirgin şekilde baskıladığı, ancak tamamen inhibe edemediği rapor edilmiştir (Bayan ve ark., 2017). Ayrıca, *Monilinia fructigena*'ya karşı *Thymbra spicata* L. ve *Rosmarinus officinalis* L. uçucu yağlarının antifungal etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda uygulanan uçucu yağların miselyum gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, her iki yağın da patojen üzerinde önemli ölçüde etkili olduğunu, özellikle *R. officinalis*'in 16 µl/petri dozunda %100 inhibisyon sağlarken, *T. spicata*'nın daha düşük bir dozda (2 µl/petri) tam inhibisyon gösterdiğini ortaya koymuştur. Doz-etki analizinde LC_{50} ve LC_{90} değerleri sırasıyla 0.80-1.63 ve 5.36-12.17 olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular, söz konusu uçucu yağların *M. fructigena* kontrolünde sentetik fungisitlere alternatif olabileceğini göstermektedir (Yılar ve Bayar, 2018). Diğer yandan, yirmi iki doğal monoterpenoid, *Botrytis cinerea* ve *Monilinia fructicola* patojenlerine karşı antifungal etkileri açısından değerlendirilmiştir. Carvacrol ve thymol en güçlü inhibitörler olup, 100 µg/mL konsantrasyonda spor çimlenmesi ve miselyum gelişimini tamamen durdurmuş, 10 µg/mL buhar testinde ise her iki patojende yüksek oranda inhibisyon sağlamıştır. Diğer monoterpenoidler (ör. eugenol, citronellol, geraniol) de etkili olmuş, özellikle *M. fructicola* üzerinde daha güçlü sonuçlar göstermiştir (Tsao ve Zhou, 2000).

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular, *C. cyminum* esansiyel yağının hem in vivo hem de in vitro koşullarda çeşitli fungal patojenlere karşı güçlü bir biyolojik mücadele ajanı olabileceğini göstermektedir. Kimyon esansiyel yağı, özellikle çevreye zarar vermeyen, organik ve güvenli bir seçenek sunarak kimyasal pestisitlere alternatif bir çözüm olma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKÇA

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils–A review. *Food and Chemical Toxicology*, *46*(2), 446–475. https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106

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), 11–16.

Benjilali, B., Tantaoui-Elaraki, A., Ayadi, A., & Ihlal, M. (1984). Method to study antimicrobial effects of essential oils: application to the antifungal activity of six Moroccan essences. *Journal of Food Protection*, *47*(10), 748–752. https://doi.org/10.4315/0362-028X-47.10.748

Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. International Journal of Food Microbiology, *94*(3), 223–253. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022

Chouhan, S., Sharma, K., & Guleria, S. (2017). Antimicrobial activity of some essential oils—present status and future perspectives. *Medicines*, *4*(3), 58. https://doi.org/10.3390/medicines4030058

Deans, S. G., & Svoboda, K. P. (1990). Antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flavour and Fragrance Journal*, *5*(3), 187–190. https://doi.org/10.1002/ffj.2730050311

Deans, S. G., Svoboda, K. P., Gundidza, M., & Brechany, E. Y. (1990, September). Essential oil profiles of several temperate and tropical aromatic plants: Their antimicrobial and antioxidant activities. In *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants*, XXIII IHC *306* (pp. 229–232). International Society for Horticultural Science. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1992.306.25

El-Shoraky, F. S., & Rashed, N. M. (2012). Antimicrobial and pesticidal potentiality of essential oils of some medicinal plants against deterioration of cumin seeds. *Journal of Plant Protection and Pathology*, *3*(12), 1253–1268. https://doi.org/10.21608/jppp.2012.84413

Freires, I. A., Denny, C., Benso, B., Alencar, S. M. D., & Rosalen, P. L. (2015). Antibacterial activity of essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: a systematic review. *Molecules*, *20*(4), 7329–7358. https://www.mdpi.com/1420-3049/20/4/7329

Ghasemi, G., Fattahi, M., Alirezalu, A., & Ghosta, Y. (2019). Antioxidant and antifungal activities of a new chemovar of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Food Science and Biotechnology*, *28*(4), 669–677. https://doi.org/10.1007/s10068-018-0534-5

Hochbaum, T., Petróczy, M., Ladányi, M., & Nagy, G. (2018). The efficacy of essential oils against *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter and *Podosphaera leucotricha* (Ellis &

Everh.) E.S. Salmon in vivo. *Acta Universitatis Sapientiae, Agriculture and Environment*, *10*(1), 5–19. https://sciendo.com/pdf/10.2478/ausae-2018-0001

Iacobellis, N. S., Lo Cantore, P., Capasso, F., & Senatore, F. (2005). Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and Carum carvi L. essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(1), 57–61. https://doi.org/10.1021/jf0487351

Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, *19*(8), 603–608.

Kumar, N. (2016). Fumigant efficacy of Cumin essential oil on fungi and insect infesting *Pisum sativum* during storage. *Annals of Plant Protection Sciences*, *24*(1), 196–201.

Lucas, J. A., Hawkins, N. J., & Fraaije, B. A. (2015). The evolution of fungicide resistance. *Advances in Applied Microbiology*, *90*, 29–92. https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2014.09.001

Mith, H., Duré, R., Delcenserie, V., Zhiri, A., Daube, G., & Clinquart, A. (2014). Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Science & Nutrition, 2*(4), 403–416. https://doi.org/10.1002/fsn3.116

Nasir, E., & Ali, S. I. (Eds.). (1974). *Flora of West Pakistan*: No. 55. *Cuminum cyminum* (pp. 10–25). Fakhri Printing Press.

Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., & De Feo, V. (2017). Essential oils and antifungal activity. *Pharmaceuticals, 10*(4), 86. https://doi.org/10.3390/ph10040086

Oaya, C. S., Malgwi, A. M., Degri, M. M., & Samaila, A. E. (2019). Impact of synthetic pesticides utilization on humans and the environment: An overview. *Agricultural Science & Technology*, *11*(4), 279–286. https://doi.org/10.15547/ast.2019.04.047

Pai, M. B., Prashant, G. M., Murlikrishna, K. S., Shivakumar, K. M., & Chandu, G. N. (2010). Antifungal efficacy of *Punica granatum*, *Acacia nilotica*, *Cuminum cyminum* and *Foeniculum vulgare* on *Candida albicans*: An: in vitro: study. *Indian Journal of Dental Research*, *21*(3), 334–336. https://doi.org/10.4103/0970-9290.70792

Pina-Vaz, C., Rodrigues, A. G., Pinto, E., Costa-de-Oliveira, S., Tavares, C., Salgueiro, L., ... & Martinez-de-Oliveira, J. (2004). Antifungal activity of Thymus oils and their major compounds. *Journal of European Academy of Dermatology and Venereology*, *18*(1), 73–78. https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2004.00886.x

Rasooli, I. (2007). Essential oils as antimicrobial agents: Efficacy, stability, and safety issues for food application. *Current Opinion in Biotechnology*, *18*(2), 262–267.

Singh, R. P., Gangadharappa, H. V., & Mruthunjaya, K. (2017). *Cuminum cyminum*–A popular spice: An updated review. *Pharmacognosy journal*, *9*(3). 292–301. https://doi.org/10.5530/pj.2017.3.51

Tanapichatsakul C, Khruengsai S, Pripdeevech P (2020) *Cuminum cyminum* esansiyel yağının hasat sonrası üzümlerde salkım çürümesine neden olan *Aspergillus* aculeatus'a karşı *in*

vitro ve *in vivo* antifungal aktivitesi. *Plos One* *15*(11): e0242862. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242862

Tsao, R., & Zhou, T. (2000). Antifungal activity of monoterpenoids against postharvest pathogens *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructicola*. *Journal of Essential Oil Research*, *12*(1), 113–121. https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9712057

Wanner, J., Bail, S., Jirovetz, L., Buchbauer, G., Schmidt, E., Gochev, V., ... & Stoyanova, A. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of cumin oil (*Cuminum cyminum*, Apiaceae). *Natural Product Communications,* *5*(9), 1355–1358. https://doi.org/10.1177/1934578X1000500904

Yılar, M., & Bayar, Y. (2018). Antifungal activity of Thymbra spicata L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils against Monilinia fructigena honey in whetze. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *5*(2), 121–126. https://doi.org/10.30910/turkjans.421344

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ASMA ÇELİKLERİNİN KÖKLENDİRİLMESİ VE VEGETATİF GELİŞİMİNDE GÜMÜŞ NANO PARÇACIKLARIN ETKİLERİ

[1]**Prof. Dr. Zeki KARA**
Selcuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, zkara@selcuk.edu.tr,
https://orcid.org/0000-0003-1096-8288
[2]**Dilek KOÇ**
Selcuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, dilek.koc@tarimorman.gov.tr,
https://orcid.org/0009-0004-5420-4356
[1]**Dr. Öğr. Üyesi Osman DOĞAN**
Selcuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, osmandogan@selcuk.edu.tr,
https://orcid.org/0000-0002-3264-5925
[3]**Dr. Öğretim Üyesi Turhan YILMAZ**
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, turhanyilmaz@ksu.edu.tr,
http://orcid.org/0000-0002-3756-4497

ÖZET

Dünyanın en önemli türlerinden biri olan asma genotiplerinin genetik özelliklerini koruyarak çoğaltılması pratikte çelik köklendirilerek yapılır. Fidanlık şartlarında fidan üretimi için çelik köklendirme çalışmaları biyotik ve abiyotik strese bağlı nedenlerle sıklıkla beklenen verimlilik düzeyinin altında kalmaktadır. Fidanlık randımanını artırmaya yönelik çalışmalar, asma araştırıcılarının gündemindeki yerini korumaktadır. Bu çalışmada, Ekşi Kara (*Vitis vinifera*) üzüm çekirdeği ekstresi ve $AgNO_3$ kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle üretilen gümüş nano parçacıklar (AgNPs), Ekşi Kara ve Gök Üzüm (*Vits vinifera* L.) çeşitlerinin dinlenme döneminde alınan standart (TS 4027) çeliklerinin köklenme ve vegetatif gelişimine etkileri sera şartlarında incelendi. 1 g L^{-1} AgNPs, 2 g L^{-1} AgNPs, 0.1 g L^{-1} IBA ve 0.2 g L^{-1} IBA ile 24 saat muamele edilen çelikler seradaki 1:1 torf: perlit doldurulmuş siyah renkli 1 L hacimli fidan poşetlerine dikildi, kontrol ise 24 saat saf suda bekletilip dikildi. Gelişen fidanlarda sürme oranı, bitkiye dönüşüm oranı, sürgün uzunluğu, sürgün çapı, boğum sayısı, stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, fotosentez verimliliği, yaprak taze ve kuru ağırlığı, SPAD, kök sayısı, kök uzunluğu, kök taze ve kök ağırlıkları incelendi. AgNPs ve IBA uygulamalarının etkilerinin değerlendirilmesinde R Studio programında bulunan ANOVA, Tukey testi ile post hoc analizi, incelenen değişkenler arasındaki korelasyonları daha iyi anlamak ve tasvir etmek için Temel Bileşen Analizleri (PCA'lar) kullanıldı. Bu analiz yöntemi, kök taze ağırlığı ve kök sayısı için R Studio'da ggplot2 kullanılarak gerçekleştirildi. Korelasyonu ve varyasyonu görsel hale getirmek için pheatmap paketi tarafından üretilen ısı haritası kullanıldı. Bu çalışma sonucunda, AgNPs uygulamaları asma çeliklerin köklenmesi ve genç bitkilerin vejetatif gelişmesinde IBA uygulamalarından daha fazla etkili bulundu. Bundan sonraki klonal çoğaltmaya yönelik çelik köklendirme ve genç bitkilerin vegetatif gelişmelerinin teşviki için AgNPs, IBA'ya destek ve/veya ekonomik bir alternatif olarak test edilebilir.

Anahtar Kelimeler: AgNPs, çelik, IBA, köklenme, nano gümüş.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

KÖPEKLERDE EJEKÜLAT MİKTARI VE SÜRESİNİN BAZI SPERMATOLOJİK PARAMETRELER İLE İLİŞKİSİ

Dr. Burcu ESİN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, burcuyalcin@omu.edu.tr - 0000-0002-5728-1478

ÖZET

Bu çalışmanın amacı köpeklerde bazı spermatolojik ve fonksiyonel muayenede elde edilen parametreler arasındaki korelasyonları değerlendirmektir. Bu çalışmada 3 Kangal Çoban, 3 Alman Çoban ve 2 melez ırk köpek olmak üzere toplam 8 köpekten elle masaj yöntemiyle sperma toplanmıştır. Sperma almak için, kızgınlık gösteren bir dişi köpekle uyarılan erkek köpeğin penisine fraksiyon hareketleri uygulanmıştır. Ejakülasyon esnasında renk ve kıvam ayrımı gözlenerek, ejekülatların I., II., ve III. fraksiyonları birbirinden ayrılmıştır. Her bir köpekten 1'er hafta arayla üç kez alınan ejekülatlarda spermatozoa motilitesi, spermatozoa yoğunluğu, ejekülat miktarı ve ejakülasyon süresi hesaplanmıştır. Elde edilen spermatolojik ve fonksiyonel muayene parametre bulguları arasındaki korelasyonlar Spearman rank correlation ile istatistik olarak değerlendirilmiştir. Spermatolojik muayene bulgularında; sperma motilitesi %85,16 ± 2.91 (%) ve spermatozoa yoğunluğu 327,21 ± 16,12 x10^6/cm³ (x106/cm3) olarak; fonksiyonel muayene bulguları ise; 1. fraksiyon (ml): 2,27±0,12; 2. fraksiyon (ml): 2,22±0,16; 3. fraksiyon (ml):10,85±1,95 olmak üzere toplam sperma miktarı 15,35±1,97 (ml); 1. fraksiyon (sec): 20,05±1,67; 2. fraksiyon (sec): 68,62±3,74; 3. fraksiyon (min):13,90±0,88 olmak üzere toplam ejekülat süresi ise 13,90±0,88 (min) bulunmuştur. Fonksiyonel ve spermatolojik parametreler arasındaki korelasyon analizine göre, motilite ile 3. fraksiyon hacmi (r=0.50) ve toplam hacim (r=0.50) arasında pozitif yönde orta düzeyde ilişki saptanmıştır. Yoğunluk ile 1. fraksiyon süresi arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon (r=0.88) bulunurken; 2. fraksiyon hacmi ile yoğunluk (r=−0.68) ve 1. fraksiyon hacmi (r=−0.63) arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca, toplam hacim ile 2. ve 3. fraksiyon süreleri (r=−0.56) arasında negatif korelasyon, ejekülasyon süresinin hacim üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, köpeklerde ejekülatın hacim ve süre parametreleri ile spermatolojik parametreler arasında anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiş olup, bu verilerin klinik androloji ve fertilite yönetimi açısından önemli bilgiler sunduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: fonksiyonel muayene, köpek, spermatolojik muayene

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

RELATIONSHIP BETWEEN EJACULATE VOLUME AND PERIOD WITH SOME SPERMATOLOGICAL PARAMETERS IN DOGS

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the correlations between some spermatological and functional examination parameters in dogs. In this study, semen was collected from a total of 8 dogs, 3 Kangal Shepherds, 3 German Shepherds and 2 mixed breed dogs, by hand massage method. In order to collect semen, fractions were applied to the penis of a male dog stimulated by a female dog showing estrus. During ejaculation, color and consistency were observed and the I., II., and III. fractions of the ejaculates were separated from each other. Spermatozoa motility, spermatozoa density, fraction volume and fraction period were calculated in ejaculates taken three times at 1 week intervals from each dog. The correlations between the spermatological and functional examination parameter findings were statistically evaluated with Spearman rank correlation.

In spermatological examination findings; semen motility was found to be 85.16 ± 2.91% (%) and spermatozoa density was found to be 327.21 ± 16.12 x10^6/cm³ (x106/cm3); functional examination findings were as follows; 1st fraction (ml): 2.27±0.12; 2nd fraction (ml): 2.22±0.16; 3rd fraction (ml):10.85±1.95, total fraction volume was found to be 15.35±1.97 (ml); 1st fraction (sec): 20.05±1.67; 2nd fraction (sec): 68.62±3.74; 3rd fraction (min):13.90±0.88, total fraction period was found to be 13.90±0.88 (min). According to the correlation analysis between functional and spermatological parameters, a positive moderate correlation was found between motility and 3rd fraction volume (r=0.50) and total volume (r=0.50). While there was a high level of positive correlation (r=0.88) between density and 1st fraction duration; a negative correlation was found between 2nd fraction volume and density (r=−0.68) and 1st fraction volume (r=−0.63). In addition, a negative correlation was found between total volume and 2nd and 3rd fraction durations (r=−0.56), revealing the effect of ejaculation duration on volume. As a result, it was determined that there were significant relationships between the volume and duration parameters of ejaculate in dogs and spermatological parameters, and it was concluded that these data provided important information in terms of clinical andrology and fertility management.

Keywords: dog, functional examination, spermatological examination

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

1. INTRODUCTION

Investigating the relationships between ejaculate volume and duration and spermatological parameters in dogs is of great importance for understanding reproductive health and productivity [1, 11]. Such studies provide valuable data, especially for genetic selection, breeding programs and veterinary practices in dogs. Ejaculate volume and duration are important factors affecting semen quality and fertility rates, and the relationship of these parameters with spermatological characteristics can contribute to the development of strategies to increase reproductive success [10]. In addition, these parameters can help determine the necessary biological indicators to monitor reproductive health in dogs and to diagnose potential health problems early. Indeed, it has been shown that semen volume and ejaculation duration are directly related to hormonal regulation, sympathetic-parasympathetic balance and the activity of accessory glands [3, 13]. At the same time, elements such as the functional capacity of spermatozoa and the biochemical composition of the ejaculate also have an effect on fertility [2]. In order to optimize reproductive productivity in dogs, these physiological processes should be evaluated in detail both quantitatively and qualitatively. In previous studies examining the relationships between ejaculate volume and duration and spermatological parameters in dogs, subjective evaluations were generally made. However, in recent years, with the development of technology, more objective and sensitive analysis methods have been used. In this context, spermatological evaluations will be made with the Computer-Assisted Sperm Analyzer (CASA) in the presented study. CASA technology allows more reliable data on reproductive health by providing more accurate and consistent measurement of parameters such as spermatozoa motility and density [9}. This method, unlike existing studies, provides more objective and reliable results by minimizing subjective errors. Thus, more accurate correlations between ejaculate parameters and spermatological characteristics will be provided and more robust strategies on reproductive success can be developed [7, 12]. These technological advances contribute to the establishment of a new standard in fertility evaluations not only in dogs but also in other domestic species. The aim of this study is to evaluate the correlations between parameters obtained in some spermatological and functional examinations in dogs.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1.Animals and Ethical Declaration Experimental Design

This study was approved by the Ondokuz Mayıs University Animal Experiments Local Ethics Committee (protocol number 2025/07). This study examined eight dogs of various breeds (three Turkish kangal dogs, three German shepherds and two crossbred dogs). All dogs included in the study were owned and proven to be fertile.

2.2.Collection and Evaluation of Semen

Before the collection of semen, any distracting or anxiety-inducing factors were minimized for the dog. In case of fear or curiosity, semen collection may not be possible because the penis will not fully erection. The collection of semen from dogs was performed using the most commonly used and painless manual (digital) massage method. In dogs, semen consists of 3 fractions (pre-secretion, semen and post-secretion). During ejaculation, color and consistency were observed and the I., II. and III. fractions of the ejaculates were separated from each other. The volume and duration of the separated ejaculates were recorded. Motility and density were evaluated in the

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

spermatological examination of the collected ejaculates with the Computerized Sperm Analyzer (CASA) (SCA®, Microptic, Barcelona, Spain). The CASA system is supported by a microscope (Nikon, Eclipse, Tokyo, Japan) with a heating table, negative phase-contrast, 10x objective and 37°C. In the analyses, the parameters of spermatozoa total motility % and total spermatozoa density were evaluated by reading at least 5 microscope fields in the software system.

Statistical Analysis

The data obtained from semen quality and functional ejaculation parameters were analyzed using IBM SPSS Statistics 26.0 software. Descriptive statistics (mean ± standard deviation) were calculated for each parameter. Spearman's rank correlation coefficient was used to evaluate the relationships between spermatological parameters (motility and semenconcentration) and functional parameters (fractional volumes and fraction periods), since the data did not meet the assumptions of normal distribution. A correlation coefficient (r) value ≥0.5 or ≤−0.5 was considered to indicate a strong correlation. Statistical significance was set at $p<0.05$.

3. RESULTS

In this study, ejaculate samples taken three times in weekly periods from eight male dogs of different breeds were evaluated; the relationships between spermatological parameters, ejaculation duration and fraction volumes were analyzed. The average body weight of the dogs included in the study was determined as 43.38 ± 1.54 kg, and the average age was determined as 4.42 ± 0.45 years. According to the spermatological evaluation results, the average spermatozoa motility was calculated as 85.16 ± 2.91%, and the average spermatozoa density was calculated as 327.21 ± 16.12 $x10^6/cm^3$.

According to the findings obtained in functional evaluations, the 1st fraction volume was measured as 2.27 ± 0.12 ml, the 2nd fraction volume as 2.22 ± 0.16 ml and the 3rd fraction volume as 10.86 ± 1.95 ml, and the total ejaculate volume was determined as 15.35 ± 1.97 ml on average. When the ejaculation time parameters were examined, the 1st fraction time was recorded as 20.05 ± 1.67 sec, the 2nd fraction time as 68.62 ± 3.74 sec, the 3rd fraction time as 13.90 ± 0.88 min and the total ejaculation time as 13.90 ± 0.88 min (Table 1).

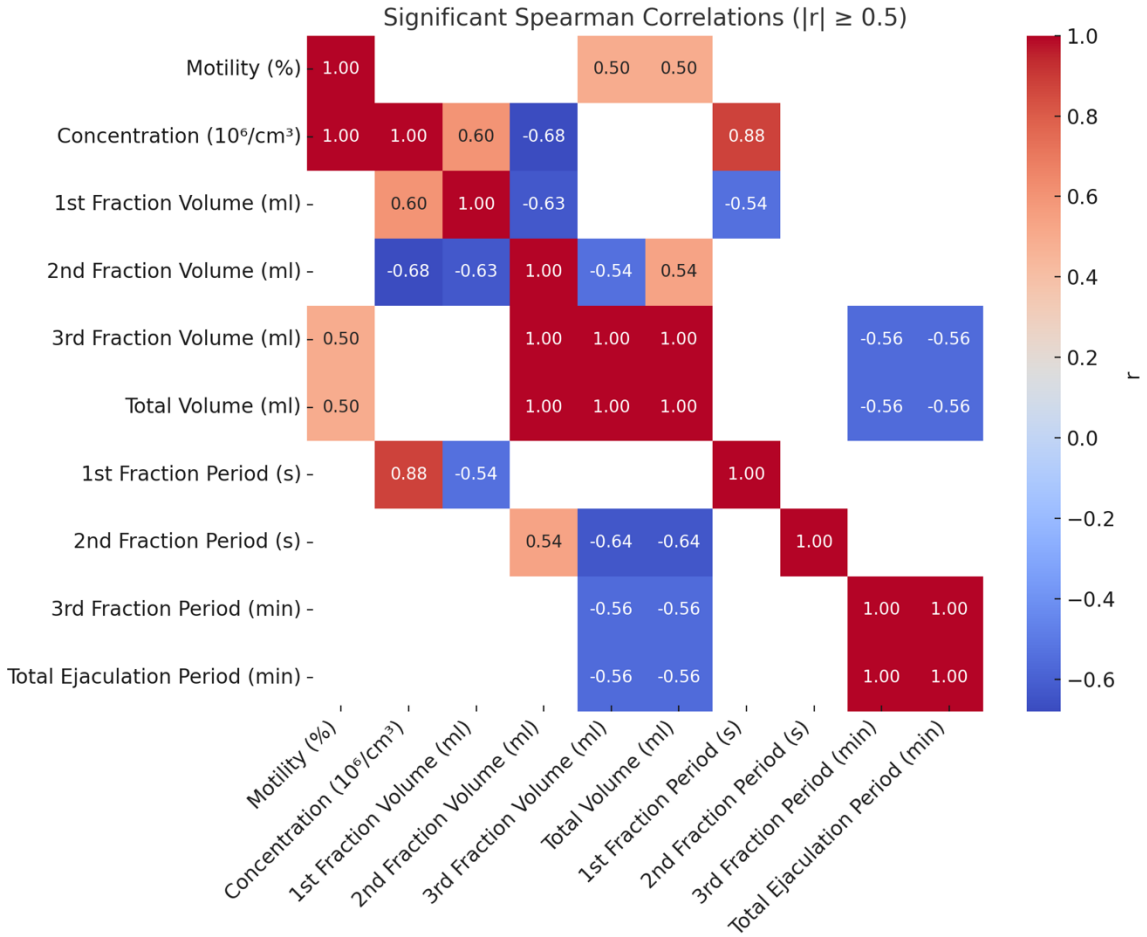
Table 1. Mean ± Standard Deviation Values of Spermatological and Functional Parameters in Dogs

Parameters	Mean ± Standard Deviation
Body Weight (kg)	43.38 ± 1.54
Age (years)	4.43 ± 0.45
Motility (%)	85.17 ± 2.92
Concentration ($10^6/cm^3$)	327.21 ± 16.12
1st Fraction Volume (ml)	2.27 ± 0.12
2nd Fraction Volume (ml)	2.22 ± 0.16
3rd Fraction Volume (ml)	10.86 ± 1.95
Total Ejaculate Volume (ml)	15.35 ± 1.97
1st Fraction Period (s)	20.05 ± 1.67
2nd Fraction Period (s)	68.62 ± 3.74
3rd Fraction Period (min)	13.90 ± 0.88
Total Ejaculation Period (min)	13.90 ± 0.88

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

According to the Spearman correlation analysis (Figure 1), significant and remarkable relationships were found between some parameters. A moderate positive correlation was found between semenmotility and the 3rd fraction volume (r=0.50) and total volume (r=0.50). This suggests that motility may be associated with the volume increase, especially in the last fraction. A high positive correlation was found between density and the 1st fraction duration (r=0.88), indicating that dense spermatozoa content may particularly affect the onset of ejaculation. A negative correlation was found between the 2nd fraction volume and both density (r=−0.68) and 1st fraction volume (r=−0.63), indicating that the middle fraction may play a balancing role. Similarly, negative significant relationships were found between total volume and the 2nd fraction duration (r=−0.63) and the 3rd fraction duration (r=−0.56). These findings indicate that total volume may decrease with increasing duration in the last two phases of ejaculation. While no significant correlation was found between motility and duration parameters, a positive correlation trend (r=0.34) was observed between density and total duration. In addition, the determination of a full correlation (r=1.00) between the 2nd fraction duration and the 3rd fraction duration and total duration indicates that the ejaculation process should be evaluated as a whole. All these data obtained are valuable in terms of clinical andrology in terms of showing how the different phases of ejaculation in dogs are related to spermatological quality in terms of both volume and duration.

Figure 1. Correlations Between Spermatological and Functional Examination Parameters in Dogs (Spearman, $|r| \geq 0.5$)



ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

4. DISCUSSION

In this study, the relationships between the amount and duration of ejaculates taken from healthy male dogs of different breeds and various spermatological parameters were evaluated. The obtained data contributed to a better understanding of the connection between the ejaculation process and semen quality in dogs.

The moderate positive correlation (r=0.50) observed between spermatozoa motility and the volume of the 3rd fraction and the total ejaculate volume indicates that motility can be associated with the amount of secretions, especially in the last fraction. This finding is also consistent with the studies reported by Kumar et al. [5] and Linde-Forsberg [6], who argued that ejaculate volume may have an indirect effect on spermatozoa motility. In addition, the findings that motility increases especially with the last fraction, which is enriched with prostatic secretions, are also supported by Tesi et al. [11].

The high level of positive correlation between density and the duration of the first fraction (r=0.88) indicates that the first fraction at the beginning of ejaculation contains more dense spermatozoa and that prolonging this duration may increase semenconcentration. It has been stated that the first fraction of the ejaculate in dogs is the richest part in terms of spermatozoa and this finding is consistent with our study [4]. Similarly, Rijsselaere et al. [9] recommend that the ejaculate be analyzed by separating it into phases in the evaluation of semendensity. The negative correlations detected between the volume of the second fraction and both the density (r=−0.68) and the volume of the first fraction (r=−0.63) reveal that this part may play a balancing role. In particular, the information that the second fraction contains more prostatic fluid and may dilute semen density is parallel to previously reported data [8, 11]. This supports the necessity of separating the fractions in terms of reproductive biotechnology.

The negative correlations observed between total ejaculate volume and 2nd and 3rd fraction times (r=−0.63 and r=−0.56) suggest that this process is completed in a shorter time as the volume increases or, conversely, that increasing the time may cause a decrease in volume. Akçay and Tekin [1] reported that the change in time between fractions may have an effect on total volume. It is noteworthy that there was no direct significant relationship between spermatozoa motility and duration parameters in our study. However, the positive correlation trend between density and total duration (r=0.34) suggests that ejaculates with higher semenconcentration may be completed in a longer time. In addition, the determination of a full correlation (r=1.00) between the 2nd fraction time, the 3rd fraction time and the total time supports the fact that the final phases of ejaculation should be evaluated together.

These findings show that ejaculation in dogs is not only a mechanical process in terms of duration and volume, but also a physiological structure that directly affects spermatological quality. In particular, the use of the CASA system has enabled objective measurement of previously subjectively evaluated parameters and increased the reliability of the analyses [9, 12]. In this respect, the study is parallel to similar studies in the literature and contributes to the literature in some ways. In conclusion, it has been revealed that the volume and duration parameters of different fractions of ejaculate are related to spermatological quality and that this relationship is at a level that can affect reproductive performance in dogs. These data may allow for increasing the efficiency of artificial insemination in the future and for more sensitive individual reproductive follow-up.

5. REFERENCES

[1] Akçay, E., & Tekin, N. (2002). Andrological examinations of Kangal sheepdogs (Karabash). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 26(4), 965–973.

[2] Christensen, B. W. (2018). Semen collection, evaluation, and preservation. In *Canine and Feline Theriogenology* (pp. 445–471). Saunders.

[3] da Paz, R. C. R., & Kuczmarski, A. H. (2021). Alternative dog semen collection techniques. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*, 19(1), e-009321.

[4] England, G. C. W., & Allen, W. E. (1992). Studies on the measurement of canine semen output. *Theriogenology*, 37(4), 1005–1011. https://doi.org/10.1016/0093-691X(92)90191-W

[5] Kumar, P., Kumar, A., Azad, C. S., & Sheetal, S. K. (2023). Studies on different physical characteristics of mongrel dog semen. *Journal of Livestock Science*, 14, 104–108.

[6] Linde-Forsberg, C. (1991). Achieving canine pregnancy by using frozen or chilled extended semen. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 21(3), 467–485. https://doi.org/10.1016/S0195-5616(91)50148-X

[7] Martínez-Pastor, F., Fernández-Santos, M. R., Domínguez-Rebolledo, Á. E., Garde, J. J., & Anel, L. (2011). Use of CASA technology for monitoring sperm quality in research and breeding. *Reproduction in Domestic Animals*, 46(1), 45–53.

[8] Raza, M. A., Andrabi, S. M. H., Ahmad, U., & Baloch, K. Z. (2024). Factors affecting the quality of cryopreserved dog spermatozoa. *SCIREA Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 6(1), 1–10.

[9] Rijsselaere, T., Van Soom, A., Tanghe, S., Coryn, M., Maes, D., & de Kruif, A. (2005). New techniques for the assessment of canine semen quality: A review. *Theriogenology*, 64(3), 706–719. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.05.036

[10] Strzeżek, R., Lecewicz, M., Orzeł, I., & Siemieńczuk, J. (2024). Effect of repeated semen ejaculation on sperm quality and selected biochemical markers of canine semen. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 27(1), 203–210.

[11] Tesi, M., Sabatini, C., Vannozzi, I., Di Petta, G., Panzani, D., Camillo, F., & Rota, A. (2018). Variables affecting semen quality and its relation to fertility in the dog: A retrospective study. *Theriogenology*, 118, 34–39. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.05.028

[12] Van der Horst, G., & Maree, L. (2010). SpermBlue®: A new universal stain for human and animal sperm which is also amenable to automated sperm morphology analysis. *Biotechnic & Histochemistry*, 85(4), 299–308. https://doi.org/10.3109/10520290903149527

[13] Verstegen, J., Onclin, K., & Silva, L. D. M. (2005). Reproduction in the male dog. In *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (7th ed., pp. 1617–1626).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

MUHABBET KUŞLARINDA İSHALİN GİZLİ SEBEBİ: *ASCARİDİA PLATYCERİ*

Dr. Çağatay ESİN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, cagatay.esin@omu.edu.tr - 0000-0002-7029-9066

ÖZET

Muhabbet kuşları (Melopsittacus undulatus), kafes kuşları arasında en yaygın olarak beslenen türlerden biridir ve çeşitli sindirim sistemi bozukluklarına karşı duyarlıdır. Bu bozuklukların başında ishal gelmekte olup, klinik başvuru nedenlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. İshalin etiyolojisi çok faktörlü olup; bakteriyel, viral, paraziter, diyet kaynaklı ya da çevresel stres faktörlerine bağlı olarak gelişebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, ishal şikâyetiyle veteriner kliniğine getirilen muhabbet kuşlarında Ascaridia platyceri başta olmak üzere çeşitli etkenlerin görülme sıklığını ortaya koymak ve ishale yol açan olası nedenleri değerlendirmektir. Çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi'ne ishal şikayeti ile getirilen 50 muhabbet kuşunun dışkı örnekleri incelenmiştir. Örnekler natif mikroskopi, Diff-Quick ve Giemsa boyama teknikleri ile değerlendirilmiştir. Mikroskobik inceleme sonucunda, 21 kuşta (%42) Ascaridia platyceri, 11'inde (%22) bakteriyel etken, 8'inde (%16) Eimeria spp. tespit edilmiş, 10 örnekte (%20) ise herhangi bir patojen saptanmamıştır. Ki-kare testi ile yapılan istatistiksel analizde, Ascaridia platyceri enfestasyonunun diğer etkenlere kıyasla anlamlı şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir (p=0,044). Sonuçlar, muhabbet kuşlarında ishalin altında yatan nedenin sıklıkla paraziter enfestasyonlara, özellikle de Ascaridia platyceri'ye bağlı olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bakteriyel ve protozoal enfeksiyonlar da klinik tabloya katkıda bulunabilmektedir. Negatif sonuçlar ise gıda intoleransı veya non-enfeksiyöz faktörlerin rolünü düşündürmektedir. Bu bulgular, tanı sürecinde multidisipliner bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler : *Ascaridia platyceri;* İshal; Muhabbet kuşu; Paraziter enfestasyon

A HIDDEN CAUSE OF DIARRHEA IN BUDGETBIRDS: *ASCARIDIA PLATYCERİ*

ABSTRACT

Budgerigars (Melopsittacus undulatus) are among the most commonly kept cage birds and are highly susceptible to various gastrointestinal disorders, with diarrhea being one of the most frequent clinical complaints. The etiology of diarrhea is multifactorial and may involve bacterial, viral, parasitic, dietary, or environmental stress-related causes. The aim of this study was to investigate the prevalence of Ascaridia platyceri and other potential agents in budgerigars presenting with diarrhea, and to evaluate possible etiological factors. In this study, fecal samples were collected from 50 budgerigars brought to the Animal Hospital of the Faculty of Veterinary Medicine at Ondokuz Mayıs University due to diarrhea complaints. Samples were examined using native microscopy, Diff-Quick, and Giemsa staining techniques. Microscopic evaluation revealed Ascaridia platyceri in 21 birds (42%), bacterial agents in 11 birds (22%), and Eimeria spp. in 8 birds (16%). In 10 cases (20%), no pathogens were detected. Statistical

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

analysis using the Chi-square test showed that the presence of Ascaridia platyceri was significantly higher than that of other agents ($p = 0.044$). The results indicate that parasitic infestations, particularly due to Ascaridia platyceri, may be a common underlying cause of diarrhea in budgerigars. In addition, bacterial and protozoal infections may also contribute to the clinical picture. Negative samples suggest that non-infectious factors such as dietary intolerance or nutritional imbalances may also play a role. These findings highlight the importance of adopting a multidisciplinary diagnostic approach, considering not only parasitic and bacterial agents but also husbandry practices, dietary history, and environmental conditions in the clinical assessment and treatment of diarrheic budgerigars.

Keywords : *Ascaridia platyceri;* Diarrhea; Budgerigar; Parasitic infestation

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

1. INTRODUCTION

Budgerigars (Melopsittacus undulatus) are among the most widely kept cage birds worldwide and are susceptible to a variety of diseases. Among these, gastrointestinal disorders particularly diarrhea are the most prevalent [4]. Diarrhea is one of the leading reasons for presenting budgerigars to veterinary clinics and may manifest as a symptom of numerous underlying conditions [3]. The etiology of diarrhea encompasses a wide spectrum of causes, and accurate diagnosis is of critical importance for developing effective treatment strategies. Therefore, veterinarians should adopt a systematic approach when investigating the source of diarrhea in budgerigars [

Among the primary factors contributing to diarrhea in budgerigars are dietary changes, enteritis (of bacterial or parasitic origin), stress, hepatic diseases, systemic infections, infestations (viral, bacterial, or fungal), and endocrine disorders such as diabetes mellitus [14]. In addition to these, helminth infestations localized in the gastrointestinal tract are also recognized as significant causes of diarrhea. In particular, ascariasis is a common parasitic disease in budgerigars that can lead to serious, and sometimes fatal, complications [15].

Ascariasis is an infestation caused by nematodes belonging to the order Ascaridida. These parasites colonize the gastrointestinal tract of birds, disrupting nutrient absorption, causing mucosal damage, and adversely affecting overall health status [12]. In birds of the order Psittaciformes, a total of seven different nematode species have been identified, with *Ascaridia platyceri* and *Ascaridia hermaphrodita* being the most frequently encountered species in budgerigars [2, 6].

Ascaridia platyceri is a nematode species commonly found in budgerigars and other members of the order Psittaciformes. Infected individuals predominantly exhibit gastrointestinal symptoms, with diarrhea, anemia, anorexia, and weight loss being the most frequently observed clinical signs [2]. The parasite causes mechanical damage to the intestinal mucosa, triggering local inflammation, which may lead to blood loss, secondary bacterial infections, and immunosuppression. Chronic infestations can result in impaired nutrient absorption over time, leading to growth retardation or a general decline in body condition [8].

Transmission of *Ascaridia platyceri* occurs via the fecal-oral route. Eggs shed into the environment through the feces of infected birds can remain viable for extended periods under favorable conditions. The risk of transmission increases significantly in environments with poor hygiene. Once the larval form develops in the intestine, the infestation can spread rapidly, potentially leading to significant flock-level losses, particularly in budgerigars kept in groups for breeding purposes [1].

Diagnosis of *Ascaridia platyceri* eggs is typically performed through native microscopic examination or fecal flotation techniques. The eggs are thick-shelled and oval-shaped, making them relatively easy to identify under a microscope [7]. However, in cases of mild infestation, egg shedding may be minimal, and serial fecal examinations are recommended to improve diagnostic sensitivity.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

In the treatment of ascariasis, anthelmintic agents such as fenbendazole, ivermectin, or levamisole may be used. However, individual pharmacological intervention alone is not sufficient for effective treatment; environmental hygiene also plays a critical role. Regular cleaning of cages, replacement of contaminated food and water sources, and routine parasitological monitoring are among the key strategies for controlling Ascaridia infestations [5].

The aim of this study is to investigate the presence of etiological agents using native microscopic and staining techniques in budgerigars presented with diarrhea, and to determine the prevalence of *Ascaridia platyceri*.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, a total of 50 budgerigars (Melopsittacus undulatus) presented with complaints of diarrhea to the Teaching, Practice, and Research Hospital of the Faculty of Veterinary Medicine at Ondokuz Mayıs University were examined. The birds were evaluated based on age, sex, and general health status, and underwent a systematic physical examination. Fecal samples from each individual were collected in sterile containers for parasitological and/or bacteriological analysis and examined without delay. During the clinical evaluation, body condition scores, signs of anemia, degree of dehydration, and general behavioral abnormalities were recorded.

In this study, fecal samples from the budgerigars were examined using the native preparation technique, primarily to detect the presence of parasitic agents. This technique involves the direct microscopic examination of fecal material, allowing for the observation of the morphological characteristics of parasites. A small portion of each fecal sample was placed on a glass slide and spread into a thin layer. The sample was then examined in its natural state under the microscope. The native microscopic evaluation focused particularly on detecting nematodes such as *Ascaridia platyceri*, protozoa, and other parasitic organisms. Each sample was examined under 10× and 40× magnification, and three distinct fields per sample were assessed to ensure more accurate evaluation. In this technique, the characteristic morphological features of *Ascaridia platyceri* including the oval shape of its eggs and the presence of prominent microtubules in the adult form were used to distinguish it from other potential parasitic agents.

