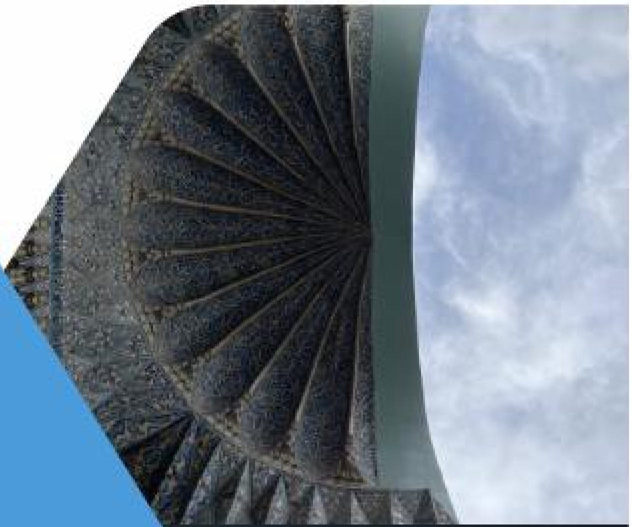
CONFERENCE BOOK



BURSA
3. ULUSLARARASI
MATEMATİK VE MÜHENDİSLİK
KONGRESİ

20 - 22 Eylül 2024
Bursa

YÜZYÜZE ve ONLINE

www.bursakongresi.org

ISBN :978-625-6283-75-6

ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE

BURSA 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS AND ENGINEERING
SEPTEMBER 20 - 22, 2024 BURSA

Edited By
ASSOC. PROF. DR. ELİF AKPINAR KÜLEKÇİ

Issued: 27.10.2024
ISBN: 978-625-6283-75-6

CONFERENCE ID

BURSA
3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS AND ENGINEERING

DATE – PLACE
SEPTEMBER 20 - 22, 2024
BURSA

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – Kazakhstan – Japan – Mongolia- Taiwan- Singapore- China- **Vietnam- South Korea- South Africa- Bangladesh- Pakistan-**

PRESENTATION

Oral and Poster presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
At the conference, 6 paprs were presented by participants from Turkey and 22 papers by foreign participants.
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

Scientific & Review Committee

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Personel Daire Başkanlığı

Sayı : E-16710634-03-903.07.02-2300384284 01.12.2023

Konu : Doç.Dr.Elif AKPINAR KÜLEKÇİ'nin Görevlendirilmesi

MİMARLIK VE TASARIM FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 29.11.2023 tarihli ve E-53120705-000-2300381989 sayılı belge.

Fakülteniz Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğretim üyelerinden Doç.Dr.Elif AKPINAR KÜLEKÇİ'nin, Yükseköğretim Genel Kurulunun 15.06.2023 tarihli, 10 sayılı oturumunda alınan 2023.10.183 sayılı kararı gereğince Doçentlik Başvuru Şartlarında bulunan ve doçent olacak adaylardan istenen "Diğer uluslararası/ ulusal bilimsel toplantının düzenleme komitesinde resmi olarak görevlendirilmiş üniversite akademisyen temsilcisi bulunması zorunludur." maddesi gereğince, Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz ve gündeliksiz olarak görevlendirilmesi Rektörlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Ömer ÇOMAKLI
Rektör

Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2311023
Elektronik Ağ: www.atauni.edu.tr
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr
Bilgi: Mehmet KOÇ
Faks: +90 442 2361014
E-Posta: personel@atauni.edu.tr

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/81604584722?pwd=y2kFvDBw8AEhxbZ5eSknYVkdXt0yTt.1

Meeting ID: 816 0458 4722

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,

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Prof. Dr. HÜSEYİN KÖSE**	1	ŞEKİLENDİRMEDE YENİ BİR TARİH: 3D YAZICILAR VE SERAMİK FORM	HALİL İBRAHİM ÇAKMAK
		2	RENKLİ SIR TEKNİĞİNE ÇAĞDAŞ YAKLAŞIMLAR	Tuğçe DİLBER
		3	TÜRK KÜLTÜRÜNDE VE ÇANAKKALE SERAMİKLERİNDE ÇARKI FELEK MOTİFİ	Selma TURHAN
		4	LIFE, FICTION AND PARANOIA IN THE DIGITAL AGE: WHERE ARE WE IN TERMS OF DYSTOPIAN FILM LANDSCAPES AND HUXLEYAN PROPHECY?	Prof. Dr. HÜSEYİN KÖSE
		5	FERDINAND DE SAUSSURE : GÖSTERGEBİLİM, GÖSTERGENİN DEĞİŞEBİLİRLİĞİNİ KÜLTÜRLER ARASI BAĞLAMDA İNCELEME	Dr. Öğr. Üyesi Rüveyda Hicran ÇEBİ Gökhan KALENDER
		6	BURSA'DA HAYVAN TÜRLERİNİN ADLARINI ALMIŞ TÜRBELER ve MEZARLAR	Dr. Öğretim Üyesi Ebru Yıldırım
		7	ÜST ÖRTÜSÜ KİREMİT OLAN BURSA TÜRBELERİ	Dr. Öğretim Üyesi Ebru Yıldırım
		8	COPPER VESSELS IN RIZE CULINARY CULTURE	Arş. Gör. Dr. Keziban SELÇUK

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doç. Dr. Ulvi SANDALCI**	1	DA LAT THROUGH THE EYES OF DOMESTIC TOURISTS - UNDERSTANDING DESTINATION IMAGE AND TRAVEL EXPERIENCES	My-Kim Thi LE Que-Nhu DUONG Nam-Khang Tri NGUYEN
		2	A STUDY ON THE SELECTION OF SHIP MANAGEMENT COMPANIES	Dr. Öğretim Üyesi, Ozan Hikmet ARICAN
		3	RECOGNİTİON OF BEARER PLANTS UNDER TAS 16 TANGIBLE FIXED ASSETS STANDARD: APPLICATION IN A GRAPE PRODUCTION ENTERPRISE	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Murat GUTNU
		4	THE RELATIONSHIP BETWEEN POPULISM AND MIGRATION: CASE OF THE JAPAN FIRST PARTY	Dr. Öğr. Üyesi Ali ÇİÇEK
		5	STRATEGIC COMMUNICATION IN THE 21ST CENTURY: AN ATTEMPT AT A THEORETICAL ANALYSIS OF SOFT AND SMART POWER	Dr. Öğr. Üyesi Ali ÇİÇEK
		6	TÜRKİYE'DE KALKINMA GÖSTERGELERİ İLE VERGİ YAPISI İLİŞKİSİ	Doç. Dr. Ulvi SANDALCI Doç. Dr. İnci SANDALCI
		7	SOSYAL HARCAMALAR İLE YAŞAM MEMNUNİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİYE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr. Ulvi SANDALCI Doç. Dr. İnci SANDALCI

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade**	1	REGIONAL VARIETIES OF ENGLISH &LISTENING COMPREHENSION SKILLS OF EFL UNIVERSITY STUDENTS	Ana Koceva, PhD Natka Jankova Alagjozovska, PhD Sashka Jovanovska, PhD Simona Serafimovska, MA
		2	ERKEN ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE UYGULANAN STEM VE STEAM ETKİNLİKLERİNİN 21.YÜZYIL BECERİLERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, EMİNE DERYA KORKMAZ Doç.Dr, ALİ KAHRAMANOĞLU
		3	İLKOKUL ÇAĞI PİYANO EĞİTİMİNDE STACCATO TEKNİĞİNİN ÖĞRETİLMESİ VE OYUNLAŞTIRMA YAKLAŞIMININ ETKİSİ	Özcan GENÇ Prof. Dr. M. Kayhan KURTULDU
		4	KÜÇÜK YAŞ PİYANO EĞİTİMİNDE ÜÇLEME NOTA KÜMESİNİN RİTİM ÇALIŞMALARI İLE ÖĞRETİLMESİ	Özcan GENÇ Prof. Dr. M. Kayhan KURTULDU
		5	JINAS AND ITS POETIC FUNCTION IN THE GHAZALS OF 20TH CENTURY POET ALIAGHA VAHID	Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade
		6	YAŞLILARLA GEÇİRİLEN ZAMANIN YAŞLI AYRIMCILIĞINA ETKİSİ	Deniz TEKEŞ Arzu BURAK

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr. Mehmet Cüneyt GÖKÇE**	1	Tefsirde Tûsterî Yöntemi	Dr. Öğr. Üyesi Abdulhalim ABDULLAH
		2	Kur'an'daki Düzenin Estetikleri	Dr. Öğr. Üyesi Abdulhalim ABDULLAH, Doç. Dr. Halit Boz,
		3	THE ISSUE OF THE EXISTENCE OF THE AFTERLIFE	Doç. Dr. Mehmet Cüneyt GÖKÇE
		4	JUDGMENTDAY AND AFTERLİFE	Doç. Dr. Mehmet Cüneyt GÖKÇE
		5	İSLAM HUKUK DOKTRİNİNDE HÜKÜMDE DEĞİŞİM OLGUSU	Mehmet Yasin KOÇAK