A portion of the fecal samples was examined using the Diff-Quick staining technique. Diff-Quick is a rapid and effective staining method used in microscopic evaluations to identify the morphological characteristics of cells, bacteria, and parasites. This technique is particularly useful for detecting pathological changes such as bacterial infections, protozoal agents, and cellular abnormalities. Prior to staining, the samples were fixed with 100% methanol for 30 seconds a critical step to preserve the cellular architecture and stabilize the sample. In the first staining step, eosin dye from the Diff-Quick staining kit was applied. Eosin stains the cytoplasm of cells and bacteria in shades of red to orange. This dye was applied for 10 seconds. In the second step, thiazine solution was used to stain cell nuclei blue, with a staining duration of approximately 10–15 seconds. After the staining process was completed, the slides were briefly rinsed with distilled water and allowed to air-dry for a few seconds before being placed under the microscope. Using the Diff-Quick staining technique, the morphological structures of

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

parasites and especially bacteria were made more visible, facilitating the identification of potential pathogens within the intestinal flora. Among the bacterial agents, particular attention was given to identifying diarrhea-associated organisms such as Salmonella spp., Escherichia coli, and Campylobacter spp. Diff-Quick staining allows for the rapid detection of bacterial infections, which can guide timely and appropriate clinical interventions.

The Giemsa staining technique is commonly used for the identification of protozoan parasites. This method enhances the visualization of cellular structures, allowing for clearer observation of protozoan agents, as well as the larval forms and spores of nematodes such as *Ascaridia platyceri*. In this study, the fecal samples were initially treated with 95% ethanol for 3 minutes. The Giemsa solution was prepared by diluting stock Giemsa stain to a 10% concentration with distilled water. Two drops of the prepared solution were applied to the slides. The staining process lasted approximately 30 minutes. After staining, the slides were rinsed thoroughly with water to remove excess stain, air-dried, and made ready for microscopic examination. Giemsa staining not only facilitates the identification of parasitic agents but also allows for the visualization of inflammatory cells present in the intestines, providing insight into the degree of local immune response. This technique emphasizes fine cellular details in protozoan structures, enabling more precise detection of endoparasites and microorganisms. Using this method, protozoan agents (e.g., Giardia spp.) as well as nematode larvae including developmental stages of species such as *Ascaridia platyceri* were more clearly visualized under the microscope.

2.1 Statistical Analysis

The data were analyzed using IBM SPSS Statistics software (IBM Corp., Armonk, NY, USA). This study was based on fecal sample analyses from budgerigars presenting with diarrhea. Since the data were categorical (nominal), a one-sample chi-square test was employed for statistical evaluation. This test was chosen to assess whether there were significant differences between the observed and expected frequencies. The frequency of each etiological agent was compared with its expected value, and a frequency table was generated to show the distribution, number, and percentage of each agent. If the p-value obtained from the chi-square test was less than 0.05, the difference in the proportions of the etiological agents was considered statistically significant. Conversely, if the p-value was greater than 0.05, it was concluded that there was no statistically significant difference among the proportions of the agents.

3. RESULTS

Of the 50 budgerigars that underwent microscopic fecal examination, *Ascaridia platyceri* was detected in 21, bacterial agents in 11, and eimeria spp. in 8. No agents were detected in 10 of the fecal examinations (Table 1).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Table 1. Type, number and percentage of pathogens in 50 budgerigars subjected to microscopic fecal examination.

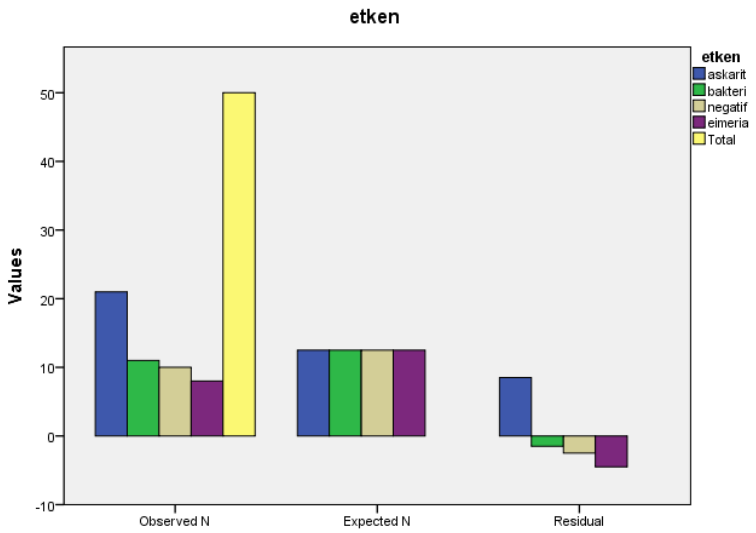
Etiological Agent	Number	Percentage
Ascaridia platyceri	21	42%
Bacterial	11	22%
Negative	10	20%
***Eimeria* spp.**	8	16%

The chi-square test provided information on the number of cases associated with each identified agent in the dataset. The distribution used for comparison indicated the expected number of cases for each agent. In addition, the test highlighted the differences between the observed and expected frequencies. According to the chi-square analysis, the presence of *Ascaridia platyceri* in budgerigars with diarrhea was found to be statistically significantly higher compared to other etiological agents (p = 0.044) (Table 2 and Figure 1).

Table 2. Demographic data of 50 budgerigars that underwent microscopic fecal examination.

Etiological Agent	Number of Agents (Observed n:)	Expected Number of Agents (Expected n:)	Difference (Residual)
Ascaridia platyceri	**21**	12.5	**8.5**
Bacterial	11	12.5	1.5
Negative	10	12.5	2.5
***Eimeria* spp.**	8	12.5	4.5
Total	50	50	**p=0.044**

Figure 1. Bar chart showing the types and numbers of etiological agents identified in fecal microscopy of 50 budgerigars with diarrhea.



ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

4. DISCUSSION

In this study, *Ascaridia platyceri* was found to be significantly more prevalent than other etiological agents ($p = 0.044$) in fecal samples collected from 50 budgerigars (Melopsittacus undulatus) presented with complaints of diarrhea. This finding suggests that parasitic infestations constitute a major underlying cause of gastrointestinal disturbances in budgerigars. Specifically, *Ascaridia platyceri* exerts detrimental effects on the intestinal mucosa, leading to diarrhea, anemia, anorexia, and general loss of body condition, thereby having a profound impact on the clinical presentation [11].

The results of our study are consistent with previous reports of ascariasis in the literature. Studies by Yabsley and Sapp [15], as well as Singh et al. [12], emphasize the role of nematode infestations in causing severe gastrointestinal symptoms in birds. Similarly, Hollwarth and Prieto [4], along with Samanta and Bandyopadhyay [10], have identified parasitic agents as important contributors to diarrhea in budgerigars. In this context, the present findings underscore the importance of including parasitic causes in the differential diagnosis, rather than limiting the focus to bacterial or viral infections alone.

Nonetheless, bacterial agents and Eimeria spp. were also identified as notable contributors in the current study. Bacterial pathogens were detected in 11 of the 50 samples, suggesting that organisms such as Salmonella spp., Escherichia coli, and Campylobacter spp. may play a role in the pathogenesis of diarrhea. As previously reported, bacterial-induced enteritis can lead to acute dehydration, anemia, and overall health deterioration in birds [3]. Therefore, early detection of bacterial pathogens and timely implementation of appropriate antibacterial therapies are critical for improving clinical outcomes. Additionally, Eimeria spp. were identified in 8 samples, implicating coccidial infections as another potential cause of diarrhea. These protozoa induce coccidiosis, an intestinal disease characterized by mucosal damage, inflammation, and digestive dysfunction [9]. It is well-established that Eimeria infections tend to be more severe in juvenile or immunocompromised individuals [13].

The presence of negative fecal samples in 20% of the cases also warrants attention. This outcome may be attributed to several factors. First, the limitations of native microscopic and staining techniques may have led to false negatives in cases with low parasite burden. When only a single sample is analyzed, transient or low-level infections may go undetected. Secondly, some of the negative samples may indicate that the underlying cause of gastrointestinal symptoms was non-infectious, such as dietary irritation or food intolerance. In food-related diarrhea cases, improper nutrition, feed contamination, or abrupt dietary changes can disrupt the intestinal microbiota, leading to clinical signs [4]. These findings highlight the importance of integrating additional clinical data—such as feeding history, environmental stressors, and recent dietary modifications—into the diagnostic process rather than relying solely on microscopy and staining results.

Our findings emphasize the necessity of improving hygiene practices and implementing routine parasite monitoring, particularly in group-housed or breeding populations. These preventive

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

measures are crucial for controlling the spread of *Ascaridia platyceri* and improving the overall health and welfare of budgerigars.

5. CONCLUSION

This study demonstrates that diarrhea in budgerigars may result from a complex interplay of parasitic, bacterial, and non-infectious factors, rather than a single causative agent. The statistically significant detection rate of *Ascaridia platyceri* highlights the pivotal role of parasitic infestations in gastrointestinal disturbances. However, bacterial pathogens and Eimeria spp. infections were also found to contribute to the clinical picture. The presence of negative fecal samples suggests that non-infectious causes, such as dietary irritation or intolerance, may also play a role in the development of diarrhea. These findings indicate that relying solely on microscopic and staining techniques for pathogen detection may be insufficient. Instead, a comprehensive diagnostic approach that also considers nutritional history and environmental factors is essential. In conclusion, adopting a multidisciplinary approach in veterinary clinical practice is of critical importance for early diagnosis and the development of effective treatment strategies.

6. REFERENCES

[1] Capone, D., Barker, T., Cumming, O., Flemister, A., Geason, R., Kim, E., ... & Brown, J. (2022). Persistent ascaris transmission is possible in urban areas even where sanitation coverage is high. Environmental science & technology, 56(22), 15969-15980.

[2] Fedynich, A. M. (2008). Heterakis and Ascaridia. Parasitic diseases of wild birds, 388-412.

[3] Hatt, J. M. (2018). Abnormal or loose droppings. In *BSAVA Manual of Avian Practice* (pp. 339-349). BSAVA Library.

[4] Hollwarth, A., & Prieto, L. G. (2024). Avian Gastroenterology: Noninfectious and Infectious Disease. Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice.

[5] Jilo, S. A., Abadula, T. A., Abadura, S. Z., Gobana, R. H., Hasan, L. A., & Nair, S. P. (2022). Review on epidemiology, pathogenesis, treatment, control and prevention of gastrointestinal parasite of poultry. Int J Vet Sci Anim Husb, 7(5), 26-34.

[6] Kajerova, V., Barus, V., & Literak, I. (2004). Nematodes from the genus Ascaridia parasitizing psittaciform birds: a review and determination key. Veterinární medicína, 49(6), 217.

[7] Khurana, S., Singh, S., & Mewara, A. (2021). Diagnostic techniques for soil-transmitted helminths–Recent advances. Research and Reports in Tropical Medicine, 181-196.

[8] Kubiak, M. (2020). Budgerigars and cockatiels. Handbook of exotic pet medicine, 141-164.

[9] Pal, M., Rebuma, T., & Tolosa, T. (2024). Avian coccidiosis: A major parasitic disease of poultry industry. Int J Livest Res, 14, 1-7.

[10] Samanta, I., & Bandyopadhyay, S. (2017). Pet bird diseases and care (Vol. 6, pp. 253-262). Singapore: Springer.

[11] Shohana, N. N., Rony, S. A., Ali, M. H., Hossain, M. S., Labony, S. S., Dey, A. R., ... & Anisuzzaman. (2023). Ascaridia galli infection in chicken: Pathobiology and immunological orchestra. Immunity, Inflammation and Disease, 11(9), e1001.

[12] Singh, R., Gupta, I., & Patil, R. D. (2023). Ascariasis in poultry: a comprehensive review. Pharma Innov, 12(11S), 699-704.

[13] Smith, A. L., Powers, C., & Beal, R. (2022). The avian enteric immune system in health and disease. In Avian immunology (pp. 303-326). Academic Press.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

[14] Welle, K. R. (2015). Gastrointestinal system. Current Therapy in Exotic Pet Practice, 221.

[15] Yabsley, M. J., & Sapp, S. G. (2021). Ascarids. In Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat (pp. 1418-1435). WB Saunders.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

SU KULLANIMI, SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ VE SU KITLIĞI

Prof. Dr. Yunus Emre ÖZTÜRK

Selçuk Üniversitesi, yunuseozturk@gmail.com -0000-0002-6178-6129

Y.L. Öğr. Beyza PINAR

Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Yönetimi, beyzapinar44@gmail.com -0009-0009-5457-0176

ÖZET

Su, doğa ve insan yaşamının devamlılığı için önemli bir kaynaktır. Geçmiş yüzyıllarda insanlar yerleşim yeri seçiminde su kaynaklarına yakın yerleri tercih etmiştir. Su kaynaklarının tükenilebilir olması ve azalmaya başlamasıyla birlikte suyun önemi ile ilgili farkındalık seviyesi artmıştır. Su, ikamesi olmayan bir kaynak olduğundan önlemi alınmazsa gelecek yıllarda su sorunları yaşayacağımız günlerin gelmesi kaçınılmaz olacaktır. Suyun kullanımı her sektörde önemlidir; tarımda, sanayide, evsel kullanımlarda ve sağlık kurumlarında önemli bir kaynaktır. Su halk sağlı için de önemli bir kaynaktır. Temiz suya ulaşamamak salgın hastalıklarını da beraberinde getireceğinden sağlık hizmetlerine olan ihtiyaç artacaktır. Bu durumda sağlık kurumlarına yoğun bir talep olacağından hastane maliyetleri artacak ve yönetim daha da zorlaşacaktır. Hastanelerin temizlik ve sterilizasyonu için su önemli bir kaynaktır. Sağlık personelleri ve sağlık yöneticileri doğru bir su yönetimi ile kaynakları etkin ve verimli kullanmalıdır.

Anahtar kelimeler: su kullanımı, sürdürülebilir su yönetimi, hastanelerde su kullanımı, su kıtlığı

WATER USE, SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT AND WATER SCARCITY

ABSTRACT

Water is an important resource for the continuity of nature and human life. In the past centuries, people have preferred places close to water resources when choosing settlements. The level of awareness about the importance of water has increased with the fact that water resources are exhaustible and have started to decrease. Since water is a non-substitutable resource, if measures are not taken, it will be inevitable that we will have water problems in the coming years. The use of water is important in every sector; it is an important resource in agriculture, industry, domestic use and health institutions. Water is also an important resource for public health. Lack of access to clean water will lead to epidemics and the need for health services will increase. In this case, there will be an intense demand for health institutions, hospital costs

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

will increase and management will become more difficult. Water is an important resource for cleaning and sterilization of hospitals. Health personnel and health managers should use resources effectively and efficiently with proper water management.

Key words: water use, sustainable water management, water use in hospitals, water scarcity

1. Giriş

Sürdürülebilirlik kavramının literatürdeki tanımlarına bakıldığında mevcut kaynakların ekolojik dengesinin bozulmadan gelecek nesillerin de ihtiyacını karşılayacak şekilde kullanımı ve yönetimi şeklinde tanımlanır (Altan 2023). Su hem bugün hem de yarınlar için önemli bir kaynak olduğundan suyun sürdürülebilirliği hayati bir önem taşımaktadır. Su kaynaklarının bir gün tükenebileceğinin farkında ve bilincinde olmamıza rağmen tüketici olarak duyarsızlığımız ve bu duruma kayıtsız kalmamız gelecek nesiller ve dünyamız için birçok problemi ve geri dönülemez sorunları beraberinde getirecektir.

Sağlık kurumları için su kullanımı önemlidir. Hastanelerde su temini ve kullanımı en az tıbbi bir hizmet kadar önemlidir. Çamaşırhanede, kullanılan aletlerin sterilizasyonunda, yemekhanelerde, laboratuvarda ve hastane bahçesinde ve daha birçok alanda kullanılır. Hastaneler kesintisiz sağlık hizmeti sunan büyük kurumlar olduğundan su tüketimi de buna paralel olarak fazladır. Sağlık kurumlarında yöneticilerin doğru su yönetim planıyla hizmetleri aksatmayacak şekilde su kaynaklarından tasarruf etmesi beklenir.

Dünyada suyun dağılımı adil ve eşit değildir. Ülkelere göre dağılımı farklılık gösterir. Herkesin temiz suya ulaşamadığı aşikardır. Bu yüzden sürdürülebilirlik kavramının çevreyle, iklimle, coğrafi konumla aralarında bir ilişki vardır. Bu ilişki toplumun Sürdürülebilirlik kavramına olan yönelimine, eğitimine ve farkındalık düzeyine göre gelişim gösterir (Yetkin 2019). Bilinç düzeyi arttıkça, gelecekteki tehditlerin farkına varıldıkça sürdürülebilirliğin önemini daha iyi kavramış oluruz.

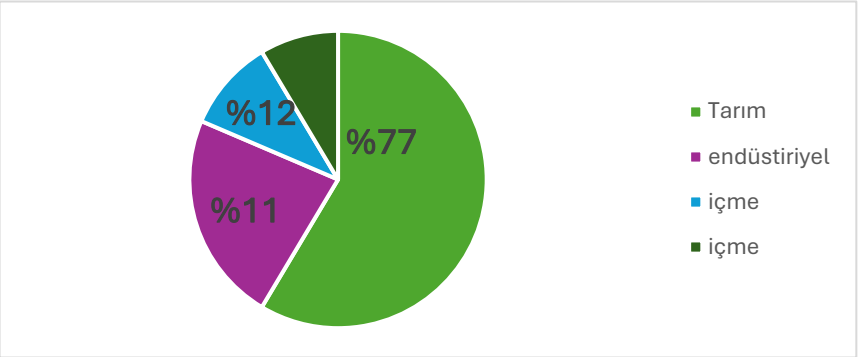
2. Su Kullanımı ve Önemi

Dünyadaki su dağılım oranlarına baktığımızda kaynakların %97,5'i tuzlu sulardan, %2,5'i tatlı sulardan oluşmaktadır. Tatlı suyun %68,7'si buzullarda, %30'u ise yeraltı kaynaklarında bulunmaktadır (Fırat vd., 2024). Tatlı su kaynaklarının az olması ve kullanılabilir suyun kıt olmasından kaynaklı mevcut suların hepsi kullanıma uygun değildir. Buda mevcut olan tatlı su kaynaklarının önemini daha da artırır ve su kaynaklarının korunmasında önemi artırır.

Suyun yaygın kullanım alanları; tarım, sanayi ve evsel kullanımdır. Tarım ve Orman Bakanlığının Değişen İklime uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem planında alınan verilere göre 2022 yılı sonuçlarına göre toplam 57 milyar m^3 su tüketiminin 44 milyar m^3 yani %77'si tarımsal sulamada, 13 milyar m^3 (%23) ise içme ve kullanma suyu son olarak %11'i endüstriyel alanda kullanılmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Görsel 1. Türkiye'de sektörel su kullanımları



Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, Değişen İklime Uyum çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı

TÜİK verilerine göre 2022 yılında su kaynaklarından 19,2 milyar m^3 su çekilmiştir. Çekilen su kaynaklarına bakıldığında %22,1'i yeraltı sularından %21,1'i yüzey sulardan ve %56,8'i deniz sularından çekilmiştir, Belediyeler tarafından su kaynaklarından içme ve kullanma suyu için 6,7 milyar m^3 su çekilmiştir. Çekilen suyun %43'ü barajlardan %29'u kuyulardan, %16,5'i kaynaklardan, %7,7'si akarsulardan ve %3,7'si gölet veya denizlerden sağlanmıştır (TÜİK 2023). Verilen istatistiklere bakıldığında içme sularının büyük bir oranı barajlardan sağlanmaktadır.

3. Su ve Halk Sağlığı

Suyun toplum ve halk sağlığındaki önemi çok büyüktür. Su kaynaklarına sahip olmak kadar tezim su kaynaklarına erişebilmekte bir o kadar önemlidir. Su kaynaklarının kirlenmesi demek ülkelerin hem halk sağlığı hem de ekonomik olarak büyük zararlar görmesi demektir (pal vd. 2018). İçme suyunun kalitesinin bozuk olması ve temiz olmaması kolera, tifo, hepatit A, norovirüs, arsenik zehirlenmesi ve floroz gibi bakteriyel ve kimyasal maddelerin suyu karışmasından kaynaklı hastalıklara sebep Olabilir. Bu hastalıkların bazı dönemler salgın boyutuna ulaşması sağlık hizmetleri için de büyük bir yüktür. Sağlık kurumlarına başvuran hasta sayısındaki beklenmedik artışlar yetersiz ilaç, malzeme ve personel eksikliği olan hastaneler için ciddi bir sorun haline gelecektir. Bu hususta halk sağlıkçılarına ve koruyucu sağlık hizmetlerine büyük roller düşmektedir. İçme sularında düzenli aralıklarla denetimler ve su temizleme işlemleri yapılmalıdır. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization) verilerine göre "1 Ocak'tan 27 Ekim 2024'e kadar, beş DSÖ bölgesindeki 33 ülkeden kümülatif 486.760 kolera ve akut sulu ishal vakası ve 4018 ölüm bildirilmiştir".

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

4. İklim Değişikliğinin su Kaynaklarına Etkisi

İklimsel değişikliklerin yaşanması ekolojik denge ve su kaynakları için bir tehdit unsurudur. İklim değişikliğine bağlı olarak yağışların azalması, buzulların erimesi ve aşırı sıcaklıkların yaşanması su potansiyelimizi azaltacak ve suya olan ihtiyacımızı artıracaktır (Bölük vd. 2022).

İklim değişikliğinin su döngüsü üzerine etkileri şu şekilde sıralanabilmektedir.

- *Yağışların mevsimsel dağılımı ve miktarındaki değişimler*

Yağışların azalması yer altı sularının beslenememesine neden olmaktadır. Zamansız yağışların ise hem sosyal hem ekonomik açıdan zararları vardır, ülkemizde su kaynaklarının büyük bir kısmını tarım sektöründe kullandığımız için tarımın en büyük problemi yağıştır.

- *Su kalitesindeki değişiklikler,*

Su kalitesinin bozulması biyolojik ve kimyasal süreçlere zarar verir. İçme suyu olarak kullanıldığında halk sağlı üzerinde ciddi etkilere neden olacaktır.

- *Taşkınlık ve kuraklığa olan etkiler*

Taşkınlar ve seller barajların ömrünü kısaltır.

- *Su talebindeki değişiklikler,*
- *Kıyı alanlardaki hidrolojik etkiler*
- *Yeraltı suyundaki değişiklikler*

Bugünümüz ve yarınımız için iklimin korunması ve küresel ısınmaya karşı önlemlerin alınması gerekliliği tüm ülkelerin gündemindedir ve buna karşı politikalar ve stratejiler geliştirilmektedir. Küresel ısınmaya karşı atılan adımlardan en önemlisi ve çoğu ülkenin üzerine yoğunlaştığı protokol Kyoto Protokolüdür. Kyoto Protokolünün amacı fosil yakıtlarının azaltılması ve alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlamaktır (Karaman & Gökalp 2010).

İklim değişikliğin küresel etkileri bölgesel ve zamansal olarak farklılık gösterecektir. İklimin ülkeler arasında dağılımı farklı olduğundan etkilerinin de farklılık göstermesi beklenir. Ülkelerin bu küresel etkilere hazırlıklı olması, sonuçlarının önceden kestirilmesi iklim değişikliğine uyum açından önemli olacaktır (Tombul 2020).

4.1. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Muhtemel Etkileri

Ülkemizde yapılan bir çalışmaya göre 2100 yılına kadar gelecek dönemlerde yerüstü ve yeraltı sularında beklenen değişiklikler şu şekildedir:

1.Karadeniz kıyılarında 150 mm'lere varan yağış artışlarının yaşanacağı

2.Marmara, Susurluk, Kuzey Ege, Batı Akdeniz, Yeşilırmak, Aras ve Van Gölü havzalarında su varlığının yeterli olacağı tahmin edilmektedir

3.Doğu Akdeniz, Konya Kapalı Havzaları, Fırat-Dicle Havzasının Doğu Torosların güneyinde kalan kısmında kurak geçen günlerin artış göstereceği

4.Bütün senaryolarda ve projeksiyon dönemlerinde Fırat-Dicle ve Konya Kapalı Havzalarında su açıklarının oluşacağı.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

5. Su Stresi ve Su Kıtlığı

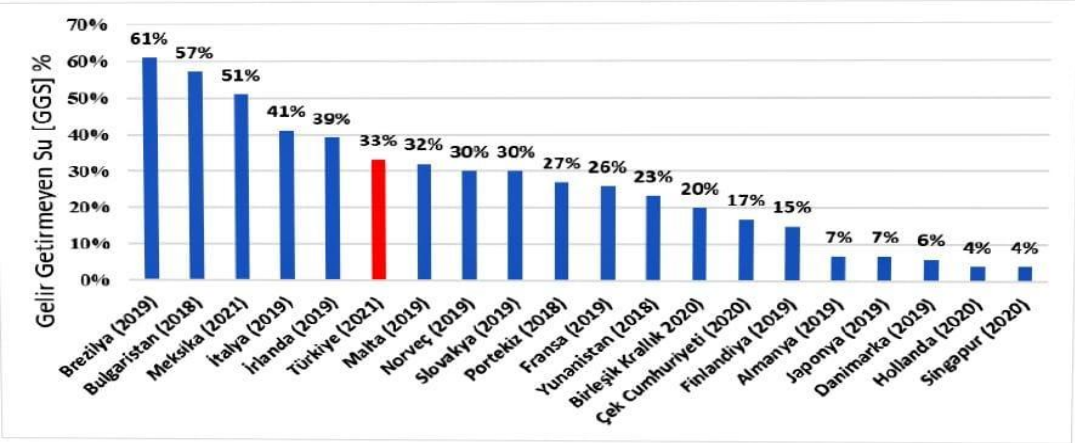
Su kıtlığının iki boyutlu bir tanımı vardır. İlki fiziksel su kıtlığıdır. Su kaynakların bulunulan coğrafyada yetersiz ve az olmasından kaynaklanır. Suyun dağılımı bölgesel farklılar gösterdiğinden her bölgenin mevcut su kaynakları eşit bir şekilde dağılım göstermez. Su kıtlığının ikinci tanımı ise sosyal su kıtlığıdır. Yoksulluk, kaynakların sömürülmesi, güçsüzlük ve sosyal eşitsizlikler su kıtlığının nedenleri arasında sayılır (Gökçe 2022).

Bir yerde yıllık kişi başına düşen su miktarı 1.700 m^3'ten azsa su stresi, 1.000 m^3'ten azsa su kıtlığı ve 500 m^3'ten azsa aşırı su kıtlığı olarak adlandırılır. Türkiye'nin su potansiyeli dikkate alındığında yıllık kişi başına düşen su miktarı 1.297 m^3'tür. Bu verilere göre Türkiye su stresi çeken bir ülkedir (Tarım ve Orman Bakanlığı; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü,2024 yılı Performans Programı). Kurak geçen gün sayılarındaki artış, iklimsel değişiklikler ve artan nüfus gibi sebepler ülkeleri su kıtlığı problemi ile karşı karşıya bırakacaktır (Turan & Bayrakdar 2020).

6. Gelir Getirmeyen Su Kayıpları

Gelir getirmeyen su kayıpları hem mali bir kayıp hem de su kaynaklarının verimsiz kullanımına sebep olur. Dünyada yıllık gelir getirmeyen su miktarının yaklaşık olarak 125 milyar m^3 olduğu ve bu kayıp suyun maliyetin 39 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir (Kızılöz & Şişman 2021). Su kayıpları fiziksel kayıplar ve idari kayıplardan oluşur. Fiziki kayıplar su dağıtım sistemlerindeki arızalar, boru çatlakları ve sızıntılardan kaynaklanır. İdari kayıplar ise faturalandırma hataları, sayaç hataları ve kaçak kullanım gibi nedenlerden faturalanamayan kayıplardır (Akdeniz & Muhametoğlu 2023).

Görsel 2. Bazı Ülkelerde gelir getirmeyen su kaybı oranları (2018-2021Kaynak: Ekergil, V., & Polat,



E. (2023). **Kaynak**: Sürdürülebilir Su İçin Fırsat Maliyeti Modelleme Yaklaşımı ile Gelir Getirmeyen Su Maliyeti Tahmini. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 18(2), 397-416. https://doi.org/10.17153/oguiibf.1266194

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

7. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirliğin literatürde ortak kabul edilmiş bir tanımı yoktur. En genel ve en yaygın kullanımına göre sürdürülebilirlik "gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma" olarak tanımlanır (Aktaran: Şen vd.).

Sürdürülebilirlik kaynakların verimli kullanılabilmesi ve yönetilebilmesidir. Sürdürülebilirliği her alana her kavrama uyarlayabiliriz; sürdürülebilir su, sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir ekonomi, sürdürülebilir sağlık hizmetleri gibi. Sürdürülebilirliği bir kültür haline getirebilirsek kaynak yönetiminde ve kaynak teminindeki zorluklarla baş etmiş oluruz. Ekolojik düzenin bozulmaması için kaynakların tüketiminde büyük paylara sahip olan şirketlerin, fabrikaların, sanayi kuruluşlarının payı dahada büyüktür.

Asıl konumuz olan sürdürülebilir su yönetim su kaynaklarına zarar vermeden ve devamlılığını sağlamak için kaynağın akıllıca kullanımını ifade eder. Suyun sürdürülebilirliği için su tasarrufu sağlamak ve tatlı su kaynaklarının aşırı tüketilmemesi için alternatifler oluşturulur. Bunlar projeler ve eğitimlerle desteklendiğinde yapılan çalışmalardan görüleceği üzere ciddi su kayıplarının engellendiği gözlemlenmiştir.

7.1. Su Verimliliği

Verimlilik kıt olan kaynakların kullanılırken ne kadar etkin kullanıldığını gösteren bir kavramdır. İklim, nüfus, küresel ısınma ve yağış miktarlarındaki değişimler su kaynakları üzerinde çok fazla etkilidir (Alashan 2021). Mevcut su kaynaklarının (göl, akarsu vb.) sayısını artıramayız ama mevcut kaynakları ihtiyaçlar doğrultusunda akıllı sistemlerle etkin bir şekilde yönetilirse verimlilik sayesinde kaynaklarımızın zarar görmesini ve tükenmesini engellemiş oluruz.

Bunun için kullanılan bazı yöntemler ve uygulamalar dünyada ve ülkemizde mevcuttur. Su verimliliğinin sağlanmasında belediyelere büyük iş düşmektedir. Ankara Büyük Şehir Belediyesi çiftçinin doğru ve verimli sulama yapması için konferanslar düzenlemiş ve 2021 yılında 223 sulama borusu dağıtılmış ve bu teşvik sayesinde 90 bin dekarlık arazi sulu tarıma kazandırılmıştır (Ay & Güneş Ay 2024).

Konya Büyük Şehir Belediyesi 2022 yılında su kayıplarını önlemek için çalışmalar yapmıştır. Mahallelerde oluşturulan alanlara uzaktan izleme sistemleri kurularak yüzeye vurmayan fiziki arızaları tespit ederek 3 milyon 716 bin 137 m^3 suyun boşa akmasını engelleyerek geri kullanıma kazandırılmıştır (Konya.bel.tr/haber/).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

7.2. Su Ayak izi

Su ayak izi, bir tüketicinin tükettiği mal ve hizmetlerin üretimi sırasında kullanılan ve kirletilen temiz su miktarını göstermektedir. Bu kullanım doğrudan su kullanımıyla sınırlı kalmamaktadır. Dolaylı su kullanımının da bir göstergesidir. Su ayak izinde kullanıma göre türler vardır (Şahin 2018).

Su ayak izi üretim sürecinin bütününde kullanılan toplam su hacmi olarak tanımlanır. Bu tanım sanal su kavramını da kapsamaktadır. Sanal su, bir ürünün üretiminin başlangıcından ürünün tedariğine kadar harcanan su miktarını ifade eder. Dolaylı su tüketimine de girer (Demirel 2023).

Su ayak izinin mavi su ayak izi, yeşil su ayak izi ve gri su ayak izi olmak üzere türleri vardır. Mavi su ayak izi bir üretim sürecinde kullanılan yeraltı ve yüzey suların miktarını gösterir. Yeşil su ayak izi kullanılan yağış sularını ifade eder. Sürdürülebilirlik için önemlidir çünkü yeşil su toprağın doğal yollarla emildiği ve bitkilerin büyümesi için kullandıkları sudur. Gri su ayak izi ise kirletilen temiz su miktarı için kullanılır (Şahin 2018).

Görsel 3. Ülkemizde üretimin su ayak izi bileşenler

Kaynak: *Tarım ve Orman Bakanlığı, Değişen İklime Uyum çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı*

7.3. Gri Su

Gri su, evsel su kullanımından kaynaklı lavabolar, mutfak, temizlik ve çamaşır makinelerinden çıkan atık sulardır. Tuvalet suları gri su kategorisine girmezler (Yetkin, 2019). Gri su kullanımım sürdürülebilirlik ve su tasarrufu açısından önemli bir uygulamadır Gri su arıtma işlemi yapıldıktan sonra kullanılabilir hale gelir. Bahçe sulamalarında, tuvalet sifonlarında, araba yıkamalarında kullanılabilir (Şahan 2022).

Hastanelerde su tasarrufu açısından gri su kullanımı mümkündür. Fakat gri sular bir atık su olduğu için hastalar için tehlikeli oluşturabilir. Gerekli arıtma işlemleri titiz bir çalışma ile yapılmalıdır. Hastanelerde daha çok soğutma sistemlerinde, dış mekanların temizliğinde düşük riskli temizlik işlerinde kullanılabilir (Altan 2023).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

7.4. Yağmur Suyu Hasadı

Yağmur suyu hasadı sürdürülebilir su yönetiminin sağlanabilmesi için uygulanan alternatiflerden biridir. Su tasarrufunun sağlanması açısından yağmur suyunun depolanıp tekrardan belirli alanlarda kullanılması fikri gündeme gelmiştir (Şahan 2022). Yağmur suyu hasadı; evsel kullanımlar, bahçelerin sulanmasında, tuvalet sifonlarında, gölet ve sus havuzlarında kullanılmak amacıyla çatı alanlarında biriken suyun toplanıp depolanarak yeniden kullanımı olarak tanımlanır (Üstün vd. 2020).

Yağmur suyunun kullanımı örnekleri ülkemizde de mevcuttur. WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) tarafından Aydın'ın Haydarlı köyündeki yürütülen projede, 3 kamu arazisinde ve 40'tan fazla özel arazide 2018'den bu yana yağmur suyu hasadı projesi uygulanmıştır. Toplamda 3400 ton su hasat edilmiştir (WWF-Türkiye, t.y.).

7.5. Yağmur Suyu Bahçesi

Yağmur suyu bahçeleri park alanların yeşillendirilmesinde ve bahçe düzenlemelerinde kullanılır. Tatlı su kaynaklarının kullanımından tasarruf edilmesi adına uygulanan bir yöntemdir. Yağmur suyu bahçeleri sayesinde yağmur suları topraktan emilerek yeraltı kaynaklarını da beslemiş olur (Sarıgül 2019).

Kullanım alanı yağmur hasadı kadar yaygın değildir ama maliyeti düşüktür. Yağmur bahçesi için gerekli olan sadece eğimli bir arazi yapısı ve suyun toplanabilmesi için küçük bir çukurdur. Belediyelerin park ve bahçelerinde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Sürdürülebilirlik basit gibi görünen bu uygulamalar sayesinde gerçekleştirilebilir.

8.Sağlık hizmetlerinde su kullanımı

Birçok alanda olduğu gibi sağlık hizmetlerinde de suyun önemi fazladır. Sağlık kurumları hijyene önem verilmesi gereken önemli kurumların başında gelir. Su hastanelerde hastaların ve çalışanların sağlığı için önemli bir kaynaktır. Sağlık hizmetlerinin birçok alanında su kullanımı mevcuttur. Avusturalya Victoria eyaletinin yapmış olduğu çalışma verilerine göre hastanelerin suyu en çok kullandığı alanlar aşağıdaki gibidir (A. Altın & S. Altın 2017).

- Bahçe sulama
- Temizlik, sterilizasyon, ısıtma soğutma
- Klozet ve sifonlarda kullanım
- Mutfak ve kafeterya
- Musluklar, banyolar

ABD'nin Boston kentinde hastanelerin su kullanımları ile ilgili 7 hastanede yapılan bir çalışmaya göre hastanelerin günlük su tüketimleri 156 m^3-697 m^3 olarak bulunmuştur. Bu değerler yatan hasta sayısına ve yatak sayısına göre değişkenlikler gösterebilmektedir (A. Altın & S. Altın 2017).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Çilhoroz ve Işık tarafından Ankara'da kamu ve özel hastanelerin yeşil hastaneye uygunluğu çalışmasında su yönetimi ile ilgili ulaşılan bulgulara göre su tesisatlarının düzenli olarak kontrol edildiği, Yağmur sularının bahçe vb. alanlarda kullanılmak için çoğunlukla biriktirilmediği ve özel hastanelerin çoğunluğunda düşük debili ve israfı önleyen armatörlerin kullanıldığı ve kaçakların önlenmesi için akış kesme donanımlarına sahip olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Çilhoroz & Işık 2018).

Topbaş vd. tarafından 23 hastanede bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada amaç su ihtiyaçları, su kullanımına ilişkin bilgiler, atık suların bertarafı ile ilgili yöneticiler üzerinde bir anket çalışması yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre hastanelerin 8'inde sıhhi tesisat hakkında eğitimli personel yoktur. Yöneticilerin hastanelerdeki günlük/aylık su tüketim miktarlarının hesaplanabilmesi için hastanenin stratejik yerlerine su sayaçlarının yerleştirilmesi ve tüketim miktarlarının izlenmesi gerekliliği çalışma sonucunda ulaşılmıştır ama yöneticilerin bu konuda bilgisiz ve kayıtsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Topbaş vd. 2016).

Çamur vd. tarafından yapılan Ankara'daki Eğitim Araştırma ve devlet hastanelerin su yönetimi ile ilgili yaptığı çalışmaya göre içme ve günlük su kullanımı için hastanelerin tümü şebeke suyu kullanmaktadır, 2 hastanede ayrıca kuyu suyu da kullanılmaktadır. Yıl içerisinde hastanelerde su kesintisi yaşanmıştır. Hastanelerin bazılarında birimlerden çıkan atık sular genel kanalizasyona verilmektedir. Hastanelerin büyük bir kısmı su tesisatlarından kaynaklı sorunların önlenmesi için günlük izlem yapılmaktadır (Çamur vd. 2022).

SONUÇ

Su, Dünya ve canlılar için önemli bir kaynaktır. Su kaynaklarının artan nüfus ve değişen iklim şartlarında yetersiz kalması gelecek yıllarda ciddi su problemleri ile karşı karşıya kalınmasına neden olacaktır. Suyun kullanımı her alanda önemlidir. Sektörel su kullanım oranları incelendiğinde, su kaynaklarımızın büyük bir bölümü tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Tarımda bilinçsiz sulama, yanlış arazi kullanımı ve aşırı gübreleme yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesine ve hızla tükenmesine sebep olmaktadır. Su kaynaklarının coğrafi bölgelere dengesiz dağılımı ile ülkeler ciddi su sorunları ve su kıtlığı yaşamaktadır. Su kıtlığı olan ülkelerde halkın temiz içme su kaynaklarına ulaşamaması, kötü kanalizasyon sistemleri ve hijyen koşullarının sağlanamaması bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur. Koruyucu sağlık hizmetlerinin sağlanabilmesi ve halk sağlığının korunması için en temel kaynak sudur. Temiz suya erişimin olmadığı ülkelerde salgın hastalıkları yaygındır. Salgın hastalıkları sağlık hizmetlerine duyulan ihtiyacı artırır ve hastanelerde yoğunluk oluşmasına neden olur. Önlenemeyen salgın hastalıkları sağlık hizmetlerinin yönetimini ve hastalıkların kontrol altına alınmasını zorlaştırır. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde korunması günümüzde önemli bir konu haline gelmiştir. Su kaynaklarının öneminin anlaşılması ve verimli su kullanımı için sürdürülebilir su yönetimi projelerinin uygulanması, bu projelerin uygulanabilmesi için toplumun desteklenmesi ve

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

gerekli teşviklerin yapılması gerekmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı, ekolojik dengenin bozulmaması ve kaynakların ihtiyaçları karşılayabilecek şekilde kullanılabilmesi için literatürde önemli bir yer tutmaktadır.

KAYNAKÇA

Altan, K. (2023). Kamu Hastanelerinde Su Kullanımı ve Sürdürülebilir Su Yönetimi: Türkiye Örneği.

Altın, A., & Altın, S. (2017). Sustaınable Water And wastewater Management in Hospitals. *Turjoem 2017; Volume 2, Issue 1(3):1*.

Ay, H. M., & Güneş Ay, N. (2024). Su Verimliliğinde Belediyelerin UyguIamaları ve Konya Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Bitlis Eren Sosyal Araştırmalar Dergisi 2(1): 97-108.*

Bölük, U., Adanacıoğlu, H., Çelepçi, Y., & Kınıklı, F. (2022). İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkisi: Aşağı Gediz Havzası Örneği. *XVIII. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi – Ohrid / Kuzey Makedonya Cumhuriyeti RESARCGATEG*.

Çilhoroz, Y., & Işık, O. (2018). Ankara'daki Hastanelerin Yeşil Hastane Ölçütlerine uygunluğunun İncelenmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2018; 21(1): 41-63.*

Fırat, B., Sericik, S., Çakmak, Y., Uğuzlu, S., & Demir, Ö. (2023). Atıksuların Yeniden kullanımına Genel Bir Bakış. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12 (2024) 612-630*.

Karaman, S., & Gökalp, S. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkiler. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1): 59-66, 2010*.

Kızılöz, B. (2021). İçme Suyu Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Azaltılması: Kocaeli Örneği. *Doğ Afet Çev Derg, 2021; 7(2): 213-225, DOI: 10.21324/dacd.793762*.

Şahan, B. (2022). Sürdürülebilir Su Yönetimi Kapsamında Yağmur Suyu ve Gri Su Arıtma Esasları ve Maliyet Analizlerinin Araştırılması. *Sivas Cumhuriyeti Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Şahin , H. (2018). Su Ayak İzi Kavramının Sürdürülebilir Su yönetimi Çalışmalarında Kullanımı. *Akdeniz Üniversitesi*.

Şen, H., Kaya, A., & Alpaslan, B. (2018). Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif. *Ekonomik Yaklaşım Derneği Ekonomik Yaklaşım 2018, 29(107): 1-47.*

Topbaş, M., Can, G., Kolaylı, C. C., & Yeşilbaş Üçüncü, S. (2016). water management in the hospitals in Trabzon province. *ournal of Environmental Protection and Ecology · January 2016 ResearchGate*.

Turan, E., & Bayrakdar, E. (2020). Türkiye'nin Su Yönetim Politikaları: Ulusal Güvenlik Açısından bir Değerlendirme. *ULUSLARARASI POLİTİK ARAŞTIRMALAR DERGİSİ Ağustos 2020, Cilt. 6 (2) 1-19*.

Yetkin, E. G. (2019). Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Yapılarda Su Korunumu Stratejileri. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi 2019, 2(2): 70-78*.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

DEĞİŞKEN FREKANSLI ŞAFT JENERATÖR SÜRÜCÜSÜNÜN ALT BİRİMLERİNİN İNCELENMESİ VE ALT BİRİMLERİN BAKIM METOTLARININ BELİRLENMESİ

Tarık KOÇAL[1],

tkocal@yildiz.edu.tr- 0000-0002-3528-2437

Mustafa ERDOĞAN[2]

mustafa.erdogan1@std.yildiz.edu.tr- 0009-0005-3942-1018,

[1,2*] Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Turkey,

ÖZET

Şaft jeneratörü, gemi ana motorunun tahrik şaftına bağlı olarak çalışan elektrik jeneratör türüdür. Ana motorun çalışmasıyla dönen şafttan mekanik enerji alarak elektrik enerjisine dönüştürür. Elektrik motoru, jeneratör, kavrama sistemi bileşenleri bulunmaktadır. Elektrik motoru, motorlardan elde edilen güç çıkışı ile tahrik şaftının tahrik edilmesini, ana tahrik şaftından aktarılan güç ve dönüş hareketi ile de elektrik üretimini sağlarlar.

Sürücüler belli frekanstaki alternatif akımı (AC), başka bir frekanstaki alternatif akıma (AC) dönüştüren elektronik bir cihazdır. Sürücü elektrik motorlarının güç, tork ve sabit devir kontrolünü sağlar. Alternatif akımdan (AC) doğru akıma (DC), daha sonra doğru akımdan (DC) tekrar alternatif akıma (AC) çevirmek için yazılım ve donanım kontrollü güç elektroniği kullanılır. Sürücü sistemi otomasyon ve besleme ünitesi, LCL filtre ünitesi, şebeke inverteri (şebeke dönüştürücü) ünitesi, motor inverterleri ünitesi (şaft jeneratörü evirici) ve sıvı soğutma ünitesinden oluşur. Sürücülerin alt birimlerinin modüler yapısı ve sistem üzerindeki etkileri, tasarım konseptine uygun modellenmesi, bakım yöntemlerinin belirlenmesi anlatılmıştır. Operasyonel faaliyetlerde tahrik ve elektrik güç üretim kullanım modlarının (PTO/PTI) seçimleri hakkında bilgi vermektedir.

LCL alternatif akım tarafındaki voltajı düzelmek ve yüksek frekanslardaki gürültüyü azaltmak için kullanılır. AFE (Analog Front End) kontrollü doğrultucular, AC gerilimi DC gerilime en az harmonik distorsiyon ile doğrultmak için kullanılır. DC baradaki gerilimi 110-120% oranlarında sabit tutarlar. Rejenerasyon gereken uygulamalarda, üniteler frekans konverteri olarak çalışacaktır ve alternatif akım üretip AC şebekeyi geri besleyecektir. LCL filtresi ana giriş tarafına monte edilir. INU (Kontrollü Evirici) Frekans konverteri doğru gerilim ve frekansta DC gerilimi AC gerilime evirmek için kullanılır. Gerilim ve frekans, tahrik motoru için her zaman talep edilen belirli RPM ve güç için karşılanır. DU/DT Filtresi, 690V uygulamalarda INU modüllerindeki gerilim sıçramaları şiddetli ve farklı şekillerde meydana gelebilir. Motor izolasyonundaki baskıyı azaltmak için gerilim düzeltmesi gereklidir. R8i modüllerindeki dahili du/dt filtresi gerilim sıçramalarını, seviyelerini ve yükselme zamanını azaltır. IMA (İnsan Makine Arayüzü), Sürücülerinin lokal kontrolü ve izlenmesi, kabinin önüne montajlanmış dokunmatik ekranlı insan makine arayüzü ile gerçekleştirilir. Panel üzerinde mevcut olan grafik arayüzü sürücünün çalışma durumunu gösterir. Alarm gösterimi ve hataların

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

açıklaması ve bilgilendirme yapılır. Konvertör Paneli, Ana kontrol ünitesi olarak adlandırılan panel uzaktan kontrol için kullanılır.

Anahtar Kelimler; İnvertör, Konvertör, Kontrollü Evirici, İnsan Makine Arayüzü

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

DENİZYOLU ULAŞTIRMASINDAKİ RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MEHMET ARİF ÖZTÜRK

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye, marifozturk@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-0410-1752

Doç. Dr. MURAT YORULMAZ

Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Kocaeli, Türkiye, murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5736-9146

ÖZET

Denizyolu taşımacılığı, küresel ticaretin bel kemiğini oluştururken çeşitli riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, denizyolu ulaştırmasındaki başlıca riskler; deniz haydutluğu, taşınan yükten kaynaklanan tehlikeler, gemi personeli hataları, gemi bünyesindeki yapısal hasarlar ve gemi ekipman-makine arızaları açısından değerlendirilmiştir. Risk analizi için Fine Kinney yöntemi kullanılmış ve bu risklerin şiddeti, frekansı ve olasılığı için belirlenen sayısal değerlerin çarpımı ile risk skorları elde edilmiştir.

Deniz haydutluğu, mürettebat güvenliği ve taşımacılık maliyetleri açısından ciddi tehditler oluştururken taşınan yüklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri de gemi güvenliği ve çevresel etkiler bakımından risk taşımaktadır. Yanlış istifleme, yük kaymaları ve oksidasyon gibi unsurlar gemi stabilitesini bozarak kaza riskini artırmaktadır. Gemi personelinin hataları ise yorgunluk, iletişim eksikliği ve eğitim yetersizlikleri nedeniyle operasyonel güvenliği tehdit edebilmektedir. Ayrıca gemi yapısındaki hasarlar, metal yorgunluğu, korozyon ve çarpışmalar nedeniyle yapısal bütünlüğü tehlikeye atarak çevresel felaketlere yol açabilir. Makine ve ekipman arızaları da operasyonel aksamalara neden olup çevresel ve ekonomik kayıplara sebebiyet verebilir. Fine Kinney analizi sonuçlarına göre, en yüksek risk puanı 1200 ile gemi bünyesindeki hasarlar olarak belirlenmiştir. Deniz haydutluğu ise 600 risk puanıyla en düşük risk olarak değerlendirilmiştir. Risklerin azaltılması için gemi güvenliği önlemlerinin artırılması, mürettebat eğitimlerinin sıklaştırılması, teknolojik izleme sistemlerinden faydalanılması ve uluslararası düzenlemelere uygun risk yönetimi politikalarının benimsenmesi önerilmektedir. Çalışma, denizcilik sektörüne yönelik güvenlik politikalarının geliştirilmesi açısından önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Denizyolu taşımacılığı, risk analizi, Fine Kinney yöntemi, gemi güvenliği

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ABSTRACT

While maritime transportation is the backbone of global trade, it also brings with it various risks. In this study, the main risks in maritime transportation are evaluated in terms of maritime banditry, hazards arising from the cargo carried, ship personnel errors, structural damages on the ship and ship equipment-machinery failures. Fine Kinney method was used for risk analysis and risk scores were obtained by multiplying the numerical values determined for the severity, frequency and probability of these risks.

While maritime banditry poses serious threats to crew safety and transportation costs, the physical and chemical characteristics of the cargo carried also pose risks to ship safety and environmental impacts. Factors such as improper stowage, cargo shifts and oxidation increase the risk of accidents by destabilizing the ship. Ship crew errors can threaten operational safety due to fatigue, lack of communication and inadequate training. Damage to the ship's structure can also lead to environmental disasters by jeopardizing structural integrity due to metal fatigue, corrosion and collisions. Machine and equipment breakdowns can also cause operational disruptions and lead to environmental and economic losses. According to the Fine Kinney analysis results, the highest risk score was determined as damage to the ship's structure with 1200. Maritime banditry was rated as the lowest risk with a risk score of 600. In order to reduce risks, it is recommended to increase ship safety measures, increase crew training, utilize technological monitoring systems and adopt risk management policies in accordance with international regulations. The study makes important contributions to the development of security policies for the maritime sector.

Keywords: Maritime transportation, risk analysis, Fine Kinney method, ship safety

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

1. GİRİŞ

Taşımacılık temel olarak havayolu, karayolu, demiryolu ve denizyolu olmak üzere dört ana kategoriye ayrılmaktadır. Denizyolu taşımacılığı en çok tercih edilen yöntemlerden biridir (Yorulmaz ve Tantan). Denizcilik sektöründe güvenlik; insan hayatının korunması, yaralanmanın azaltılması ve çevrenin korunması açısından kritik bir konudur. Güvenlik önlemleri, kazaların önüne geçerek hem bireysel hem de çevresel riskleri ve maddi kayıpları en aza indirmeyi amaçlar (Akyüz, 2017). Dolayısıyla denizlerin ve deniz yollarının güvenliği, küresel ticaretin devamlılığı açısından büyük önem taşımakta ve bu durum devletlerin refah, güvenlik ve politikalarını da doğrudan etkilemektedir (Uyanık, 2022). Gemi kazaları sonucunda can kayıpları, ciddi deniz kirliliği ve gemi ya da yükün hasar görmesi gibi çeşitli olumsuz etkiler ortaya çıkarabilir (Çelik vd., 2010).

Risk kelimesi Fransızca kökenli olup, anlamı "potansiyel bir zarar, kayıp veya tehlikenin meydana gelme şansı" olarak belirtilmiştir. Ülkemiz mevzuatında risk, tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali ifade eder (Resmî Gazete, 2012: 28512) şeklinde tanımlanmıştır.

Denizyolu ulaşımında yükleme, boşaltma, taşıma vb. faaliyetleri sırasında risk oluşturabilecek durumlar mevcuttur. Bu çalışmada; deniz haydutluğuna maruz kalma, taşınan yükten kaynaklanan durumlar, gemi personeli hatalarına bağlı durumlar, gemi bünyesindeki hasarlar ve gemi ekipman ve makine arızası riskleri analiz edilerek değerlendirilmiştir. Deniz taşımacılığı, küresel ekonominin temel direğidir ve son yıllarda tedarik zincirinin gelişiminde büyük rol oynamıştır. Uluslararası Denizcilik Örgütüne (IMO) göre dünya ticaretinin yaklaşık %90'ı deniz yoluyla gerçekleşmektedir. Ancak deniz korsanlığı ve gemi kaçırma olayları sektörün güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu olaylar taşımacılık maliyetini artırırken navlun akışını da olumsuz etkileyerek denizcilik sektörüne olan ilgiyi azaltmakta ve denizcilerin ruh sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Fan vd. 2024; Evin, 2012). Bu tür olaylar deniz ticaretinde ciddi güvenlik riskleri oluşturduğundan korsan saldırılarının mekânsal ve zamansal analizleri büyük önem taşımaktadır. Böylece limanların mürettebatın ve ticaret gemilerinin güvenliği daha etkin bir şekilde sağlanabilir (He vd. 2023). Deniz taşımacılığında taşınan yükün özelliklerinden kaynaklanan çeşitli riskler bulunmaktadır. Bu riskler yükün fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısına bağlı olarak gemi güvenliği, çevresel etkiler ve operasyonel süreçlerde ciddi sorunlara yol açabilir. Gemiler genellikle petrol veya tehlikeli kimyasallar taşıdığından deniz kazaları hem personel ve mal güvenliğini tehdit edebilir hem de ciddi çevresel kirliliğe yol açabilir (Chen vd. 2022). Dökme yükler, özellikle kömür, tahıl veya cevher gibi malzemeler gemi stabilitesini olumsuz etkileyebilir. Yanlış istifleme yük kaymalarına ve geminin dengesinin bozulmasına yol açarak batma riskini artırabilir. Ayrıca bazı dökme yükler oksidasyon nedeniyle kendi kendine ısınarak yangın çıkarma riski taşır (Kristiansen, 2013). Konteyner taşımacılığında hatalı yükleme veya bağlama eksikliği yüklerin kaymasına, düşmesine ve liman operasyonlarında kazalara yol açabilir. Ayrıca yanlış beyan edilen veya tehlikeli içeriğe sahip konteynerler gemi ve mürettebat için ciddi tehditler oluşturabilir. Ham petrol ve LNG gibi sıvı yüklerin taşınmasında tank çatlamaları boru sızıntıları veya boşaltma sırasında oluşan gaz salımları ciddi güvenlik tehditleri yaratabilir. Hayvan taşımacılığı, biyolojik atıklar ve kötü havalandırma nedeniyle sağlık ve çevre riskleri

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

taşır. Ayrıca hayvanların gemi içinde hareketi dengesiz yük dağılımına neden olabilir (Caulfield vd. 2014). Deniz taşımacılığında meydana gelen kazaların büyük bir bölümü insan hatasından kaynaklanmaktadır. Gemi personelinin hataları operasyonel riskleri artırarak can kayıplarına, çevresel felaketlere ve ekonomik zararlara yol açabilir. Bu tür hatalar genellikle karar alma süreçleri, eğitim eksiklikleri, insan faktörleri ve organizasyonel yönetim gibi unsurlarla ilişkilidir. Ayrıca; seyir ve navigasyon hataları, yorgunluk ve aşırı çalışma, iletişim eksikliği ve ekip çalışması sorunları gibi faktörler öne çıkmaktadır (Pense, 2018; Demir, 2016; Ekler, 2019; Aydın, 2019). Denizyolu taşımacılığında geminin yapısal bütünlüğünde meydana gelen hasarlar ciddi riskler oluşturur. Bu hasarlar geminin operasyonel kapasitesini azaltabilir, çevresel felaketlere yol açabilir ve mürettebatın güvenliğini tehlikeye atabilir. Gemi bünyesindeki hasarlar ve gemi yapısal bütünlüğünü etkileyen riskler arasında korozyon, metal yorgunluğu, çarpışmalar, karaya oturmalar, yanlış veya dengesiz yükleme ve bakım eksiklikleri bulunmaktadır (Paik ve Thayamballi 2003; Paik ve Thayamballi 2006). Denizyolu taşımacılığında gemi ekipmanları ve makinelerinin arızaları operasyonel aksamalara, güvenlik risklerine ve çevresel zararlara yol açabilir. Bu arızaların başlıca nedenleri arasında; bakım eksiklikleri, yaşlanma ve aşınma, kullanıcı hataları, üretim hataları ve çevresel faktörler bulunmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, Fine Kinney yöntemi kullanılarak denizyolu ulaştırmasındaki riskler ele alınmıştır. İş sağlığı ve güvenliği (İSG) kapsamında yaygın olarak kullanılan yöntem ilk olarak 1971 yılında Fine tarafından tehlike kontrolüne yönelik matematiksel bir değerlendirme modeli olarak geliştirilmiş, 1976'da ise Kinney ve Wiruth tarafından güvenlik yönetimi için pratik bir risk analizi olarak revize edilmiştir (Öztürk, 2024; Fine, 1971). Bu yöntemde risk değerlendirmesi olasılık, frekans ve şiddet olmak üzere üç parametrenin çarpımıyla hesaplanarak risk skoru elde edilmektedir (Ayvaz vd. 2024).

Risk skoru denklem (1)'de gösterilmiştir.

Risk Skoru=Olasılık x Frekans x Şiddet (1)

Olasılık (İhtimal): Zarar veya hasarın belirli bir zaman diliminde gerçekleşme ihtimalini ifade eder ve 0.1 ile 10 arasında değişen bir değere sahiptir (Bekdemir, 2019; Kuleshov vd. 2021).

Frekans (Maruziyet Sıklığı): Tehlikeye maruz kalmanın zaman içindeki tekrarını gösterir ve 0.5 ile 10 arasında bir değer alır (Bekdemir, 2019; Kuleshov vd. 2021).

Şiddet: Bir tehlikenin insanlar, işyeri veya çevre üzerinde oluşturabileceği zarar derecesini ifade eder ve 1 ile 100 arasında bir ölçekle değerlendirilir (Bekdemir, 2019; Kuleshov vd. 2021).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Çizelge 1: Olasılık (İhtimal) Skalası

Olasılık Değeri	Kategori
0.1	Neredeyse imkânsız
0.2	Pratik olarak imkânsız
0.5	Zayıf ihtimal
1	Oldukça düşük ihtimal
3	Nadir ama olabilir
6	Oldukça mümkün
10	Çok güçlü ihtimal, beklenir

Kaynak: (Kinney & Wiruth, 1976)

Tehlikenin gerçekleşme ihtimali çeşitli seviyelere göre sınıflandırılmış olup Çizelge 1'de bu olasılık ölçeği detaylandırılmıştır.

Çizelge 2: Frekans (Maruziyet Sıklığı) Skalası

Frekans Değeri	Açıklama	Kategori
0.5	Çok nadir	Yılda bir veya daha az
1	Oldukça nadir	Yılda bir veya birkaç kez
2	Nadir	Ayda bir veya birkaç kez
3	Bazen	Haftada bir veya birkaç kez
6	Sıklıkla	Günde bir veya birkaç kez
10	Sürekli	Sürekli veya saatte birden çok kez

Kaynak: (Kinney & Wiruth, 1976)

Tehlikenin gerçekleşme sıklığını belirten frekans ölçeği Çizelge 2'de ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 3 Şiddet Skalası

Şiddet Değeri	Açıklama	Kategori
1	Ramak kala	Hafif, zararsız veya önemsiz
3	Önemli	Küçük hasar, ilkyardım
7	Ciddi	Önemli hasar, yaralanma, işgünü kaybı
15	Çok ciddi	Kalıcı hasar, uzuv kaybı, çevresel etki

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

40	Felaket	Ölüm, tam sakatlık, ciddi çevresel etki
100	Çok büyük felaket	Çoklu ölümler, büyük çevre felaketi

Kaynak: (Kinney & Wiruth, 1976)

Şiddet seviyelerinin belirtildiği farklı dereceler detaylı olarak Çizelge 3'te tanımlanmıştır.

Çarpım sonucunda çıkan değer, riskin seviyesinin belirlenmesini sağlar. Çizelge 4'teki risk skorlarına göre gerekli eylem planı hazırlanır ve gerekirse düzeltici tedbirler devreye sokulur.

Çizelge 4: Risk Skorları

Risk Skoru	Karar	Eylem
R<20	Önemsiz/ Kabul edilebilir risk	Acil önlem gerekmeyebilir
20<R<70	Düşük/ olası risk	Mevcut kontroller sürdürülmeli ve denetlenmelidir
70<R<200	Önemli risk	İzlenmeli ve eylem planına alınmalıdır
200<R<400	Yüksek risk	Kısa dönemde iyileştirilmelidir
400<R	Tolere Edilemez/ Çok yüksek risk	İş durdurulmalı, derhal önlem alınmalıdır

Kaynak: (Kinney & Wiruth, 1976)

Çizelge 4'te yer alan risk skorlarına göre, 400'ün üzerindeki skorlar çok yüksek risk olarak kabul edilir ve derhal önlem alınması için işin durdurulması gerekir. 200-400 arasındaki skorlar yüksek risk olarak değerlendirilir ve kısa vadede iyileştirilmesi gereken risklerdir. 70-200 arsındaki skorlar önemli risklerdir, bu riskler izlenmeli ve eylem planına dahil edilmelidir. 20-70 arasındaki skorlar olası riskler olarak kabul edilir, mevcut kontrollerin sürdürülmesi ve denetlenmesi gerekir. 20'nin altındaki skorlar ise kabul edilebilir risk olarak değerlendirilir ve genellikle acil bir önlem gerektirmez.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, denizyolu ulaştırmasındaki risklerin Fine Kinney risk analizi yöntemi ile analiz edilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Analizi ve değerlendirmesi yapılacak risklere literatür araştırması ile (Kristiansen 2013; Yorulmaz ve Sezen, 2023; Celik ve Cebi, 2009; Ung, 2018; Aydin vd., 2021b; Akyüz ve Çelik, 2015a; Akyüz ve Çelik, 2015b; Demir, 2016; Pense, 2018; Ung, 2019; Aydın, 2019; Uyanık, 2022; Chen vd. 2022) ulaşılmıştır.

Denizyolu ulaştırmasındaki risklerin Fine Kinney yöntemi ile analizi Çizelge 5'te gösterilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Çizelge 5: Fine Kinney Risk Analizi

No	Risk Analizi								Risk Kontrol Tedbirleri Sonrası Risk Analizi					
	Tehlike/ Tehlike Kaynağı	Risk	Zarar/Etki	Olasılık (O)	Frekans (F)	Şiddet (Ş)	Risk Skoru OxFxŞ	Risk Düzeyi	Risk Kontrol Tedbirleri	Olasılık (O)	Frekans (F)	Şiddet (Ş)	Risk Skoru OxFxŞ	Risk Düzeyi
1	Yükleme, Boşaltma, Taşıma vb. Faaliyetleri	Deniz Haydutluğuna Maruz Kalma	Yaralanma /ölüm/ maddi zarar/ çevre, deniz kirliliği	1	1	100	100	Önemli risk	• Güvenlik tehditlerine karşı alınacak önlemleri ve prosedürleri içeren Uluslararası Gemi ve Liman Tesisi Güvenlik Koduna (ISPS) uygun olarak hazırlanmış gemi güvenlik planı bulunması, • Gemi seyre çıkmadan önce rotası üzerindeki korsanlık risklerinin değerlendirilmesi, • Mürettebatın korsanlık durumunda yapılması gerekenler ve alınacak önlemler konusunda düzeli olarak eğitilmesi, • Korsanlık senaryoları için düzenli	0,2	0,5	100	10	Önemsi/ Kabul edilebilir risk

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									tatbikatlar yapılması ve mürettebatın bu tür durumlarla başa çıkma yeteneğinin geliştirilmesi, • Dikenli tel, elektrikli çitler ve su topu sistemleri gibi fiziksel güvenlik önlemlerinin alınması, • Gemide mürettebatın korsan saldırısı durumunda sığınabileceği dışarıdan erişilemeyen ve iletişim cihazları ile donatılan güvenli bir bölge oluşturulması, • AIS ve Uzun Menzilli Tanımlama ve Takip Sistemi (LRIT) gibi sistemlerle geminin konumunun sürekli olarak izlenmesi, • Tehditlerin erken tespit edilmesi için gelişmiş radar ve gözetleme sistemleri kullanılması,					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									• Yüksek riskli bölgelerden kaçınılması, • Yüksek riskli bölgelerde diğer gemilerle birlikte konvoy halinde seyir yapılması, • Korsanlık riski olan bölgelerde gemi hızının artırılması, • IMO ve diğer denizcilik organizasyonları tarafından sağlanan yönergeler ve raporların takip edilmesi, • Yüksek riskli bölgelerde askeri deniz kuvvetlerinden veya özel güvenlik şirketlerinden eşlik hizmeti alınması, • Korsan saldırısı durumunda kullanılacak acil durum iletişim cihazlarının ve protokollerinin hazır bulundurulması,					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									• Geminin seyir sırasında deniz güvenlik merkezleri ile sürekli iletişim halinde bulunması					
2	Yükleme, Boşaltma, Taşıma vb. Faaliyetleri	Taşınan Yükten Kaynaklanan Durumlar	Yaralanma /ölüm/ maddi zarar/ çevre, deniz kirliliği	3	2	100	600	Tolere Edilemez / Çok yüksek risk	• Yükleme ve boşaltma işlemleri için ayrıntılı prosedürlerin oluşturulması ve uygulanması, • Yükün gemi içinde düzgün dağıtılması, stabilitenin sağlanması, • Yükün durumunun ve dağılımının sürekli olarak izlenmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi, • Tehlikeli maddelerin taşınmasında Uluslararası Tehlikeli Yükler Kodu (IMDG) gibi uluslararası düzenlemelere uyulması, • Sıvı yüklerin taşınması sırasında yük kayması ve serbest yüzey etkisi risklerini azaltmak	0,2	0,5	100	10	Önemsi/ Kabul edilebilir risk

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									için özel tanklar ve bölme sistemlerinin kullanılması, • Gaz yüklerin taşınmasında basınç ve sıcaklık kontrol sistemlerinin kullanılması ve bu sistemlerinin düzenli olarak bakımının yapılması, • Mürettebatın taşınan yüklerin özellikleri, riskleri ve bu risklere karşı alınacak önlemler konusunda düzenli olarak eğitilmesi, • Yük kaynaklı risklere hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edilmesi için olası acil durumlar için düzenli olarak tatbikatlar yapılması, • Yük kaynaklı yangın risklerine karşı gemide etkili yangın söndürme sistemlerinin bulunması,					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									• Tehlikeli gaz sızıntılarını tespit etmek için gaz algılama sistemlerinin kullanılması, • Yük tanklarının basınç ve sıcaklık değerlerinin sürekli olarak izlenmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi, • Yük tanklarının tasarımı ve bakımının taşınan yükün özelliklerine uygun olarak yapılması, düzenli bakım ve denetimlerin yapılması, • Sızıntı riskini azaltarak çevresel ve operasyonel riskleri minimize etmek için çift gövdeli tanker/gemi kullanılması, • Fırtınalı ve dalgalı bölgelerden kaçınılarak taşınan yükün özelliklerine göre geminin					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									rotasının planlanması ve deniz durumunun göz önünde bulundurulması, • Yük kaynaklı yüksek riskli durumlarda geminin hızının düşürülmesi, • Hava ve deniz durumunun sürekli olarak izlenmesi ve olumsuz koşullarda gerekli önlemlerin alınması, • Akıntıların ve gelgitlerin dikkate alınarak bu koşulların yük üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, • Yük kaynaklı acil durumlar için ayrıntılı acil durum protokollerinin oluşturulması ve mürettebatın bu planlar konusunda bilgilendirilmesi, • Yük kaynaklı acil durumlarda kurtarma ve tahliye					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									işlemlerinin hızlı bir şekilde yapılabilmesi için planlar oluşturulması					
3	Yükleme, Boşaltma, Taşıma vb. Faaliyetleri	Gemi Personeli Hatalarına Bağlı Durumlar	Yaralanma /ölüm/ maddi zarar/ çevre, deniz kirliliği	3	2	100	600	Tolere Edilemez / Çok yüksek risk	• Mürettebatın geminin operasyonel prosedürleri, acil durum yönetimi, yükleme/boşaltma işlemleri ve navigasyon konularında düzenli olarak eğitilmesi, • Personelin gerekli sertifikalara sahip olması ve bu sertifikaların düzenli olarak yenilenmesinin sağlanması, • Gemi operasyonları için ayrıntılı standart işletim prosedürleri (SOP) oluşturulması ve bu prosedürlere titizlikle uyulması, • SOP'lerin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi, • Gemi içinde ve gemi ile kıyı arasında etkili	0,2	0,5	100	10	Önemsi/ Kabul edilebilir risk

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									iletişim sistemleri kurulması. Telsiz, VHF radyo ve diğer iletişim cihazlarının her zaman hazır tutulması, • Mürettebat arasında düzenli toplantılar yapılarak görev dağılımları ve sorumlulukların netleştirilmesi, • Mürettebatın yeterli dinlenme sürelerine sahip olmasının sağlanması, • Yorgunluk belirtilerinin izlenmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi, • Gemi operasyonları sırasında ortaya çıkabilecek risklerin düzenli olarak değerlendirilmesi, • Riskleri minimize etmek için uygun yönetim planlarının oluşturulması ve uygulanması,					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									• Gelişmiş radar, GPS ve AIS gibi navigasyon sistemleri kullanılarak bireysel hata payının azaltılması, • Hata yapma olasılığını azaltmak için otomatik uyarı ve alarm sistemlerinin kullanılması, • İç denetimlerle gemi operasyonları ve mürettebatın performansının düzenli olarak gözlemlenmesi, • Ulusal ve uluslararası denetim kurumları tarafından periyodik olarak dış denetim yapılması, • Mürettebatın acil durumlarda izlenecek protokoller konusunda bilgilendirilmesi ve bu protokollerin gemide hazır bulundurulması,					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									• Olası acil durum senaryoları için düzenli tatbikatlar yapılarak mürettebatın hazırlıklı olmasının sağlanması, • Düzenli sağlık taraması yapılarak mürettebatın sağlık durumunun izlenmesi, • Gerekli durumlarda psikolojik destek sağlanması ve mürettebatın mental sağlığına da önem verilmesi, • Personelin rahat çalışması ve hata yapma olasılığının azaltılması için gemi içindeki çalışma alanlarının ergonomik olarak tasarlanması, • Gemi üzerindeki ekipman ve sistemlerin kullanıcı dostu olmasının sağlanması ve personelin kolayca					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									kullanabileceği şekilde tasarlanması					
4	Yükleme, Boşaltma, Taşıma vb. Faaliyetleri	Gemi Bünyesindeki Hasarlar	Yaralanma /ölüm/ maddi zarar/ çevre, deniz kirliliği	6	2	100	1200	Tolere Edilemez / Çok yüksek risk	• Gemi için geminin tüm kritik bileşenlerini kapsayacak şekilde düzenli bakım programları oluşturulması ve bu programlara uyulması, • Hasar tespiti durumunda derhal onarım yapılması, • Geminin özellikle yüksek riskli bölgelerinin uygun materyallerle güçlendirilmesi, • Geminin yapısal bütünlüğünün sağlanması için ultrasonik testler ve manyetik parçacık testleri gibi ileri teknoloji denetimlerinin yapılması, • Geminin yapısal bütünlüğünü korumak için yüklerin gemide	0,2	0,5	100	10	Önemsi/ Kabul edilebilir risk

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									dengeli bir şekilde dağıtılması, • Yükün ağırlığı ve dağılımının sürekli olarak izlenmesi ve bu bilgilere göre düzenlemeler yapılması, • Olası hasarların tespiti için geminin yapısal durumunu sürekli izleyen sensörlerin ve diğer izleme sistemlerinin kullanılması, • Kritik hasar durumlarını tespit eden ve personeli uyaran otomatik sistemlerin kullanılması, • Gemi yapısının nasıl korunacağı ve hasar durumunda nasıl hareket edileceği konusunda mürettebatın düzenli olarak eğitilmesi, • Mürettebatın hasar belirtilerini tanımlama ve					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									raporlama konusunda eğitilmesi, • Geminin yapısal bütünlüğü ve bakım prosedürleri için düzenli iç denetimler yapılması, • Ulusal ve uluslararası denetim standartlarına uygun olarak periyodik dış denetimler gerçekleştirilmesi, • Hasar durumunda izlenecek ayrıntılı acil durum protokolleri oluşturulması ve mürettebata bu konuda bilgilendirme yapılması, • Hasar durumları için düzenli tatbikatlar yapılması ve mürettebatın hazırlıklı olmasının sağlanması, • Gemi inşasında ve bakımında yüksek kaliteli malzemeler kullanılması,					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									• Gemide kullanılan ekipmanların düzenli olarak denetlenmesi ve bakımlarının yapılması, • Korozyon ve diğer hasarlardan korunması için gemi gövdesi ve diğer yapısal bileşenlerinin koruyucu kaplamalarla kaplanması, • Korozyon önleyici sistemlerin ve teknolojilerin kullanılması, • Deniz ve hava koşullarının sürekli izlenmesi ve olumsuz koşullar için gerekli önlemlerin alınması, • Gemiyi etkileyecek çevresel etkilerin minimize edilmesi için çevresel koruma önlemleri alınması					
5	Yükleme, Boşaltma,	Gemi Ekipman ve	Yaralanma /ölüm/ maddi zarar	3	2	100	600	Tolere Edilemez / Çok	• Makine ve ekipmanların periyodik olarak kontrol edilmesini ve	0,2	0,5	100	10	Önemsi/ Kabul

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

	Taşıma vb. Faaliyetleri	Makine Arızası						yüksek risk	bakımının yapılmasını içerecek şekilde gemi için düzenli bakım programları oluşturulması ve uygulanması, • Makine ve ekipmanların arızalanmadan önce değiştirilmesi veya onarılması amacıyla önleyici veya kestirimci bakım sistemleri kullanılması, • Ekipmanların ve makinelerin düzenli olarak denetlenmesi ve performanslarının değerlendirilmesi, • Termal görüntüleme ve titreşim analizi gibi ileri teknoloji yöntemleri kullanılarak makine ve ekipmanların durumunun izlenmesi, • Gemide kritik ekipman ve					edilebilir risk

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									makineler için yeterli miktarda yedek parça bulundurulması, • Hayati öneme sahip ekipmanlar için gemide hazır yedek ekipman bulundurulması, • Makine ve ekipmanların kullanımı, bakımı ve onarımı konusunda mürettebata düzenli olarak eğitim verilmesi, • Personelin gerekli sertifikalara sahip olması ve bu sertifikaların düzenli olarak yenilenmesinin sağlanması, • Ekipman ve makinelerin durumunu sürekli olarak izleyen sensörler ve izleme sistemlerinin kullanılması, • Makine ve ekipmanlarda anormal durumları					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									tespit eden ve personeli uyaran otomatik sistemler kullanılması, • Makine ve ekipman arızaları durumunda izlenecek ayrıntılı acil durum protokolleri oluşturulması ve mürettebatın bu konuda bilgilendirilmesi, • Olası arıza durumları için düzenli tatbikatlar yapılması ve mürettebatın hazırlıklı olmasının sağlanması, • Makine ve ekipmanların çevresel koşullardan etkilenmemesi için gerekli önlemlerin alınması ve düzenli olarak gözden geçirilmesi. Özellikle aşırı sıcak, soğuk veya nemli koşullarda ekstra önlemlerin değerlendirilmesi,					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									• Dijital ikiz teknolojisi kullanılarak ekipman ve makinelerin sanal modellerinin oluşturularak bakım ve onarım stratejileri geliştirilmesi, • Gemi içinde ve kıyı ile etkili iletişim sistemlerinin kullanılması, telsiz, VHF radyo ve diğer iletişim cihazlarının her zaman hazır tutulması, • Geminin seyir sırasında koordinasyon merkezleri ile sürekli iletişim halinde bulunması, • Uluslararası denizcilik standartlarına uygun ekipman ve makinelerin kullanılması, • Ulusal ve uluslararası denizcilik yönetmeliklerine uyularak bu					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

									yönetmeliklerin gerektirdiği tüm önlemlerin alınması					

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Denizyolu taşımacılığındaki riskler, proaktif güvenlik önlemleri ve sistematik risk değerlendirme yaklaşımlarıyla minimize edilebilir. Fine Kinney yöntemi, risklerin önceliklendirilmesi ve yönetiminin sağlanmasını sağlayan etkili bir araçtır. Çalışma, deniz taşımacılığına ilişkin risklerin azaltılması için somut öneriler sunmakta ve sektör paydaşlarına rehberlik etmektedir. Bu çalışmada, denizyolu taşımacılığındaki riskler Fine Kinney yöntemi ile analiz edilerek bu risklerin seviyeleri belirlenmiş ve alınabilecek önleyici tedbirler değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre deniz haydutluğu, taşınan yükten kaynaklanan durumlar (yükün fiziksel ve kimyasal özellikleri vb.), insan hataları, gemi bünyesindeki hasarlar (yapısal bütünlük sorunları) ve gemi ekipman ve makine arızaları önemli riskler olarak değerlendirilmiştir. Gemi bünyesindeki hasarlar riski 1200 risk puanıyla en yüksek risk olarak ve deniz haydutluğuna maruz kalma da 600 risk puanıyla en düşük risk sonucuna ulaşılmıştır. Bu riskleri ortadan kaldırmak veya minimize etmek için gemi güvenliği protokollerinin sıkılaştırılması ve güçlendirilmesi, yükleme ve boşaltma süreçlerinde otomatik sistemlerin kullanılması ve teknolojik çözümlerden yararlanılması, mürettebatın düzenli eğitimlerden geçirilmesi ve kestirimci bakım stratejilerinin uygulanması yapılmalıdır. Bunun yanı sıra operasyonel verimliliği artırmak ve çevresel etkileri en aza indirmek için uluslarası düzenlemelere uygun risk yönetimi politikaları oluşturulmalıdır.

Çalışma denizyolu taşımacılığındaki güvenlik politikalarının geliştirilmesine katkı sağlaması açısından önem taşımaktadır. Ancak sadece Fine Kinney yöntemine dayanması bir kısıt olarak değerlendirilebilir. Gelecekte farklı yöntemlerin entegrasyonu ile risk analizinin daha kapsamlı hale getirilmesi ve farklı risk analizi yöntemleriyle karşılaştırmalı çalışmalar yapılması önerilmektedir. Ayrıca yapay zeka ve ileri izleme teknolojilerinin risk yönetiminde nasıl kullanılabileceği de ilerleyen araştırmalarda ele alınabilir.

KAYNAKÇA

Akyuz, E., Celik, M. (2015a), A Methodological Extension to Human Reliability Analysis for Cargo Tank Cleaning Operation on Board Chemical Tanker Ships, *Safety Science*, 75, 146-155.

Akyuz, E., Celik, M. (2015b), Application of Cream Human Reliability Model to Cargo Loading Process of LPG Tankers, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 34, 39-48.

Akyuz, E. (2017), A Marine Accident Analysing Model to Evaluate Potential Operational Causes in Cargo Ships, *Safety Science*, 92, 17-25.

Aydın C. T. (2019), Deniz kazalarının iş güvenliği açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 571713.

Aydin, M., Camliyurt, G., Akyuz, E., Arslan, O. (2021b), Analyzing Human Error Contributions to Maritime Environmental Risk in Oil/Chemical Tanker Ship, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 27(7), 1838-1859.

Ayvaz, B., Tatar, V., Sağır, Z., & Pamucar, D. (2024). An integrated Fine-Kinney risk assessment model utilizing Fermatean fuzzy AHP-WASPAS for occupational hazards in the aquaculture sector. *Process Safety and Environmental Protection,* 186, 232-251.

Bekdemir, E. (2019). Bina inşaatında Fine Kinney ve 5x5 matris risk analizi yöntemlerinin uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 546662.

Caulfield, M. P., Cambridge, H., Foster, S. F., & McGreevy, P. D. (2014). Heat stress: A major contributor to poor animal welfare associated with long-haul live export voyages. *The Veterinary Journal,* 199(2), 223-228.

Celik, M., Cebi, S. (2009), Analytical HFACS for Investigating Human Errors in Shipping Accidents, *Accident Analysis & Prevention*, 41(1), 66-75.

Chen, P., Zhang, Z., Huang, Y., Dai, L., & Hu, H. (2022). Risk assessment of marine accidents with Fuzzy Bayesian Networks and causal analysis. *Ocean & Coastal Management,* 228, 106323.

Demir, İ. (2016). Deniz kazalarını ve olaylarını araştırma ve inceleme yönetmeliği üzerine değerlendirmeler. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi,* 22(3), 879-904.

Ekler, H. (2019). Günübirlik gezi teknesi kazalarında insan faktörü üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 586165.

Evin, B. (2012). Uluslararası hukukta deniz haydutluğu kavramı ve şiddet faktörü. *Güvenlik Bilimleri Dergisi,* 1(1), 119-152.

Fan, H., Lu, J., Chang, Z., & Ji, Y. (2024). A Bayesian network-based TOPSIS framework to dynamically control the risk of maritime piracy. *Maritime Policy & Management,* 51(7), 1582-1601.

Fine, W. T. (1971). Mathematical evaluation for controlling hazards. *Journal of safety research*, 3(4).

He, Z., Wang, C., Gao, J., & Xie, Y. (2023). Assessment of global shipping risk caused by maritime piracy. *Heliyon,* 9(10).

Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976). Practical risk analysis for safety management. *China Lake, CA: Naval Weapons Center.*

Kristiansen, S. (2013). Maritime transportation: safety management and risk analysis. *Routledge.*

Kuleshov, V. V., Skuba, P. Y., & Ignatovich, I. A. (2021, April). Assessment of the severity of the last accident based on the Fine-Kinney Method. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 720, No. 1, p. 012094).* IOP Publishing.