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Ananya Sharma,**	1	THE DYNAMICS OF LANGUAGE LEARNING: A GROUNDED THEORY PERSPECTIVE	Anna Lukas
		2	ENHANCING COGNITIVE FUNCTION THROUGH IMPROVISATION IN CARNATIC MUSIC: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	Ananya Sharma, Luciana Dias
		3	REVISITING OBJECT RELATIONS IN ARABIC SYNTAX	Kofi Osei
		4	COMPARATIVE ANALYSIS OF AFFRICATE INITIAL CONSONANTS IN MANDARIN AND SLOVAK LANGUAGES	Elena Novak Ming Zhao
		5	PREDICTIVE ANALYSIS OF SOLAR ENERGY TRENDS IN EGYPT BY 2035 USING A DYNAMIC BAYESIAN FRAMEWORK	Victor J. Leclerc, Nia K. Tsegaye
		6	ANALYZING STOP CONSONANTS IN MANDARIN CHINESE AND SLOVAK: A COMPARATIVE STUDY USING PRAAT	Helena Novak
		7	NEW PERSPECTIVES ON THRESHOLD CONCEPTS IN TESOL: A THEMATIC EXPLORATION OF DISCIPLINARY CORE PRINCIPLES	Laura Schmidt, Michael Rossi
		8	EXPLORING ARCHITECTURAL TYPOLOGIES THROUGH THE AFFORDANCE THEORY	Thomas Schmidt

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Dr. Alisher Rahmatov,**	1	ENHANCING SUSTAINABLE DECISION MAKING THROUGH THOUGHTFUL INTELLIGENCE	Assoc. Prof. Dr. Alisher Rahmatov, Darya Kholmatova
		2	THE SIGNIFICANCE OF BIRTHDAYS: AN ANALYTICAL STUDY OF RITUALS AND SOCIAL DYNAMICS IN GLOBAL CULTURES	Arun Rathasak, Nattapong Mahakot
		3	COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL AND CONVENTIONAL POLICY POSITIONS: INSIGHTS FROM A THAI POLITICAL LANDSCAPE	Suriya Preechapan, Ananda Chaiyapong, Naree Thongyoo
		4	THE CULTURAL AND SOCIAL SIGNIFICANCE OF BIRTHDAY CELEBRATIONS: A COMPARATIVE ANALYSIS ACROSS DIVERSE SOCIETIES	Faisal Al-Harthy, Aisha Al-Maawali
		5	LANGUAGE POLICY AND NATION BUILDING: LESSONS FROM SOUTH ASIA AND BEYOND	Sami Al-Farsi Omar Al-Harbi
		6	ANALYZING PUBLIC SECTOR CORRUPTION IN NIGERIA: INSIGHTS FROM INSIDERS ON ITS NATURE, CHARACTERISTICS, AND CORE CAUSES	Amina Al-Said, Omar Al-Mansoori
		7	ENHANCING CRIME MODELING WITH A GOAL-ORIENTED FRAMEWORK	Ahmad Al-Momani, Fatima El-Amin
		8		

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Assis. Prof. Dr. Elise Müller**	1	ADVANCED INTUITIONISTIC FUZZY VIKOR APPROACH FOR GROUP DECISION-MAKING IN SUPPLIER SELECTION	Dara Vannak, Sopheak Chan, and Kimsan So
		2	THE INFLUENCE OF CULTURAL DIFFERENCES ON TOURIST EVALUATIONS OF HOTEL SERVICE QUALITY	Aisuluu Tulegenova, Kamil Akhmetov
		3	INTEGRATIVE APPROACHES FOR SUSTAINABLE HERITAGE MANAGEMENT: COMMUNITY ENGAGEMENT AND TRANSPARENT PLANNING	Omar Al-Farisi, Ayesha Al-Khalifa
		4	ENHANCING URBAN DENSIFICATION THROUGH INNOVATIVE ROAD INFRASTRUCTURE PLANNING IN THE LEBANESE CONTEXT ,	L. Khalil, A. Fadly
		5	UNVEILING COLOR SYMBOLISM: AN EXPLORATORY STUDY OF GOOD AND EVIL THROUGH VISUAL INTERPRETATION	Amir Rafiq Dr. Li Na Zhang
		6	ASSESSING THE INFLUENCE OF DESTINATION CHARACTERISTICS ON COASTAL TOURISTS' EXPERIENCES: A CASE STUDY OF LANGKAWI, MALAYSIA	R. A. Aziz, H. L. Tan, M. N. Rahman
		7	THE IMPACT OF POSITIVE EMOTIONAL STATES ON COGNITIVE DISSONANCE IN ONLINE IMPULSE PURCHASES: A EUROPEAN PERSPECTIVE	R. Schmidt, Jan Klein
			ENHANCING ORGANIZATIONAL PERFORMANCE THROUGH SOCIAL AND CIVIC COMPETENCIES	R. Sousa, M. Pereira
		8	EXPLORING KEY CONCEPTS AND DEBATES IN SUSTAINABLE TOURISM	Assis. Prof. Dr. Elise Müller, Dr. Luca Rossi

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Elena Van der Meer,**	1	THE ROLE OF SOCIAL CONTROL IN RESPONSE TO POLITICAL DEVIANCE: THE CASE OF MORDECHAI VANUNU IN ISRAELI SOCIETY	Jing Wei
		2	NAVIGATING THE BOUNDARIES: THE DYNAMICS OF FREE EXPRESSION IN ASIAN JURISPRUDENCE	Zalina Zhang Arjun Patel
		3	EVOLUTION OF DE-ESCALATION UNDERSTANDING AMONG STUDENTS IN PROFESSIONAL LAW ENFORCEMENT TRAINING	Prof. Dr. Li Wei,
		4	THE INFLUENCE OF GLOBALIZATION ON THE EVOLUTION OF INDONESIA'S EMERGING INDUSTRIES	Dian Rahmadani
		5	GOVERNMENT INITIATIVES FOR THE REINTEGRATION OF HUMAN TRAFFICKING SURVIVORS: A CASE STUDY OF VIETNAM	Raden Permadi Sri Widati
		6	INVESTIGATING ENVIRONMENTAL EMOTIVE TRIGGERS IN EXTREMIST PROPAGANDA	Mihaela Petrescu
		7	EXPLORING DUAL LAYERS OF FOOD SAFETY AND GMO CHALLENGES IN ROMANIAN AGRICULTURAL LAW	Andrei Popescu
		8	OPTIMIZING THE OUR EYES INITIATIVE: A STRATEGIC APPROACH TO COUNTER-TERRORISM IN ASEAN	Petar Ivanov, Elitsa Dimitrova, Georgi Stoyanov, Elena Kirova
		9	ENHANCING KANT'S CONCEPTION OF HUMAN DIGNITY: INTEGRATING SINGULARITY WITHIN UNIVERSAL NORMS	Elena Van der Meer, Johannes Bakker

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Dr. Franz Kiley**	1	THE SIGNIFICANCE OF PRESERVING ANCIENT, HISTORICAL, AND CULTURAL HERITAGE AND ITS ROLE IN TOURISM	Luca Bianchi, Ana Costa, Sophie Meyer, Éric Dubois
		2	ASSESSMENT OF ECOLOGICAL IMPACTS OF TOURISM ON CAJU BEACH IN PALMAS, TOCANTINS, BRAZIL	Elena M. Rodriguez, Lukas B. Schmidt, Nadia S. Dupont, Victor M. Carvalho, Emilia T. Alves
		3	SUSTAINABLE MANAGEMENT OF NON-TIMBER FOREST PRODUCTS AND THEIR IMPACT ON RURAL LIVELIHOODS: INSIGHTS FROM LAMABAGAR, NEPAL	Eva Schmidt, Sofia Petrova
		4	EXAMINING THE IMPACT OF LEADERSHIP STYLES ON EMPLOYEE CREATIVITY AND ORGANIZATIONAL COMMITMENT IN THE HOSPITALITY INDUSTRY	Phoutxay Chanthavong Amara Lertcharoen
		5	ENHANCING TOURISM IN THE HISTORICAL AND CULTURAL SITES OF ALEXANDRIA: A COMPREHENSIVE APPROACH	Laura S. Martinez, Elena K. Prokopiou
		6	EVALUATING THE IMPACT OF ELECTRONIC CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT IN THE HOSPITALITY INDUSTRY: EVIDENCE FROM TWO HOTELS IN AUSTRIA	Dr. Emilia Huber, Dr. Franz Kiley
		7	EMERGING TRENDS AND BEHAVIORAL SHIFTS IN INTERNATIONAL TOURISM: A CASE STUDY OF MOROCCAN OUTBOUND TRAVEL	L. Moretti, A. Schmidt
		8		