Öztürk, O. B. (2024). A Risk Assessment for Accidents of Ship Mooring Operations from Fine-Kinney Method Perspective. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 5(1), 115-125.

Paik, J. K., & Thayamballi, A. K. (2003). Ultimate limit state design of steel-plated structures. *John Wiley & Sons.* ISBN: 978-0-471-48677-9

Paik, J. K., & Thayamballi, A. K. (2006). Some recent developments on ultimate limit state design technology for ships and offshore structures. *Ships and Offshore Structures,* 1(2), 99-116.

Pense, C. (2018). Deniz kazalarında insan faktörü ve bir çözüm olarak e-seyir. *Akıllı Ulaşım Sistemleri Ve Uygulamaları Dergisi,* 1(2), 72-86.

Resmî Gazete, "İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği", 29.12.2012, Sayı: 28512. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm

Ung, S. T. (2018, Human Error Assessment of Oil Tanker Grounding, *Safety science*, 104, 16-28.

Ung, S. T. (2019), Evaluation of Human Error Contribution to Oil Tanker Collision Using Fault Tree Analysis and Modified Fuzzy Bayesian Network Based Cream, *Ocean Engineering*, 179, 159-172.

Uyanık, S. Ç. (2022). Denizde Yasadışı Eylemlerin Önlenmesine Dair Sözleşme ve Protokolün Deniz Haydutluğu, Seyir Güvenliği ve Deniz Terörü ile İlişkisi. *Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora,* 1(1), 80-88.

Yorulmaz, M., Sezen, K. (2023), Denizcilik Alanında Kullanılan Risk Analizi Yöntemleri ve Fine Kinney Yöntemiyle Bir Uygulama, *Afet ve Risk Dergisi*, 6(3), 622-637.

Yorulmaz, M., & Tantan, E. (2023). Gemilerde Meydana Gelen İş Kazalarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Analiz Edilmesi. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi,* 7(2), 132-158.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

DENİZYOLU ULAŞTIRMASINDA DÜŞÜK KARBONLU YAKITLARIN KULLANIMI VE ETKİLERİ

MEHMET ARİF ÖZTÜRK

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği, Kocaeli, Türkiye, marifozturk@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-0410-1752

Doç Dr. MURAT YORULMAZ

Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Kocaeli, Türkiye, murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5736-9146

ÖZET

Denizyolu taşımacılığı, küresel ticaretin temel unsurlarından biri olup büyük miktarda yük taşıma kapasitesi ve enerji verimliliği sağlamaktadır. Ancak fosil yakıtların kullanımı nedeniyle çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır. Bu çalışmada, denizyolu ulaştırmasındaki düşük karbonlu yakıtların kullanımı ve etkileri incelenmiştir.

Geleneksel gemi yakıtları arasında dizel, fueloil ve LNG yer alırken, çevre dostu alternatifler olarak hidrojen, amonyak, metanol ve biyoyakıtlar öne çıkmaktadır. LNG, düşük emisyonlu bir fosil yakıt alternatifi olarak değerlendirilirken hidrojen tamamen emisyonsuz bir seçenek sunmaktadır. Amonyak ise yenilenebilir enerji kaynaklarından üretildiğinde karbon salımı yapmaz. Metanol ve biyoyakıtlar ise organik ve yenilenebilir kaynaklardan üretildiğinde çevresel etkileri azaltmaktadır. Ancak düşük karbonlu yakıtların kullanımıyla ilgili altyapı yetersizlikleri, yüksek maliyetler ve depolama zorlukları gibi sorunlar bulunmaktadır.

Bu yakıt türlerinin kullanımının yaygınlaşması gemi operasyonlarında karbon emisyonlarının azaltılmasını, hava kalitesinin iyileştirilmesini ve sürdürülebilir denizcilik hedeflerine ulaşmasını sağlayacaktır. Ancak bu dönüşüm sürecinin başarılı olabilmesi için sektördeki paydaşların iş birliği yapması, teknolojik yenilikleri benimsemesi ve sürdürülebilir enerji politikalarına uyum sağlaması gerekmektedir. Bu çalışma, deniz taşımacılığında düşük karbonlu yakıtların geleneksel rolü ve uygulanabilirliği hakkında önemli bulgular sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Denizyolu taşımacılığı, düşük karbonlu yakıtlar, sürdürülebilir enerji, yeşil lojistik, karbon emisyonları

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ABSTRACT

Maritime transport is a key element of global trade, providing large amounts of freight carrying capacity and energy efficiency. However, the use of fossil fuels poses serious problems for environmental sustainability. This study examines the use and impacts of low carbon fuels in maritime transportation.

Traditional ship fuels include diesel, fuel oil and LNG, while hydrogen, ammonia, methanol and biofuels stand out as environmentally friendly alternatives. While LNG is considered a low-emission fossil fuel alternative, hydrogen offers a completely emission-free option. Ammonia does not emit carbon emissions when produced from renewable energy sources. Methanol and biofuels reduce environmental impacts when produced from organic and renewable sources. However, there are problems associated with the use of low-carbon fuels, such as inadequate infrastructure, high costs and storage challenges.

The widespread use of these fuel types will reduce carbon emissions in ship operations, improve air quality and achieve sustainable maritime goals. However, for this transformation process to be successful, stakeholders in the sector need to cooperate, adopt technological innovations and adapt to sustainable energy policies. This study provides important findings on the traditional role and applicability of low-carbon fuels in maritime transportation.

Keywords: Maritime transportation, low carbon fuels, sustainable energy, green logistics, carbon emissions

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

1. GİRİŞ

Deniz taşımacılığı deniz yoluyla mal ve yolcu taşımacılığını kapsayan bir sektördür. Genellikle gemilerle yapılan taşımacılık faaliyetleri büyük yük miktarlarını taşıma kapasitesi ve enerji verimliliği açısından avantaj sağlamaktadır. Bu yönleri ile uluslararası ticarete destek sağlamaktadır. Deniz taşımacılığı genel olarak konteyner gemileri, tankerler ve yolcu gemileri ile yapılmaktadır.

Dünya ticaret hacminin artmasına bağlı olarak büyük tonajlı gemiler üretilerek, liman kapasiteleri arttırılarak ve yük elleçleme teknolojileri geliştirilerek taşıma işlemlerinin hızlandırılmasına çalışılmaktadır (Bayraktar vd. 2019).

Deniz taşımacılığı küresel ticaretin bel kemiğini oluşturan önemli bir sektördür. Ancak bu sektörün büyüklüğü ve etkinliği beraberinde çevresel sorumlulukları da getirmektedir. Bu bağlamda deniz taşımacılığındaki yakıt çeşitliliği ve özellikle düşük karbonlu yakıtların kullanımı çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir öneme sahiptir. İnsanların direkt veya dolaylı olarak neden olduğu veya ürünlerin yaşam döngüsü süresince sera gazı emisyonlarının toplam ölçümü karbon ayak izi olarak adlandırılır (Danışman ve Özalp 2016). Dünya ticaretinin büyük bir kısmı deniz yolu taşımacılığı ile sağlanmaktadır. Bu durum beraberinde çevresel sorunları da getirmektedir. Karbondioksit emisyonu sorununun önemli bir kısmını deniz taşımacılığı yapan gemiler oluşturmaktadır. Gemilerin neden olduğu kirlilik doğrudan etki şeklinden çok genel hava kalitesi sorunlarına neden olur (Keser ve Ceyhun 2023).

Bu çalışmada denizyolu ulaştırmasında kullanılan yakıt çeşitleri ve düşük karbonlu alternatifleri ele alınmış ve olası etkileri değerlendirilmiştir.

2. DENİZ TAŞIMACILIĞINDA KULLANILAN YAKITLAR

Gemilerde dizel yakıt, fueloil, LNG (liquefied natural gas/sıvılaştırılmış doğalgaz) yakıt olarak kullanılmaktadır. Ayrıca amonyak, biyoyakıt, hidrojen, elektrik ve güneş enerjisi gibi çeşitli çevre dostu alternatif yakıt türleri kullanılmaktadır.

Küresel ısınma, iklim değişikliği ve insanların neden olduğu sera gazı sonucuna bağlı olarak ortaya çıkan aşırı yağış, kuraklık gibi olumsuz etkilerin oluşmaması ve sürdürülebilir bir deniz ulaşımı için fosil yakıtlar azaltılmalıdır (Kaya vd. 2017). Türkiye ve dünyadaki deniz ulaşımının sürdürülebilirliğini üstyapı tasarımı, malzeme seçimi, tasarım, bakım onarım, seçilen sistemler, data kontrolü, sera gazı salınımı vb. etkenler etkilemektedir. Sera gazlarının %80'ini CO_2 (karbondioksit) oluşturmaktadır. CO_2 ısı tutma özelliği fazla olan bir gaz olduğu için hava ısısının yükselmesine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır (Demirtürk, 2021).

Düşük karbonlu yakıtların kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik ve karbon emisyonlarının azaltılması, küresel ısınmanın önüne geçilmesi açısından önemlidir. Düşük karbonlu yakıtların kullanımı, atmosfere salınan sera gazı ve diğer zararlı emisyonların azalmasına katkıda bulunarak çevresel etkileri azaltabilir, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltabilir ve enerji arzını çeşitlendirmek ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş imkanı sağlar. Birçok ülkede uygulanan çevresel düzenlemeler açısından düşük karbonlu yakıtlar bu düzenlemelere uyum sağlama ve rekabet avantajı sağlayabilir. Bu avantajların yanında düşük karbonlu yakıtların

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

kullanımıyla ilgili ilk yatırım maliyeti, altyapı değişiklikleri, enerji depolama sorunları gibi bazı zorluklar da bulunmaktadır.

2.1. LNG (liquefied natural gas/sıvılaştırılmış doğalgaz)

Sıvılaştırılmış doğalgaz -159 °C/-162 °C soğutulmuş doğalgazdan elde edilmektedir. Sıvılaştırılan doğalgaz patlayıcı olmayıp kapalı bir alanda %5-%15 konsantrasyonda yanıcı madde ile bir araya gelirse yanıcılık kazanır. Dizel yakıtlara göre daha az emisyona neden olur ve daha fazla maliyet kazancı sağlamaktadır. Gemilerde LNG kullanılmasındaki dezavantajlardan biri tanklar için yüksek hacimli alanların gereksinimidir. LNG kullanıldığında partikül madde ve kükürt oksit emisyonları hemen hemen tamamen yok olmakta, azot oksit emisyonu açısından da uluslararası sınırların altında kalmaktadır. LNG kimyasal yapı açısından ağırlıklı olarak metan gazından oluştuğu için yanma sonrası ortamda kalmayacak ve birikmeyecek önlemlerin alınması gerekmektedir (Bayraktar vd. 2023).

LNG tesisleri ve altyapısının kurulum maliyetleri, doğalgazın sıvılaştırılması için yoğun enerji gereksinimi olması dezavantajlarıdır.

2.2. Hidrojen

Hidrojen kirlilik oluşturmadan enerji üretmektedir. Elektrik, su ve ısı üretimi için hidrojen ve oksijen kimyasal olarak birleştirilir. Hidrojen elektroliz ile sudan elde edilir. Yanma sonucunda sadece su buharı ve ısı üretimi olur. Hidrojen doğal gaz, biyokütle, kömürden üretilebildiği gibi nükleer veya fosil kaynaklı yakıtlardan üretilen suyun elektrolizi ile de elde edilebildiği için avantajlıdır. Diğer bazı avantajları tamamen emisyonsuz olması, yakıt hücrelerinde hareketli parçalar bulunmaz ve düşük hacimlidir. Bunların yanında yakıt pili maliyetinin yüksek olması, yakıt dağıtım altyapısının yetersiz olması dezavantajlarıdır (Veziroğlu, 2021). İçten yanmalı motorlarda kullanıldığında azot oksit oluşurken yakıt pillerinde kullanıldığında sadece su buharı oluşur. Ancak birim üretim maliyetinin yüksek olması, dizel yakıta oranla daha az ısıl verim elde edilmesi, depolama için düşük yoğunluklu dizel yakıta göre daha fazla alan ihtiyacının olması dezavantajlarıdır (Bayraktar vd. 2023).

Ayrıca hidrojen gaz formunda çok hafif olduğundan depolama ve taşımada zorluklara neden olabilir. Sıvılaştırma ve yüksek basınç altında depolama gerektirebilir. Hidrojen hava ile karıştığında patlayıcı olabilir, bundan dolayı güvenlik önlemleri çok önemlidir.

Hidrojen enerji dönüşümü ve karbon emisyonlarının azaltılması açısından önemli bir yere sahip olabilir ancak mevcut zorlukları aşmak için teknolojik gelişmeler ve altyapı yatırımları gerekmektedir (Mutlubaş ve Özdemir 2023).

Hidrojen doğal olarak elde edilemediği ve ayrıca üretilmesi gerektiği için yaygın olarak kullanılamamaktadır. Hidrojeni sıvılaştırmak ve bu şekilde taşımak ek maliyet gerektirir (Bayramoğlu, 2023).

2.3. Amonyak

Amonyakların büyük kısmı fosil yakıt hidrokarbonlarından elde edilmektedir. Karbon emisyonunun azaltılması amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen yeşil amonyak tercih edilmektedir. Amonyak genellikle dökme yük olarak taşınabildiği için diğer

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

yakıtlardan bu yönüyle avantajlıdır. Ayrıca hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı alanlarda depolama kaynağı olarak kullanılabilir. Üretim maliyeti ve yüksek enerji veriminden dolayı avantajlı bir yakıttır. Boğucu bir kokusu olması, toksik, aşındırıcı olması dezavantajlarıdır. Amonyak kazan, türbin, içten yanmalı makine, yakıt pili sistemlerinde yakıt olarak kullanılabilir. Yüksek basınç ve tutuşma sıcaklığı gibi durumların oluşmaması için diğer yakıtlarla karıştırılarak kullanılmaktadır (Bayraktar vd. 2023).

Yapısında karbon atomu bulunmadığı için küresel ısınmanın önlenmesi açısından yakıt olarak amonyak kullanılmaktadır (Bayramoğlu, 2023).

2.4. Metanol

Gemilerde biyoyakıt olarak kullanılan metanol yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edildiğinde zararlı gaz emisyonu ortadan kalkar. Diğer yakıtların su ve suda yaşayan canlılara verdiği zararlara göre daha az zararlıdır. Metanol genellikle doğalgazdan üretilmektedir (Bayraktar vd. 2023).

2.5. Dizel Yakıt

Kimyasal formül olarak ($C_{10}H_{20}$-$C_{15}H_{28}$) sahip hidrokarbonlardır (Bayraktar vd. 2023).

Dizel yakıtlar kaynama noktası 150°C-380°C aralığında olup ham petrol damıtılarak üretilir. Kullanılan ham petrolün içeriğine göre kalitesi değişir (Dere, 2012).

2.6. Biyoyakıtlar

Biyoyakıtlar biyolojik kaynaklardan elde edilen enerji taşıyıcılarıdır. Biyoetanol, biyodizel ve biyogaz biyoyakıtlara örnek olarak gösterilebilir.

Biyoetanol genellikle mısır, şeker kamışı veya diğer bitkisel malzemelerden fermantasyon yoluyla üretilir. Karbon emisyonu açısından fosil yakıtlara göre avantajlıdır. **Biyodizel** genellikle bitkisel yağlardan veya hayvansal yağlardan üretilen bir biyoyakıt türüdür. Mevcut dizel motorlara uyumu ve karbon emisyonunun düşük olması avantajıdır. **Biogaz** organik atıkların bakteriler tarafından ayrıştırılmasıyla üretilen bir gaz karışımıdır (Güneş vd. 2020).

Biyodizel kanola, aspir, ayçiçeği, soya, pamuk, jatropa, palmiye vb. bitkilerden belirli yöntemler ile elde edilir (Ar, 2008).

Bitkisel yağların yakıt olarak kullanılabilmesi için yakıt özelliklerinin iyileştirilmesi işlemi veya motor ayarları değişikliği yapılır. Yakıt özellikleri iyileştirilmesi viskozitenin azaltılması şeklindedir. Viskozite ve yoğunluğa bağlı olarak akış problemi, tıkanıklıklar, eksik yanma vb. sorunlara yol açmaması için de ön ısıtma, çözme ve ısıl parçalama (proliz) yapılmaktadır. Özellikle de bitkisel yağların dizel yakıtla karıştırılması şeklinde seyreltme işlemi yapılmaktadır. Ayrıca püskürtme işlemi yapılarak yakıt viskozitesi düşürülmektedir (Dobrucalı, 2007).

Gemi yakıtına en yakın biyoyakıtlar biyoetanol ve biyodizeldir. Sera gazı emisyonunu azaltması, mevcut dizel makinelerde kullanılabilmesi, makine aşınmasına daha az etki etmesi açısından daha avantajlıdır. Üretim maliyetinin yüksek olması, enerji veriminin daha düşük

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

olması ve üretimin kaynağa bağlı sınırlı (hayvansal yağlar) veya pahalı (soya yağı) olması dezavantajları olarak sayılabilir (Pekşen ve Alkan 2015).

3. YAKIT DÖNÜŞÜM TEKNOLOJİLERİ

Yakıt dönüşüm teknolojileri, enerji üretiminde ve kullanımında çeşitli enerji kaynaklarına geçişin sağlanması amacıyla kullanılan teknolojik çözümlerdir. Bazı önemli yakıt dönüşüm teknolojileri şu şekildedir.

3.1. Elektroliz

Hidrojen üretiminde su, hava, kömür ve doğal gaz kullanılır. Kömür ve doğalgaz kaynakları sınırlı olduğu ve karbon içerdikleri için genellikle kullanılmaz. Su ile üretim en uygun üretim yöntemidir. Suya elektrik uygulanarak suyun ayrışması ile hidrojen ve oksijen elde edilir (Demirci, 2010).

3.2. Biyoyakıt Üretimi

Biyodizel yakıtlar organik maddelerin reaktif olmayan bir ortamda ısı enerjisi verilmek suretiyle aynı anda reaksiyonların gerçekleşmesiyle meydana gelen kimyasal değişimler olan piroliz yöntemi; yağın, suyun, yüzey aktifin ve amfifilik moleküllerin (hem hidrofilik (suyu seven) hem de hidrofobik (suyu sevmeyen) özellik gösteren moleküller) izotropik, şeffaf veya yarı saydam termodinamik olarak kararlı dağılımı olan mikro emülsifikasyon yöntemi ya da yağın katalizör kullanılarak alkolle reaksiyona sokulması işlemi olan transesterifikasyon yöntemleri ile üretilir (Benek, 2013).

Şeker ve nişastanın enzimatik hidrolize bağlı (nişasta hidrolizi ya da delignifikasyon (maden veya maden cüruflarının yığınlanıp ve tepeden yağmurlanması, süzülerek dibe ulaşan çözeltinin ayarlamalar yapılarak tekrar tekrar tepeden yağmurlanması aşamalarını içerir)) olarak oluşan sakkaritlerin mikroorganizmalar tarafından fermante edilmesi ile veya selülozik kütleden asidik hidroliz ve sonra da bunlar distile edilmek suretiyle biyoetanol üretilir. Biyogaz, organik kökenli maddelerin anaerobik ortamda farklı mikroorganizma gruplarının varlığında biyometanlaştırma prosesi ile oluşan karışımdır (Horuz vd. 2015).

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Deniz taşımacılığında yakıt çeşitliliği ve düşük karbonlu yakıtların kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli adımların atıldığı bir noktada bulunmaktadır. Bu çalışmada ele alınan konular kapsamında, sektördeki aktörlerin karbon ayak izlerini azaltma konusu vurgulamaktadır. Düşük karbonlu yakıtların benimsenmesi, hava kalitesini iyileştirme, sera gazı emisyonlarını azaltma ve ekosistemlere olan olumsuz etkileri sınırlama potansiyeli taşımaktadır.

Tedarik zinciri, ilk tedarikçiden son müşteriye kadar olan dağıtım ve ulaştırma çalışmalarını kapsamaktadır. Kapsamında tedarik, üretim, dağıtım süreci vb. işlem ve tesisler bulunmaktadır (Yarlıkaş ve Can 2019).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Yakıtların tedarik zinciri çevresel veya ekonomik çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Bu faktörler yakıt türüne göre benzerlikler veya farklılıklar gösterebilir. Yakıt türüne göre bakılarak değerlendirilebilir.

LNG yakıtlarda; hammadde temini, üretim ve sıvılaştırma süreçleri, depolama ve taşıma, pazarlama ve dağıtım, sertifikasyon ve güvenlik standartları, toplumsal ve politik faktörler tedarik zincirine etki eden faktörlerdir.

Hidrojen için; hammadde temini, üretim süreçleri, depolama ve taşıma, sertifikasyon ve standartlar, toplumsal ve politik faktörler tedarik zincirine etki eden faktörlerdir.

Amonyak için; hammadde temini, üretim süreçleri, depolama ve taşıma, sertifikasyon ve standartlar, toplumsal ve politik faktörler tedarik zincirine etki eden faktörlerdir.

Metanol için, hammadde kaynakları, enerji faktörleri, üretim teknolojileri, piyasa talepleri ve fiyatlar, ulaşım ve lojistik, çevresel ve sürdürülebilirlik etkenleri tedarik zincirine etki eden faktörlerdir.

Dizel yakıt için, hammadde tedariki, rafineri kapasitesi ve verimliliği, enerji ve işçilik maliyetleri, lojistik ve taşıma, piyasa talepleri ve fiyatlar, çevresel düzenlemeler ve sürdürülebilirlik baskıları, jeopolitik faktörler tedarik zincirine etki eden faktörlerdir.

Biyoyakıtlar açısından bakıldığında; hammadde temini, üretim süreçleri, ulaştırma ve lojistik, sertifikasyon ve standartlar, toplumsal ve politik faktörler tedarik zincirine etki eden faktörlerdir.

Sonuç olarak, deniz taşımacılığındaki yakıt çeşitliliği ve düşük karbonlu alternatiflerin kullanımı hem çevresel hem de ekonomik açıdan avantajlar sunmaktadır. Ancak bu dönüşüm sürecinin başarılı olabilmesi için sektördeki paydaşların iş birliği içinde hareket etmeleri, teknolojik yeniliklere açık olmaları ve sürdürülebilirlik standartlarına uymaları önemlidir. Deniz taşımacılığının gelecekteki sürdürülebilirliği için bu adımların atılması, küresel ölçekte çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

KAYNAKÇA

Ar, F. F. (2008). Biyoyakıtlar tehdit mi-fırsat mı? *Mühendis ve Makina*, 49(581), 3-9.

Bayraktar, M., Bilir Fidan, C. Ö., & Cerit, A. G. (2019). Yakıt tipinin ve hibrit sevk sisteminin yakıt tüketimine etkisi: İzmir Alsancak limanında bir hizmet gemisi için uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi,* 11, 33-52.

Bayraktar, M., Bucak, U., & Demirel, H. (2023). Deniz Taşımacılığında Dekarbonizasyon Uygulamalarının Kaynak Temelli Görüş Bağlamında Alternatif Yakıtlar Açısından Değerlendirilmesi. *Gemi ve Deniz Teknolojisi*, (222), 26-43.

Bayramoğlu, K. (2023). Evaluation of Decarbonization Methods on Ships. *Journal of Marine and Engineering Technology*, 3(1), 20-33.

Benek, G. (2013). Gemi Dizel Makinalarında Biyodizel Yakıt Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 335760.

Danışman, İ. K., & Özalp, G. (2016). Karbon ayak izinin azaltılmasında yeşil liman uygulamasının rolü: marport örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi,* 8, 99-166.

Demirci, A. (2010). Elektroliz yöntemi ile elde edilen hidrojenin dizel motor dolgusuna ilavesinin performans ve emisyonlara etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 290393.

Demirtürk, D. (2021). Sürdürülebilir ulaşımda sera gazı etkisini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi,* 9(4), 1080-1092.

Dere, M. A. (2012). Çift yakıtlı (Dizel+ Hidrojen) bir dizel motorunda enerji ve ekserji analizi Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 320565.

Dobrucalı, E. (2007). Biyodizelin bir gemi dizel motorunun performansına olan etkisinin deneysel olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 222177.

Güneş, Z., Kırtıl, H. E., Küçükata, Y. Ş., & Toprak, B. (2020). Şeker pancarı ve yan ürünlerinden biyoyakıt (etanol) üretimi ve biyoetanolün endüstriyel kullanımının değerlendirilmesi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 16-24.

Horuz, A., Korkmaz, A., & Akınoğlu, G. (2015). Biyoyakıt bitkileri ve teknolojisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3(2), 69-81.

Kaya, A. Y., & Erginer, K. E. (2017). Gemilerde enerji verimliliğini sağlama ve sera gazı salımlarını azaltmaya yönelik uygulamalar: bir odak grup çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 9(2), 212-233.

Keser, H. Y., & Ceyhun, G. Ç. (2023). Avrupa yeşil mutabakatının denizyolu taşımacılığı kökenli hava kirliliği yönünden incelenmesi. *TESAM Akademi Dergisi,* 10(1), 53-72.

Mutlubaş, H., & Özdemir, Z. Ö. (2023). Hidrojenin Kullanım Alanları ve Hidrojen Ekonomisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Yekarum e-dergi*, 8(1), 20-31.

Pekşen, D. Y., & Alkan, G. (2015). Alternatif gemi yakıtı LNG; net bugünkü değer yöntemiyle değerlendirilmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 394548.

Veziroğlu, A. (2021). Hidrojen neden potansiyel bir ulaşım yakıtı olarak seçilmelidir? *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 10(1), 404-411.

Yarlıkaş, S., & Can, Z. V. (2019). Yeşil tedarik zinciri yönetimini etkileyen faktörlerin önem sıralamalarının SWARA ve Copeland yöntemleri ile belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* 14(3), 899-924.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Mg AZ91 ALAŞIM MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN TOZ METALURJİSİ VE SICAK PRES YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ: SICAKLIK VE BASINÇ PARAMETRELERİNİN MİKRO YAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa MUŞTU

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Karabük.

mustafamustu@karabuk.edu.tr

ORCID NO: 0000-0001-5370-2995

ÖZET

Bu çalışma, Mg AZ91 alaşım matrisli kompozitlerin toz metalurjisi ve sıcak presleme yöntemiyle üretilmesini ve bu süreçte sıcaklık ile basınç parametrelerinin mikro yapı ve mekanik özellikler üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Endüstride yaygın olarak kullanılan magnezyum alaşımlarında dayanım-süneklik dengesinin iyileştirilmesi ve genel mekanik özelliklerin optimize edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, TiB_2 ve Grafen takviyelerinin Mg AZ91 alaşımına katkısı değerlendirilmiş, farklı sıcaklık ve basınç koşullarında üretilen numunelerin mikro yapısal ve sertlik davranışları analiz edilmiştir. Mekanik alaşımlama yöntemi kullanılarak toz karışımının homojen dağılımı sağlanmış ve farklı karıştırma parametreleri incelenmiştir. Üretilen kompozitlerin mikro yapı analizi için Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntülemeleri gerçekleştirilmiş, mekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yoğunluk ölçümleri ve sertlik testleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılarak optimum üretim koşullarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma, magnezyum matrisli kompozitlerin üretiminde sıcak presleme parametrelerinin kritik rolünü ortaya koyarak, ileri malzeme tasarımı ve uygulamalarına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mg AZ91, Toz Metalurjisi, Sıcak Presleme, Mikro Yapı, Mekanik Özellikler, Sinterleme

ABSTRACT

This study investigates the production of Mg AZ91 alloy matrix composites using powder metallurgy and hot pressing methods, focusing on the effects of temperature and pressure parameters on microstructure and mechanical properties. The main objective is to improve the strength–ductility balance and optimize the overall mechanical performance of magnesium alloys, which are widely used in industry. In this context, the contributions of TiB_2 and graphene reinforcements to the Mg AZ91 alloy were evaluated, and the microstructural and hardness behaviors of the specimens produced under different temperature and pressure conditions were analyzed. Homogeneous distribution of the powder mixtures was achieved through mechanical alloying, and various mixing parameters were examined. Scanning Electron Microscopy (SEM) was employed for microstructural characterization of the composites, while density

measurements and hardness tests were conducted to determine their mechanical properties. The obtained results were compared with findings in the literature to identify the optimum production conditions. This study highlights the critical role of hot pressing parameters in the production of magnesium matrix composites and contributes to the development of advanced material design and applications.

Keywords: Mg AZ91, Powder Metallurgy, Hot Pressing, Microstructure, Mechanical Properties, Sintering

Giriş

Magnezyum (Mg) ve alaşımları, hafif yapıları, yüksek özgül mukavemetleri ve mükemmel işlenebilirlikleri nedeniyle son yıllarda önemli ilgi görmüştür ve bu da onları özellikle havacılık, otomotiv ve biyomedikal endüstrilerinde olmak üzere çeşitli mühendislik uygulamaları için ideal adaylar haline getirmiştir [1]. Bu alaşımlar arasında, Mg-Al-Zn bazlı bir alaşım olan Mg AZ91, saf magnezyuma kıyasla üstün korozyon direnci ve mekanik özellikleri nedeniyle öne çıkmaktadır [2]. Ancak, bu avantajlara rağmen, Mg AZ91 nispeten düşük aşınma direncinden ve sınırlı yüksek sıcaklık mekanik kararlılığından muzdariptir ve bu da daha geniş endüstriyel uygulamalarını kısıtlamaktadır [3].

Bu sınırlamaları gidermek için, seramik veya karbon bazlı malzemelerle güçlendirilmiş metal matris kompozitler (MMC'ler) kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. TiB_2 ve grafen gibi takviyelerin Mg AZ91 matrisine dahil edilmesi, mukavemetini, sertliğini, aşınma direncini ve termal kararlılığını önemli ölçüde artırabilir ve onu yüksek performanslı uygulamalar için daha uygun hale getirir [4,5]. Bununla birlikte, bu tür kompozitlerin başarısı büyük ölçüde imalatları sırasında kullanılan işleme tekniklerine ve parametrelere bağlıdır.

Çeşitli imalat teknikleri arasında, sıcak presleme ile birleştirilmiş toz metalurjisi (PM), yüksek performanslı magnezyum bazlı kompozitler üretmek için umut verici bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır [6]. PM, malzemenin özelliklerini optimize etmek için çok önemli olan ince mikro yapısal kontrol, net şekle yakın üretim ve takviyelerin düzgün dağılımı gibi avantajlar sunar [7]. Öte yandan sıcak presleme, eş zamanlı ısı ve basınç uygulayarak matris ve takviyeler arasındaki yoğunlaştırmayı ve bağlanmayı kolaylaştırır ve böylece nihai kompozitin mekanik bütünlüğünü iyileştirir [8].

Mevcut çalışma, toz metalurjisi ve sıcak presleme yoluyla Mg AZ91 alaşım matris kompozitlerinin üretimine odaklanarak, sıcaklık ve basınç parametrelerinin mikro yapı ve mekanik özellikler üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Bu parametreleri sistematik olarak değiştirerek, çalışma, gelişmiş performans özelliklerine ulaşmak için optimum bir üretim penceresi oluşturmayı amaçlamaktadır. Mevcut literatürle karşılaştırmalı analiz, farklı üretim koşullarının etkinliği hakkında daha derin içgörüler sağlayacaktır.

Yöntem

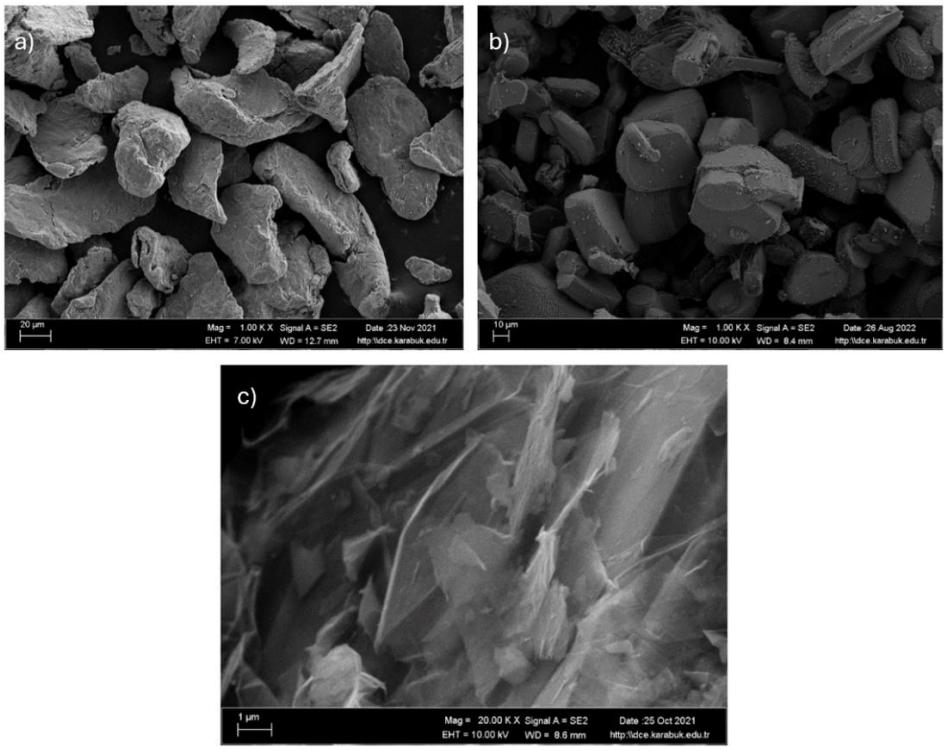
ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Yapılan numune üretim çalışmalarında, matris olarak AZ91 alaşımı tozu, takviye olarak TiB_2 tozu ve Grafen tozu kullanılmıştır. Bu tozlar, uygun tane boyutu dağılımına sahip olacak şekilde temin edilmiştir. Şekil 1 tozların SEM görüntülerini göstermektedir. Matris alaşımının kimyasal bileşimi (% ağırlıkça): 8,7 Al, 0,81 Zn, 0,28 Mn ve 90,2 Mg dengesidir. AZ91 alaşımının toz boyutu yaklaşık 36 µm'dir. TiB_2 toz parçacık boyutu yaklaşık 40-50 µm (saflık %99,5'tir) ve nano GNP parçacıklarının boyutu yaklaşık 3 nm (saflık %99,9'dur). Bu çalışmada kullanılan tüm tozlar Türkiye'deki Nanografi tarafından tedarik edilmiştir. Numuneler geleneksel toz metalurjisi ve sıcak presleme yöntemi ile 3 erli gruplar halinde üretilmiştir. Üretilen numunelerin kompozisyonları Tablo 1 de verilmiştir. Sırasıyla AZ91, AZ91 + ağırlıkça %20-15 TiB_2 ve AZ91+ ağırlıkça %20-15 TiB_2 + %0,5 GNP kompozitleri üretilmiştir. Kompozitlerin bağıl yoğunluğunu artırmak (poroziteyi azaltmak), homojen dağılımı sağlamak için farklı oranlarda TiB_2 takviyesi (ağırlıkça %20 ve %15) ile çalışılmıştır. Radwag marka elektronik terazi (0,0001 g hassasiyet) ile tartılan tozlar, homojen bir karışım elde etmek amacıyla mekanik alaşımlama cihazı (Fritsch Pulverisette 7 premium line Planetary Ball Mill) kullanılarak farklı süreler (5-30-60 dakika) boyunca karıştırılmıştır. Mekanik alaşımlama işlemi, Mg kompozitlerinin mekanik özelliklerini iyileştirmeye yardımcı olduğu bilinmektedir [9].

Tablo 1. Üretilen kompozit malzemelerin bileşimleri

Numune No	Matrisler	Takviye Gurubu (ağırlıkça %)	
		TiB_2	Grafen
1	AZ91	-	-
2		20- 15	-
3		20- 15	0,5

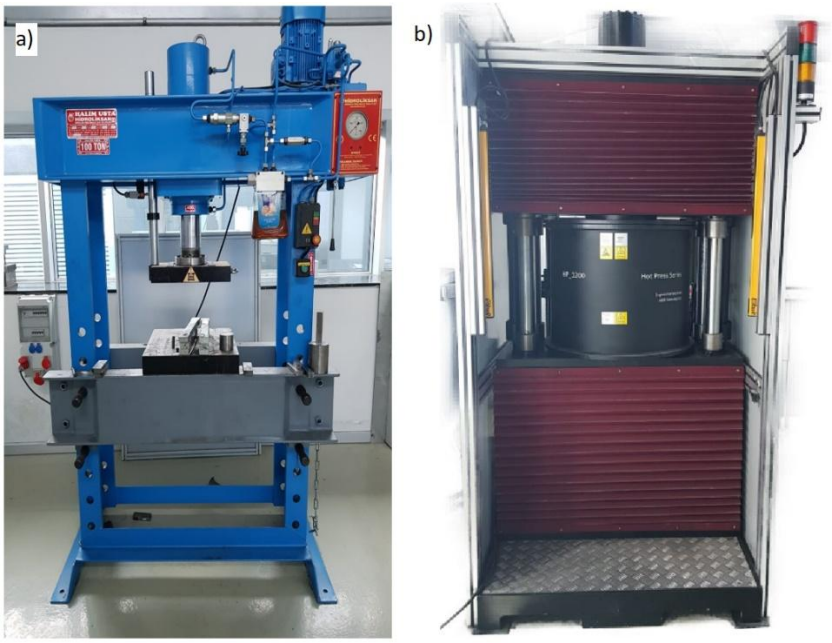
ISBN NR. : 978-625-5962-51-5



Şekil 1. SEM toz resimleri: a) AZ91, b) Micro TiB_2, c) nano GNPs.

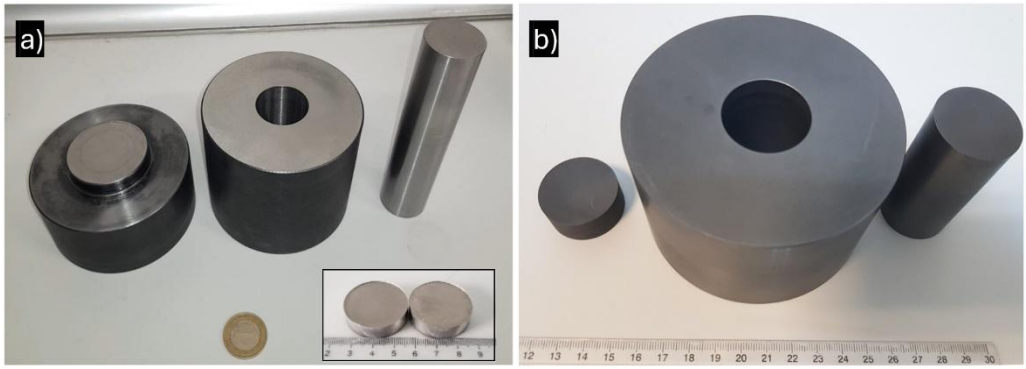
Farklı takviye oranlarına sahip magnezyum esaslı numunelerin üretimi Karabük Üniversitesi Malzeme Araştırma ve Geliştirme Merkezi (MARGEM), Toz Metalurjisi Laboratuvarı'nda bulunan Hidroliksan HD100 marka soğuk pres ve MSE HP_1200 marka sıcak pres cihazlarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Magnezyumun oksijene olan yüksek afinitesi dikkate alınarak sinterleme işlemi vakum + Argon (koruyucu gaz) atmosferi altında 1 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Kompozitlerin daha üstün mekanik ve mikroyapısal özellikler kazanmasını sağlamak amacıyla farklı sinterleme sıcaklıkları (525, 550 ve 570 °C) kullanılarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5



Şekil 2. a) Soğuk pres cihazı, b) Sıcak pres cihazı.

Soğuk pres üretimlerinde kullanılacak olan takım çeliğinden imal edilmiş kalıbın görseli Şekil 3.a'da verilmiştir. Geleneksel Toz Metalürjisi yöntemi ile farklı üretim denemeleri gerçekleştirilmiş, takviye oranları değiştirilmiştir. Fakat yine de istenilen düzeyde başarılı üretimler elde edilememiştir. Sıcak pres üretimi ile üretim yapmayı denemek için Grafit kalıp temin edilmiştir. Sıcak preslerde kullanılacak olan kalıp 3d çizim programında çizilmiş ve üretici firmaya Grafit malzemesinden ürettirilmiştir. Sıcak pres üretimlerinde kullanılacak olan Grafit kalıbın görseli Şekil 3.b'de verilmiştir.



Şekil 3. a) Soğuk presleme kalıbı, b) Sıcak presleme kalıbı.

Malzeme Karakterizasyonu

Numunelerin yoğunluk ve gözeneklilik oranlarının belirlenmesi amacıyla Arşimet prensibine dayalı yoğunluk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte daldırma sıvısı olarak damıtılmış su kullanılmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Numunelerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntülenmesi ve enerji dağıtıcı spektrometre (EDS) analizi için hazırlanması, standart metalografik prosedürler izlenerek gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, yüzey hazırlama işlemi 320 ila 3000 numara SiC zımpara kâğıdı kullanılarak taşlama, ardından mekanik parlatma ve kimyasal aşındırma adımları ile tamamlanmıştır. Aşındırma işlemi için, 5 g pikrik asit, 10 ml etanol, 10 ml asetik asit ve 75 ml damıtılmış sudan oluşan bir çözelti kullanılmıştır.

Sertlik ölçümleri, Qness Q10 A+ Mikro Sertlik Test Cihazı ile Vickers sertliği yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, oda sıcaklığında (RT), 0.5 kg yük altında, 15 saniye süresince uygulanmıştır. Sertlik ölçme sonuçlarının güvenilirliğinden emin olmak için her numune ölçümünde en az 7 başarılı ölçüm alınmış ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması, ilgili numunenin sertlik değeri olarak kabul edilmiştir.

Malzeme Üretim Çalışmaları

Kompozit malzeme üretimimizdeki takviye oranları Tablo 1'de verildiği gibi 1. numune için saf AZ91 matrisi, 2. numune için %20 TiB_2 takviyesi ve 3. Numune için %20 TiB_2 + %0,5 grafen takviye oranı belirlenmiştir. İlk dört numune grubu, geleneksel toz metalurjisi yöntemiyle; beşinci numune grubu ise sıcak presleme yöntemi kullanılan toz metalurjisi tekniğiyle üretilmiştir. Üretim parametrelerinin belirlenmesinde, literatürde yer alan mevcut çalışmalar ve önerilen işlem koşulları dikkate alınmıştır. Gerçekleştirilen tüm sinterleme işlemleri, Argon atmosferi altında çalışan vakumlu bir fırında, 60 dk süreyle gerçekleştirilmiştir. Sinterleme işlemi sonrasında numuneler serbest soğumaya bırakılmıştır. Soğuk presleme sonrası sinterlenen numunelerin ısıl işlemi ise, sıcak presleme cihazının yalnızca fırın fonksiyonu kullanılarak uygulanmıştır. Tablo 2'de üretim parametreleri ve test sonuçları birlikte verilmiştir.

İlk numune grubunun üretiminde, mekanik alaşımlama işlemi 300 rpm karıştırma hızı ve 5 dakika işlem süresi ile gerçekleştirilmiştir. Soğuk presleme basıncı 310 MPa, sinterleme sıcaklığı ise 525 °C olarak belirlenmiştir. Üretim sonrası, testlerin uygulanabilmesi amacıyla metalografik yüzey hazırlama işlemleri gerçekleştirilmiş ve ardından yoğunluk ile sertlik testleri yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, hedeflenen yoğunluk değerine ulaşılamadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, üretim parametrelerinde revizyona gidilerek ikinci grup üretimlere geçilmiştir.

İkinci grup üretimlerinde, yalnızca sinterleme sıcaklığı 525 °C'den 570 °C'ye yükseltilmiştir. İlk gruptaki prosedür ile benzer şekilde metalografik hazırlık sürecinin ardından testler uygulanmıştır. Yapılan inceleme ve analizler sonucunda, istenen düzeyde yoğunluk ve homojen karışım elde edilemediği gözlemlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda üçüncü grup üretimlere geçilmiş ve yeni parametreler ile numune üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Üçüncü grup üretimlerinde, mekanik alaşımlama parametreleri 350 rpm karıştırma hızı ve 30 dakika işlem süresi olarak güncellenmiştir. Soğuk presleme basıncı 510 MPa, sinterleme

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

sıcaklığı ise 550 °C olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen analizlerde, yoğunlukta önemli iyileşmeler kaydedilmiş, ancak optik mikroskop ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile yapılan incelemelerde, %20 oranındaki TiB_2 takviyesinin istenilen düzeyde homojen dağılmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, daha uygun yapısal özelliklere sahip numuneler elde edebilmek amacıyla yeni parametrelerle dördüncü grup üretimlere geçilmiştir.

Dördüncü grup üretimlerinde, homojenliğin artırılması amacıyla TiB_2 takviye oranı %20'den %15'e düşürülmüştür. Bu grupta mekanik alaşımlama parametreleri sabit tutulmuş; soğuk presleme basıncı 510 MPa ve sinterleme sıcaklığı 550 °C olarak uygulanmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, alaşım matrisinin yoğunluğunda anlamlı bir değişim gözlemlenmemekle birlikte, kompozit numunelerin toplam yoğunluğunda artış tespit edilmiştir. Optik mikroskop ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile yapılan mikro yapısal incelemelerde, TiB_2 takviye fazının homojen dağılımında belirgin iyileşmeler elde edildiği saptanmıştır. Ancak tüm iyileşmelere rağmen, yoğunluk sonuçlarının malzeme performansı açısından kritik öneme sahip olması nedeniyle, bu değeri daha da artırmaya yönelik yeni üretim çalışmalarının gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

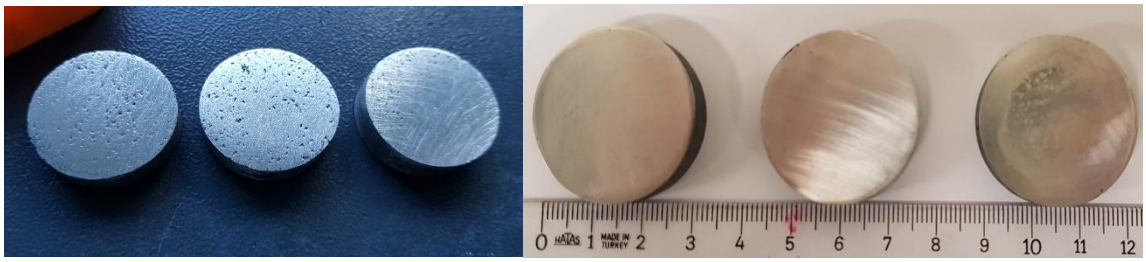
Beşinci grup üretimlerinde, üretim yöntemi değiştirilmiş ve sıcak presleme tekniği uygulanmasına karar verilmiştir. Kompozit numunelerdeki TiB_2 takviye partiküllerinin homojenliğini artırmak amacıyla, mekanik alaşımlama işlemi 350 dev/dak karıştırma hızıyla gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sırasında tozlar, önce saat yönünde 30 dakika karıştırılmış, ardından 15 dakika süreyle soğumaya bırakılmış ve devamında saat yönünün tersine 30 dakika daha karıştırılarak toplamda 60 dakikalık bir mekanik alaşımlama süreci tamamlanmıştır.

Sıcak presleme üretim sürecinde, başlangıçta 525 °C sıcaklıkta 12 dakika boyunca 30 MPa basınç uygulanmış, ardından 48 dakika boyunca 15 MPa basınç altında sinterleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, tüm numunelerde yoğunluk açısından önemli bir gelişme gözlemlenmiş; özellikle bağıl yoğunluk değerlerinde anlamlı ve tatmin edici artışlar elde edilmiştir. Optik mikroskop ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile gerçekleştirilen mikro yapısal incelemelerde, TiB_2 takviye fazının homojen dağılımında belirgin ve hedeflenen düzeyde iyileşmeler kaydedilmiştir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, istenen yoğunluk değerlerine sahip, başarılı kompozit üretimleri gerçekleştirilmiştir. Ancak, nano boyutlu grafen nanoparçacık (GNP) takviyesi içeren hibrit kompozitlerde, GNP'lerin homojen dağılımında istenilen düzey yakalanamamış; yapılan mikroyapısal gözlemlerde topaklanma (aglomerasyon) oluşumları tespit edilmiştir.

Şekil 4.a'da soğuk pres ile üretilen 4. grup numunelerin, Şekil 4. b'de ise Sıcak pres ile üretilen 5. grup numunelerin görseli verilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5



Şekil 4. a) Soğuk pres ile üretilen numuneler, b) Sıcak pres ile üretilen numuneler.

Tablo 2. Numune üretim parametreleri ve test sonuçları.

Üretim Grubu	Malzeme	TiB_2 Takviye	Karıştırma	Presleme	Sinterleme (1 saat)	Yoğunluk %	Sertlik (0.5HV)
1. Grup	AZ91		300 rpm 5dk	310 Mpa	525°C	86.7	68
	AZ91 + %20TiB_2	20%	300 rpm 5dk	310 Mpa	525°C	75.7	107.7
	AZ91 + %20TiB_2 + GNP	20%	300 rpm 5dk	310 Mpa	525°C	78.7	85.4
2. Grup	AZ91		300 rpm 5dk	310 Mpa	570°C	87.6	66.2
	AZ91 + %20TiB_2	20%	300 rpm 5dk	310 Mpa	570°C	75	100.8
	AZ91 + %20TiB_2 + GNP	20%	300 rpm 5dk	310 Mpa	570°C	76	77.8
3. Grup	AZ91		350 rpm 30dk	500 Mpa	550°C	92.1	67.3
	AZ91 + %20TiB_2	20%	350 rpm 30dk	500 Mpa	550°C	79	100.9
	AZ91 + %20TiB_2 + GNP	20%	350 rpm 30dk	500 Mpa	550°C	80	95.2
4. Grup	AZ91		350 rpm 30dk	500 Mpa	525°C	91.7	67
	AZ91 + %15TiB_2	15%	350 rpm 30dk	500 Mpa	525°C	83	94.8
	AZ91 + %15TiB_2 + GNP	15%	350 rpm 30dk	500 Mpa	525°C	83	85.6
5. Grup	AZ91		350 rpm 30dk + 30dk_tersyönde	Sıcak Pres (12dk)30 Mpa + 48dk 15Mpa	525°C	98.9	74.1
	AZ91 + %15TiB_2	15%	350 rpm 30dk + 30dk_tersyönde	Sıcak Pres (12dk)30 Mpa + 48dk 15Mpa	525°C	90.4	98.6
	AZ91 + %15TiB_2 + GNP	15%	350 rpm 30dk + 30dk_tersyönde	Sıcak Pres (12dk)30 Mpa + 48dk 15Mpa	525°C	91.3	90.6

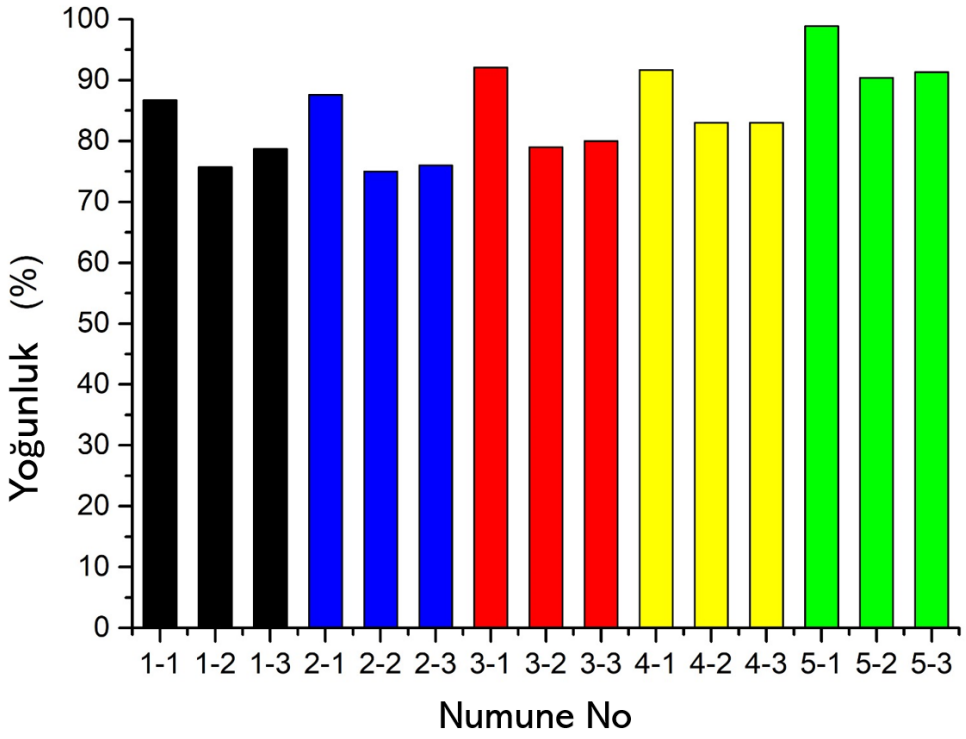
Bulgular ve Tartışma

Mikroyapı analizleri, sinterleme işleminin daha yüksek sıcaklık ve basınç değerlerinde gerçekleştirilmesiyle birlikte sinterleme etkinliğinin arttığını, porozitenin azaldığını ve tane sınırlarında daha iyi bir birleşmenin sağlandığını ortaya koymuştur. Geleneksel toz metalurjisi yöntemiyle üretilen numunelerde poroziteler makroskopik düzeyde gözlemlenebilirken, sıcak presleme yöntemiyle üretilen numunelerde porozite seviyesi gözle görülemeyecek düzeye indirgenmiş ve bu sayede oldukça başarılı numuneler elde edilmiştir (Şekil 4).

Tüm üretim gruplarında, TiB_2 içeriğinin artmasıyla birlikte bağıl yoğunluk değerlerinde azalma, gözeneklilik oranlarında ise artış gözlemlenmiştir. Bu durum, literatürde de belirtildiği üzere, TiB_2 partiküllerinin yüksek sertliğe sahip olması nedeniyle sıkıştırılabilirliğe karşı direnç göstermesine bağlanmaktadır ve bu özellik, gözeneklilik oluşumunu artırıcı bir etki

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

yaratmaktadır [10]. Şekil 5'te, farklı üretim gruplarına ait bağıl yoğunluk değerleri grafiksel olarak sunulmuştur.



Şekil 5. Numunelerin bağıl yoğunluk grafiği.

Sertlik testleri sonuçları TiB_2 takviyeli numunelerde en yüksek, daha sonra GNP takviyeli numunelerde genel olarak önemli miktarda artmıştır. GNP topaklanması istenen seviyede sertlik artışı elde edilmesinin önüne geçmiştir.

Diğer yandan üretim esnasında oluşabilecek plan dışı ve öngörülemeyen durumlar numunenin mekanik özelliklerini etkileyebilmektedir. Bunların başında, cihazların çalışma hassasiyeti, numune hazırlama ve ölçümler sırasında operatöre bağlı hassasiyet durumları sonuçları etkileyebilmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışma, Mg AZ91 alaşımının toz metalurjisi ve sıcak presleme yöntemiyle üretimine ilişkin önemli bulgular sunmaktadır. Çalışma kapsamında, toz metalurjisi yöntemiyle AZ91 alaşımı ve AZ91/15 TiB_2 ile AZ91/15 TiB_2+0.5 GNP kompozitleri üretilmiştir. Yapılan optimizasyon çalışmaları sonucunda, 525°C sıcaklık ve 45 MPa basınç altında gerçekleştirilen sıcak presleme işleminin düşük porozite ve üstün mekanik özellikler sağladığı belirlenmiştir. Üretilen numuneler, mikroyapı analizi, yoğunluk ve sertlik davranışları açısından incelenmiştir.

Elde edilen başlıca sonuçlar şunlardır:

- Mikroyapı karakterizasyonu, GNP takviyesi dışında, takviye parçacıklarının homojen bir şekilde dağıldığını göstermiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

- Yoğunluk ölçümleri karşılaştırıldığında, en yüksek bağıl yoğunluğun sıcak pres yöntemiyle üretilen AZ91 alaşımı ve kompozitlerinde elde edildiği ve porozitenin düşürüldüğü tespit edilmiştir.
- %20 TiB_2 takviye oranından %15 TiB_2 takviye oranına düşürüldüğünde topaklanmalar oldukça azalmış, TiB_2 homojen bir şekilde yapıda dağılmıştır. Ayrıca azalan takviye oranıyla birlikte bağıl yoğunluk artmış ve porozite azalmıştır.
- Sertlik ölçümleri incelendiğinde, sıcak pres ile üretilen AZ91 matrisli kompozitlerde %15 TiB_2 ve %15 TiB_2-0.5GNP takviyeleri ile sırasıyla %33,06 ve %22,27 oranında sertlik artışı sağlandığı belirlenmiştir. Bu artış, matris bölgesindeki yerel deformasyonları önleyen takviye parçacıklarıyla ilişkilendirilmiştir.

Sonuç olarak, toz metalurjisi ile üretim yönteminde, geleneksel T/M ve sıcak presleme T/M yöntemiyle Mg kompozit üretiminde sıcaklık, basınç, süre ve atmosfer koşulları kritik öneme sahiptir. Literatürdeki çalışmalar, bu parametrelerin optimize edilmesiyle yüksek performanslı magnezyum kompozitlerinin üretilebileceğini göstermektedir. Gelecekte farklı sinterleme süresi ve soğutma hızlarının etkisi üzerine araştırmalar yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

[1] Nie KB, Wang XJ, Deng KK, Hu XS, Wu K. Magnesium matrix composite reinforced by nanoparticles – a review. J Magnes Alloy 2021;9:57–77. https://doi.org/10.1016/J.JMA.2020.08.018

[2] Ma G, Xiao H, Ye J, He Y. Research status and development of magnesium matrix composites. Mater Sci Technol 2020;36:645–53. https://doi.org/10.1080/02670836.2020.1732610

[3] Sankaranarayanan S, Gupta M. Review on mechanical properties of magnesium (nano)composites developed using energy efficient microwaves. Powder Metall 2015;58:183–92. https://doi.org/10.1179/1743290115Y.0000000009.

[4] S. Suresh, N.S.V. Moorthi, Aluminium-Titanium Diboride (Al-TiB2) Metal Matrix Composites: Challenges and Opportunities, Procedia Eng. 38 (2012) 89‑97. https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2012.06.013.

[5] Aydin, F., & Sun, Y. (2018). Investigation of wear behaviour and microstructure of hot-pressed TiB2 particulate-reinforced magnesium matrix composites. Canadian Metallurgical Quarterly, 57(4), 455–469. https://doi.org/10.1080/00084433.2018.1478491.

[6] R. Casati and M. Vedani, "Metal matrix composites reinforced by nano-particles—A review," *Metals*, vol. 4, no. 1, pp. 65–83, 2014.

[7] X. Zhang, Y. Sun, and H. Wang, "Advances in powder metallurgy processing of magnesium matrix composites," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 305, p. 117646, 2022.

[8] H. A. Hamed, I. S. El-Mahallawi, and M. K. El-Fawkhry, "Effect of hot pressing on the microstructure and mechanical properties of powder metallurgy Mg-based composites," *Materials & Design*, vol. 160, pp. 1100–1110, 2018.

9- R. Purohit, Y. Dewang, R.S. Rana, D. Koli, S. Dwivedi, Fabrication of magnesium matrix composites using powder metallurgy process and testing of properties, Mater Today Proc 5 (2018) 6009–6017. https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2017.12.204

10- F. Aydin, Y. Sun, M. Emre Turan, The Effect of TiB 2 Content on Wear and Mechanical Behavior of AZ91 Magnesium Matrix Composites Produced by Powder Metallurgy, Powder Metallurgy and Metal Ceramics 57 (2019) 564–572. https://doi.org/10.1007/S11106-019-00016-9

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

DÖKÜM YÖNTEMİYLE AÇIK GÖZENEKLİ A356 KÖPÜK ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Melik ÇETİN
Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Karabük, Türkiye, mcetin@karabuk.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-6952-2523

ÖZET

Metal köpükleri rijit, yüksek bir oranda gözenekli olan saf metal ya da alaşım halindeki malzemelerden meydana gelmektedirler. Metalik köpükler bir çok mekanik özelliklere sahiptirler. Metal köpükleri gözenekli yapılarından dolayı düşük özgül ağırlıkları, yüksek dayanım/ağırlık oranları ve çok iyi enerji absorbe etme kabiliyeti gibi avantajlı özellikleri nedeniyle son yıllarda gün geçtikçe kendisine önem verilen malzemeler haline gelmiştir. Metalik köpükler, süngerler gibi gözenekli yapıya sahiptir. Doğal bir ürün değildir. Doğal köpük ile hiçbir ilgisi olmamasına rağmen görünüm ve bazı özelliklerinden dolayı "metalik köpük" diye adlandırılırlar. Gözenekli yapılar yalıtım, kaplama veya filtreleme işlemleri için kullanışlı malzemelerdir. Fakat yapısal uygulamalarda çok yararlı ve verimli olabileceğine inanılmamaktadır. Metalik köpüklerin iç yapılarının köpük şeklinde olması darbe yönünü dikkate almadan yüksek darbe enerjisini sönümlemesini ve aynı zamanda hafifliği sağlamaktadır. Ayrıca metalik köpük malzemelerin yüksek sıcaklık dayanımı ve yüksek sıcaklıklarda yapısında herhangi bir değişiklik meydana gelmemesi mekanik özellikleri bakımından polimerik köpük malzemelere kıyasla çok üstündür. Bu çalışmada, boşluk tutucu malzeme olarak geleneksel döküm sektöründe kullanılan döküm kum karışımı yuvarlatılarak10mm çapında küresel hale getirilmiş ve geleneksel kum kalıplarda oluşturulan kalıp boşluğu içerisine 10 mm çapındaki küresel haldeki kum parçaları üst üste gelecek şekil de dizilmiş ve ergitilmiş A356 alüminyum sıvı malzeme, kum kalıplara dökülmüştür, katılaşmadan sonra alüminyum köpüğün üretimi çözündürme tekniği kullanılarak sağlanmıştır, böylece geleneksel döküm yöntemiyle düzgün şekle sahip açık gözenekli alüminyum metal köpük üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen köpük numunelere T6 ısıl işlemi uygulanmıştır. Mikroyapı incelemeler, mikro sertlik ölçümleri ve porozite/yoğunluk hesaplamaları ve basma testi yapılmıştır. Üretilen A356 köpük numunelerin yaklaşık olarak %57 ile % 70 arasında değişen oranlarda gözeneklilik elde edilmiştir. İşlemsiz ve farklı yaşlandırma ısıl işlem sürelerine sahip, birbirine yakın yoğunlukta olan köpüklerin akma değerleri, artan ısıl işlem sürelerine bağlı olarak artmıştır. Basma dayanımı test sonucunda numunelerin geleneksel metalik köpüklerin basma grafiği ile benzerlikler göstermiştir. Ayrıca üretilen A357 köpük malzemelerin dayanımını ve sertliğini T6 ısıl işlemin arttırdığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Açık gözenekli alüminyum köpük, boşluk tutucu, A357, ısıl işlem

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

PRODUCTİON OF OPEN CELL A356 FOAM BY CASTİNG METHOD, AND INVESTİGATİON OF PROPERTİES

Prof. Dr. Melik ÇETİN
Karabük University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Karabük, Türkiye, mcetin@karabuk.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-6952-2523

ABSTRACT

Metal foams consist of rigid, highly porous pure metal or alloy materials. Metallic foams have many mechanical properties. Metal foams have become increasingly important materials in recent years due to their advantageous properties such as low specific gravity due to their porous structure, high strength/weight ratios and very good energy absorption ability. Metallic foams have a porous structure like sponges. It is not a natural product. Although they have nothing to do with natural foam, they are called "metallic foam" due to their appearance and some of their properties. Porous structures are useful materials for insulation, coating or filtering processes. However, it is not believed that it can be very useful and efficient in structural applications. The fact that the internal structure of metallic foams is in the form of foam allows them to absorb high impact energy regardless of the impact direction and at the same time provide lightness. In addition, metallic foam materials are superior to polymeric foam materials in terms of their high temperature resistance and the fact that there is no change in their structure at high temperatures. In this study, the casting sand mixture used in the traditional casting industry as a spacer material was rounded and made spherical with a diameter of 10 mm, and the spherical sand pieces with a diameter of 10 mm were placed in the mold cavity created in traditional sand molds, overlapping each other, and the molten A356 aluminum liquid material was poured into the sand molds. , the production of aluminum foam after solidification was achieved using the dissolution technique, thus producing open-pore aluminum metal foam with regular shape was achieved by the traditional casting method. T6 heat treatment was applied to the produced foam samples. Microstructural examinations, micro hardness measurements, porosity/density calculations and compression tests were carried out. Porosity varying between approximately 57% and 70% was obtained in the produced A356 foam samples. The yield values of foams with similar densities, without treatment and with different aging heat treatment times, increased depending on the increasing heat treatment times. As a result of the compressive strength test, the samples showed similarities with the compression graph of traditional metallic foams. Additionally, it has been observed that T6 heat treatment increases the strength and hardness of the A357 foam materials produced.

Key Words : Open cell aluminum foam, space holder, A357, heat treatment.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

GİRİŞ

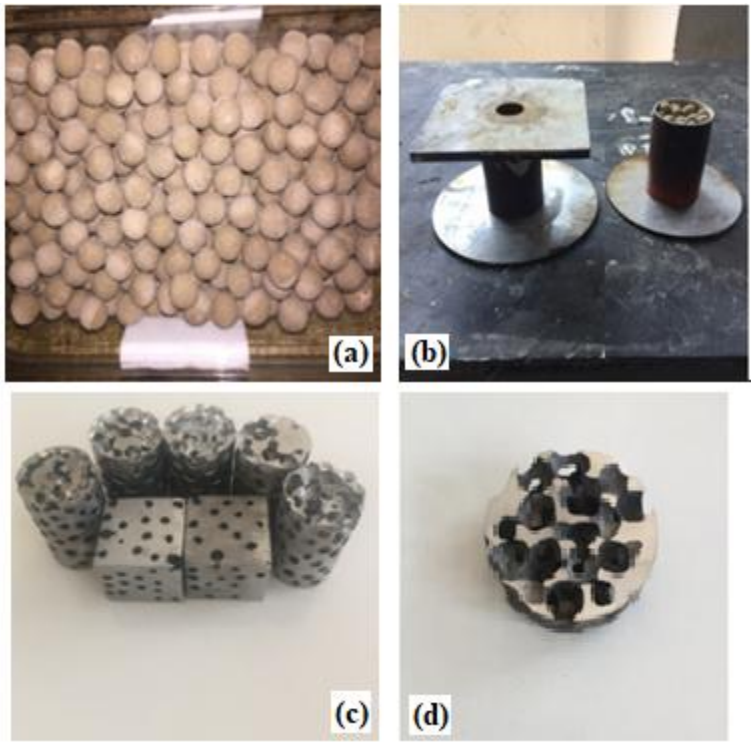
Polimer ve metalik esaslı poroz malzemeler düşük yoğunluk yanında uygun mukavemete sahip olmaları, ısı ve elektrik gibi fiziksel özelliklerinin ön plana çıkması nedeniyle kullanım alanları sürekli gelişmekte ve üretimine yönelik ciddi gelişmeler görmek mümkündür. Bu malzemelerin mukavemetinde herhangi bir azalma olmaksızın, düşük yoğunluk, uygun sertlik ayrıca gözenek morfolojisine göre darbe dayanımlarının değişkenlik göstermesi bu tür malzemeler için araştırmayı cazip hale getirmiş ve aynı zamanda endüstriyel üretimlerinde de ciddi şekilde başlamıştır. Açık ve kapalı gözenekli metal esaslı köpükler otomotiv, askeri, havacılık ve inşaat gibi çeşitli sektörler için düşük yoğunluk, darbe emici, akustik ve ısıl özellikleri nedeniyle oldukça caziptir ve yaygın olarak kullanılmaktadır [1,2]. Poroz malzemeler de hücrelerin uniform halde üretilmesi bu malzemelerin özellikleri açısından oldukça önemlidir. Bu malzemeler düzensiz, rastgele gözeneklere sahip olduklarında yöne bağlı özelliklerde ciddi farklılıklar meydana gelmektedir [2-4]. Kimyasal bileşimleri farklı olan alüminyum ve alaşımlarından üretilen poroz malzemelerin basma ve çekme dayanımları, kırılma tokluklarının üretilen poroz malzemelerin gözenek morfolojisi yani açık veya kapalı gözenekli olmasına göre değişkenlik göstermektedir, ayrıca bu malzemelerin açık veya kapalı gözenek morfolojisine göre yoğunlukları değişmekte ve Fleck, et.al [3] açık gözenekli poroza göre kapalı poroz yapılı köpüğün yoğunluğunda bir miktar artış gözlemlemişlerdir. Diğer çalışmada ise Nutt ve Song [4] direkt köpürtme tekniğini uygulayarak kapalı gözenekli poroz malzemeyi üretmişlerdir ve köpürtücü ajan sıvı alüminyum içerisine mekanik karıştırıcı kullanılarak olarak ilave edilmiştir, ergitilmiş alüminyumda yeterli akışkanlık elde edilince sıvı çerisine köpürtücü granül enjekte etmişlerdir. Wang, et.al [5] açık gözenekli Cu matrisli köpük üretiminde NaCl' boşluk tutucu olarak kullanmışlar daha sonra sinterleme yapılarak poroz köpük malzeme üretmişlerdir. Raj ve Daniel [6] sıvı Al içerisine belirli miktar titanyum hidrürü (TiH2) köpürtücü ajan kullanarak kapalı gözenekli Al köpük üretmişler ve kapalı gözenek ve yoğunluğa üretim parametre değişkenlerin etkisini araştırmışlardır. Açık gözenekli düzenli veya düzensiz morfolojiye sahip metalik poroz üretimi için genel olarak boşluk tutucu kullanılır, boşluk tutucu olarak sırasıyla Shi ve arkadaşları [7] sodyum klorür, Liu ve arkadaşları [8] kalsiyum klorür partikülleri, Sunar ve Çetin [9] boşluk tutucu tuz ve poroz malzeme dayanımını yükseltmek amacıyla bor karbür (B4C) ilavesi yapmışlar ve ayrıca ürettikleri açık gözenekli poroz malzemelerin bilgisayarlı tomografisini çekmişler ve poroz oranının %60-70 aralığında olduğunu belirtmişler, ayrıca en yüksek mukavemet % 0.5 B4C ilave edilmiş metalik köpük numunelerinde elde edildiğini, seramik takviyesi artıkça metalik köpüklerin mukavemeti azalmıştır. Guifang et.al.[10] alüminyum köpüklerin ses absorbe etme ve sönümleme davranışını incelemişlerdir. Açık gözenekli poroz malzemelerin bilgisayarda modellemesini Wang ve Pan [11] araştırmışlar, ayrıca Herdering ve arkadaşları [12] döküm endüstrisinde kullanılan filitre imalatı için replikasyon prosesinde şablon olarak poliüretan porozlar yerine, 3D pirinterle poliamid 12 şablon köpükler kullanarak filtre üretimini gerçekleştirmişlerdir. Önceki çalışmalarda, açık gözenekli düzensiz yapıya sahip metal köpük üretiminde yer tutucu olarak; sırasıyla tuz [7,8,11,12-17] kullanılmışlar ve toz metalurjisi ile sinterleme-çözündürme tekniği [5,18-20] ve bunlara ilaveten bilgisayarda modelleme ve rastgele üretim yöntemi [10,11] kullanılmıştır. Diğer çalışmalarda ise 3D yazıcılarla düzenli yapılı açık gözenekli yapı üretimi veya modelleme

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

üzerinde çalışmalar yapılmıştır [21-24]. Döküm tekniğiyle düzenli ve açık gözenekli yapıya sahip metallik poroz malzeme üretimi için yer tutucu olarak küresel şekilli döküm kumu literatür tespit edilememiştir. Çalışmada, açık gözenekli üniform dağılımlı A356 alüminyum köpük istenilen gözenekli metalik köpük üretimi için geleneksel döküm kumundan küresel şekilli toplar oluşturularak belirli boyutlardaki kum kalıplar içerisine küresel bilyeler dizilmiş eriyik sıvı alüminyum bu kum kalıba dökülerek düzenli yapılı açık gözenekli numuneler üretilecek, üretilen poroz malzemelerin mikroyapı, sertlik, gözeneklilik ve X-ray kırınım analizi yapılacaktır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu deneysel çalışmada ilk olarak açık hücreli alüminyum metalik köpük üretimin gerçekleştirebilmek için malzeme içerisinde boşluk tutucu olarak silis kumu, kil ve su karışımından elde edilmiş kum topları kullanıldı. Bu karışım oranı %60 silis kumu, %20 kil (bağlayıcı) ve %20 su olarak ayarlanmıştır. Daha sonra elde edilen bu karışımdan elde yuvarlama yöntemiyle belirli boyutlarda ve ihtiyaç duyulan sayıda kum topları üretildi. Üretilen bu kum topları atmosfer ortamında kurumaya bırakıldı. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra kullanıma hazır hale gelen kum toplarının, küresel kum topların metal kalıp içine yerleştirilmesi, üretilen silindir ve kare şekilli açık gözenekli A356 alüminyum köpük numuneler ve sertlik testinin yapıldığı numunenin resimleri Şekil1 (a)-(d)'de gösterilmiştir.



Şekil.1. (a)Küre şekilli kum topların genel görünümleri, (b) küresel kum topların metal kalıp içine yerleştirilmesi, (c) Silindir ve kare şekilli A356 alüminyum köpük numuneler ve (d) Sertlik numunesi

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Al malzemenin sıcaklığı baston şeklinde K-tipi termo couple yardımıyla 730 °C olarak ölçülmüştür. Deneysel çalışmalarda kullanılan A356 Alüminyum malzemesinin spektrol analizi sonucu Çizelge1'de verilmiştir.

Çizelge 1. A356 Alüminyum malzemenin spektrol analiz sonucu.

Alaşım Elementi %	Al	Si	Mg	Fe	Ti	Mn	Cu	Zn	B	Sr	Diğer
	91.7	7.38	0.40	0.14	0.10	0.016	0.18	0.0087	-	-	0.075

Döküm yöntemi ile üretilen alüminyum köpük numunelerdeki yoğunluk oranlarını belirlemek amacıyla ölçülen ağırlık değerlerinin boyut ölçümlerinden hesaplanan hacim değerlerine bölünmesiyle hesaplanmıştır. Alüminyum köpük numunelerin gözeneklilik ölçümleri ise deneysel çalışmada kullanılan A356 alüminyum alaşımının teorik yoğunluğunun, üretilen köpük numune yoğunluğuna olan farkının 100 ile çarpılıp, alaşımın teorik yoğunluğuna bölünmesi ile elde edilmiştir. AA6061 Alüminyum alaşımı için teorik yoğunluk 2,7 gr/cm3 değeri alınmıştır.

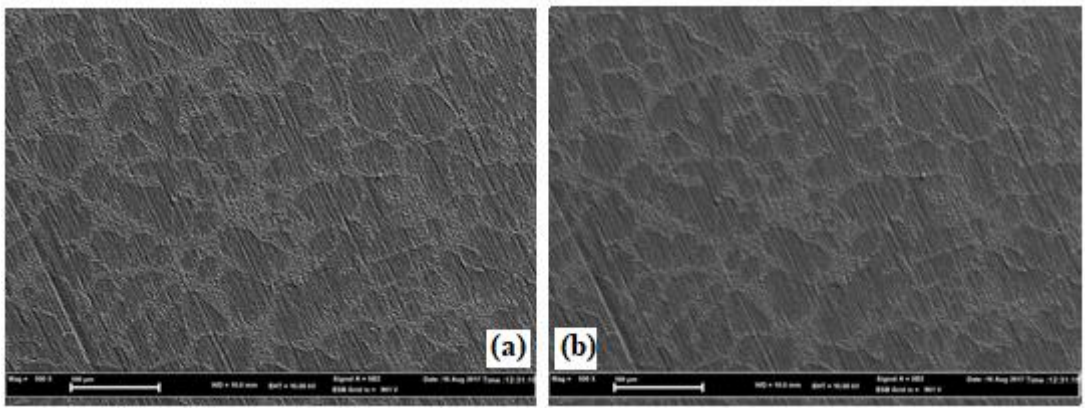
$$\% \text{ gözeneklilik} = \frac{\text{teorik yoğunluk - köpük yoğunluğu}}{\text{Teorik yoğunluk [37].}} \times 100$$

A356 Alüminyum alaşımının teorik yoğunluğu için 2,68 gr/cm^3 değeri alınmıştır. Metalik köpüklerin basma yönündeki statik yüklemeye gösterdiği davranış önemlidir. Bu nedenle numunelere basma deneyi uygulanmıştır. Döküm yöntemi ile üretilmiş alüminyum esaslı köpüklere uygulanan basma deneyi için numuneler 90x55 mm (boyxçap) ölçülerinde silindirik kesitli olacak şekilde standart boyutlara getirilmiştir bulunan 60 ton kapasiteli Zwick/Roell Z600 üniversal test cihazı kullanılmıştır. Basma deneyinde numunelere, 1 mm/dk çene hızı ile yaklaşık %50 deformasyon uygulanmıştır. SEM çalışması Carl Zeıss Ultra Plus Gemını Fesem cihaında yapılmıştır. Sertlik deneyleri için metalik porozdan 20X55 mm boyutunda numune hazırlanmış ve Shimadzu mikro sertlik ölçüm cihazında HV 0,5 test yükü, 4,903 N test kuvveti ile 20 saniye süre ile uygulanmıştır ve her bir numune için 5 farklı sertlik alınmış, ölçülen değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır.

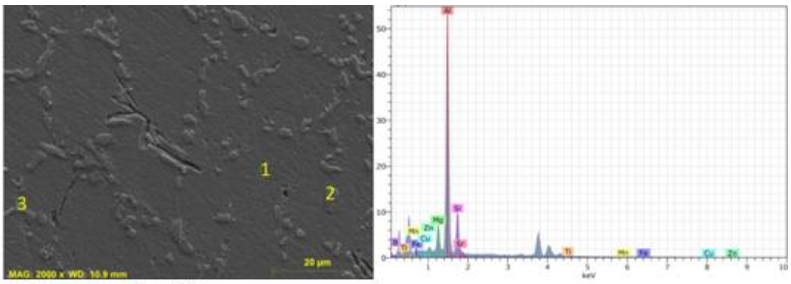
DENEYSEL SONUÇLAR

Döküm hali/işlemsiz ve 170 °C'de 6 saat yaşlandırılan numunelerin SEM resimleri görüntüleri sırasıyla Şekil 2'de ve SEM-EDS analiz sonuçları ise sırasıyla Şekil 3'de gösterilmiştir. SEM analiz görüntülerinden elde edilen veriler doğrultusunda köpük numunelere çözeltiye alma, su verme ve yaşlandırma işlemlerine bağlı olarak ana yapıda oluşan çökeltilerin sıcaklığın artmasıyla birlikte şekil, boyut ve yapı içerisindeki dağılımları ile ilgili değişimlerin belirgin bir şekilde belli olduğu ve kısmen küreselleştiği görülmüştür.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5



Şekil 2. A356 alüminyum köpüğün mikroyapı SEM görüntüleri.
a) İşlemsiz numune b) 170 °C'de 6 saat yaşlandırılmış numune



Mass percent (%)

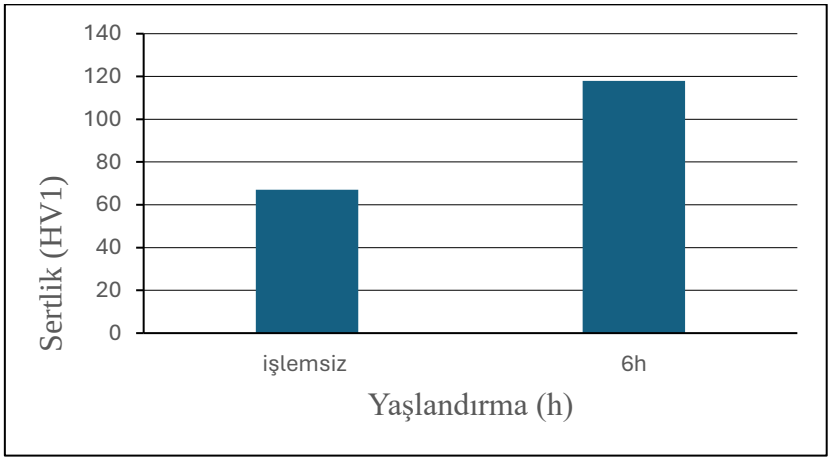
Spectrum	Mg	Al	Si	Ti	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr
1	1.09	96.48	1.18	0.24	0.00	0.00	0.66	0.34	0.00
2	0.32	2.90	92.82	0.00	0.02	0.11	0.70	0.61	2.52
3	6.04	67.53	22.29	1.53	0.68	1.28	0.00	0.44	0.19
Mean value:	2.48	55.64	38.77	0.59	0.23	0.47	0.45	0.47	0.90
Sigma:	3.10	47.91	47.99	0.82	0.39	0.71	0.39	0.13	1.40
Sigma mean:	1.79	27.66	27.71	0.47	0.23	0.41	0.23	0.08	0.81

Şekil 3. 170 °C'de 6 saat yaşlandırılmış alüminyum köpüknumunenin EDS analizi.