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 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. Öğrt. Üyesi, Mehmet METİN**	1	THE RELATIONSHIP BETWEEN ISOMETRIC STRENGTH AND LIFESTYLE HABITS IN UNTRAINED ADULTS	Ali Mert ŞENDİL Zeynep DOĞAN Umut CANLI
		2	GENÇ KIZ VOLEYBOLCULARIN MOTOR YETERLİLİK VE ATLETİK PERFORMANS UNSURLARI	Zeynep DOĞAN Ali Mert ŞENDİL Doç. Dr. Umut CANLI
		3	Elit Kadın Hentbol Takımının Sezon Öncesi Atletik Performans Değerlendirmesi: Fonksiyonel Hareket Kapasitesi ve Atletik Performansı Arasındaki İlişki	Barış ÖNGÖREN Zeynep DOĞAN Ali Mert ŞENDİL Umut CANLI
		4	MOTOR PERFORMANS VE FONKSİYONEL HAREKET KAPASİTESİ İLİŞKİSİ: GENÇ KIZ VOLEYBOLCULAR ÖRNEĞİ	Zeynep DOĞAN Ali Mert ŞENDİL Doç. Dr. Umut CANLI
		5	GENÇ FUTBOLCULARDA SPORCU BAĞLILIĞI VE BAŞARISIZLIK KORKUSUNUN İNCELENMESİ	Dr. Öğrt. Üyesi, Mehmet METİN Doç. Dr., Yeliz ERATLI ŞİRİN
		6	CURRENT APPROACHES TO PREMENSTRUAL SYNDROME IN TERMS OF NUTRITION	Dyt. Nisa GÖK Dr. Öğr. Üyesi Eren CANBOLAT
		7	A TRADITIONAL REVIEW ON THE USE OF BEET JUICE IN ATHLETES	Dyt. Nurgül YILMAZ Dr. Öğr. Üyesi Eren CANBOLAT

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doç.Dr., Kamuran ÖZDİL**	1	CHANGE IN METHEMOGLOBIN LEVELS IN PATIENTS ON DAPSONE	Saadi Fatima Z., Rezk-kallah H
		2	ENHANCED BACTERIOCIN PRODUCTION AND EFFICIENCY BY LACTOBACILLUSPLANTARUM IN CO-CULTURE WITH MAMMALIICOCUUS SCIURI STRAIN TY-42”	Assist. Prof. K.R.Padma Reader K.R.Don
		3	YAŞLILAR İÇİN AKILLI TELEFONDA SAĞLIK UYGULAMALARINA YÖNELİK EĞİTİM ÇALIŞMASI “SAĞLIĞIM CEBİMDE”: KALİTATİF BİR ÇALIŞMA	Öğrenci, Enes FIRTINA Doç.Dr., Kamuran ÖZDİL
		4	YAŞLILARIN SAĞLIK BİLGİSİ ARAMA DAVRANIŞLARINDA TELEVİZYON VE İNTERNETİN YERİ	Öğrenci, Emine YILDIZ Öğrenci, Ayşegül YİĞİTCAN Öğrenci, Sudenaz AĞKOÇ Öğrenci, Kübra KARATAŞ Doç.Dr., Kamuran ÖZDİL
		5	EVALUATİON OF THE VARIETY, INGREDIENTS, ADDITIVES, ENERGY, AND MACRONUTRIENT LEVELS OF MUESLI AND GRANOLA AVAILABLE ON THE MARKET	Dr. Öğr. Üyesi Çiler ÖZENİR Dyt. Kübra TAŞDAN
		6	EXAMINATION OF CHILDHOOD TRAUMAS, PARENTAL ATTITUDES AND THE EFFECT OF FAMILY ON CAREER CHOICE IN CAREER DEVELOPMENT IN NURSING STUDENTS	ELANUR KESKİN Reserch Assistant, BEDİA TARSUSLU
		7	GEBELERDE PRENATAL BAĞLANMA VE SAĞLIK İLETİŞİMİNİN SİGARA BIRAKAMA NİYETİ VE BAŞARISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Çağla PÜRCÜ ARŞ.GÖR. BEDİA TARSUSLU
		8	TURKISH VALIDITY AND RELIABILITY STUDY OF THE SMOKER SELF-STIGMA QUESTIONNAIRE	Öğrenci, ÖZNUR BAYRAM Arş. Gör. BEDİA TARSUSLU

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Dr.Öğr.Gör. OĞUZ KÜRŞAT DEMİRCİ**	1	ANALYSIS OF CRYPTOCURRENCY TIME SERIES DATA USING MACHINE LEARNING	Dr.Volkan ALTINTAŞ
		2	TİCARİ ARAÇLARDA MANUEL PARK FRENİ VE ELEKTRONİK PARK FREN SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	Ar-Ge Elektrik Donanım Ekip Lideri, Ezgi Aslane Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Mehmet Kuş
		3	INVESTIGATION OF THE CONTRIBUTION OF REGENERATIVE BRAKING SYSTEMS USED IN ELECTRIC VEHICLES TO THE INCREASE OF MILEAGE	Dr.Öğr.Gör. OĞUZ KÜRŞAT DEMİRCİ Prof. Dr. MURAT ÇETİN
		4	BEAM DESIGN VIA NEW SWARM-BASED METAHEURISTICS	Betül ÜSTÜNER Erkan DOĞAN
		5	MINIMUM WEIGHT OPTIMIZATION OF 3-D STEEL FRAME SYSTEM	Betül ÜSTÜNER Erkan DOĞAN
		6	AN ANALYSIS ON THE POTENTIAL FOR INCREASED EFFICIENCY AND ENERGY SAVINGS IN TURBO GENERATOR SYSTEMS	Mechanical Engineer, Samet ARAT Dr. Lec. Member, Hasan Donat YILDIZAY
		7	İKLİM NÖTRLÜĞE GEÇİŞTE ULUSLARARASI AKSİYONLARA BAKIŞ	Doç. Dr. Erdem IŞIK Hande ALYANAK BİLGİN

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Elena M. Rodriguez,**	1	ETHICAL CONSIDERATIONS IN ANTI-DOPING SYSTEM MANAGEMENT: A COMPARATIVE STUDY OF MALAYSIA AND GLOBAL PRACTICES	Ahmad Syafiq Abdullah, Lin Wei Hua
		2	MORPHOLOGICAL VARIATIONS IN FEMALE TRACK AND FIELD ATHLETES IN PAKISTAN	Nida Aslam, Ahmed Farooq, Sara Khan
		3	IMPACT OF LONG-TERM PHYSICAL TRAINING ON VARIABILITY IN SKELETAL DIAMETERS AMONG WOMEN	Sadia Khan, Ahmed Malik
		4	INVESTIGATING THE IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY AND NUTRITIONAL INTAKE ON COGNITIVE FLEXIBILITY	Ahmed Khalil, Assis. Prof. Dr. Layla Hassan
		5	ENHANCING PUBLIC HEALTH THROUGH SPORTS: A STRATEGIC APPROACH	Assoc. Prof. Dr. Elena Rossi, Dr. Marco Bianchi, Laura Conti,
		6	ENHANCING STUDENT ENGAGEMENT IN SWIMMING CLASSES: A STUDY ON THE EFFECTIVE TEACHING PYRAMID	Elena M. Rodriguez,
		7	THE IMPACT OF ATHLETE SATISFACTION ON TEAM SPORTS PERFORMANCE: A STUDY AT THE UNIVERSITY OF DEBRECEN	M. K. Novak, J. P. Szabo,
		8	EFFECTS OF LONGITUDINAL PHYSICAL CONDITIONING ON MORPHOMETRIC PARAMETERS IN EUROPEAN MALE ADOLESCENTS	Lucas Schmidt, Elena Varga

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 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. Öğrt. Üyesi, Mehmet METİN**	1	ASSESSING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN THERAPEUTIC CENTERS ASSOCIATED WITH KERMANSHAH UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES, IRAN	Gharehbagh V.Hamishehkar , H.Aghababa
		2	FETAL AND INFANT MORTALITY RATES IN BOTUCATU CITY, SÃO PAULO STATE, BRAZIL: ASSESSING MATERNAL-INFANT HEALTHCARE	Noda Salvador I. C, Fonseca C. R. B.
		3	COMPARISON OF THIOPENTAL-FENTANYL AND MIDAZOLAM-FENTANYL FOR PROCEDURAL SEDATION IN EMERGENCY DEPARTMENT PATIENTS WITH SHOULDER DISLOCATION AND DISTAL RADIAL FRACTURE-DISLOCATION: A RANDOMIZED DOUBLE-BLIND CONTROLLED TRIAL	D. Abbasi S. Shafiee Ardestani, E. Payani
		4	TWO INSTANCES OF VACTERL ASSOCIATION DURING PREGNANCY TREATED WITH LYMPHOCYTE THERAPY	Seyed Mortazavi, Memari Masod, Ahmad Hasani, Abed Zhaleh
		5	EMBRACING HEALTH INFORMATION APPLICATIONS WITHIN SMART NATIONAL IDENTITY CARDS (SNIC) THROUGH AN INNOVATIVE I-P FRAMEWORK	Ismail Azrifah Hassan, Masrah Bile, Murad Azmi
		6	HOW STATISTICAL METRICS AND OPTIMIZATION TECHNIQUES DRIVE GENE SELECTION IN LUNG AND OVARIAN TUMORS	C. Premalatha Kenan Gunavathi,
		7	PERINATAL RESULTS IN INSTANCES OF BLEEDING DURING THE INITIAL AND EARLY SECOND TRIMESTER	S. Chhabra, P. Kalra Tickoo
		8		

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Elina Karimova,**	1	ENHANCING BASKETBALL SHOT PREDICTION THROUGH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS AND TEMPORAL ANALYSIS	Júlia Kovács, László Tóth, Anikó Varga, János Kocsis
		2	COMPARATIVE ANALYSIS OF ACHIEVEMENT MOTIVATION AND SPORTS COMPETITION ANXIETY ACROSS ACADEMIC LEVELS	László Tóth, Katalin Kovács, Zoltán Horváth, Éva Nagy
		3	COMPARATIVE ANALYSIS OF JOINT RANGE OF MOTION IN ATHLETES: RUNNERS VS. SWIMMERS	Dr. Elena Petrova, Assis. Prof. Dr. Stoyan Ivanov
		4	EVALUATING PSYCHOMOTOR DEVELOPMENT IN EARLY CHILDHOOD: A COMPARATIVE ANALYSIS OF EIGHT ASSESSMENT TOOLS	Elina Karimova, Nuriddin Shokirov
		5	EVALUATING CAREER TRANSITION SUPPORT PROGRAMS FOR OLYMPIC ATHLETES IN AFGHANISTAN: A CONCEPTUAL ANALYSIS	Zainab Rahimi, Assis. Prof. Ahmad Shah, Dr. Ebrahim Firooz, Dr. Roya Nazari
		6	EPIDEMIOLOGICAL STUDY AND MECHANISMS OF BADMINTON INJURIES IN YOUTH: INSIGHTS FROM MEDICAL CHECK-UPS AND SURVEYS	Mei Zhang, Li Wei, Chen Xu
		7	EFFECTS OF MINDFULNESS MEDITATION ON REDUCING ACADEMIC STRESS AMONG FEMALE ADOLESCENTS	Liu Yan, Zhang Mei, Chen Wei, Li Hua
		8	IMPACT OF FRAME GEOMETRY AND ERGONOMIC ADJUSTMENTS ON CYCLING EFFICIENCY AND MUSCLE ACTIVATION	Antoine Dupont, Dr. Claire Lefebvre

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. Yumi Tanaka,**	1	VIBRATIONAL CHARACTERISTICS OF FUNCTIONALLY GRADED PRETWISTED PLATES IN THERMAL ENVIRONMENTS: A FINITE ELEMENT APPROACH	A. Kumar, R. H. Nguyen,
		2	ENHANCED SATELLITE SOLAR PANEL DEPLOYMENT USING A BRUSHED DC MOTOR FOR SPEED REGULATION	Hiroshi Nakamura, Rina Yamada
		3	ENHANCING ACCIDENT ANALYSIS THROUGH SYSTEMIC MULTI-FACTORIAL FRAMEWORKS	A. T. Liu, B. H. Moyo, C. J. Kimura
		4	ENHANCING EFFICIENCY OF ARRIVAL FLIGHTS THROUGH SPEED REGULATION: A STUDY AT TAOYUAN INTERNATIONAL AIRPORT	H. Zhang, K. Lee, M. Kim, L. Osei
		5	ANALYZING PROCESS PARAMETERS FOR SPRING-BACK MINIMIZATION IN V-BENDING OF HSLA 420 STEEL: A SIMULATION-BASED STUDY	Dr. Hiroshi Tanaka, Mei Lin Chen
		6	OPTIMIZED ELECTROMAGNETIC DAMPING SYSTEM FOR VIBRATION ENERGY RECOVERY	A. Yamada, J. K. Zhou
		7	ADVANCED RELATIVE NAVIGATION FOR FORMATION FLYING SATELLITES USING LASER INTERMITTENT MEASUREMENTS	Dr. Yumi Tanaka, Dr. Min-Jae Kim, Dr. Hyun-Seok Lee
		8		

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 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. Elena Costa**	1	EVALUATION OF ENERGY OUTPUT AND IRRADIANCE ANALYSIS TECHNIQUES İN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS	Minh Chau Tran, Nguyen Hoang Anh, Ha Thi Mai
		2	INTEGRATION OF SOLAR POWER GENERATORS AND ENERGY STORAGE SYSTEMS İN POWER DISTRIBUTION NETWORKS	L. Tran, H. Nguyen, V. Pham, N. Hoang
		3	THE PROMISE OF HYBRID MICROGRIDS FOR ALLEVIATING POWER SHORTAGES İN LEBANON	T. Nguyen, H. Tran
		4	ANALYSIS OF VIBRATION SIGNALS İN SMALL VERTICAL AXIS WIND TURBINES	Mei Lin Zhang, Zhao Wei Chen, Haruto Nakamura
		5	INVESTIGATION OF LEAK EFFECTS ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS UNDER CO-ELECTROLYSIS CONDITIONS	Dr. Yumi Kim, Dr. Wei Zhang, Dr. Haruto Nakamura, Dr. Elena Costa
		6	A NOVEL THERMOCHEMICAL ENERGY STORAGE SOLUTION FOR TRANSPORTATION: DESIGN AND EVALUATION	Lin Cheng, Yulia Petrov
		7	ADVANCED CONSUMER LOAD PROFILING USING AN ENTROPY-ENHANCED K-MEANS APPROACH	Aisha Z. Jafari, Mei Ling Zhao
		8	IMPACT OF SURFACTANT ADDITION ON THE SUPERCOOLING BEHAVIOR OF TITANIA NANOFLUIDS İN THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEMS	Mei Ling Zhang, Hiroshi Nakagawa, Kaito Tanaka
		9	OPTIMIZING TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF SMART MICRO-GRIDS WITH RENEWABLE ENERGY: A CASE STUDY İN ASIA	Y. T. Lin, K. W. Zhang, L. R. Chen, Mei Hua, Xiaodong Liu

BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPORTS AND HEALTH SCIENCES
BURSA 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATIC AND ENGINEERING
ARTDergi 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
September 20 - 22, 2024
BURSA
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

21 Eylül / September 21, 2024 / 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. Pradeep Kumar,**	1	MICROSTRUCTURAL AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED NANOGRAINED LIFEPO4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Jianhui Chen, Mei Lin Wu
		2	MICROSTRUCTURAL ANALYSIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Jia-Li Huang, Qiang Liu, Rong-Xin Zhang
		3	FABRICATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES AND THEIR ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE AS ANODE MATERIALS FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Xin Liu Hyeon-Ju Park Haruto Yamaguchi Nurul Izzati Ahmad
		4	PROPANE DEHYDROGENATION OVER PLATINUM-TIN CATALYSTS SUPPORTED ON MAGNESIUM ALUMINATE WITH VARYING MG/AL RATIOS	Liang Chen, Yuan Zhang
		5	EXPERIMENTAL ANALYSIS OF FIRE-RESISTANCE IN ECO-FRIENDLY CORRUGATED SANDWICH PANELS	Dr. Wang Jun Dr. Pradeep Kumar, Dr. Lian Xiu
		6	SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF 3D SNO CABBAGE NANOSTRUCTURES AS ANODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Muhammad Zubair Iqbal Yingjie Li Pengpeng Liu

Contents

ISBN: 978-625-6283-75-6

KRİPTO PARA ZAMAN SERİSİ VERİLERİNİN MAKİNE ÖĞRENİMİ KULLANILARAK ANALİZİ

Dr.Volkan ALTINTAŞ
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, - 0000-0002-1560-9017