Sertlik değerleri, mikroyapı görüntüleri alınan numuneler üzerinden 5 farklı bölgeden olmak üzere Vickers sertlik değerleri alınmış ve ortalamaları sonuç olarak değerlendirilmiştir. Deney numunelerine uygulanan yaşlandırma ısıl işlemi süresine bağlı olarak numunelerin ortalama sertlik değer değişimleri Şekil 4'de gösterilmiştir. Sertlik ölçümü ortalama değer sonuçlarından en düşük sertlik değeri işlemsiz olan deney numunesinin sertlik değeri 68 (HV) olduğu, 6 saat yaşlandırma ısıl işlemi sonucunda numunelerdeki ortalama sertlik değerlerinin artarak yaklaşık 118 (HV)'ye çıktığı görülmüştür. Yapılan çözeltiye alma, oda sıcaklığındaki su içerisinde hızlı soğutma ve yaşlandırma ısıl işlemleriyle birlikte numunelerdeki sertlik değerlerinde yaklaşık olarak iki kata yakın bir artış sağlanmıştır. Sertlik artışının sebebi, literatür ile uyumlu olarak T6 ısıl işlemi sonucunda yapı içerisinden oluşan Mg2Si fazından kaynaklandığı görülmektedir [25]. Sertlikteki artış, malzeme içerisinde yaşlandırma ısıl işlemiyle oluşan ikinci faz parçacıkların, dislokasyonların hareketini engellemesiyle açıklanabilir. Farklı sıcaklık parametreleriyle yapılan yaşlandırma ısıl işlemiyle elde edilen ikinci faz parçacıklar malzemenin sertliğini artırmada farklı oranda etki ettiği görülmektedir. Sertlikteki artışın en fazla 6 saat yaşlandırma ısıl işlemi ile elde edildiği için bu sıcaklıkta oluşturulan ikinci faz

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

parçacıkların boyutunun ve dağılımının bu malzeme için en ideal morfolojisi olduğu düşünülmektedir. Döküm yöntemiyle üretilen alüminyum köpük numunelerdeki yoğunluk ve gözeneklilik oranlarının sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 4. İşlemsiz ve 170 °C'de yaşlandırılan numunelerin sertlikleri

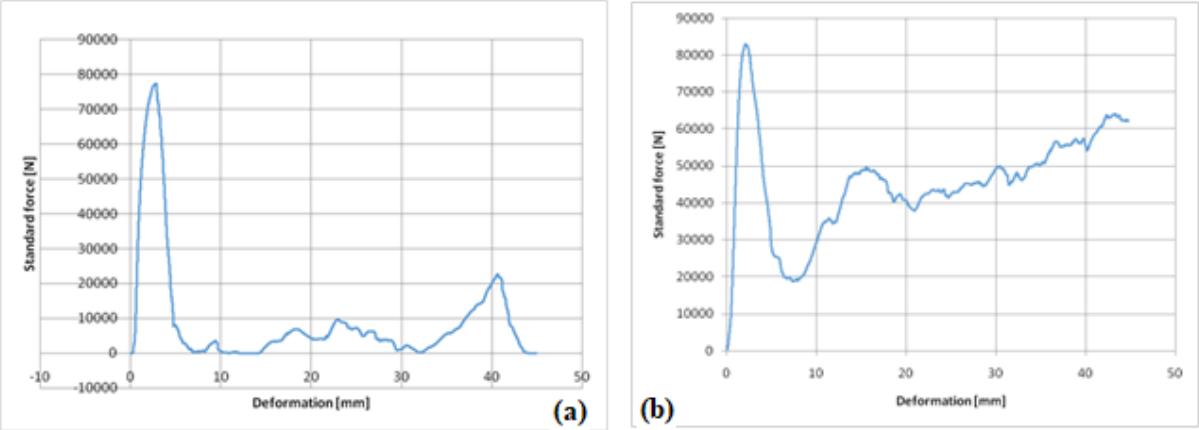
Çizelge 1. Deney numuneleri özellikleri.

Numune	Yaşlandırma sıcaklığı (°C)	Gözeneklilik %	Yoğunluk (g/cm^3)	Ortalama yoğunluk(g/cm^3)
İşlemsiz	-	56,71	1,16	1,06
	-	64,05	0,96	
	-	60,44	1,06	
6 h yaşlandırma	170	64,06	0,96	0,96
		60,43	1,06	
		70,66	0,87	

Yoğunluk ve gözeneklilik arasında ilişki olduğu görülmekte. İşlemsiz ve 170°C 6 saat yaşlandırılan her iki grup numunelerde gözeneklilik artıkça yoğunluğun düştüğü, gözenekliliğinde %56 ile %70 arasında değiştiği aynı zamanda benzer şekilde yoğunluğunda 1.16gr/cm^3 ile 0.87 gr/cm^3 arasında değişmiştir.

Basma dayanım grafikleri, geleneksel köpük davranışına benzer sonuçlar vermiş olsa da, plastik yıkım geriliminden sonraki plato bölgelerinin yatayda seyretmediği görülmüştür (Şekil 5). Bunun nedeninin basma deneyi süresince hücre duvarlarının kırılarak çökmesi ve bu çökme sonucunda plato eğrisinin yataya yaklaşmaya başladığı sırada köpük numunenin hücre yapısından dolayı kendisinde pekleşme meydana gelerek bu pekleşmenin gerilmeleri tekrardan arttırdığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5



Şekil 5. (a)A1 işlemsiz ve (b)170 ^{o}C 6 saat yaşlandırılan numunenin basma dayanımı ortalama değer grafiği.

SONUÇLAR

1.Geleneksel döküm yöntemi tekniği kullanılarak boşluk tutucu kum topları ile açık hücreli alüminyum köpük üretimi gerçekleştirilmiştir.
2.Döküm durumu köpük numune mikroyapısı incelendiğinde döküm sonrasındaki katılaşma sırasında alüminyum (α-al) dendritler arasında oluşan alüminyum silisyum ötektiğinden maydana geldiği görülmektedir
3.Sertlik ölçümü yapılan döküm durumu köpük numunelerin ortalama değer sonuçlarından sertlik değeri 68 (HV) olduğu ölçülmüştür. Isıl işlem sonrası ortalama sertlik değerinin yaklaşık 118 (HV)'dir.
5.Üretilen alüminyum köpük numunelerin gözeneklilik hesaplamaları sonucunda yaklaşık olarak % 57 ile % 65 arasında değişen oranlarda gözeneklilik sağlanmıştır.
6.Basma dayanımı test sonucun da numunelerin geleneksel metalik köpüklerin basma grafiği ile benzerlikler göstermiştir

KAYNAKLAR

1.Ashby, M.F., Evans, A.G., Fleck, N.A., Gibson, L.J., Hutchinson, J.W., Wadley, H.N.G. Metal foams: A design guide : Butterworth-Heinemann,. Boston, 2000.
2.Banhart, J., Manufacture, characterisation and application of cellular metals and metal foams, Progress in Materials Science, 559–632,46, 2001.
3.Olurin, O. B., Fleck, N. A., Ashby, M.F., "Deformation and fracture of aluminium foams", Materials Science and Engineering A, 291, 136–146,2000.
4.Song, Z., Nutt, S. R., "Rheology of foaming aluminum melts", Materials Science and Engineering A, 458, 108–115, 2007.
5.Wang, Q. Z., Cui, C.X., Liu, S. J., Zhao, L. C., "Open-celled porous Cu prepared by replication of NaCl space-holders", Materials Science and Engineering A, 527, 1275–1278, 2010.
6.Raj, E, R., Daniel, B, S, S., "Customization of closed-cell aluminum foam properties using design of experiments", Materials Science and Engineering A, 528, 2067–2075, (2011).

7.Guo, C.,Zou, T., Shi, C., Yang, X., Zhao, N., Liu, E., He, C., "Compressive properties and energy absorption of aluminum composite foams reinforced by in-situ generated MgAl2O4 whiskers", Materials Science & Engineering A, 645, 1–7, 2015.
8.Liu, J, A., Gao, F., Rao, Y. Q., Wu, C. L., Liu, Y., "Compressive properties of aluminum foams produced by replication route using spheroidal calcium chloride as space holder", Materials Transactions, 55, 12-15, 2014.
9.Sunar, T., Çetin, M., "An experimental study on boron carbide reinforced open cell aluminum foams produced via ınfiltration", Engineering, Technology & Applied Science Research, Vol. 8, 3640-3645,2018.
10.Guifang, L., Baokun, H., Huaiqian, B., "Application and Analysis of the New Functional Materials of Foam Aluminum" MATEC Web of Conferences, 05007,2016.
11.Wang M., Pan N. "Modeling and prediction of the effective thermal conductivity of random open-cell porous foams" International Journal of Heat and Mass Transfer, 51, 1325–1331,2008.
12.Herdering,A., Abendroth, M., Gehrea, P., Hubálková, J., Anezirisa, C.G., "Additive manufactured polyamide foams with periodic grid as templates for the production of functional coated carbon-bonded alumina foam filters", Ceramics International, 45, 153-159, 2019.
13.Fabrizio, Q., Boschetto, A., Rovatti, L., Santo, Loredana., "Replication casting of open-cell AlSi7Mg0.3 foams", Materials Letters, 65, 2558–2561, 2011.
14.Tan, X. P., Tan, Y. J., Chow, C.S.L., Tor, S.B., Yeong, W.Y., Metallic powder-bed based 3D printing of cellular scaffolds for orthopaedic implants: A state-of-the-art review on manufacturing, topological design, mechanical properties and biocompatibility, Materials Science and Engineering C, 76, 1328-1343,2017.
15.Medik, F., Sunar, T., Çetin, M., Yaşar, M., L., Turan, Productıon of open cell alumınum foam by vacuum castıng method, 10TH The International Conference on Materials Science and Engineering ,9-11 March, , in, Romania, page:27, Brasov, 2017
16.Çetin, M., Sunar, T., Productıon of open cell alumınum foam by vacuum castıng method, 2nd International Science Symposium "Science Festival" September 05-08, 2017, -Geogia, page:285-290, Tbilisi, 2017.
17.Sunar, T., Çetin, M., Production of open cell aluminum foam by vacuum casting method, IATS'17, 8 th International Advanced Technologies Symposium, Fırat University on 16-18 May, page:1849-1853, Elazığ, 2017.
18.Duarte, I., Vesenjak, M., Krstulović-Opara, L., "Variation of quasi-static and dynamic compressive properties in a single aluminium foam block", Materials Science & Engineering A, 616, 171–182, 2014.
19.Uzun, A., Turker, M., "ALSİ7 Köpüklerin Gözenek Morfolojisi Üzerine B4C İlavesinin Etkisi", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fakültesi Dergisi, 30(3), 523-532, 2015.
21. Uzun,A., Turker, M., "The investigation of mechanical properties of B4C-reinforced AlSi7 foams", İnternational Journal of Materials Research, 106(9), 970-977, 2015.
23.Sunar, T., Çetin, M., Vacuum Casting Process to Produce Open Celled Al-Foams, 1st International Symposium on Light Alloys and Composite Materials (ISLAC'18), ,22-24 March 2018, p:424-426, Karabük, 2018.
22.Çetin., M., 2019, Döküm yöntemiyle kapalı gözenekli metal köpük üretimi ve özelliklerin incelenmesi, 4. Uluslararası 3D Baskı (Eklemeli İmalat) Teknolojileri ve Dijital Endüstri Kongresi 11 - 14 Nisan, p:308-314, Antalya 2019.
23. Çetin., M., 2019, Tersine mühendislik ile düzensiz şekilli açık gözenekli metal köpük morfolojisinin incelenmesi, 4. Uluslararası 3D Baskı(Eklemeli İmalat) Teknolojileri ve Dijital Endüstri Kongresi 11 - 14 Nisan, p:303-307, Antalya 2019.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

24.Çetin, M, Yaşar, M., 3D yazıcıyla üretilen açık gözenekli köpük modellerin gerçek üretim şartlarıyla karşılaştırılması, 4. International Congress On 3D Printing (additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry, 11-14 April, p-297-302. Antalya, 2019.
25. Hengcheng, L.,Yu, S. and Guoxiong, S., "Restraining effect of strontium on the crystallization of Mg2Si phase during solidification in Al-/Si-/Mg casting alloys and mechanisms", Materials Science and Engineering A., 358: 164-170 (2003).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ŞEKİL HAFIZALI PİRİNÇ MALZEME ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Melik ÇETİN
Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Karabük, Türkiye, mcetin@karabuk.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-6952-2523

ÖZET

Dönüşmüş martenzit fazında deforme edilmiş alaşımların, kendine özgü dönüşüm sıcaklığı üzerinde ısıtıldığında, deformasyon öncesi orijinal şeklini tekrar kazanma olayı şekil hatırlama olarak bilinir. Bakır bazlı alaşımların β-fazları şekil hatırlama gösterirler. Şekil hafızalı alaşımlar süper örgü yapısına sahiptirler. Şekil hatırlama olay gösteren bir alaşım belirli bir kristal yapıya sahip olmalıdır. Bu yapı martenzitik haldeyken sıcaklık ve zorlamaya bağlı olarak değişebilir. Buradan da anlaşılacağı gibi şekil hatırlama olayı gösteren alaşım için martenzit oluşumu esastır. Şekil hafızalı alaşım martenzitik durumdayken deforme edildiğinde serbest enerjiye sahip olur ve ısıtıldığı zaman bünyesinde bulundurduğu bu serbest enerjiyi kullanarak minimum iş yaptığı önceki şekline geri döner. Biyomedikal uygulamalar da Ni-Ti alaşımından yapılan tel damar içine yerleştirildikten sonra, vücut ısısı ile harekete geçerek filtre fonksiyonu sağlayacak orijinal şekline döner ve toplar damarın içinden geçmekte olan pıhtıları tutar. Ni-Ti alaşımından yapılmış stent damar içine sokulmadan önce düz bir tel haline getirilir, damar içine yerleştirildikten sonra stent, vücut ısısı ile harekete geçerek damarın tıkanan yerinde orijinal şeklini alarak damardaki tıkanıklığın açılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, şekil hatırlama özelliği gösteren Cu-%30Zn-%3Sn malzeme seçilmiş ve ergitme işlemi indüksiyon ocağında ve 1100°C'de gerçekleştirilmiştir. Sıvı haledeki alaşım direkt melt spining (ergiyik döndürme) ünitesi üzerine dökülerek ani soğutmaya maruz bırakılmış ve ani soğutmayla iç yapıda martenzit fazının oluşumu sağlanmıştır. Üretilen şekil hafızalı numuneler alınarak 7 farklı sıcaklıkta 2 saat ısıl işlem uygulanmış, böylece geri dönüşüm/hafıza özelliği test edilmiştir. Deneysel sonuçlardan döküm hali martenzit halde iken deforme edilen numune 850°'de 2 saat bekletildiğinde orijinal haline geri döndüğü tespit edilmiştir. Karakterizasyon çalışmaları sonucunda yapıda ki asıl şekil hafıza özelliğinin β'-fazı ve ikizleşmelerden kaynaklandığı ve literatürde ki çalışmalara paralel şekilde martenzit fazının ikizlenmeye bağlı olarak "V" ve iğne şeklinde yapıları tespit edilmiştir. SEM sonuçlarından malzemenin β'-fazının oluştuğu, X-Ray kırınım desenlerinde analizinden malzemenin 18R ve 9R ortorombik kristal yapıda olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler : ŞHA, martenzit, meltinig spining (ergiyik döndürme), β-fazı, ısıl işlem

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

PRODUCTION OF SHAPE MEMORY BRASS MATERIAL AND EXAMINATION OF ITS PROPERTIES

Prof. Dr. Melik ÇETİN
Karabük University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Karabük, Türkiye, mcetin@karabuk.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-6952-2523

ABSTRACT

The phenomenon of alloys deformed in the transformed martensite phase regaining their original shape before deformation when heated above their specific transformation temperature is known as shape recall. β-phases of copper-based alloys show shape memory. Shape memory alloys have a super lattice structure. An alloy that exhibits shape recall must have a specific crystal structure. While this structure is martensitic, it may change depending on temperature and stress. As can be understood from here, martensite formation is essential for the alloy that exhibits shape memory. When the shape memory alloy is deformed in the martensitic state, it has free energy, and when heated, it returns to its previous shape, where it does minimum work, using this free energy it contains. In biomedical applications, after the wire made of Ni-Ti alloy is inserted into the vein, it is activated by body heat and returns to its original shape to provide filter function and retains the clots passing through the vein. The stent made of Ni-Ti alloy is turned into a straight wire before being inserted into the vein. After being inserted into the vein, the stent is activated by body heat and takes its original shape in the blocked place of the vein, allowing the obstruction in the vein to be opened. In this study, Cu-30%Zn-3%Sn material with shape memory feature was selected and the melting process was carried out in an induction furnace at 1100°C. The alloy in liquid state was poured directly onto the melt spinning unit and subjected to sudden cooling, and the formation of the martensite phase in the internal structure was ensured by sudden cooling. The produced shape memory samples were taken and heat treated at 7 different temperatures for 2 hours, thus their recycling/memory feature was tested. From the experimental results, it was determined that the deformed sample returned to its original state when it was kept at 850° for 2 hours while the casting state was in martensite state. As a result of the characterization studies, it was determined that the main shape memory feature in the structure was due to the β'-phase and twinning, and in parallel with the studies in the literature, "V" and needle-shaped structures of the martensite phase were determined due to twinning. From the SEM results, it was determined that the β'-phase of the material was formed, and from the analysis of the X-Ray diffraction patterns, it was determined that the material had an 18R and 9R orthorhombic crystal structure.

Key Word : SMA, martensite, melting spining, β-phase, heat tretment

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

GİRİŞ

Malzemelere üretim aşamasında uygulanan ısıl işlem veya ani ısıl değişimler ile gerçek şekil şekline veya boyutuna geri döne bilme yeteneği haiz metaller şekil hafızalı olarak tanımlanır [1]. Bunun yanında bu malzemelerin ısıl duyarlıkları oldukça yüksektir. Şekil hafızalı alaşımlar (ŞHA) kritik dönüşüm sıcaklıklarının üzerinde ve altında iki farklı kristal yapıya veya şekle sahip olabilirler. Yeterince düşük sıcaklılarda kolayca deforme edilebilen bu malzemeler yüksek sıcaklılarda deforme edilmeden önceki durumlarına dönerler. Bu amaç için kullanılan metal ve alaşımları ısıtıldığında tek yönlü şekil hatırlamalı olarak bilinirken tersi durumda yani soğutulduklarında çift yönlü hatırlamalı malzemeler bilinirler [2]. Şekil hafızalı malzemelerde, yüksek sıcaklıkta çok uzun sürede gerçekleşen östenitin dönüşümüyle termoelastik martenzit oluşumu, martenzitik dönüşüm olarak adlandırılır. Atomların yer değiştirmeleri sınırlıdır, tamamının hacimsel yönde aynı doğrultuya yer değiştirmesiyle makro olarak şekilsel değişim oluşur. Böylece metal ve alaşımlarda farklı özellikleri kapsayan şekil hafıza/hatırlama etkisi ve süperelastise gibi mükemmel davranış meydana gelmektedir [3]. Endüstriyel uygulamalarda en çok kullanılan şekil hafızalı metaller Ni-Ti alaşımlarıve Cu (Cu-Zn-Al, Cu-Al-Zn, Cu-A-Nil) alaşımlı malzemelerdir [4]. Bu tür malzemeler şekil değişimi sırasında çok yüksek kuvvet üretebilmektedir. Ni esaslı şekil hafızalı alaşımlar gaz tribünleri rotor kanatlarında yaygın olarak kullanır [5,6]. Biyomedikal uygulamalar da Ni-Ti alaşımından yapılan tel damar içine yerleştirildikten sonra, vücut ısısı ile harekete geçerek filtre fonksiyonu sağlayacak orijinal şekline döner ve toplar damarın içinden geçmekte olan pıhtıları tutar. Ni-Ti alaşımından yapılmış stent damar içine sokulmadan önce düz bir tel haline getirilir, damar içine yerleştirildikten sonra stent, vücut ısısı ile harekete geçerek damarın tıkanan yerinde orijinal şeklini alarak damardaki tıkanıklığın açılmasını sağlamaktadır [7]. Ni-Ti ve bakır esaslı alaşımları endüstride şekil hafızalı alaşımlar olarak kullanılır. Ni-Ti alaşımları, Cu ve alaşımlarıyla kıyaslandığında yüksek süneklik yanında hem ısıl kararlılık hem de mükemmel bir korozyon direncine sahiptir. Ancak Cu ve alaşımları daha ekonomiktir, daha düşük sıcaklıkta ergitilirler, bu alaşımların dönüşüm sıcaklık aralığı daha geniştir. Bu iki alaşım grubunun servis şartlarına göre tercih koşullarında değişkenlikler vardır [8]. Şekil hafızalı malzeme üretimi için (AuCd, MnCu, MnPt, CuSn, NiAl, AgCd, CuZn, FePd, FeMnSi vb.), NiTi ve NiTi-esaslı gruplar, dayanım, birim şekil değişim oranı, korozyona direnç, aşınma davranışı, biyouyumluluk gibi mükemmel özellikleri nedeniyle araştırmacıların ilgilisi çekmekte bunun yanı sıra çalışılan ve ŞHA üretimi için (NiTiHf, NiTiPd, NiTiCu, NiTiHfPd, NiTiHfCu vb.) alaşım grupları da kullanılmaktadır [9-14]. Şekil hafızalı alaşımlar Boeing firması tarafından Boeing 777-300 ER ticari uçağı üzerine takılı GE90-115B jet motoru üzerinde test edilmiştir [14, 15]. Hava araçlarında akıllı kanat projeleri altında, hava şartları değiştiğinde şekil değiştirebilen ve optimize olabilen akıllı kanat yapılarında ŞHA kullanılmaktadır [14, 16, 17]. Cu-Zn-Al alaşımı engelleyiciler yangın meydana geldiği zaman yanıcı ve zehirli gazların çıkışını engelleyecek şekilde tasarlanmış yangın güvenlik valfi olarak kullanılır [1]. Bu çalışmada, Cu-%30Zn-%5Sn malzeme ile şekil hafızalı malzeme üretimi yapılacaktır.

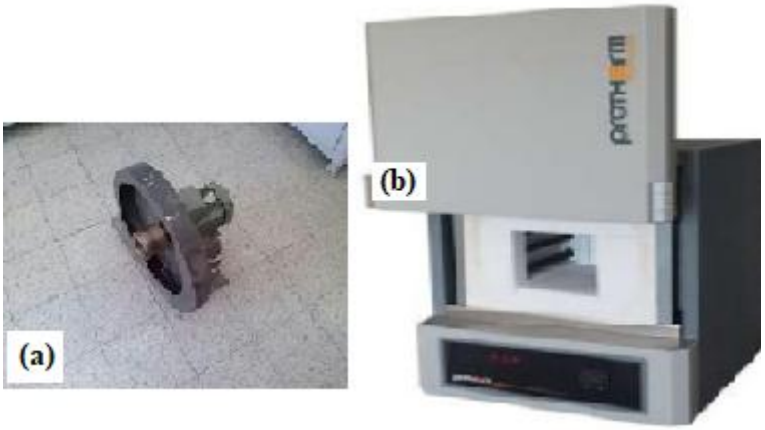
ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmada Pirinç alaşımı seçilmiş malzeme seçilmiş ve indüksiyon ocağında ve 1100°C'de gerçekleştirilmiştir ve sıvı içerisine kalay ilavesi yapılmış ve kokil(metal) kalıplara döküm yapılmış Cu-%30Zn-%3Sn alaşımı üretilmiştir. Literatürde [18] belirtilen hesaplama yöntemi kullanılarak bu çalışmada kullanılan alaşım oranları hesaplanmıştır (Çizelge 1). Sıvı Cu-%30Zn-%3Sn alaşım doğrudan Şekil 1'de verilen melt spining (ergiyik döndürme) ünitesi üzerine dökülerek ani soğutma yapılmış ve aşırı hızlı soğutmayla numune iç yapısında martenzit oluşumu sağlanmıştır. Üretilen ŞHA numenin spetro analizi Çizelge 1'de ve ŞHA numuneye Çizelge 2'de verilen sıcaklık ve sürelerde Şekil 1(b) gösterilen fırında ısıl işlem uygulanmıştır.

Çizelge 1. Üretilen ŞHA numunelerin spretro analizi

Alaşım	% wt			% at			e/a
	Cu	Zn	Sn	Cu	Zn	Sn	
CuZnSn	58	39	3	57,8	39,51	2,69	1,47



Şekil 1. (a) Ergiyik döndürme (Melt Spining) ekipmanı ve (b) ısıl işlem fırını

Çizelge 2. Cu-%30Zn-%3Sn alaşımı ısıl işlem parametreleri

Sıcaklık (ºC)	Saat	Isıl işlem	Soğutma ortamı	Şekil değişimi
350	2 saat	Homojenizasyon	Fırında	Yok
450	2 saat	Homojenizasyon	Fırında	Yok
500	2 saat	Homojenizasyon	Fırında	Yok
600	2 saat	Homojenizasyon	Fırında	Yok
700	2 saat	Tam tavlama	Fırında	Var
800	2 saat	Tam tavlama	Suda	Var
850	2 saat	Tam tavlama	Suda	Var

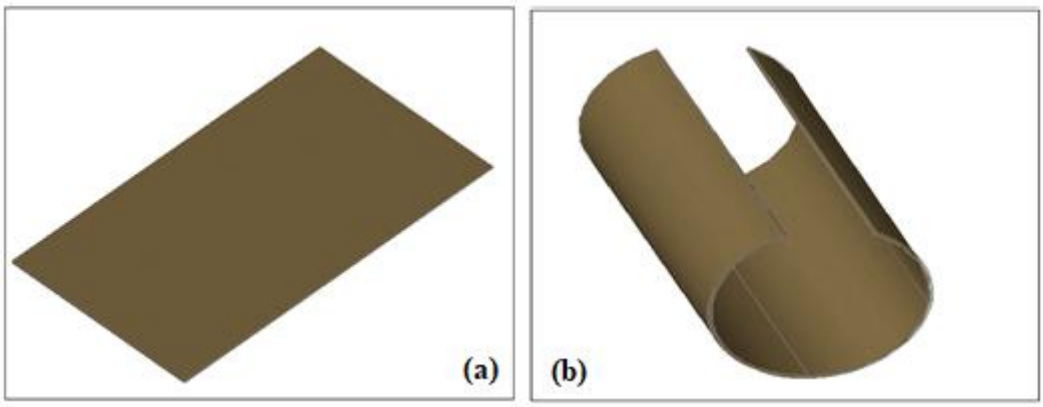
Mikroyapı çalışmalarında standart işlem olarak sırasıyla 180, 320, 600, 800, 1000, 1200 ve 2000 mesh'lik zımparalarla numuneler hazırlanmıştır ve daha sonra 3 µm'luk Al2O3 ve elmas pasta ile parlatılmıştır. Alkol ile numune yüzeyleri temizlenmiş, elektrolitik dağlayıcı olarak

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Fe3Cl çözeltisi ile birlikte yapı farklılığını görmek için Amonyum peroksidi sülfat çözeltisi kullanılarak dağlama yapılmış ve numune yüzeyleri alkolle tekrar yıkanmış ve ılık havayla kurutulmuştur. X-ray kırınım testleri RIGAKU D/MAX2200/PC marka cihazla yapılmıştır. Analizler 1.54056^{o}A dalga boyuna sahip CuKα radyasyonundan istifade edilerek 2θ açı ile 20° ile 100° aralığında yapılmıştır. SEM çalışmaları Carl Zeıss Ultra Plus Gemını Fesem tip cihazda gerçekleştirilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR

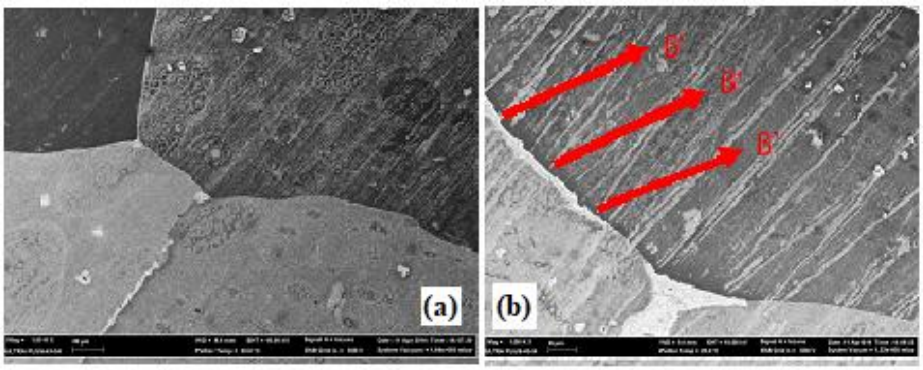
Cu-%30Zn-%3Sn ŞHA numuneye Çizelge 2'de verilen sıcaklıklarda yapılan ısıl işlemler sürecinde melt spining'de yapısında tamamen martenzit olan numune 700ºC'de şekil değişimine başlamıştır, bu süreçte yapıda bulunan martenzitin östenit fazına dönüşmeye başladığı sıcaklıktır. Melt spining ünitesinde aşırı hızlı soğumayla numune yapısında martenzit oluşması, daha sonra bu numuneye deformasyon uygulanarak şeklinin bozulması sırasında dışardan uygulanan kuvvete maruz kaldığı için mikroyapı içerisinde tane ikizlemesi ve tane sınırında dislokasyon yoğunluğu artmıştır. Daha önce deforme edilmiş şerit numune dengeli şartlarda uygulanan ısıl işlem sürecinde yapıdaki martenzit östenite dönüşüm başlar, bu süreçte tane içerisindeki dislokasyon yoğunluğu azalır, bunun yanı sıra tane ikizlemeleriyle ilişkili deforme edilmiş şerit numune eski orijinal Şekil 1(b)'de görülen şerit haline tekrar dönüşür, yani eski halini hatırlar.



Şekil 2. Cu-%30Zn-%3Sn ŞHA numunenin (a) ısıl işlem öncesi (b)ısıl işlem sonrası resimleri

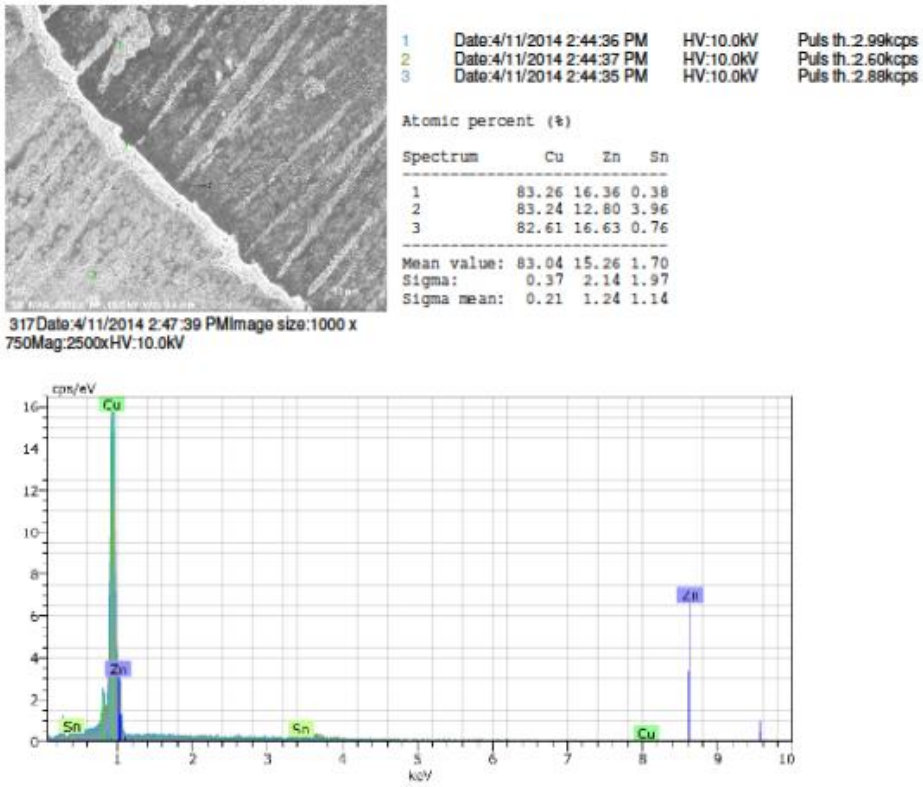
Şekil 3'den verilen resimden görüldüğü gibi numuneye 850°C'de 2 saat tavlama daha sonra suda su verilmiştir. Numunenin yüksek enerjili bölgeleri veya kararsız bölgeleri olan tane sınırlarında martenzit fazı çekirdeklenmeye başlamıştır. Numunenin mikroyapısında görülen martenzit fazın çekirdeklenme şekli göz önüne alınırsa, oluşan yapı tane sınırına dik bir şekilde büyümeye başlayıp sonrasında birbirine paralel düzlemler oluşturacak şekilde tane sınırı üzerinde diğer martenzit fazları da şekillenmeye başlamıştır. Elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur ve bu yapının β-fazının dönüşmüş hali olan β'-fazı (9R veya 18R)'dır [19].

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5



Şekil 3. Alaşım-2 malzemesine 850°C'de 2 saat tavlama yapılarak ardından buzlu suda soğutularak a) 250x, b) 500x, c ve d ise 1000x sem görüntüleri alınarak β'-fazının tane sınırlarında teşekkül ettiği görüldü

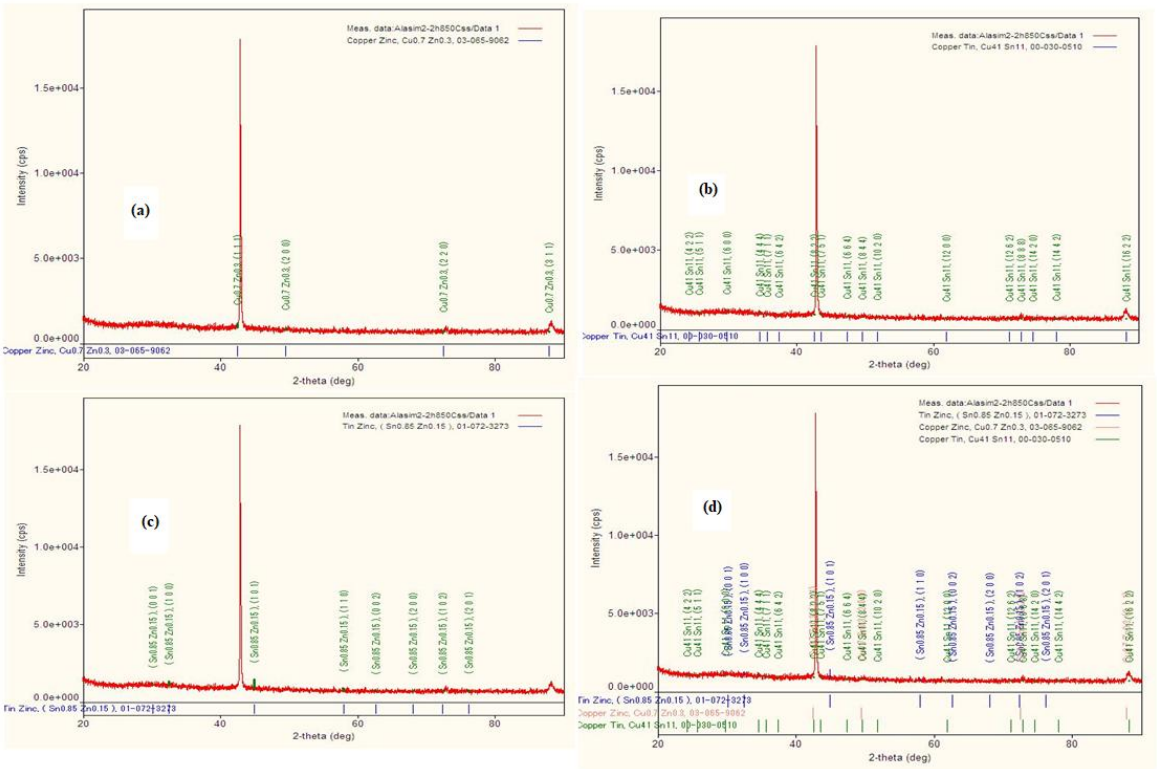
ŞHA numunelerden alınan SEM-EDX sonuçları Şekil 4'de verilmiştir. Numunenin EDX sonuçlarından elementlerin yüzde değerlerinde belli miktarlarda azalmalar olduğu görülmekte. Zn ve Sn elementlerinin oranlarında azalma olurken Cu elementinin oransal olarak içeriğinde daha artış olmuştur. Bu durum ergitme aşamasında oluşan yanma kayıpları ve cüruf içerisinde daha fazla alaşım elementlerinin kayıpları nedeniyledir [20]. Diğer taraftan EDX sonuçlarında görülüyor ki ana malzeme olan bakır ve alaşım elementlerinin pikleri göz önüne alındığında bakır malzemesinde daha keskin ve daha büyük diğer alaşım elementlerinde daha kısa ve düşük yüzdeli piklerin belirginleşmesi bize istediğimiz alaşım elementinin büyük oranda sağlandığını kanıtlamaktadır. Bu keskin ve doğrusal pikler bize malzeme içerisinde amorf (düzensiz) yapılarında olmadığına kanıt olarak gösterilebilir.



Şekil 4. Alaşım-2 malzemesine 850°C de 2 saat tavlama yapıldıktan sonra buzlu soğutulduktan sonra elde edilen EDX sonuçları.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Şekil 5'de 850°C'de 2 saat tavlama yapıldıktan sonra buzlu suda soğutulan numunenin X-ışının difraksiyon desenleri verilmiştir. Şekil5'den ısıl işlem ısıl işlem sonrası numunenin kristal yapı düzensiz martenzit yapıdan düzenli östenit fazına geçtiğinden dolayı (18R veya 9R) yapı daha kararlı bir konum sergilemektedir. Bunu da bize en iyi şekilde X-ışının difraksiyon desenleri sağlamaktadır; çünkü desenleri incelediğimizde görülüyor ki malzemede oluşan piklerin keskin ve sık olması yapı içerisinde düzenli bir dağılım ve bunun yanı sıra malzemenin kararlı bir halde olduğunu göstermektedir [21]. Diğer taraftan yapı içinde oluşan piklerde ki Δd aralığının sıfırdan biraz farklı olması da yapıya uygulanan ısıl işlemin yetersiz kaldığını ve buna bağlı olarak martenzit fazının yeterince dönüşmediğini kanıtlar niteliktedir. Buna bağlı olarak ta X-ışını difraksiyon desenlerinde bir miktar sapmalar meydana gelmiştir. Bu düzensizlikte dönüşmeden kalan martenzit yapıdan kaynaklandığı öngörülmüştür. X-ışını difraksiyon desenlerine baktığımızda yapıda (200), (110), (201), (100) ve (101) düzlemleri görülmesi üretilen numunenin mikroyapısının düzenli 18R yada 9R yapıda.olduğunu ispat etmektedir. kanıtlar niteliktedir . Böylece 2 saat tavlama yapılıp daha sonra suda soğutulduğunda yapıda düzensiz bir faz olan martenzit fazı teşekkül etmiştir. Buna bağlı olarak X-ışını difraksiyon desenleri çekildiğinde de piklerde bir azalma oluşması ve ayrıca pikler arası genişliğin artması yapı içerisinde düzensiz kristal yapıların var olduğunu kanıtlar niteliktedir [20,21]. Oluşan diğer bileşiklerinde ana matris ile çakışmaması matristen uzaklaşması Δd'nin sıfıra yaklaştığını gösterir. Bu durum yapı içerisinde düzensizliklerin olduğunu destekler niteliktedir.