ÖZET

Kripto para piyasalarının artan önemi ve yüksek volatilitesi, bu piyasaların karmaşık dinamiklerini anlamak ve tahmin etmek için yenilikçi ve etkili yöntemlere olan ihtiyaç artırmıştır. Geleneksel analiz yöntemlerinden daha kapsamlı ve doğru tahminler elde etmek amacıyla, bu çalışmada makine öğrenimi algoritmalarının birlikte kullanımı üzerine çalışılmıştır. Çalışmamızda, kripto varlıkların öncüsü olan Bitcoin'in 2020-2024 yılları arasındaki günlük verileri ele alınmıştır. Bu veri seti, Bitcoin'in fiyat hareketlerini, işlem hacimlerini ve çeşitli teknik göstergeleri içermektedir. Veri setinde varolan veriler kullanılarak özellik mühendisliği ile teknik özelllikler (SMA5, SMA20, SMA100, EMA5, EMA20, EMA100, RSI vb.) elde edilmiştir. Çalışmamızda, üç farklı makine öğrenimi modeli kullanılmıştır: Random Forest, XGBoost ve Long Short-Term Memory (LSTM). Her bir model, Bitcoin fiyat tahmininde farklı güçlü yönlere sahiptir. Random Forest, veri setindeki karmaşık ilişkileri yakalamada etkili iken XGBoost, yüksek tahmin doğruluğu ve hızlı işlem süresi sunmaktadır. LSTM ise, zaman serisi verilerindeki uzun vadeli bağımlılıkları modellemede konusunda yetkin olduğundan dolayı tercih edilmiştir. Bu modellerin bireysel tahminleri, daha sonra topluluk öğrenmesi (ensemble learning) yaklaşımı kullanılarak birleştirilmiştir. Bu yöntem, her bir modelin güçlü yönlerini bir araya getirerek, daha tutarlı ve doğru Bitcoin fiyat tahminleri elde etmeyi amaçlamaktadır. Modellerin performansını değerlendirmek için iki temel metrik kullanılmıştır: Ortalama Kare Hata (Mean Squared Error - MSE) ve Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error - MAE). MAE değerlerine göre en iyi sonucu Random Forest algoritmasından elde edildiği görülmüştür. Topluluk öğrenimi için elde MAE değeri ise 1017,3314 şeklinde elde edilmiştir. Bu çalışma, kripto para piyasalarındaki fiyat tahmininde makine öğrenimi tekniklerinin etkinliğini göstermeyi ve topluluk öğrenmesi yaklaşımının potansiyel faydalarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler : Makine Öğrenmesi, Kripto Para, Modelleme

ISBN: 978-625-6283-75-6

ANALYSIS OF CRYPTOCURRENCY TIME SERIES DATA USING MACHINE LEARNING

ABSTRACT

The increasing importance and high volatility of cryptocurrency markets have heightened the need for innovative and effective methods to understand and predict the complex dynamics of these markets. In this study, we focused on the combined use of machine learning algorithms to obtain more comprehensive and accurate predictions than traditional analysis methods. Our study examined the daily data of Bitcoin, the pioneer of crypto assets, between 2020-2024. This dataset includes Bitcoin's price movements, transaction volumes, and various technical indicators. Using the existing data in the dataset, technical features (SMA5, SMA20, SMA100, EMA5, EMA20, EMA100, RSI, etc.) were obtained through feature engineering.In our study, three different machine learning models were used: Random Forest, XGBoost, and Long Short-Term Memory (LSTM). Each model has different strengths in predicting Bitcoin prices. While Random Forest is effective in capturing complex relationships in the dataset, XGBoost offers high prediction accuracy and fast processing time. LSTM was chosen for its competence in modeling long-term dependencies in time series data.The individual predictions of these models were then combined using an ensemble learning approach. This method aims to achieve more consistent and accurate Bitcoin price predictions by bringing together the strengths of each model.Two basic metrics were used to evaluate the performance of the models: Mean Squared Error (MSE) and Mean Absolute Error (MAE). According to the MAE values, the best result was obtained from the Random Forest algorithm. The MAE value for ensemble learning was obtained as 1017.3314.This study aims to demonstrate the effectiveness of machine learning techniques in price prediction in cryptocurrency markets and to reveal the potential benefits of the ensemble learning approach.

Keyword : Machine Learning, Crypto Money , Modelling

1. Giriş

Son on yılda, kripto paralar finansal ekosistemin önemli bir parçası haline gelmiştir. Bitcoin'in 2009 yılında ortaya çıkışından bu yana, kripto para piyasası hem değer hem de çeşitlilik açısından muazzam bir büyüme göstermiştir. 2024 yılı itibarıyla, küresel kripto para piyasasının toplam değeri 1 trilyon doları aşmış durumdadır. Bu hızlı büyüme, beraberinde yüksek volatilite ve karmaşık piyasa dinamiklerini de getirmiştir. Kripto para piyasalarının bu benzersiz özellikleri, geleneksel finansal analiz yöntemlerinin etkinliğini sınırlamakta ve yeni analiz tekniklerine olan ihtiyacı artırmaktadır.

Makine öğrenmesi, son yıllarda finansal veri analizi ve tahmin alanında devrim yaratmıştır. Özellikle zaman serisi analizinde, makine öğrenmesi modelleri geleneksel istatistiksel yöntemlere göre daha üstün performans göstermiştir. (Doğan & Büyükkör, 2022) Derin öğrenme, rastgele ormanlar ve gradyan artırma gibi teknikler, karmaşık finansal verilerdeki gizli kalıpları ortaya çıkarmada ve gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmede etkili olmuştur (Şişmanoğlu et al., 2020). Kripto para piyasalarının yüksek frekanslı ve çok boyutlu yapısı, makine öğrenmesi modellerinin güçlü yönleriyle uyum sağlamaktadır.

Bu çalışma, makine öğrenimi algoritmalarının birlikte kullanımına dayanan bir yaklaşım sunarak, Bitcoin fiyat tahmininde daha etkili bir yöntem geliştirmeyi amaçlamaktadır. 2020-2024 yılları arasındaki günlük Bitcoin verilerini kullanarak, üç farklı makine öğrenimi modeli-Random Forest (RF), eTreme Gradient Boosting (XGBoost) ve Long Short-Term Memory (LSTM) uygulanmış ve bu modellerin sonuçları topluluk öğrenmesi yaklaşımıyla birleştirilmiştir.

Çalışmanın temel amacı, her bir modelin güçlü yönlerini bir araya getirerek daha tutarlı ve doğru Bitcoin fiyat tahminleri elde etmektir. Kullanılan veri seti, Bitcoin'in fiyat hareketleri, işlem hacimleri ve çeşitli teknik göstergeleri içermektedir. Ayrıca, özellik mühendisliği teknikleri kullanılarak ek teknik özellikler (SMA5, SMA20, SMA100, EMA5, EMA20, EMA100, RSI vb.) elde edilmiştir.

Bu araştırma, kripto para piyasalarındaki fiyat tahmininde makine öğrenimi tekniklerinin etkinliğini göstermeyi ve topluluk öğrenmesi yaklaşımının potansiyel faydalarını ortaya koymayı hedeflemektedir. Elde edilen sonuçlar, özellikle RF algoritmasının ve topluluk öğrenmesi yaklaşımının umut verici sonuçlar sunduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın, kripto para piyasalarındaki karar verme süreçlerine katkıda bulunması ve gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturması beklenmektedir.

ISBN: 978-625-6283-75-6

Makalenin geri kalanı şu şekilde yapılandırılmıştır: Bölüm 2'de ilgili literatür incelenecek, Bölüm 3'te kullanılan veri seti, metodoloji ve kullanılan modeller açıklanacak, Bölüm 4'te bulgular sunulacak ve tartışılacak, son olarak Bölüm 5'te çalışmanın sonuçları özetlenecektir.

2. Literatür Analizi

Şenol ve Denizhan yaptıkları çalışmada kripto para hareketliliği en yüksek olan kripto paralar arasından Bitcoin, Ethereum ve Cardano seçilerek fiyat tahmini çalışması yapmıştır. Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi yöntemleri ile bu kripto paraların açılış, kapanış, gün içindeki en küçük ve en büyük değerleri kullanılarak bir sonraki günün kapanış değeri tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda Yapay Sinir Ağları ile yapılan tahmin çalışmasının Regresyon Analizi ile yapılan tahmin çalışmasından daha başarılı performans sergilediği gözlemlenmiştir (Şenol & Denizhan, 2023).

Köksal vd. Yaptıkları çalışmada, Twitter kullanıcılarının Bitcoin ile ilgili yorumlarını toplayarak bir duygu analizi çalışması yapmıştır. Kullanıcı yorumları, Naïve Bayes ve Lojistik Regresyon algoritmaları kullanılarak oluşturulan modellerde başarı oranları karşılaştırılmıştır. Naïve Bayes uygulamasının tweetlerin duygularını tahmin etmedeki başarı oranı %72,19 olurken, Lojistik Regresyon uygulamasında bu oran %75,53 olmuştur.Ayrıca duygu analizi çalışmasından sonra "Bitcoin" anahtar kelimesi içeren günlük pozitif tweet oranı ile Bitcoin günlük açılış değeri beraber kullanılarak Bitcoin kapanış değeri tahminlemesi yapılmıştır. Doğrusal Regresyon ve Rastgele Orman Regresyon yöntemleri ile modeller oluşturulmuştur. Doğrusal Regresyon için r^2 değeri %88,97 çıkarken, Rastgele Orman Regresyonu için ise %94,16 olmuştur (Köksal et al., 2021).

Akçay ve Yıltas yaptıkları çalışmada makine öğrenmesi ve derin öğrenme tekniklerinden ARIMA, SARIMA, Prophet, XGBoost, LSTM, RNN ve GRU algoritmalarını kullanılarak tüketicilerin kontör tüketimleri zaman serileri yardımıyla tahmin etmeye çalışmışlardır. Modelleri karşılaştırmak için MAE, MAPE, RMSE ve Determinasyon Katsayısı (R^2) kullanılmıştır. Sonuçlarına göre zaman serilerinin tahminlemesinde derin öğrenme tekniklerinin, makine öğrenmesi yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Akçay & Yıltas-Kaplan, 2024).

Indulkar çalışmasında, farklı algoritmalar kullanılarak başlıca kripto para birimlerinin Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Chainlink (LINK), Bitcoin Cash (BTC), XRP (XRP) tahmini ve günlük en yüksek-en düşük-kapanışının zaman serisi analizini yapmışlardır. Çalışma veri kümelerinin mevsimselliğine dayalı olarak farklı kripto para birimlerinin zaman serisi analizini amaçlamaktadır. Analiz aşamasında LSTM ve tahmin aşamasında fbprophet kullanılmıştır.

Ölçüm metriği olarak MAE (Ortalama Mutlak Hata) kullanılmıştır. Bu çalışmada, en düşük hata değerinin 0,01867 olan Bitcoin kripto para birimi için, ardından 0,02632 olan Bitcoin Cash için üretildiği gözlemlenmiştir (Indulkar, 2021).

Alsharef vd. yaptıkları çalışmada, makine öğrenimi (ML), derin öğrenme (DL) ve AutoML kullanan zaman serisi tahminiyle ilgili deneyler üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada kullanılan veri kümeleri, şu anda en çok kullanılan kripto para birimlerinin gerçek fiyatlarının ikincil nicel verileriydi. Zaman serileri için AutoML'nin hala geliştirme aşamasında olduğunu ve elle tasarlanmış ML ve DL modellerini geride bırakamadığı için uygulanabilir bir çözüm olması için daha fazla çalışma gerektirdiğini sonucuna ulaşmışlardır (Alsharef et al., 2022).

Pang vd. yaptıkları çalışmada, bitcoin fiyatları ile sosyal duygu verileri arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi modellemek ve fiyat değerlerini önceden tahmin etmek için farklı makine öğrenmesi tekniklerini karşılaştırmışlardır.Analiz yoluyla, duygu veri modelinin doğrusal olmayan ilişkiyi yakalamada, teknik göstergeler ve karar ağaçları gibi geleneksel yöntemlere kıyasla üstün olduğu, sinir ağı modellerinin ise bitcoin fiyatını tahmin etmede daha iyi doğruluk sağladığı görülmüştür (Pang et al., 2019).

3. Veri Seti ve Metodoloji

3.1 Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Binance kripto para borsasından elde edilen Bitcoin fiyat verilerini içermektedir (Crypto Data Download, n.d.). Veri seti, 1 Ocak 2020 tarihinden 30 Temmuz 2024 tarihine kadar olan dönemi kapsamaktadır. Veri setinin temel özellikleri aşağıda detaylandırılmıştır:

Zaman Aralığı: 2020-01-01 ile 2024-07-30 arası Veri Frekansı: Dakikalık

Her bir veri belirtilen bilgileri içermektedir: Unix Zaman Damgası, Tarih ve Saat (UTC), Açılış Fiyatı, En Yüksek Fiyat, En Düşük Fiyat, Kapanış Fiyatı, İşlem Hacmi, İşlem Sayısı.

Veri ön işleme aşamasında, dakikalık veriler günlük verilere dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm işlemleri aşağıdaki adımları içermektedir:

Günlük Kapanış Fiyatı: Her günün son dakikasına ait kapanış fiyatı, o günün kapanış fiyatı olarak kabul edilmiştir.

Günlük En Yüksek ve En Düşük Fiyatlar: İlgili gün içerisinde gözlemlenen en yüksek ve en düşük fiyatlar, sırasıyla günün en yüksek ve en düşük fiyatları olarak belirlenmiştir.

Günlük İşlem Hacmi ve İşlem Sayısı: Bu değerler, gün içerisindeki tüm dakikalık verilerin kümülatif toplamı olarak hesaplanmıştır.

ISBN: 978-625-6283-75-6

Bu veri ön işleme adımları, yüksek frekanslı dakikalık verilerin, makine öğrenimi modellerinin eğitimi için daha uygun olan günlük zaman ölçeğine dönüştürülmesini sağlamıştır. Bu dönüşüm, veri setinin boyutunu azaltırken, günlük bazda anlamlı finansal göstergeleri korumayı amaçlamaktadır.

3.2 Metodoloji

Çalışmamızda, makine öğrenimi modelleri ve topluluk öğrenme modeli kullanılarak bir yaklaşım ortaya konmuştur.

3.2.1 Veri Ön İşleme ve Özellik Mühendisliği

1. Veri Temizleme: Eksik veya hatalı veriler tespit edilmiş ve uygun yöntemlerle (örn. interpolasyon) doldurulmuştur.
2. Özellik Oluşturma: Temel fiyat ve hacim verilerine ek olarak, aşağıdaki teknik göstergeler hesaplanmıştır:

- Hareketli Ortalamalar (5, 10, 20, 50, 100 günlük SMA ve EMA)
- Göreceli Güç Endeksi (RSI)
- MACD (Moving Average Convergence Divergence)

3.2.2 Makine Öğrenimi Modeli Geliştirme

- Model Seçimi: Çalışmamızda üç farklı makine öğrenimi modeli kullanılmış ve performansları karşılaştırılmıştır:
  - Random Forest (RF)
  - Extreme Gradient Boosting (XGBoost)
  - Long Short-Term Memory (LSTM)
- Hiperparametre Optimizasyonu: Her model için gridsearch kullanılarak en iyi hiperparametreler belirlenmiştir.
- Model Eğitimi ve Değerlendirme: Veri seti, eğitim (%80) ve test (%20) setlerine ayrılmıştır. Modeller eğitim seti üzerinde eğitilmiş ve test seti üzerinde değerlendirilmiştir.

3.2.3 Topluluk Öğrenmesi

Topluluk Öğrenmesi makine öğreniminde birden fazla modelin tahminlerini veya kararlarını birleştirerek daha güçlü ve doğru sonuçlar elde etmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır (Kapucu & Çubukçu, 2019). Topluluk öğrenmesinde, makine öğrenmesi modellerinin bireysel algoritmaları dahili bir model olarak kullanılır ve bu modellerin çıktılarından bir meta model oluşturulur (Kurt et al., 2022).

3.2.4 Model Seçimi ve Eğitimi

Bu bölümde, kripto para fiyat tahmininde kullanılan makine öğrenimi modellerinin seçimi, eğitimi ve performans değerlendirmesi ele alınmaktadır.

Kripto para fiyatlarının yüksek volatilitesi ve doğrusal olmayan doğası göz önünde bulundurularak, bu çalışmada üç farklı makine öğrenimi modeli değerlendirilmiştir: RF, XGBoost, ve LSTM.

3.2.4.1 Random Forest (RF)

Rastgele Orman tekniği, yüksek derecede tahmin doğruluğu elde etmek için önyükleme toplama ve tahmin edicilerin rastgeleleştirilmesini kullanan bir regresyon ağacı tekniğidir (Rigatti, 2017). Breiman tarafından geliştirilen rastgele orman, çok sayıda karar ağacı oluşturmak için rastgeleleştirmeyi kullanır. Bu ağaçların çıktısı, sınıflandırma sorunları için oylama veya regresyon sorunları için ortalama kullanılarak tek bir çıktıda toplanır (Breiman, 2001) .

3.2.4.2 XGBoost (eXtreme Gradient Boosting)

XGBoost, Gradient Boosting algoritmasının optimize edilmiş ve yüksek performanslı bir varyasyonudur. XGBoost'un öne çıkan özellikleri arasında üstün tahmin kabiliyeti, aşırı öğrenme (overfitting) sorununa karşı etkin önlemler, eksik veri yönetimi ve yüksek hesaplama verimliliği bulunmaktadır. XGBoost diğer yaygın kullanılan algoritmalara kıyasla on kat daha hızlı çalışma kapasitesine sahiptir. XGBoost, hesaplama kaynaklarının optimum kullanımı ve üstün performans elde etmek amacıyla gelişmiş yazılım ve donanım optimizasyon tekniklerinden yararlanmaktadır. Bu özelliği, algoritmanın büyük veri setleri üzerinde bile etkili bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır (Chen & Guestrin, 2016).