Şekil 5. 850°C de 2 saat tavlama yapılıp buzlu suda soğutma yapılan alaşım-2 malzemesinin 2θ derece alınarak elde edilen a) Cu-Zn, b) Cu-Sn, c) Sn-Zn, d) Cu-Zn-Sn alaşımının X-Ray difraksiyon desenleri

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

SONUÇLAR

1- β-fazı içeren Cu ve alaşımlarında şekil değişimi oluşmaktadır.
2- SEM incelemesinden üretilen numunelerin mikro yapılarında ‘ V ‘ şeklinde ve iğnemsi şekillerde martenzitin olduğu tespit edilmiştir. Martezitin tane sınırlarına dik bir şekilde ve birbirine doğrusal olarak çekirdeklendiği, böylece martenzitin geri dönüşüm kristal yapısı olan β'-fazının yapıda belirginleştiğini göstermekte ve β'-fazı ısıl işlem sırasında çözünerek geri dönüşüme büyük ölçüde katkı sağlamaktadır.
3- Martenzit yapının tane sınırlarından başlayarak soğutma hızına göre kristal yapı içerisinde hem farklı morfoljilerdeki martenzit oluşması ayrıca ikizlenmelerine sebebiyet vererek ısıl işlemden sonra geri dönüşüm olayını tetiklediği gözlemlenmiştir.
4-SEM-EDX analizinde yapıda farklı intermetalik bileşiklerin çıkmaması yapı içerisine farlı elementlerin karışmayıp homojen yapıyı bozmadığını göstermektedir.
5-. X-RaY analizinden üretilen numunenin kristal yapılarının düzenli β-fazının 9R ve 18R ortorombik kristal yapıda olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Funakubo, H., Shape memory alloys, Translated from the Japanese by Kennedy, J.B., Gordonand Breach Science Publishers,1987.
2. Hodgson,D.E., Shape memory applications, Inc.,Wu, M.H., Memory Technologies, and Biermann R.J., Harrison Alloys ,Inc., 2002.
3. Otsuka, K. and Kakeshita, T., Science and technology of shape memory alloys: New Developments ,MRS Bulletin,February,2002.
4.W.D. Callister Jr, “Materials Science and Engineering”, John willey & Sons. Inc., New York, NY, (2007).
5. Wert, J.A., Laboratory Manual Chapters, Ch-4, University of Virginia, Department of Materials Science and Engineering, 1998.
6. Suwardie, J.H., et al., Thermal characterization of a nickel based superalloy, Thermo chimica Acta, 392393, p 295-298, 2002.
7. Otsuka, K. and Ren, X., Recent developments in theresearch of shape memory alloys, Review,Intermetallics, 7, p.526,1999.
8 Humbeeck,J.V., Non medical applications of shape memory alloys, Materials Science and Engineering, A273-275, 134-148,1999.
[9] Karaca, H.E., Acar, E., Basaran, B., Noebe, R.D.,BıgeloW, G., Garg, A.,Yang, F.,Mılls, M.J., Chumlyakov, Y., “Effects of Aging on [111]-Oriented NiTiHfPd single crystals under compression”, Scr. Mater, 67;728–731, 2012.
[10] Acar, E.,Karaca, H.E., Basaran, B.,Yang,F., Mılls, M.J., Noebe, R.D., Chumlyakov, Y., “Role of aging time on the microstructure and shape memory properties of NiTiHfPd single crystals”,Mater. Sci. Eng. A, 573;161–165, 2013.
[11] Acar, E., “Dynamic mechanical response of a Ni45.7Ti29.3Hf20Pd5 alloy”, Mater. Sci. Eng. A.,
633;169-175, 2015.
[12] Acar, E., Tobe, H., Kaya, I., Karaca, H.E., Chumlyakov, Y., “Compressive response of Ni45.3Ti34.7Hf15Pd5 and Ni45.3Ti29.7Hf20Pd5 shape-memory alloys”, J. Mater. Sci., 50;1924-1934, 2015.
[13] Karaca, H.E., Acar, E.,Tobe, H., Saghaıan,S.M.,”NiTiHf-based shape memory alloys”, Mater. Sci. Technol., 30;1530–1544, 2014

[14] Mohd Janı, J., Leary, M., Subıc, A., Gibson, M.A., "A Review of shape memory alloy research ,applications and opportunities", Mater. Des., 56; 1078–1113, 2014.
[15] Hartly, D.C., Lagoudas, D.C., Calkıns, F.T., Mabe, J.H., "Use of a Ni60Ti shape memory alloy for active jet engine chevron application: I. thermomechanical characterization", Smart Mater. Struct., 19;15020, 2010
[16] Hartly, D.J., Lagoudas, D.C.., "Aerospace applications of shape memory alloys", Proc. Inst. Mech. Eng. Part G, J. Aerosp. Eng., 221;535–552, 2007
[17] Karaca, H.E., Acar, E., Ded, G.S., Başaran, B., Tobe, H., Noebe, R.D., Bigelow, G.,Chumlyakov, Y., "Shape memory behavior of high strength NiTiHfPd Polycrystalline alloys", Acta Mater., 61; 5036–5049, 2013
[18] Gündüz, S., "Metalurjide faz diyagramları cilt-1", Seçkin Yayıncılık, Ankara, 46-47 (2012).
[19] Xuan, Q., Bohong, J. ve HSU, T.Y., "The effects of martensite ordering on shape memory effect in a Copper-Zinc-Aluminium alloys.", Materials Science and Engineering, 93: 205-211 (1987).
[20] Canbay, A.C., "Bakır bazlı şekil hatırlamalı alaşım üretimi ve alaşımların yapısal, termal ve elektriksel özelliklerinin incelenmesi.", Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 134-135 (2010).
[21] Dikici, G., "Fe-%30 Ni-1Pd ve Fe-%30Ni-%1Pd-%1Mo alaşımlarının fiziksel özelliklerinin incelenmesi.",Doktora Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 3-4 (2009).

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

DOĞAL ZEOLİT VE X-TİP SENTETİK ZEOLİTİN LİGNİN İLE OLUŞTURDUĞU KOMPOZİT YAPININ KARAKTERİZASYONU VE ADSORPSİYON UYGULAMASI

Yağmur Bütün[a], Selçuk Şimşek[a]

[a]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Sivas -Türkiye

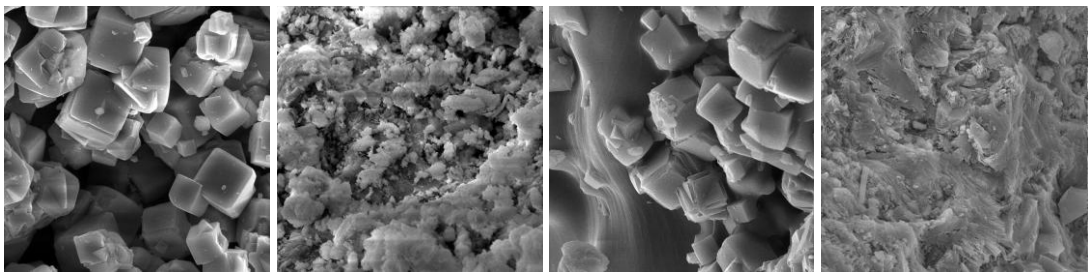
e-posta: ygmur_47@hotmail.com

ÖZET

Kompozit materyaller, iki veya daha fazla materyalin bir araya getirilerek oluşturulan ve bileşenlerinden farklı özellikler taşıyan hibrit materyallerdir [1]. Birçok alanda uygulaması olan bu materyallerin yaygın kullanım alanlarından biri de adsorpsiyon çalışmalarıdır [2]. Son yıllarda artan su kirliliği ve kirleticilerin uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemlerden biri olan adsorpsiyon yönteminde, yeni adsorban geliştirme çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Kompozit adsorbanlar bu açıdan oldukça ilgi çeken yapılardır. Farklı özellikte ve adsorban olarak kullanımında bir takım olumsuz özellikleri olan materyallerin kompozitleri oluşturularak bu sorun aşılmakta ve bir adsorban olarak kullanılabilmektedir [3].

Kompozit sentezinde doğal materyaller, yaygın bulunmaları, ekonomik olmaları nedeniyle birçok çalışmada kullanılmıştır. Zeolit bu doğal materyaller arasında adsorplama özelliği ile yaygın olarak kullanılan bir materyaldir ve birçok kompozit için bileşen olarak kullanılmıştır [4].

Lignin, kağıt üretim sürecinde atık olarak ortaya çıkan bitkisel kökenli doğal bir polimerdir. Yıllık 50x104 metrik/ton/yıl atık miktarı düşünüldüğünde, kullanılabildiği takdirde ekonomik açıdan fayda sağlamaktadır [5]. Taşıdığı çeşitli fonksiyonel gruplarla metallerle ilişkili olduğu gösterilen lignin, potansiyel bir adsorban olarak kullanılabilir ancak sülfo formunun sudaki çözünürlüğü adsorban olarak kullanımını sınırlamaktadır [6]. Bu nedenle bazı modifikasyonlar veya oluşturulabilecek kompozitler ile bu sorunun üstesinden gelinebilir [7].



a b c d

Şekil 1. Zeolit ve kompozitlerin SEM görüntüleri (a) X-tip zeolit (b) doğal zeolit (c) X-tip zeolit-lignin-polimer kompozit (d) doğal zeolit- lignin- polimer kompozit.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Bu çalışmada iki farklı zeolit ile ligninin birlikte kullanıldığı yapının inert bir polimer olan poliakrilamit ile oluşturduğu üç bileşenli kompozit sentezlenmiş (Şekil 1). Bu kompozitin yapısal özellikleri SEM, XRD, FTIR analizleri kullanılarak araştırılmıştır. Oluşturulan bu yeni kompozitin adsorpsiyon özellikleri sulu çözeltiden uranil iyonlarını giderimi için araştırılmıştır. Sonuç olarak elde edilen kompozitin yapısal özelliklerini bileşenlerine göre farklılık gösterdiği, uranyumun sulu çözeltiden giderimi için bir adsorban olarak kullanılacağı gösterilmiştir.

REFERANSLAR

[1] Rocky, K. A., Pal, A., Rupam, T. H., & Saha, B. B. (2021). Zeolite-graphene composite adsorbents for next generation adsorption heat pumps. Microporous and Mesoporous Materials, 313, 110839.

[2] Begum, S., Yuhana, N. Y., Saleh, N. M., Kamarudin, N. H. N., & Sulong, A. B. (2021). Review of chitosan composite as a heavy metal adsorbent: Material preparation and properties. Carbohydrate polymers, 259, 117613.

[3] Sharma, A., Mangla, D., & Chaudhry, S. A. (2022). Recent advances in magnetic composites as adsorbents for wastewater remediation. Journal of Environmental Management, 306, 114483.

[4] Rad, L. R., & Anbia, M. (2021). Zeolite-based composites for the adsorption of toxic matters from water: A review. Journal of Environmental Chemical Engineering, 9(5), 106088.

[5] Calvo-Flores, F. G., & Dobado, J. A. (2010). Lignin as renewable raw material. ChemSusChem, 3(11), 1227-1235.

[6] Zhang, G., Wen, Y., Liu, Z., Zhang, S., & Li, G. (2017). Acid-catalyzed hydrolysis of conifer lignosulfonate in black liquor for the production of value-added chemicals. Applied Catalysis A: General, 542, 1-9.

[7] Şimşek, S., & Ulusoy, U. (2013). Adsorptive properties of sulfolignin–polyacrylamide graft copolymer for lead and uranium: effect of hydroxilamine–hydrochloride treatment. Reactive and Functional Polymers, 73(1), 73-82.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

KİTOSAN-JEOPOLİMER-TİO$_2$ BİLEŞENLİ KOMPOZİT SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE ADSORPSİYON UYGULAMASI

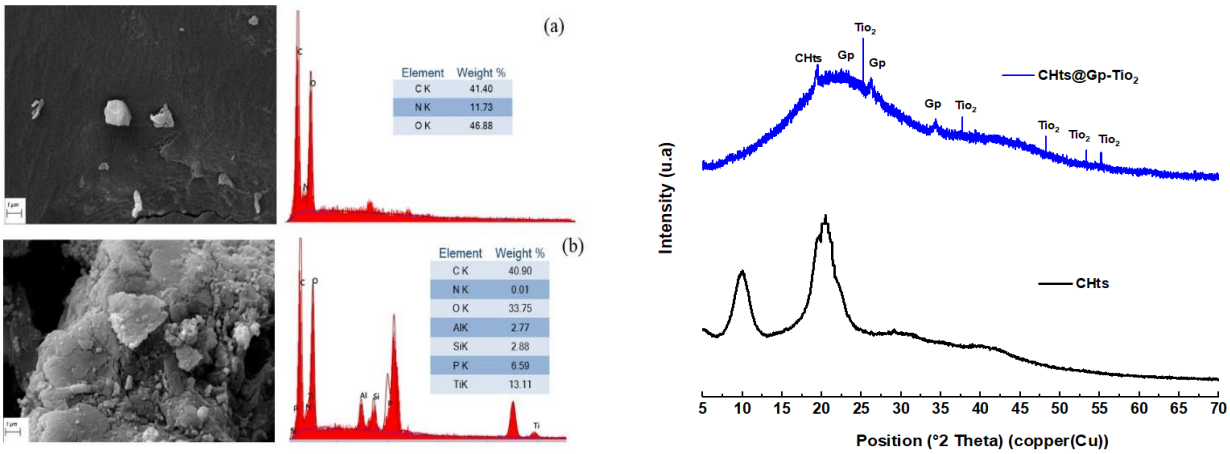
Menekşe Çelik, Selçuk Şimşek[a], Savaş Kaya

[a]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bolümü, Sivas -Türkiye

e-posta: menekseecelik3@gmail.com

ÖZET

Doğal bir materyal olan kitosan, asidik koşullarda çözündüğünden dolayı bir adsorban olarak kullanılması mümkün olmadığı halde metal iyonlarına olan ilgisi onu adsorban sentezinde potansiyel bir materyal haline getirmiştir [1]. Bu nedenden dolayı son yıllarda birçok kompozit maddenin sentezinde bileşen olarak kullanılır. Jeopolimer yapıları, aluminosilikat yapılardır ve üç boyutlu yapıları ile kompozit maddelerin sentezinde matriks yapı olarak kullanılırlar [2]. Kompozit maddeler birden fazla bileşenli, bileşenlerinin özelliklerini taşıdığı gibi yeni özelliklerde oluşturan yapılardır. İnorganik-inorganik, organik-inorganik ve organik-organik olmak üzere farklı türde sentezlenen bu materyaller bir adsorban olarak adsorpsiyon çalışmalarında sıklıkla kullanılırlar [3]. Kitosanın birçok organik ve inorganik maddelerle oluşturulan kompozit yapılarını bir adsorban olarak kullanımı son yıllarda oldukça ilgi gören çalışmalardandır. Oluşturulan yeni kompozitlerin mekanik, termal, ve yüzey özelliklerini artırılması amacıyla, ZnO, MgO, WO_3 , Fe_2O_3, TiO_2 gibi metal oksitler katılarak hem fotokatalitik özellikler eklenmiş hem de bu yapıların kompozitte bulunması özellikle inorganik yapıların katı yüzeyde tutulmasına katkı sağladığı gösterilmiştir [4] . TiO_2, fotostabil, toksik olmayan, ucuz, kimyasal ve biyolojik olarak inert olduğundan kompozit materyallere eklenerek adsorban özelliklerinde artışa neden olduğu bilinmektedir.



Şekil 1. SEM-EDX analizi a) Kitosan (b) Kompozit (c) Kitosan ve kompozitin XRD analizi

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Bu çalışmada ilk defa sentezlenmiş olan kitosan-jeopolimer-TiO_2 üçlü kompozitin yapısal analizi ve uranyumun sulu çözeltiden adsorpsiyonu için bir adsorban olarak kullanımı araştırılmıştır. (Şekil 1). Bu kompozitin yapısal özellikleri SEM, XRD, FTIR analizleri kullanılarak araştırılmıştır. Oluşturulan bu yeni kompozitin adsorpsiyon özellikleri sulu çözeltiden uranil iyonlarını giderimi için araştırılmıştır. Sonuç olarak elde edilen kompozitin uranyumun sulu çözeltiden giderimi için bir adsorban olarak kullanılacağı gösterilmiştir.

REFERANSLAR

[1] Kou, S. G., Peters, L. M., & Mucalo, M. R. (2021). Chitosan: A review of sources and preparation methods. International Journal of Biological Macromolecules, 169, 85-94.

[2] Cong, P., & Cheng, Y. (2021). Advances in geopolymer materials: A comprehensive review. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 8(3), 283-314.

[3] Yaashikaa, P. R., Kumar, P. S., & Karishma, S. J. E. R. (2022). Review on biopolymers and composites–evolving material as adsorbents in removal of environmental pollutants. Environmental Research, 212, 113114.

[4] Wang, L., Shi, C., Pan, L., Zhang, X., & Zou, J. J. (2020). Rational design, synthesis, adsorption principles and applications of metal oxide adsorbents: a review. Nanoscale, 12(8), 4790-4815.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

AKILLI ŞEBEKELERDE YAPAY ZEKÂ VE NESNELERİN İNTERNETİNİN ROLÜ: SİSTEMATİK BİR İNCELEME

Arş. Gör. Eda KARACA

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, eda.karaca@erzincan.edu.tr- 0000-0002-6263-0572

ÖZET

Nüfus artışı ve teknolojik gelişmelerle birlikte enerji talebi artarken geleneksel şebekeler modern gereksinimleri karşılamada yetersiz kalabilmektedir. Akıllı şebekeler, gelişmiş dijital teknolojilerden yararlanarak enerji verimliliği ve güvenilirliğini arttırarak geleneksel şebekelerin sınırlamalarını aşan yenilikçi bir alternatif haline gelmiştir. Akıllı şebekelerin en önemli avantajlarından birisi gerçek zamanlı izleme, otomasyon ve kesintisiz iletişim sağlamasına olanak sağlayan Nesnelerin İnterneti kavramıdır. Nesnelerin İnterneti tabanlı teknolojilerden yararlanılarak birçok nesne, internet veya başka iletişim kanalları ile birbirine bağlanabilir.

Yapay zekâyla ilgili çalışmalar son yıllarda ivme kazanırken yapay zekâ enerji sektöründe de kendine yer edinmiştir. Birbirine bağlı cihazlardan sürekli olarak büyük miktarda veri toplanır, bu veriler yapay zekâ algoritmaları ile analiz edilerek sonuçlar tahmin edilir ve veri odaklı karar alma süreci desteklenir. Yapay Zekânın, Nesnelerin İnternetiyle birlikte Akıllı Şebekelere entegrasyonu, modern güç sistemlerinde Enerji Yönetimi Stratejileri bakımından önemli ilerlemelere yol açarak daha verimli ve akıllı bir enerji altyapısına olanak tanıma potansiyeline sahiptir. Mevcut çalışma, akıllı şebekelerde Nesnelerin İnterneti ve Yapay Zekâ entegrasyonu üzerine yapılan mevcut çalışmaları incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, Yapay zekânın, Nesnelerin İnterneti özellikli veri toplama yoluyla gerçek zamanlı karar verme ve öngörücü analitiği kolaylaştırmadaki rolü analiz edilmektedir. Sistematik bir inceleme yapılacak olup, Web of Science (WoS) veri tabanındaki son beş yıl içerisindeki çalışmalar analiz edilecektir. Çalışmanın bulguları, mevcut araştırma durumuna dair değerli bilgiler sunmayı ve akıllı, veri odaklı enerji sistemlerinin geliştirilmesi için gelecekteki yönelimleri belirlemeyi hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler : Yapay Zekâ, Akıllı Şebekeler, Nesnelerin İnterneti, Enerji Yönetimi

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

1. GİRİŞ

Elektrik şebekeleri üretim, iletim ve tüketim zinciri arasında elektriğin sürekliliğini korumada temel rolü üstlenmektedir. Ancak küresel çapta artan elektrik ihtiyacı ile geleneksel şebekeler yetersiz kalabilmektedir. Ayrıca geleneksel şebekeler son yıllarda artan yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut şebekeye entegrasyonunun beraberinde getirdiği kararlılık problemlerini aşmada da zorlanmaktadır. Akıllı şebekeler ise akıllı sistemleri güç sistemine entegre ederek üretici ve tüketici arasında çift yönlü iletişim sağlamaktadır. Nesnelerin interneti (IoT) kavramı ise tüm nesnelerin belirli protokoller çerçevesinde birbirleri ile haberleşmelerini ifade etmektedir. Böylelikle şebeke gerçek zamanlı olarak izlenebilir, enerji yönetimi dinamik bir şekilde kontrol edilebilir ve sistem sürekli optimize edilerek enerji verimli ve güvenilir bir şekilde iletilebilir.

Geleneksel güç şebekelerinden akıllı şebekelere geçiş, Nesnelerin İnterneti cihazları ve Yapay Zekâ (AI) teknolojilerinin entegrasyonuyla hızlanmaktadır. Akıllı şebekeler, IoT sensörlerini ve akıllı sayaçları ağa yerleştirerek gerçek zamanlı izleme ve veri toplama olanağı sağlar. AI destekli analizlerle birleştirildiğinde, bu veriler öngörücü bakım, talep tahmini, arıza tespiti ve uyarlanabilir enerji yönetimini kolaylaştırır. Sonuç olarak, şebeke yalnızca daha verimli ve güvenilir olmakla kalmaz, aynı zamanda daha duyarlı ve akıllı hale gelir. Sürdürülebilir ve dijital olarak güçlendirilmiş bir enerji geleceğine doğru kritik bir adım da atılmış olur. Bu çalışma ile bilimsel yayınlarda akıllı şebekelerde yapay zekâ ve nesnelerin internetinin rolü ve etkisini sistematik olarak incelemeyi amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, akıllı şebekeler bağlamında yapay zekâ ve nesnelerin internetinin rolüne dair sistematik bir literatür incelemesi gerçekleştirmektedir. Bu çalışma kapsamında dört temel araştırma sorusu ele alınmaktadır. Bu araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

- Literatürde yapay zekâ ve IoT'nin enerji sistemlerine katkılarına yönelik genel eğilimler nelerdir ve hangi alanlarda bilgi boşlukları bulunmaktadır?
- Yapay zekâ ve IoT'nin entegre kullanımı, akıllı şebeke uygulamalarında hangi avantajları ve zorlukları beraberinde getirmektedir?
- Yapay zekâ ve IoT temelli enerji yönetim çözümleri, enerji arz-talep dengesini sağlamada nasıl bir rol oynamaktadır?
- Yapay zekâ ve IoT, enerji sektöründe ne tür yapısal değişimlere yol açmaktadır?

Çalışmada Web of Science veri tabanı taranarak dünya genelinde yapılan bilimsel çalışmalar incelenmiştir. 'Artificial Intelligence', 'Smart Grids', 'Energy Management', 'IoT' anahtar kelimeleri kullanılarak sadece ingilizce yazılmış hakemli dergi makaleleri dikkate alınmıştır. İkili kombinasyonlar halinde akıllı şebekeler ve nesnelerin interneti anahtar kelimeleri birlikte arandığında 402, akıllı şebekeler ve yapay zekâ anahtar kelimeleri birlikte arandığında 363 makale bulunmuştur. Üçlü kombinasyon olarak akıllı şebekeler, nesnelerin interneti ve enerji yönetimi anahtar kelimeleri birlikte arandığında 92 makale bulunurken akıllı şebekeler, yapay zekâ ve enerji yönetimi anahtar kelimeleri birlikte arandığında 68 makale bulunmuştur. Son olarak akıllı şebekeler, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve enerji yönetimi anahtar kelimeleri

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

birlikte arandığında 14 makale bulunmuştur. Dörtlü kombinasyon sonucu elde edilen 14 çalışma enerji yönetimi bağlamında yapay zekâ ve nesnelerin internetinin akıllı şebekelere nasıl katkıda bulunduğuna dair analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

Teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte, geleneksel güç şebekelerinden akıllı şebekelere geçiş önemli ölçüde hızlandı. Akıllı şebeke ortamlarında, akıllı cihazlar nesnelerin interneti aracılığıyla birbirine bağlanır ve tüm sistem genelinde gerçek zamanlı veri toplama ve iletişimi mümkün kılar. Bu birbirine bağlılık, enerji tüketimi, üretimi, depolanması ve dağıtımı gibi çeşitli bileşenlerin sürekli izlenmesini kolaylaştırır. Bu cihazlardan üretilen muazzam miktardaki veri, yapay zekâ teknikleriyle işlendiğinde operasyonel verimliliği, öngörücü bakımı ve karar alma süreçlerini geliştirmek için kullanılabilen Büyük Veri oluşumuna katkıda bulunur. Sonuç olarak, IoT ve AI teknolojilerinin entegrasyonu, akıllı şebeke altyapıları içinde uyarlanabilir, veri odaklı ve yüksek performanslı enerji sistemlerini etkinleştirmek için olmazsa olmaz hale gelmiştir.

Sistematik inceleme kapsamında, akıllı şebeke teknolojileri ile nesnelerin interneti ve yapay zekanın enerji sistemlerine entegrasyonuna odaklanan makaleler incelenmiştir. Derleme, tez, kitap bölümü ve bildiri türü araştırmalar bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu nedenle, inceleme somut deneysel veya simülasyon tabanlı bulgular sağlayan 2020-2025 yılları arasında yayınlanmış tam metnine ulaşılabilen dokuz araştırma makalesine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmaların her biri yayın yılı, yazarı, makale başlığı ve temel bulgular açısından değerlendirilmiştir. Sonuçlar, AI, IoT ve akıllı şebeke alanlarının kesişimindeki ortaya çıkan eğilimleri, metodolojileri ve uygulama alanlarını vurgulamaktadır. Bu bulguların ayrıntılı bir özeti, enerji altyapılarının geliştirilmesine yönelik katkıları karşılaştırmalı olarak ortaya koyan Çizelge 1'de sunulmaktadır.

Çizelge 1. Akıllı şebekelerde IoT ve AI Entegrasyonuna Odaklanan Araştırma Makaleleri

No	Yıl/Yazar/Başlık	Çıkarım
1	2021 Yu-Hsiu Lin Trainingless Multi-Objective Evolutionary Computing-Based Nonintrusive Load Monitoring: Part Of Smart-Home Energy Management For Demand-Side Management	Bu çalışma, akıllı şebekelerde enerji yönetimi için IoT tabanlı veri toplamayı AI odaklı bir genetik algoritmayla entegre ederek tamamen müdahalesiz, eğitimsiz bir yük izleme sistemi önermektedir. Bu yaklaşımla derin öğrenme modellerine ve müdahaleci donanıma olan ihtiyacı ortadan kaldırarak, akıllı enerji sistemlerinde gerçek zamanlı enerji izleme ve verimli bir çözüm sunmaktadır. Metodoloji, derin öğrenmenin ötesindeki AI tekniklerinin (evrimsel algoritmalar gibi) IoT özellikli akıllı şebeke ortamlarında akıllı enerji yönetimini etkili bir şekilde destekleyebileceğini göstermektedir. Deneysel sonuçlar, önerilen çerçevenin gerçek dünyadaki bir konut ortamında uygulanabilirliğini ve güvenilirliğini doğrulayarak, gelecekteki akıllı enerji sistemleri için tamamen müdahalesiz, akıllı ve verimli bir alternatif sunmaktadır [1].

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Çizelge 1. Devamı

No	Yıl/Yazar/Başlık	Çıkarım
2	2021 Wei Dong, Qiang Yang, Wei Li, Albert Y. Zomaya Machine-Learning-Based Real-Time Economic Dispatch in Islanding Microgrids in a Cloud-Edge Computing Environment	Bu çalışma, yapay zekâ, bulut-uç bilişim ve IoT tabanlı enerji izleme yeteneklerinden yararlanarak ada mikro şebekeleri için gerçek zamanlı, veri odaklı bir ekonomik dağıtım çerçevesi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Önerilen sistem, gerçek zamanlı yerel karar alma için uç bilişim birimlerine dağıtılacak şekilde, geçmiş operasyonel veriler kullanılarak bulutta eğitilen ve optimizasyon algoritmaları aracılığıyla denetlenen bir makine öğrenimi modelini entegre eder. Sonuçlar, önerilen makine öğrenimi tabanlı dağıtım sisteminin, kıyaslama stokastik optimizasyon stratejilerine kıyasla operasyonel maliyetleri önemli ölçüde azaltırken (%5,8-11 oranında) ideal dağıtıma benzer bir performans elde ettiğini göstermektedir. Eğitilen modelin uç cihazlarda gerçek zamanlı dağıtımı, sürekli veri aktarımı veya karmaşık gerçek zamanlı düzenleme stratejilerine gerek kalmadan hızlı ve verimli enerji yönetimini mümkün kılmıştır [2].
3	2022 Amjad Rehman Khalid Haseeb, Gwanggil Jeon, Saeed Ali Bahaj Secure Edge-Based Energy Management Protocol in Smart Grid Environments with Correlation Analysis	Bu çalışma, IoT, kablosuz sensör ağları ve makine öğrenimi tekniklerinin yeteneklerinden yararlanarak akıllı şebeke ortamları için güvenli, enerji açısından verimli bir uç tabanlı enerji yönetim protokolü geliştirmeyi amaçlamaktadır. Sonuçlar, AI odaklı teknikleri ile IoT entegrasyonunun sistem performansını önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir. Önerilen protokol, enerji verimliliği ve gecikme açısından mevcut yöntemlerden daha iyi performans göstermekte olup, ağ veriminde %15'e ve enerji tasarrufunda %14'e varan iyileştirmeler sağlamaktadır. Ayrıca, güvenli oturum anahtarlarının ve karma tabanlı doğrulamanın kullanımı kötü amaçlı faaliyetlere karşı koruma sağlamaktadır. Bu çalışma, akıllı şebeke altyapılarında ölçeklenebilir ve güvenli enerji yönetimini etkinleştirmek için akıllı karar alma ve uç bilişimin birleştirilmesinin potansiyelini vurgulamaktadır [3].
4	2022 M. Dolores Ruiz, Juan Gómez-Romero, Carlos Fernandez-Basso, Maria J. Martin-Bautista Big Data Architecture for Building Energy Management Systems	Bu çalışma, büyük akıllı tesislerde enerji yönetimi için yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmalarını destekleyen hataya dayanıklı bir Büyük Veri tabanlı mimari tasarlamayı ve uygulamayı amaçlamaktadır. Önerilen mimari, esnekliğini ve ölçeklenebilirliğini göstererek dört ayrı gerçek dünya bina ortamında (ticari tesis, ofis, otel ve havaalanı) başarıyla konuşlandırılmıştır. Sonuçlar, Büyük Veri teknolojilerinin IoT tabanlı sensörlerle birleştirilmesinin gerçek zamanlı izleme, talep tahmini, uyarlanabilir kontrol stratejileri ve veri odaklı karar almayı mümkün kıldığını göstermektedir. Yapay zekâ teknikleri, büyük sensör veri kümelerinden eyleme dönüştürülebilir desenler çıkarmak için etkili bir şekilde kullanılarak enerji tasarrufu (örneğin, ticari bir ofiste %26 ve bir otelde %6) sağlamıştır [4].

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

Çizelge 1. Devamı

No	Yıl/Yazar/Başlık	Çıkarım
5	2022 Osama Bassam J. Rabie, Praveen Kumar Balachandran, Mohammed Khojah, Shitharth Selvarajan A Proficient ZESO-DRKFC Model for Smart Grid SCADA Security	Bu çalışma, nesnelerin interneti yetenekleri ve yapay zekâ tekniklerini birleştirerek akıllı şebeke SCADA sistemleri için akıllı ve verimli bir siber güvenlik çerçevesi tasarlamayı amaçlamaktadır. Önerilen model ile yüksek saldırı tespit doğruluğuna (yüzde 99,3'e kadar) ulaşarak, birden fazla SCADA kıyaslama veri kümesinde geleneksel makine öğrenimi ve derin öğrenme yaklaşımlarından önemli ölçüde daha iyi performans göstermiştir. Bu sonuçlar, yapay zekâ destekli ve IoT ile entegre çözümlerin, özellikle kritik SCADA iletişim katmanlarını siber tehditlere karşı korumada akıllı şebeke altyapıları için koruma sağlayabileceğini doğrulamaktadır [5].
6	2023 Minju Kim, Taeshik Shon Digital Forensics for E-IoT Devices in Smart Cities	Bu çalışma, akıllı şehir ve akıllı şebeke altyapılarındaki Enerjiyle İlgili Nesnelerin İnterneti (E-IoT) cihazları için özel olarak tasarlanmış pratik bir dijital adli bilişim metodolojisi geliştirmeyi ve uygulamayı amaçlamaktadır. Akıllı sayaçlar ve akıllı cihazlar gibi enerji izleme ve kontrolü için IoT tabanlı sistemlerin artan dağıtımıyla E-IoT, modern akıllı şebekelerde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, bu cihazların birbirine bağlı yapısı önemli siber güvenlik riskleri ortaya çıkarmaktadır. Çakale, kişisel veri sızıntısı, yetkisiz kontrol ve sistemsel kesinti gibi tehditlere karşı güvenlik açıklarını belirlemek ve bunlara karşı koruma sağlamak için bir adli bilişim çerçevesi önermektedir. Veri toplama tekniklerini doğrulamak için gerçek E-IoT cihazları kullanılarak gerçekçi bir test ortamı oluşturulmuştur. Deneyler, kullanıcı kimlik bilgileri, enerji tüketim kayıtları ve sistem yapılandırmaları gibi kritik eserleri ortaya çıkararak akıllı şebeke ortamlarında veri ifşası ve potansiyel kötüye kullanım riskini vurgulamıştır. Bu bulgular, özellikle akıllı şehirler genişlemeye devam ettikçe, E-IoT etkin akıllı şebeke ve AI destekli enerji sistemlerinde sağlam siber güvenlik ve dijital adli bilişim entegrasyonuna olan ihtiyacı vurgulamaktadır [6].
7	2024 Adam Milczarek, Kâmil Mozdzynski A Unified Data Profile for Microgrid Loads, Power Electronics, and Sustainable Energy Management with IoT	Bu çalışmanın amacı, mikro şebekelerdeki yükler, güç elektroniği, depolama sistemleri ve kontrol cihazları için standartlaştırılmış ve birleşik bir veri profili önermektir. Amaç, IoT özellikli akıllı cihazlar arasında iletişimi, birlikte çalışabilirliği ve veri alışverişini iyileştirerek akıllı, merkezi olmayan enerji yönetimini kolaylaştırmaktır. Çok katmanlı akıllı bir mikro şebeke mimarisi kullanılarak yapılan simülasyon sonuçları, önerilen birleşik modelin dağıtılmış akıllı şebeke bileşenleri arasında kendi kendini dengeleme yeteneklerini, güç akışı optimizasyonunu ve gerilim kararlılığını önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir. Birleşik veri yapısı gerçek zamanlı

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

		izleme, öncelik tabanlı yük kontrolü ve verimli enerji depolama koordinasyonu sağlar. Ayrıca veri ayak izi en aza indirilerek ve düşük bellekli mikrodenetleyici uygulamaları için paket yapılarını optimize edilerek, model IoT odaklı akıllı enerji sistemlerinde yaygın dağıtımın önünü açar. Bu tür birleşik bilgi modellemesinin gelecekteki akıllı şebekelerde AI odaklı, IoT entegreli, merkezi olmayan enerji yönetimi için önemli bir kolaylaştırıcı olduğu sonucuna varmaktadır [7].
8	2025 Luigi Pio Savastio, Elia Brescia, Enrico Elio De Tuglie, Massimo Tipaldi, Giuseppe Leonardo Cascella, Michele Surico, Giovanni Conte, Andrea Polichetti Advances in Non-İntrusive Type I Load Monitoring Using R-Statistic Steady-State Detection And Subtractive Clustering	Bu çalışma, gelişmiş istatistiksel ve kümeleme tekniklerinden yararlanarak, Tip I elektrikli cihazlar için tasarlanmış yeni, müdahalesiz ve gözetimsiz bir yük izleme algoritması geliştirmeyi amaçlamaktadır. Akıllı şebeke enerji yönetimi çerçevesinde, bu metodoloji gerçek zamanlı yük izleme yeteneklerini geliştirir, IoT özellikli enerji sistemlerini destekler ve sensörlere/denetlenen eğitim verilerine ihtiyaç duymadan veri odaklı karar almaya olanak tanımaktadır. Hem sentetik hem de gerçek dünya veri kümeleri (programlanabilir yükler ve kamuya açık ev tüketim verileri dahil) kullanılarak doğrulanan deneysel sonuçlar, önerilen yöntemin %100'e kadar olay algılama doğruluğu ve %98'i aşan parçalama doğruluğu elde ettiğini göstermektedir. Sonuçlar, IoT ile entegre akıllı şebekelerde müdahalesiz yük izleme için etkinliğini doğrulamaktadır ve verimli enerji yönetimini, kullanıcı davranışı analizini ve öngörücü bakımı desteklemektedir [8].
9	2025 M. Rokonuzzaman, Saifur Rahman, M.A. Hannan, Mahmuda Khatun Mishu, Wen-Shan Tan, Kazi Sajedur Rahman, Jagadeesh Pasupuleti, Nowshad Amin Levenberg-Marquardt Algorithm-Based Solar PV Energy İntegrated Internet of Home Energy Management System	Bu çalışma, IoT özellikli akıllı ev altyapısında güneş enerjisini, akıllı cihazları ve yapay zekayı entegre eden gelişmiş bir Ev Enerji Yönetim Sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Sistem, güneş enerjisi hasadında maksimum güç noktası izleme performansını iyileştirmek ve klimalar, su ısıtıcıları, çamaşır makineleri ve buzdolapları gibi temel cihazlarda optimum enerji kullanımını sağlamak için bir makine öğrenme yöntemi olan Levenberg-Marquardt (LM) algoritmasını kullanmaktadır. Deneysel sonuçlar, LM algoritmasının 0,999999'luk bir regresyon değeri ve son derece düşük bir hata elde ederek diğer AI modellerini geride bıraktığını göstermektedir. Sistem, yüksek tüketimli yükleri düşük tüketim saatlerine kaydırarak ve yüksek tarifeler sırasında sorunsuz pil entegrasyonunu sağlayarak elektrik maliyetlerini başarıyla azaltmıştır. Gerçek dünya uygulaması, sistemin enerjiyi akıllı, özerk ve kullanıcı dostu bir şekilde yönetme yeteneğini doğrulamıştır. Bu AI ve IoT odaklı mimari, geleneksel haneleri maliyet açısından verimli akıllı evlere dönüştürmek için güçlü bir potansiyel göstermektedir ve daha geniş akıllı şebeke ekosistemine katkıda bulunmaktadır [9].

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

4. SONUÇLAR

Küresel enerji sektörü önemli ölçüde teknolojiye ayak sağlayarak geleneksel merkezi güç sistemlerinden daha akıllı ve merkezi olmayan akıllı şebekelere doğru bir dönüşümden geçmektedir. Bu dönüşüm, modern enerji taleplerinin artan karmaşıklığını karşılayabilen daha sürdürülebilir ve verimli enerji altyapılarına duyulan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Bu yeni nesil güç şebekelerinin ayırt edici özelliklerinden birisi Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Yapay Zekâ (AI) teknolojilerinin enerji sistemlerine entegrasyonudur. IoT, birbirine bağlı cihazlar ve sensörler aracılığıyla verilerin gerçek zamanlı izlenmesini ve kontrolünü sağlarken, AI analitik ve öngörücü yetenekleri geliştirerek şebeke genelinde optimize edilmiş karar almayı kolaylaştırır. Bu sayede enerji yönetim sistemleri de veri odaklı siber-fiziksel ortamlara dönüşerek daha otonom ve esnek hale gelmektedir. Bu bağlamda, mevcut çalışma, akıllı şebeke altyapılarında AI ve IoT'nin entegrasyonuna odaklanan yakın tarihli ampirik çalışmaları belirlenen araştırma soruları ışığında analiz etmektedir.

Bulgular, AI ve IoT teknolojilerinin akıllı şebekelere entegrasyonunun, enerji sistemlerinde operasyonel, çevresel, güvenlik gibi birden fazla boyutta ilerlemeler sağladığını göstermektedir. IoT, gerçek zamanlı veri toplamayı, cihazdan cihaza iletişimi ve altyapı genelinde bağlantıyı kolaylaştırırken, AI, makine öğrenimi, evrimsel optimizasyon ve öngörücü analiz gibi algoritmalar aracılığıyla akıllı karar vermeyi desteklemektedir.

Enerji sistemleri giderek daha fazla dijitalleştikçe, veri odaklı ve AI destekli enerji yönetim yaklaşımları ortaya çıkmaktadır. Ancak, bu durum beraberinde veri güvenliği riskleri ve standardizasyon sorunları gibi önemli zorlukları getirmektedir.

Özetle, bu inceleme, akıllı şebeke alanında AI ve IoT'nin entegrasyonuna ilişkin bir bakış açısı sunarak daha akıllı ve güvenli enerji sistemleri geliştirmeyi amaçlamakta ve gelecekteki disiplinler arası araştırmalar için bir zemin hazırlamaktadır.

.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

KAYNAKÇA

[1] Lin, Y.H., Trainingless Multi-Objective Evolutionary Computing-Based Nonintrusive Load Monitoring: Part of Smart-Home Energy Management for Demand-Side Management, Journal of Building Engineering, 33, 2021.

[2] Dong, W., Yang, Q., Li, W., & Zomaya, A.Y. Machine-Learning-Based Real-Time Economic Dispatch in Islanding Microgrids in a Cloud-Edge Computing Environment, IEEE Internet of Things Journal, 8(17), 2021.

[3] Rehman, A., Haseeb, K., Jeon, G., & Bahaj, S.A. Secure Edge-Based Energy Management Protocol in Smart Grid Environments with Correlation Analysis, Sensors, 22(23), 9236, 2022.

[4] Ruiz, M. D., Gómez-Romero, J., Fernandez-Basso, C., & Martin-Bautista, M. J. Big Data Architecture for Building Energy Management Systems, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 18(9), 5738–5747, 2022.

[5] Rabie, O.B.J., Balachandran, P.K., Khojah, M., & Selvarajan, S. A Proficient ZESO-DRKFC Model for Smart Grid SCADA Security, Electronics, 11(24), 4144, 2022.

[6] Kim, M., & Shon, T. Digital Forensics for E-IoT Devices in Smart Cities, Electronics, 12(15), 3233, 2023.

[7] Milczarek, A., & Możdżyński, K. A Unified Data Profile for Microgrid Loads, Power Electronics, and Sustainable Energy Management with IoT, Energies, 17(6), 1277, 2024.

[8] Savastio, L. P., Brescia, E., De Tuglie, E. E., Tipaldi, M., Cascella, G. L., Surico, M., Conte, G., & Polichetti, A. Advances in Non-Intrusive Type I Load Monitoring Using R-Statistic Steady-State Detection and Subtractive Clustering, IET Smart Grid, 2025.