3.2.4.3 Long Short-Term Memory (LSTM)

LSTM, Recurrent Neural Network (RNN) mimarisinin gelişmiş bir varyasyonu olarak, uzun vadeli bağımlılıkları öğrenme kabiliyetine sahip bir derin öğrenme modelidir (Hochreiter & Schmidhuber, 1997). LSTM, geleneksel RNN'lerin karşılaştığı gradyan kaybı problemini aşmak üzere tasarlanmış özel bir mimari yapıya sahiptir. Bu yapı, bilgiyi seçici olarak uzun süreler boyunca saklama ve gerektiğinde geri çağırma yeteneği sunar (Noh, 2021).

LSTM'nin mimarisi, ileri ve geri bağlantılara izin vererek, modelin geçmiş ve gelecek bağlamları arasında karmaşık ilişkileri öğrenmesini sağlar. Bu özellik, LSTM'yi özellikle zaman serisi analizi, sınıflandırma ve tahmin görevleri için uygun kılar (Greff et al., 2017)

4. Bulgular

Modellerin performansı, Ortalama Kare Hata (MSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Gridsearch ile yapılan hiperparametre

ISBN: 978-625-6283-75-6

optimizasyonu sonucu XGBoost, RF ve LSTM algoritması için GridSearch yardımıyla belirlenen parametreler Tablo-1 de gösterilmektedir.

XGBoost	Random Forest	LSTM
learning_rate: 0.3	max_depth: 5	units: 50
min_child_weight: 3	min_samples_leaf: 4	learning_rate: 0.01
max_depth: 7	min_samples_split: 10	epochs: 100
n_estimators: 100	n_estimators: 1000	batch_size: 16
subsample: 0.9		

Tablo 1. XGBoost, Random Forest ve LSTM Algoritması Parametreleri

Çalışmada, üç farklı algoritma olan LSTM,XGBoost ve RF kullanılarak bir regresyon problemi ele alınmıştır. Her üç model için de Ortalama Kare Hata (Mean Squared Error - MSE) ve Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error - MAE) metrikleri hesaplanmıştır. Modellerin performans karşılaştırmaları Tablo 2'de gösterilmektedir.

	MSE	MAE
XGBoost	6,311,784.85	1,186.55
Random Forest	2,858,664.11	808.57
LSTM	3,442,099.939	1056.8742

Tablo 2 – Modellerin Performans Karşılaştırmaları

RF modeli, hem MSE hem de MAE metriklerinde en düşük hata değerlerini sergilemiştir. Bu, RF'in incelenen veri seti üzerinde en iyi performansı gösterdiğini işaret etmektedir. LSTM modeli, performans açısından ikinci sırada yer almaktadır. MSE değeri RF'den yüksek, ancak XGBoost'tan düşüktür. MAE değeri de benzer bir eğilim göstermektedir. XGBoost modeli, bu üç model arasında en yüksek hata değerlerine sahiptir, ancak performansı diğer iki modele göre önemli ölçüde kötü değildir. RF modelinin üstün performansı, bu algoritmanın veri setindeki karmaşık ilişkileri yakalamada daha etkili olduğunu göstermektedir. LSTM'in ikinci en iyi performansı sergilemesi, verilerde potansiyel olarak zamansal bağımlılıklar olabileceğini ve LSTM'in bu yapıları başarıyla modelleyebildiğini düşündürmektedir. XGBoost'un görece daha düşük performansı, modelin hiperparametrelerinin optimize edilmesi veya veri ön işleme adımlarının gözden geçirilmesi ile iyileştirilebilir.

Bu sonuçlar, incelenen problem ve veri seti için RF modelinin en uygun seçim olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, model seçiminde sadece performans metriklerinin değil,

ISBN: 978-625-6283-75-6

modelin yorumlanabilirliği, hesaplama maliyeti ve uygulama kolaylığı gibi faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamak önemlidir.

Araştırmanın son aşamasında, tekil modellerin ötesine geçilerek topluluk öğrenmesi (ensemble learning) yaklaşımı benimsenmiştir. Bu bağlamda, XGBoost, RF ve LSTM modellerinin tahminlerinin aritmetik ortalaması alınarak yeni bir tahmin modeli oluşturulmuştur. Bu hibrit yaklaşım, her bir modelin güçlü yönlerinden faydalanmayı ve potansiyel zayıflıklarını dengelemeyi amaçlamaktadır. Topluluk modelinin Ortalama Mutlak Hata (MAE) değeri 1017,3314 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, en iyi performans gösteren tekil model olan RF'nin MAE değeri (808,57) ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir hata oranına işaret etmektedir. Ancak, bu topluluk yaklaşımının XGBoost ve LSTM modellerinin bireysel MAE değerlerinden daha iyi bir performans sergilediği gözlemlenmiştir. Bu bulgu, topluluk öğrenmesi stratejisinin, bazı durumlarda en iyi tekil modelin performansını aşamasa da, ortalama model performansını iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma, Bitcoin fiyat tahmininde makine öğrenimi algoritmaları ve topluluk öğrenmesi yaklaşımının etkinliğini incelemeyi amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar, kullanılan farklı modellerin performansları ve bunların birleştirilmesiyle oluşan topluluk modelinin etkinliği hakkında önemli içgörüler sunmaktadır.

Random Forest modelinin, kullanılan üç algoritma arasında en düşük MAE ve MSE değerleriyle en iyi performansı sergilediği gözlemlenmiştir. Bu sonuç, RF'nin Bitcoin fiyat hareketlerindeki karmaşık ilişkileri yakalamada özellikle etkili olduğunu göstermektedir. Modelin bu başarısı, veri setindeki çeşitli teknik göstergeleri (SMA, EMA, RSI vb.) etkin bir şekilde kullanabilme yeteneğine bağlanabilir.

LSTM modelinin performansı, ikinci en iyi sonucu vermiştir. Bu sonuç, LSTM'in zaman serisi verilerindeki uzun vadeli bağımlılıkları modellemede gösterdiği yetkinliği doğrulamaktadır. Bitcoin fiyatlarındaki trend ve mevsimsellik gibi zamansal özelliklerin LSTM tarafından başarıyla yakalandığı düşünülmektedir.

XGBoost modeli, üç model arasında en yüksek hata oranlarına sahip olmasına rağmen, performansı diğer iki modelden önemli ölçüde geride değildir. XGBoost'un görece daha düşük performansı, modelin hiper parametrelerinin daha fazla optimize edilmesi veya veri ön işleme adımlarının gözden geçirilmesi ile iyileştirilebilir potansiyele işaret etmektedir.

Topluluk öğrenmesi yaklaşımı kullanılarak elde edilen MAE değeri, en iyi performans gösteren RF modelinin sonucundan daha yüksek olmasına rağmen, XGBoost ve LSTM modellerinin bireysel performanslarından daha iyidir. Bu sonuç, topluluk öğrenmesi yaklaşımının, her zaman en iyi tekil modelin performansını aşamasa da, ortalama model performansını iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular ışığında, Bitcoin fiyat tahmininde tek bir modele güvenmek yerine, farklı modellerin güçlü yönlerinden faydalanan bir yaklaşımın daha sağlam ve güvenilir sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Ancak, topluluk modelinin performansının daha da iyileştirilmesi için farklı stratejiler düşünülebilir. Örneğin, modellerin tahminlerini basit bir aritmetik ortalama yerine, her bir modelin performansına dayalı ağırlıklandırma kullanarak birleştirmek, daha iyi sonuçlar verebilir.

KAYNAKÇA

Akçay, H., & Yıltas-Kaplan, D. (2024). Zaman Serileri Tahminleme Algoritmaları İle Kontör Tüketim Tahminlemesi Ve Karşılaştırmalı Uygulaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *27*(1), 166–189. https://doi.org/10.17780/ksujes.1369811

Alsharef, A., Sonia, S., Kumar, K., & Iwendi, C. (2022). Time Series Data Modeling Using Advanced Machine Learning and AutoML. *Sustainability*, *14*(22), 15292. https://doi.org/10.3390/su142215292

Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, *45*(1), 5–32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 785–794. https://doi.org/10.1145/2939672.2939785

Doğan, S., & Büyükkör, Y. (2022). Makine Öğrenmesi ile Finansal Zaman Serisi Tahminleme. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *24*(3), 1205–1230. https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1191080

Greff, K., Srivastava, R. K., Koutnik, J., Steunebrink, B. R., & Schmidhuber, J. (2017). LSTM: A Search Space Odyssey. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, *28*(10), 2222–2232. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2016.2582924

Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, *9*(8), 1735–1780. https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735

Crypto Data Download. (n.d.). *https://www.cryptodatadownload.com/data/binance/*.