[9] Rokonuzzaman, M., Rahman, S., Hannan, M.A., Mishu, M.K., Tan, W.S., Rahman, K.S., Pasupuleti, J., Amin, N. Levenberg-Marquardt Algorithm-Based Solar PV Energy Integrated Internet of Home Energy Management System, Applied Energy, 378, 2025.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ŞARK ÇIBANI HASTALIĞI DİNAMİKLERİ İÇİN MATEMATİKSEL BİR YAKLAŞIM

Dr, MUHAMMAD ALTAF KHAN
Free State Üniversitesi, altafdir@gmail.com- 0000-0002-4483-7879

Dr, OLUSOLA KOLEBAJE
Adeyemi Eğitim Koleji, olusolakolebaje2008@gmail.com - 0000-0002-7557-0257

Dr,AHMET YILDIRIM
Ege Üniversitesi, yahmet49ege@gmail.com- 0000-0001-8989-4271

Dr, SAİF ULLAH
Peshawar Üniversitesi, saifullah.maths@uop.edu.pk- 0000-0003-2998-1554

Dr, P. KUMAM
China Medical Üniversitesi, poom.kum@kmutt.ac.th- 0000-0002-5463-4581

Dr, P. THOUNTHONG
King Mongkuts Üniversitesi, phatiphat.t@fte.kmutnb.ac.th - 0000-0002-1453-4236

ÖZET

Bu çalışma, kesirli türev yardımıyla Şark Çıbanı hastalığının dinamiklerini araştırmaktadır. Önerilen model, modifiye diferansiyel dönüşüm yöntemi (MDTM) ile çözülmektedir. Sayısal simülasyon, kesirli türev parametresi α'nın farklı değerleri kullanılarak sunulmaktadır. MDTM, Adams Bashforth ve Runge-Kutta yönteminin bir salgın modeline uygulanması yeni bir uygulamadır ve salgın modelleri üzerinde çalışan araştırmacılar ve matematikçiler için daha yararlı olacaktır.

Anahtar Kelimeler : Şark Çıbanı hastalığı, MDTM, nümerik yaklaşım, kesirli türev, Caputo türevi.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

TREATING VACTERL ASSOCIATION WITH LYMPHOCYTE THERAPY IN PREGNANT WOMEN

Dr. Alina Varga, Dr. Dimitri Petrov, Dr. Milena Stefanova
Department of Obstetrics and Gynecology, Sofia Medical University, Bulgaria

Abstract:
VACTERL association is a rare congenital disorder characterized by the presence of at least three malformations in different organ systems, including vertebral defects, anal atresia, and cardiac abnormalities. This study explores two cases of VACTERL association in neonates born to mothers who underwent lymphocyte therapy during pregnancy. The first case involved a male neonate with multiple anomalies, including vertebral defects and cardiac malformations. The second case featured a preterm infant with similar congenital defects. The study suggests a potential link between lymphocyte therapy and the development of VACTERL association, though further research is needed to establish causality. Early diagnosis and management of VACTERL-associated anomalies are crucial for improving outcomes in affected infants.
Keywords: VACTERL association, lymphocyte therapy, congenital anomalies, prenatal care, pregnancy

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

HEALTHCARE INTEGRATION WITHIN SMART IDENTITY CARDS: A NOVEL FRAMEWORK FOR ADOPTION AND PRIVACY

Aliyah Akram, Rashid Mahmood, Fahad Shahid
University of Lahore, Pakistan

Abstract:
This research introduces a new conceptual framework for individual-level technology adoption regarding healthcare applications within Smart National Identity Cards (SNIC), referred to as the I-P (Individual-Privacy) framework. With various nations deploying SNICs containing embedded health applications, understanding the extent to which these applications are accepted and utilized by citizens is crucial. Current adoption rates and usage are under-researched, leaving governments and service providers uncertain of citizen engagement. Key factors like privacy concerns, perceived risk, trust, and credibility are vital but often overlooked in existing models such as the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2). This study identifies the factors influencing citizens' behavioral intention to use these health applications and extends UTAUT2 by incorporating a Privacy Calculus Model, adding perceived credibility as a new variable. The proposed framework offers a practical guide for policymakers and application providers in government projects and could be empirically validated in future studies to support policy decision-making.

Keywords: UTAUT2, Privacy Calculus Model, Smart National Identity Cards, Health Information Applications, Technology Adoption.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

GENE SELECTION OPTIMIZATION IN LUNG AND OVARIAN CANCER USING STATISTICAL METHODS AND ALGORITHMS

Farida Hameed, Khalid Mirza, Muhammad Usman
University of Karachi, Pakistan

Abstract:
Microarray technology is instrumental in disease diagnosis, particularly in cancer genomics. However, gene expression data is often plagued by high-dimensionality, where thousands of genes are present but only a small sample size exists, complicating data analysis. This study explores gene selection methods aimed at improving tumor classification in lung and ovarian cancers using microarray data. Various statistical metrics, including T-Statistics, Signal-to-Noise Ratio (SNR), and F-Statistics, are employed to rank genes based on their relevance. The Particle Swarm Optimization (PSO) and Shuffled Frog Leaping (SFL) algorithms are then utilized to identify significant genes from the top-ranked ones. The Naïve Bayes Classifier (NBC) is used to classify the samples based on these selected genes. The methodology is applied to lung and ovarian cancer datasets, achieving a 100% classification accuracy. This work provides an optimized approach to gene selection, presenting significant improvements in tumor classification compared to previous methods.

Keywords: Microarray, Gene Selection, Tumor Classification, PSO, SFL, Naïve Bayes.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

EFFECTS OF BLEEDING DURING EARLY PREGNANCY ON PERINATAL OUTCOMES: A COMPARATIVE STUDY

Benedicta Ndukwe, Sarah Mbouh, Joy Owona
University of Yaoundé, Cameroon

Abstract:
Bleeding in early pregnancy is a common concern, with potential adverse effects on maternal and fetal outcomes. This study investigates the perinatal outcomes in women experiencing bleeding up to 20 weeks of gestation in singleton pregnancies. A total of 1020 subjects were analyzed over two years, with 300 women followed for perinatal outcomes. Of these, 19.52% experienced bleeding up to 10 weeks, and 39.18% between 11-20 weeks. The study identifies several complications, including hypertensive disorders, prelabor rupture of membranes, and fetal growth restriction. Notably, hypertensive disorders affected 24% of those bleeding before 10 weeks. The study also reports that preterm birth rates and perinatal mortality were higher among women with bleeding, with a perinatal mortality rate of 118.62 per 1000 live births in the study group compared to 68.16 in the control group. These findings highlight the need for enhanced monitoring and interventions in early pregnancy bleeding cases to mitigate adverse outcomes.

Keywords: Early Pregnancy Bleeding, Hypertensive Disorders, Fetal Growth Restriction, Preterm Birth, Perinatal Mortality.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED LIFEP4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Hui Zhang, Yuting Li, Qiao Zhang
Beijing Institute of Technology, China

Abstract:
Lithium iron phosphate (LiFePO4) is a promising cathode material for lithium-ion batteries due to its high thermal stability and excellent cycling performance. In this study, we synthesized pure LiFePO4 (LFP) and carbon-coated LiFePO4 (LFP-C) to evaluate their microstructural and electrochemical properties. X-ray diffraction revealed that the LFP crystals exhibited an orthorhombic structure, with a crystallite size of 63 nm. Scanning electron microscopy showed agglomerated particles, while transmission electron microscopy confirmed the crystalline nature of LFP and the presence of an amorphous carbon coating. Energy-dispersive spectroscopy confirmed the uniform distribution of elements across the samples. The electrochemical performance was evaluated using galvanostatic charge/discharge tests, which demonstrated that the carbon-coated LFP-C samples exhibited superior discharge capacities of approximately 140 mAhg-1, outperforming both uncoated LFP and commercially available micrograined LFP. These findings suggest that carbon-coated LiFePO4 could be a suitable candidate for high-performance cathode materials in lithium-ion batteries.

Keywords: LiFePO4, Cathode Materials, Lithium-Ion Batteries, Carbon Coating, Electrochemical Performance.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

IMPROVEMENTS IN ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR HIGH-VOLTAGE LITHIUM-ION BATTERIES

Zhenyu Li, Yuxuan Zheng, Jianbo He
Shanghai Jiao Tong University, China

Abstract:
Aluminum-doped LiNi1/3Co1/3Mn1/3O2 (LNCMO) cathode materials were synthesized using a carbonate co-precipitation method to enhance the electrochemical performance of lithium-ion batteries at high voltages. The effects of aluminum substitution on the microstructure and electrochemical properties were investigated using X-ray diffraction, scanning electron microscopy, and charge/discharge tests. The results show that the Al-doped samples maintain the desired hexagonal structure, although increasing the aluminum content reduces the discharge capacity. However, LiNi1/3Co1/3Mn1/3-0.02Al0.02O2 exhibited excellent capacity retention even at high voltages (4.6 V), indicating its potential as a high-performance cathode material for electric vehicles. This work demonstrates that the incorporation of aluminum in the cathode material can improve the stability and longevity of lithium-ion batteries under demanding conditions, contributing to sustainable energy solutions.

Keywords: Lithium-Ion Batteries, Al-Doping, Cathode Materials, High Voltage, Electrochemical Performance.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES FOR LI-ION BATTERIES

Marwan Al-Abed, Noura Al-Muqbali, Salma Al-Hashimi
University of Sultan Qaboos, Oman

Abstract:
In this research, three-dimensional SnO leafy nanostructures were synthesized through a template-free hydrothermal method, offering an innovative approach for anode materials in lithium-ion batteries. The synthesized SnO structures exhibit a tetragonal phase, as confirmed by X-ray diffraction, and feature a polycrystalline structure composed of single-crystalline nanoparticles. Transmission electron microscopy (TEM) and high-resolution TEM (HRTEM) images revealed the nanosheet morphology of the SnO structures. Raman spectroscopy identified characteristic modes of SnO, further confirming the material's structure. The electrochemical performance of these SnO leafy nanostructures was evaluated as anode materials, with galvanostatic cycling tests showing promising results. These SnO nanostructures exhibit excellent potential for use as anode materials, with improved capacity retention and cycling stability, making them a strong candidate for high-performance lithium-ion batteries.

Keywords: SnO Nanostructures, Lithium-Ion Batteries, Hydrothermal Synthesis, Electrochemical Performance, Raman Spectroscopy.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

PROPANE DEHYDROGENATION OVER PLATINUM-TIN CATALYSTS SUPPORTED ON MAGNESIUM ALUMINATE WITH VARYING MG/AL RATIOS

Dr. Emmanuel Nkurunziza, Dr. Lydia Mwangi
University of Nairobi, Kenya

Abstract:
The research investigates platinum-tin (Pt-Sn) catalysts supported on magnesium aluminate with varying Mg/Al ratios for propane dehydrogenation. Characterization methods including N_2-adsorption, X-ray diffraction (XRD), temperature-programmed desorption of ammonia (NH_3), and thermogravimetric analysis (TGA) were utilized to study catalyst properties. Propane dehydrogenation was tested at 595°C under 0.5 barg pressure, with a steam-to-hydrocarbon ratio of 1 mol/mol and a weight hourly space velocity (WHSV) of 0.9 h^{-1}. Chlorine quantification was performed with a CHNS analyzer. Results showed that catalysts with higher alumina content exhibited superior performance, achieving 38-43% propane conversion and 91-94% propylene selectivity, outperforming catalysts with lower alumina content, which achieved 30-18% propane conversion and 83-90% selectivity. These findings underscore the influence of Mg/Al ratios on catalytic efficiency in propane dehydrogenation.

Keywords: Propane dehydrogenation, magnesium aluminate, platinum-tin catalyst, dechlorination.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

LEAKAGE IMPACT ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS

Fatima Al-Hassan, Khaled Saleh, Aisha Khalil
King Abdulaziz University, Saudi Arabia

Abstract:
This study investigates the effects of leakage on the durability of solid oxide electrolysis cells (SOECs) under co-electrolysis conditions. Various cell configurations, including Ni-YSZ fuel electrodes and CGO barriers, were analyzed using impedance spectroscopy and microscopy techniques. Leakage-induced variations in gas concentration impedances were identified as critical factors affecting performance. Pressurized testing highlighted the relationship between leak rates and cell stability. These findings contribute to developing more robust SOEC systems for sustainable syngas production.
Keywords: SOEC, durability, leakage analysis, syngas production.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

INNOVATIVE THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION

Daniel Owusu, Grace Agyeman
Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

Abstract:
Thermochemical energy storage (TCES) systems offer a promising solution for sustainable energy storage in transportation. This study presents a novel TCES prototype based on reversible LiBr-methanol sorption reactions. Detailed evaluations of material properties, heat exchanger designs, and environmental impacts were conducted. The prototype demonstrated cycle stability and operational efficiency under various conditions, indicating its potential for integration into vehicle systems. These advancements contribute to reducing greenhouse gas emissions in transportation applications.
Keywords: Thermochemical energy storage, sustainable transportation, LiBr, energy systems.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ENHANCING ENERGY EFFICIENCY THROUGH SMART MICRO-GRID INTEGRATION: CASE STUDIES FROM SOUTHEAST ASIA

N. T. Vu, L. H. Pham, J. W. Han, Priya Kumari, Ahmed Nasir
School of Electrical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

Abstract:
The integration of smart micro-grids has emerged as a pivotal strategy for enhancing energy efficiency and addressing the growing demand for renewable energy solutions in Southeast Asia. This study investigates the optimization of smart micro-grid components, focusing on economic and environmental performance metrics. Utilizing a case study of two manufacturing facilities, the proposed system incorporates photovoltaic panels, wind turbines, a diesel backup generator, and a battery storage system, meeting a peak load demand of 80 kW. Simulations conducted using MATLAB/Simulink and the HOMER software provide insights into the technical and economic feasibility of various configurations. Findings reveal that a Wind/Photovoltaic (W/PV) hybrid system yields a lower Levelized Cost of Electricity (LCOE) of $0.250/kWh compared to a Wind/Photovoltaic/Diesel/Battery (W/PV/D/B) system at $0.290/kWh. Incorporating carbon emission costs further aligns the off-grid system with on-grid alternatives. These results highlight the potential of hybrid renewable systems to meet the region's energy needs while supporting sustainability goals.
Keywords: Smart micro-grids, energy optimization, renewable energy, Southeast Asia, economic performance.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

EMPOWERING CLINICAL PRECEPTORS: STRATEGIES FOR IMPROVING NURSING EDUCATION IN EAST AFRICA

Fatima Mwangi, Samuel Otieno
Faculty of Nursing and Health Sciences, Kigali University, Rwanda

Abstract:
Clinical preceptors play a crucial role in bridging theoretical knowledge with practical application in nursing education. This study explores the experiences and challenges of clinical preceptors in East Africa, focusing on their contributions to undergraduate nursing programs. Using a qualitative approach, data were gathered from in-depth interviews with four clinical preceptors at Kigali University. The findings highlight the preceptors' dedication to mentoring despite encountering obstacles such as limited resources, unclear role expectations, and difficulty in theory-practice integration. Their clinical expertise was identified as a core strength in supporting student learning. Recommendations include implementing structured preceptor training programs, fostering collaboration between academic institutions and clinical sites, and introducing advanced modules for clinical practice. Addressing these issues can enhance the preceptorship experience and improve the overall quality of nursing education in the region.
Keywords: Nursing education, clinical preceptorship, challenges, Rwanda, East Africa.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ADVANCING NUTRITIONAL CARE FOR PEDIATRIC CANCER PATIENTS: A NURSING PERSPECTIVE

Dr. R. Choudhury, Dr. A. Das
Department of Nursing, Dhaka Medical College, Bangladesh

Abstract:
Pediatric cancer patients face unique nutritional challenges, often exacerbated by the effects of their illness and treatment. This study evaluates the role of nursing interventions in addressing these challenges, emphasizing their significance in achieving holistic care. A review of current practices identified key issues such as anorexia, mucositis, altered taste perception, and gastrointestinal disturbances. These complications, coupled with psychological stress, contribute to malnutrition, undermining treatment efficacy. Nurses, as primary caregivers, are instrumental in implementing tailored nutritional strategies, including dietary counseling, regular monitoring, and the management of side effects. The study calls for integrating comprehensive nutritional assessments and interventions into pediatric oncology protocols, highlighting their role in improving patient outcomes and quality of life.
Keywords: Pediatric oncology, malnutrition, nursing care, nutritional interventions, Bangladesh.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

IMPROVING HEALTH OUTCOMES FOR FEMALE INMATES: NURSING INTERVENTIONS IN NIGERIA

Maryam Bello, Nkechi Nwosu, Zhang Ming
Faculty of Public Health, University of Ibadan, Nigeria

Abstract:
Female inmates represent a vulnerable population with unique health care needs. This study examines the impact of nursing services on the physical health and health behaviors of incarcerated women in a correctional facility in Nigeria. A quasi-experimental design was employed, involving pre- and post-intervention assessments of 35 inmates using standardized tools, including the Omaha System (OS). Nursing interventions focused on health education, lifestyle modifications, and disease prevention strategies. Post-intervention results revealed significant improvements in inmates' health knowledge, behaviors, and physical well-being ($p < 0.05$). These findings underscore the critical role of nursing in addressing the health disparities faced by incarcerated women and advocate for expanded healthcare services in correctional settings.
Keywords: Nursing care, correctional health, female inmates, health behavior, Nigeria.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

DEVELOPING NURSE LEADERSHIP IN CHALLENGING ENVIRONMENTS: INSIGHTS FROM IRAQ

Assoc. Prof. Dr. F. Mahmoud, Dr. A. Ibrahim
Faculty of Nursing, University of Basra, Iraq

Abstract:
This study explores the perceptions of ward nurses regarding the essential attributes of effective nurse leadership in Iraq's healthcare sector. Using a descriptive quantitative methodology, surveys were conducted among 250 ward nurses in public hospitals in Basra. Results indicate that participants associate effective leadership with attributes such as strong clinical expertise, advanced communication skills, and ethical conduct. However, challenges persist, including inadequate leadership training and limited access to professional development opportunities. Interviews with senior nurse leaders further highlight the need for adopting transformational leadership models and tailored training programs to nurture future nurse leaders. These findings provide actionable insights for improving leadership capacity within the healthcare system in developing nations.
Keywords: Nurse leadership, healthcare management, Iraq, transformational leadership, nursing education.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

EXPLORING RESILIENCE IN HEMODIALYSIS PATIENTS: A STUDY FROM BRAZIL

Ana P. Ferreira, João M. Oliveira, Camila R. Mendes
Department of Clinical Medicine, University of Rio de Janeiro, Brazil

Abstract:
Chronic Kidney Disease (CKD) significantly impacts patients' quality of life, with resilience playing a critical role in coping with its challenges. This cross-sectional study investigates resilience levels among 120 hemodialysis patients in rural communities near Rio de Janeiro, Brazil. Data were collected using the Resilience Scale and analyzed for correlations with demographic and clinical variables. Results show an average resilience score of 135.2 (±18.4), indicating moderate to high resilience levels. Factors such as social support, education, and duration of treatment were positively associated with higher resilience. The findings emphasize the importance of psychological support programs and resilience-building interventions to enhance patient well-being and treatment adherence.
Keywords: Chronic Kidney Disease, hemodialysis, resilience, patient care, Brazil.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

EFFECTS OF ENZYMATIC TREATMENT ON THE FUNCTIONALITY OF RICE FLOUR: A FOCUS ON RESISTANT STARCH

Nadia Mwenda, Rui Li, Ahmed Farouk
Department of Food Science, University of Kigali, Rwanda

Abstract:
This study investigates the influence of enzymatic hydrolysis using α-amylase on the functional properties of rice flour, particularly its resistant starch content. Rice flour samples were subjected to varying concentrations of α-amylase (60 and 300 U/g) over different hydrolysis durations (1, 24, and 48 hours). The findings reveal a significant reduction in lightness (L*) and an increase in redness (a*) and yellowness (b*) as hydrolysis progresses. Resistant starch content showed a positive correlation with the duration of enzymatic treatment, while pasting properties such as trough viscosity and setback remained stable ($p > 0.05$). Morphological analysis revealed a transition from smooth, non-porous granules in native flour to rough, porous structures in hydrolyzed samples. Additionally, X-ray diffraction analysis indicated a loss of crystallinity, transitioning from an A-type crystalline structure to near-zero crystallinity in treated samples. These changes suggest that α-amylase effectively alters both the amorphous and crystalline regions of rice starch, making it a potential tool for improving the nutritional and functional profile of rice flour.
Keywords: α-Amylase, rice flour, resistant starch, enzymatic hydrolysis, starch functionality

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

THE ROLE OF PEER INTERVENTION IN ENHANCING COMMUNICATION SKILLS AMONG HEALTHCARE STUDENTS

Chukwudi Okafor, Mei Ling Tan, Sipho Mokoena
Department of Nursing Education, Obafemi Awolowo University, Nigeria

Abstract:
This study examines the impact of structured peer intervention programs on the communication and interpersonal skills of healthcare students. A total of 245 nursing and medical students from two universities in Lagos, Nigeria, participated in this research. Through a combination of pre- and post-intervention assessments, the study found that peer intervention significantly improved students' active listening and conflict resolution abilities. Third-year students demonstrated more substantial progress compared to their junior counterparts. Furthermore, the data indicated that age positively influenced the ability to implement advanced communication strategies, while gender and living environment showed no significant effect. Correlation analysis revealed a strong positive relationship ($r = 0.68$, $p < 0.05$) between the extent of peer interaction and communication skill enhancement. These findings suggest that incorporating peer-led programs into healthcare curricula could effectively prepare students for collaborative professional environments.
Keywords: Peer intervention, communication skills, healthcare students, interpersonal skills

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

EVALUATING THE COMPETENCIES OF MID-CAREER NURSES IN MALAYSIAN HOSPITALS

Dr. Fatimah Ismail, Yara B. Hassan, Tien Vu Tran
School of Nursing and Health Sciences, Universiti Teknologi MARA, Malaysia

Abstract:
The competency of mid-career nurses is essential for maintaining high standards of patient care and addressing complex healthcare challenges. This study assesses the competencies of mid-career nurses working in urban and rural hospitals in Malaysia. Using a mixed-methods approach, the research gathered data from 72 nurses via structured interviews, clinical simulations, and self-assessment questionnaires. Analysis identified five core competencies: clinical knowledge, patient-centered care, ethical practice, leadership skills, and cultural sensitivity. Competency levels varied significantly based on workplace location, with urban nurses demonstrating stronger clinical skills and rural nurses excelling in patient relationships and adaptability. Recommendations include the development of targeted training programs to bridge competency gaps and enhance cross-regional collaboration. The findings aim to support policy reforms in nursing education and professional development.
Keywords: Nursing competency, healthcare education, Malaysia, mid-career nurses

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

AWARENESS AND UTILIZATION OF MATERNAL HEALTH SERVICES AMONG WOMEN IN ACCRA, GHANA

Esi Mensah, Thuy Anh Pham, Olukemi Adebayo
Department of Public Health, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

Abstract:
This study examines the level of awareness and utilization of maternal health services among women attending antenatal care (ANC) in public hospitals in Accra, Ghana. A total of 400 participants completed a structured survey assessing knowledge, attitudes, and utilization patterns of ANC services. Results indicate that 85% of women were knowledgeable about the importance of routine ANC visits, yet only 62% adhered to the recommended visit schedule. Socioeconomic factors such as education level and household income significantly influenced service utilization. Additionally, cultural beliefs and lack of transportation were identified as barriers to full participation in ANC programs. These findings emphasize the need for tailored educational initiatives and infrastructural improvements to enhance access and encourage adherence to ANC guidelines.
Keywords: Maternal health, antenatal care, Ghana, healthcare utilization

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

BARRIERS TO CHILDHOOD IMMUNIZATION AMONG MIGRANT POPULATIONS IN CAMEROON

Fola Adeyemi, Isabelle A. Kouma, Tatenda Chidzero
Faculty of Public Health, University of Buea, Cameroon

Abstract:
This study explores the barriers to childhood immunization among undocumented migrant caregivers in Cameroon and identifies facilitators that could improve vaccination rates. Data were collected through semi-structured interviews with 45 caregivers of undocumented migrant children. Major barriers included financial constraints, language barriers, distrust of healthcare systems, and limited access to health facilities. Additionally, stigma and fear of deportation deterred caregivers from seeking vaccination services. Conversely, facilitators such as community-driven health outreach programs, mobile clinics, and peer advocacy were highlighted as effective strategies to increase vaccine uptake. The findings underscore the urgent need for inclusive policies and community-based interventions to address the immunization gap in migrant populations.
Keywords: Childhood immunization, migrant caregivers, vaccination barriers, Cameroon

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

IMPROVING RURAL PALLIATIVE CARE NETWORKS THROUGH DIGITAL INTEGRATION: A STUDY IN UGANDA

Dr. James Okello, Ruth Nyangoma, Assis. Prof. Dr. Francis Mulumba
School of Public Health, Makerere University, Uganda

Abstract:
This research examines the role of digital tools in enhancing collaboration among palliative care providers in rural Uganda. Using a survey of 112 palliative care professionals, the study evaluated the impact of telecommunication platforms on network efficiency and patient outcomes. Findings indicate that mobile and internet-based applications improved communication frequency and allowed for better coordination of care delivery. Rural practitioners reported a 40% increase in patient follow-up rates due to digital support systems. However, limited internet access and digital literacy remain challenges in some areas. The study recommends government investment in rural ICT infrastructure and targeted training programs to strengthen the capacity of palliative care networks.
Keywords: Palliative care, digital tools, Uganda, rural healthcare networks

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

THE IMPACT OF DIALYSIS-INDUCED STRESS ON PATIENT OUTCOMES: A STUDY FROM EGYPT

Fatima S. Hassan, Dr. Ahmed M. Zaki
Department of Nursing, Alexandria University, Egypt

Abstract:
Chronic kidney disease patients undergoing hemodialysis encounter multifaceted stressors that can influence their treatment adherence and overall health outcomes. This study investigates the physiological and psychological challenges faced by hemodialysis patients and evaluates their coping mechanisms. A descriptive cross-sectional design was utilized with a sample of 95 adult patients from a public hospital. Tools like the Hemodialysis Stressor Scale (HSS) and Jalowiec Coping Scale (JCS) were employed. Results revealed that 52% of patients experienced high levels of physiological stress, while 40% encountered significant psychological stress. Coping strategies such as optimism and reliance on social support were frequently employed, with mean scores of 2.9 ± 0.8 and 2.85 ± 0.7, respectively. These findings emphasize the need for targeted interventions to address stressors and enhance adaptive coping, thereby improving the quality of life for hemodialysis patients.
Keywords: Hemodialysis, stress management, chronic kidney disease, coping strategies, patient outcomes.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

IMPROVING NURSING PRACTICES IN PEDIATRIC DENTAL CARE: A SYSTEMATIC REVIEW

Dr. Mariam Konaté, Dr. Felix Okoro
University of Health Sciences, Bamako, Mali

Abstract:
Oral care in pediatric patients is a critical yet often underemphasized component of nursing practice. This study systematically reviews evidence-based nursing interventions for pediatric oral care across diverse clinical scenarios. The review includes a detailed analysis of methods aimed at preventing conditions such as ventilator-associated pneumonia and mucositis while enhancing routine oral hygiene practices. Findings highlight inconsistencies in care protocols and emphasize the importance of standardization. The study underscores the necessity of targeted training programs for nurses to bridge knowledge gaps and achieve consistent application of evidence-based practices. Establishing robust, standardized guidelines can significantly improve pediatric patient outcomes and ensure better care delivery.
Keywords: Pediatric nursing, evidence-based care, oral hygiene, standardization, clinical protocols.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ASSESSING TEAMWORK SKILLS THROUGH SIMULATION IN UNDERGRADUATE HEALTH EDUCATION

E. Ndanga, T. Owusu, R. Kamau, P. Karume, J. Sibanda
University of Nairobi, Kenya

Abstract:
High-fidelity simulations are increasingly employed in health education to foster interprofessional collaboration and communication skills among students. This study compares the effectiveness of high-fidelity and low-fidelity simulation scenarios in enhancing teamwork among nursing, medical, and pharmacy undergraduates. A randomized, pretest-posttest design involving 28 students assessed teamwork perceptions using the Interprofessional Teamwork Questionnaire. High-fidelity simulations focusing on acute anaphylaxis scenarios yielded significant improvements in teamwork functionality and role clarity compared to low-fidelity case discussions. Student feedback indicated both approaches were valuable, but high-fidelity simulations provided a more immersive and realistic environment for collaboration. The findings advocate for the inclusion of high-fidelity simulation as a core component of interprofessional education.
Keywords: Interprofessional education, simulation, teamwork, healthcare students, high-fidelity training.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

YOGA AS A HOLISTIC APPROACH FOR IMPROVING QUALITY OF LIFE IN CHILDREN WITH CANCER

Dr. Kwame Addae
University of Lomé, Togo

Abstract:
Children with cancer endure a multitude of physical and emotional challenges that significantly impact their quality of life. Yoga, incorporating mindfulness, controlled breathing, and physical postures, has emerged as a viable complementary therapy for alleviating these symptoms. This study evaluates the role of yoga in addressing fatigue, anxiety, and pain among pediatric oncology patients. A review of 20 clinical trials demonstrates notable improvements in mental and physical health indicators, including reduced anxiety and enhanced balance. Findings confirm yoga's potential as a safe, integrative therapy to improve health-related quality of life during intensive chemotherapy. Incorporating yoga into pediatric oncology care programs may offer a cost-effective and sustainable way to enhance patient outcomes.
Keywords: Yoga therapy, pediatric cancer, quality of life, complementary medicine, chemotherapy.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

SOCIAL DYSFUNCTION IN SCHIZOPHRENIA: THE IMPACT OF SUBSTANCE MISUSE AND SUPPORT SYSTEMS

Dr. Sofia Almeida, Dr. Lucas Martins, Dr. Mariana Costa
Federal University of Sergipe, Brazil

Abstract:
Schizophrenia patients misusing methamphetamines face heightened social dysfunction due to compounded psychotic symptoms and stressors. This cross-sectional study examines the relationships between psychotic symptoms, social support, and stress in determining social dysfunction. Utilizing a structural equation modeling approach, data from 120 participants reveal that psychotic symptoms are the primary contributor to social dysfunction ($\beta = 0.68$, $p < 0.05$), while effective medication use and strong social support mitigate these effects. The findings highlight the need for integrated interventions addressing substance misuse and bolstering social networks to improve the social functioning of this vulnerable population.
Keywords: Schizophrenia, methamphetamine misuse, social dysfunction, psychotic symptoms, structural modeling.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

PERFORMANCE DIFFERENCES IN CARDIO-RESPIRATORY FITNESS AMONG ATHLETES: A COMPARATIVE STUDY

Dr. Ayesha Rehman, Dr. Lukas Meier
Department of Sports Sciences, University of Stuttgart, Germany

Abstract:
This study investigates the differential impact of aquatic and land-based training on cardio-respiratory fitness. Metrics such as Forced Expiratory Volume (FEV1/FVC ratio) and blood pressure were evaluated in 36 athletes (18 swimmers and 18 sprinters) aged 18–23. Results indicate significantly higher cardio-respiratory efficiency in swimmers, with FEV1/FVC ($p = 0.015$), FVC1 ($p = 0.001$), and FVC ($p = 0.007$) scores surpassing those of sprinters. Findings suggest aquatic training provides a superior environment for enhancing lung function and overall cardiovascular health. This research underscores the potential of water-based exercises in optimizing athletic performance and respiratory efficiency.
Keywords: Aquatic training, cardio-respiratory fitness, spirometry, athlete performance, respiratory health.

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

OVERCOMING BARRIERS IN INTRAMURAL SPORTS PROGRAMS IN SECONDARY SCHOOLS: CASE STUDY FROM LAGOS, NIGERIA

Adebayo Adekunle, University of Lagos, Nigeria
Fatima Yusuf, University of Lagos, Nigeria

Abstract:
This study investigates the barriers to organizing intramural sports programs in secondary schools in Lagos, Nigeria. The research seeks to identify challenges and propose strategies for enhancing student participation. Using a mixed-methods approach, the study sampled 75 students from three government-funded schools selected through simple random sampling. Data were collected via validated questionnaires reviewed by experts in Physical Education. The reliability of the instruments was confirmed with a test-retest coefficient of 0.81. Both descriptive and inferential statistics were employed, with chi-square analysis performed at a 0.05 significance level. Results revealed that inadequate funding, insufficiently trained personnel, and scheduling conflicts significantly hinder program implementation. Conversely, facility availability played a lesser role. Recommendations include increasing budget allocations, providing professional development for staff, and optimizing timetables to accommodate sports. This study emphasizes the importance of addressing these barriers to foster greater student engagement in sports and promote holistic development.
Keywords: intramural sports, secondary education, barriers, student engagement, Nigeria

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

IMPACT OF DIETARY STRATEGIES ON RESISTANCE TRAINING OUTCOMES: A CASE STUDY IN BRAZIL

Lucas Mendes, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil
Clara Souza, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil

Abstract:
The relationship between diet and athletic performance in resistance training contexts is a critical area of study. This research evaluates how tailored protein and carbohydrate intake influences body composition and strength development among resistance training athletes in Brazil. Thirty participants were divided into a study group (n=16) and a control group (n=14). Over a 12-week program, the study group followed a customized diet plan, while the control group maintained standard dietary habits. Anthropometric measurements and Bioimpedance Analysis were used to assess body composition, and the One Repetition Maximum (1RM) test evaluated strength gains. Findings showed significant increases in lean body mass and cellular mass in the study group compared to the control group, with stable fat mass levels. Additionally, strength improvements were notably higher in the study group. These results underscore the role of a balanced diet with strategic macronutrient distribution in optimizing resistance training outcomes.
Keywords: resistance training, dietary strategy, protein intake, body composition, athletic performance

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

AERODYNAMIC OPTIMIZATION IN CYCLING TEAM EVENTS: ANALYSIS FROM WIND TUNNEL TESTING IN SOUTH KOREA

Ji-Hoon Park, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), South Korea
Min-Young Kim, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), South Korea

Abstract:
Aerodynamics play a pivotal role in team cycling events, where drag can significantly impact performance. This study analyzed aerodynamic interactions in a controlled wind tunnel at KAIST, South Korea. Testing included static and dynamic measurements of drag across various team configurations, such as drafting, leading, and side-by-side positioning. Measurements revealed that drafting reduced drag by up to 40% for trailing cyclists, while leading cyclists experienced a smaller 5% reduction. Dynamic tests showed optimal synchronization between cyclists resulted in a 20% drag reduction. Conversely, misaligned movements increased drag significantly. The findings suggest that minimizing inter-cyclist distance and maintaining synchronization are critical for maximizing aerodynamic efficiency. The study provides actionable insights for enhancing team cycling performance through strategic positioning and coordination.
Keywords: aerodynamics, drag reduction, team cycling, wind tunnel, performance optimization

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

FOOTBALL JERSEY CULTURE AND FAN LOYALTY: PERSPECTIVES FROM SOUTH AFRICAN YOUTH

Sipho Dlamini, University of Johannesburg, South Africa
Thandeka Mbatha, University of Johannesburg, South Africa

Abstract:
This research examines the influence of football club jerseys on fan loyalty among South African youth, particularly focusing on English Premier League (EPL) clubs. Utilizing a descriptive survey design, data were collected from 3,500 respondents across five provinces using random and purposive sampling techniques. A structured questionnaire assessed jersey ownership and fan loyalty, with reliability coefficients of 0.75 and 0.78, respectively. Findings revealed that football jerseys serve as significant symbols of club affiliation and identity, enhancing loyalty among fans. Regression analysis confirmed a positive correlation between jersey ownership and fan loyalty ($p<0.01$). These insights suggest that local football clubs in South Africa could leverage similar branding strategies to strengthen fan bases and boost engagement.
Keywords: football jerseys, fan loyalty, EPL, South African youth, sports branding

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ENHANCING JUDO PERFORMANCE IN VISUALLY IMPAIRED ATHLETES: AN EMPIRICAL STUDY IN BRAZIL

Ana Beatriz Silva, Federal University of São Paulo, Brazil
Gustavo Santos, Federal University of São Paulo, Brazil

Abstract:
Optimizing the performance of visually impaired judo athletes requires a nuanced understanding of key influencing factors. This study utilized the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate performance priorities for blind judo practitioners. Data were gathered through structured questionnaires reviewed by judo and sports psychology experts. Performance factors were categorized into technical skills, physical attributes, and psychological considerations. Results indicated that "grappling" and "throwing" were the most critical technical skills, while "muscular strength" dominated the physical category. "Competitive anxiety" emerged as the top psychological factor. The findings highlight the need for targeted training programs that integrate psychological strategies alongside physical and technical development to maximize performance.
Keywords: visually impaired athletes, judo performance, AHP, training optimization

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

PHYSICAL ACTIVITY AND COGNITIVE DEVELOPMENT IN CHILDREN: A COMPARATIVE STUDY IN KENYA

Peter Okello, University of Nairobi, Kenya
Grace Wanjiku, University of Nairobi, Kenya

Abstract:
This study explores the relationship between physical fitness and cognitive function in Kenyan children aged 7–9 from urban and rural regions. Using a sample of 50 children divided into active (fit) and inactive (unfit) groups, cognitive assessments were conducted alongside physical fitness tests. Reaction times, memory tasks, and decision-making speeds were significantly better in active children, particularly those from rural areas. These findings suggest that physical activity positively influences cognitive processes in children, potentially enhancing academic performance and developmental outcomes. The study advocates for integrating physical education into school curricula to support cognitive and physical health.
Keywords: physical activity, cognitive development, children, reaction time, Kenya

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

THE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON ADIPOKINES AND MYOSTATIN: A COMPREHENSIVE REVIEW

Dr. Renata Oliveira, Dr. Marcelo Souza
Department of Sports Sciences, University of São Paulo, Brazil

Abstract:
Obesity has become a major global health issue, leading to several chronic conditions such as cardiovascular diseases and diabetes. Adipokines like chemerin are essential in regulating metabolic functions, including insulin sensitivity and adipose tissue inflammation. Recent studies suggest that physical exercise, particularly aerobic activities, can influence chemerin levels, potentially offering therapeutic benefits in managing obesity. Another key regulator of muscle function, myostatin, inhibits muscle growth and repair. Its levels are elevated in obesity and muscle wasting conditions, making it an important target for therapeutic interventions. Research has shown that resistance training can lower myostatin levels, which could improve muscle mass and function in individuals with obesity. This review discusses the impacts of physical exercise on both chemerin and myostatin, highlighting the potential of exercise as a treatment for obesity-related metabolic and muscular disorders.
Keywords: Chemerin, myostatin, exercise, obesity, metabolic health

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

EFFECT OF COMBINED RESISTANCE TRAINING AND MILK CONSUMPTION ON CARDIAC BIOMARKERS IN SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Dr. Alessandro Nunes, Dr. Olivia Costa, Dr. Thiago Almeida
Department of Exercise Physiology, University of Porto, Portugal

Abstract:
This study evaluates the effects of a four-week resistance training program combined with milk supplementation on cardiac biomarkers, specifically NT-proBNP and plasma troponin I, in senior high school students. The participants were divided into three groups: control, exercise-water, and exercise-milk, with the latter consuming 400cc of milk post-exercise. Blood samples were collected before and after the training period to measure NT-proBNP and troponin I levels. The results showed an increase in NT-proBNP in the milk-supplemented group, though not statistically significant, indicating potential changes in heart muscle structure. However, no significant changes were observed in troponin I levels. These findings suggest that resistance training can influence heart health biomarkers, with milk supplementation showing potential effects on cardiac function. Further studies are necessary to clarify the mechanisms behind the observed changes in NT-proBNP and troponin I levels.
Keywords: Resistance training, milk supplementation, NT-proBNP, Troponin I, heart biomarkers

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

EVALUATING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN TEACHING HOSPITALS IN KERMANSHAH, IRAN

Dr. Amir Reza Bahaei, Dr. Sara Rahimi
Department of Pharmaceutical Sciences, University of Tabriz, Iran

Abstract:
Pharmaceutical care within hospitals is a fundamental component of the healthcare system. This study aimed to assess the quality standards of hospital pharmacies affiliated with Kermanshah University of Medical Sciences. A validated questionnaire was administered across seventeen hospital pharmacies. The study's results revealed varying levels of compliance with quality standards, with only 24% of pharmacy environments meeting full regulatory standards. The results indicated significant shortcomings in areas such as drug storage, inventory control, and the handling of supplies. Notably, the study also found that procedures for receiving supplies and drug delivery to patients were not fully aligned with quality guidelines. These findings underscore the need for improvements in the operational standards of hospital pharmacies to enhance patient safety and the efficacy of pharmaceutical care.
Keywords: Hospital pharmacies, quality standards, pharmaceutical management, Iran

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5

ANALYZING FETAL AND INFANT MORTALITY RATES AND MATERNAL HEALTHCARE IN BOTUCATU, BRAZIL

Dr. Lucas Pereira, Dr. Gabriela Costa, Dr. Rafaela Santos
Department of Public Health, Federal University of Pernambuco, Brazil

Abstract:
Neonatal mortality remains a critical public health issue in Brazil, reflecting disparities in maternal-infant healthcare. This study investigates the relationship between maternal healthcare quality and fetal and infant mortality rates in Botucatu, São Paulo. Data collected from the local healthcare system revealed that a significant proportion of fetal deaths occurred due to inadequate antenatal care, while early neonatal deaths were often related to insufficient postnatal care. The study highlighted that only a small percentage of pregnant women received adequate care during both antenatal and childbirth stages. Interventions aimed at improving the quality of antenatal, childbirth, and newborn care could significantly reduce mortality rates. The findings stress the importance of ensuring accessible, high-quality healthcare for pregnant women and newborns to improve outcomes.
Keywords: Fetal mortality, neonatal mortality, maternal care, Brazil, public health

ISBN NR. : 978-625-5962-51-5