Indulkar, Y. (2021). Time Series Analysis of Cryptocurrencies Using Deep Learning & Fbprophet. *2021 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)*, 306–311. https://doi.org/10.1109/ESCI50559.2021.9397004

Kapucu, C., & Çubukçu, M. (2019). Fotovoltaik Sistemlerde Topluluk Öğrenmesi Temelli Hata Tespiti. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, *12*(2), 83–91. https://doi.org/10.17671/gazibtd.508475

Köksal, B., Erdem, G., Türkeli, C., & Kamışlı Öztürk, Z. (2021). Twitter'da Duygu Analizi Yöntemi Kullanılarak Bitcoin Değer Tahminlemesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *9*(3), 280–297. https://doi.org/10.29130/dubited.792909

Kurt, F., Ağaoğlu, M., & Arğa, K. Y. (2022). Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Kanser Ile Ilgili Yeni Biyobelirteçlerin Tespit Edilmesi. In *PQDT - Global*. https://www.proquest.com/dissertations-theses/makine-öğrenmesi-yöntemleriyle-kanser-ile-ilgili/docview/2787193890/se-2?accountid=191755

Noh, S.-H. (2021). Analysis of Gradient Vanishing of RNNs and Performance Comparison. *Information*, *12*(11), 442. https://doi.org/10.3390/info12110442

Pang, Y., Sundararaj, G., & Ren, J. (2019). Cryptocurrency Price Prediction using Time Series and Social Sentiment Data. *Proceedings of the 6th IEEE/ACM International Conference on Big Data Computing, Applications and Technologies*, 35–41. https://doi.org/10.1145/3365109.3368785

ISBN: 978-625-6283-75-6

Rigatti, S. J. (2017). Random Forest. *Journal of Insurance Medicine*, *47*(1), 31–39. https://doi.org/10.17849/insm-47-01-31-39.1

Şenol, D., & Denizhan, B. (2023). Kripto Para Değerinin Yapay Sinir Ağları İle Tahmini. *Endüstri Mühendisliği*, *34*(1), 42–69. https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.1117414

Şişmanoğlu, G., Koçer, F., Önde, M. A., & Sahingoz, O. K. (2020). Derin Öğrenme Yöntemleri ile Borsada Fiyat Tahmini. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *9*(1), 434–445. https://doi.org/10.17798/bitlisfen.571386

ISBN: 978-625-6283-75-6

TİCARİ ARAÇLARDA MANUEL PARK FRENİ VE ELEKTRONİK PARK FREN SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Ar-Ge Elektrik Donanım Ekip Lideri, Ezgi Aslane

Ulaşım İç ve Dış Ticaret A.Ş., 0009-0001-8882-4869

Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Mehmet Kuş

Ulaşım İç ve Dış Ticaret A.Ş., 0009-0009-9174-792X

ÖZET

Gelişen dünyada son yıllarda nüfusun hızlı artışına paralel trafik yoğunluğu da artmaktadır. Bu durum kaza oranlarında gittikçe artışı beraberinde getirmektedir. Araçların maksimum güvenliğe sahip olması tehlikeli ve kritik anlarda sürücüye maksimum destek sağlayacak sistemlerin bulundurulması gerekmektedir. Bu sistemlerin başında tüm araçlarda bulunan fren sistemleri gelmektedir. Bu bildiri de toplu taşıma araçlarında manuel park frenleme ile elektronik park frenleme güvenlik ve konfor açısında iki frenleme seçeneği analiz edilip karşılaştırılacaktır. Araçlarda frenleme sistemi pnömatik, mekanik, hidrolik veya elektrikli olarak bulunmaktadır. Ağır vasıta araçların frenleme sistemi genellikle pnömatik sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sistemler oldukça karmaşık yapıya sahiptir ve yapılarında birincil, ikincil ve park freni olmak üzere üç farklı frenleme sistemi bulunmaktadır. Ağır vasıta kamyon, otobüs vb. araçların fren performansı binek araçlara göre oldukça zayıftır. Bunun sebepleri arasında birden fazla etken vardır. Başlıca sebepler ise valflerin tepki süresi ve boru hattının uzunluğudur. Manuel frenleme de boru hattı uzunluğu ve bu hatların araç boyunca geçişlerin olmasından kaynaklı eklerin fazlalığı sistemin arıza oranını ve kaçak olma durumunu artırmaktadır. Elektronik park frenleme ile kablolu bağlantı ve kablosuz haberleşme ile bu durum minimum seviyeye inmektedir. Bu bildiride manuel park frenlemede kullanılan ürünler ve miktarları elektronik park frenleme de kullanılan ürünler ve miktarlar ile kıyaslanıp hem maliyet hem de güvenlik açısından analiz edilecektir. Ayrıca manuel park frenleme de tüm kontrol sürücü de bulunmaktadır, elektronik frenleme de ise belirlenen durumlarda sürücü inisiyatifine kalmamaktadır. Bu durumlar sürücü kontağı kapalı konuma getirdiğinde elektronik park frenleme otomatik şekilde çekili konuma gelecektir, araç çalışır durumda sürücü park freni indirme durumu olmayacak elektronik park frenleme otomatik olarak serbest bırakacaktır. Bu işlevler sayesinde sürücü dalgınlığı ve dikkatsizliği durumundan park frenini çekmemesinden kaynaklı kazalar söz konusu olmayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Manuel park freni, elektronik park freni, sürüş güvenliği

ISBN: 978-625-6283-75-6

1. GİRİŞ

2002 yılında TRW Automotive, ilk kaliper entegreli Elektrikli Park Freni'ni (EPB) piyasaya sürdü(Ohlig, 2008). Her geçen yıl yol kazalarında hızlı bir artış olduğu bildiriliyor, TÜİK verilerinde 2023 yılında 235 bin 71 adet ölümlü yaralanma olduğu kaydedilmiştir. Yol güvenliği önlemleri, yoldaki araçların güvenlik ekipmanlarıyla donatılması gerektiği ve sadece bunlarla kalmayıp yeni teknolojilerle bazı sistemlerin sürücü inisiyatifine bırakılmaması üzerine değişikliklerin uygulanması gerekmektedir.

Kazaların yüzde %86,8'lik kısmını sürücü kusurları oluşturmaktadır. Sürücü kusurlarında bu bildiride dikkat çekilen kısım manuel park frenini çekilmemesi üzerine olacaktır. Manuel el freni özelliği insan müdahalesini içerir. Kolu çekmediğinizde veya itmediğinizde, el freni çalışmaz. Sürücü ihmal sonucu veya acil durumlarda park frenlerini kullanmayı unuturlar. Araç içi sistemlerin neredeyse %70'ini elektronik donanımlar oluşturmaktadır(TOPUZ, 2021).Modern otomobiller, araçları daha akıllı ve yakıt tasarruflu hale getiren mikroişlemcilerin yerleşik ve elektronik cihazların entegrasyonuna doğru yavaş yavaş ilerlemektedir. Bu tür elektronik cihazlar Elektrik Kontrol Üniteleri (ECU'lar) olarak adlandırılır ve çoğunlukla sürücüye yardımcı olmak ve emniyet ve güvenlik için karmaşık ve kritik kararlar almak için kullanılır(Rodelgo-Lacruz,2007). Bu durumlar karşısında otomotiv pazarı, otonom sürüş ve frenleme yolunda binek araçların genel güvenliğini, performansını ve konforunu iyileştirme hedefiyle küresel olarak Elektrikli Park Freni Sistemleri'ne (EPB) talep göstermektedir (Pancik, 2020).

Sürücülerde manuel olarak el freni çekme serbest bırakma söz konusu olduğu için bazı durumlarda tam çekme ya da serbest bırakma olmamaktadır, bu durum araç ekranında gözükse bile sürücülerin dikkatin kaçmaktadır. Sürücü tam çekme yapmayıp aracı terk edebilmektedir. Aynı durum tam serbest bırakma durumunda da karşımıza çıkmaktadır. Sürücü el frenini tam serbest bırakmadığında fren balataları ciddi anlamda zarar görecektir. Elektronik park freni ile bu durumların olma ihtimali bulunmamaktadır.Elektronik park freni, eğimli yüzeylerde bir aracın tutuş kabiliyetiyle ilgili yasal gereklilikleri karşılar ve diğer tüm destek sistemleri uyku modundayken ve ana güç kaynağı kapalıyken bile güvenli park etmeyi garanti eder. Hidrolik sistemde arıza olması durumunda elektronik park freni, elektronik park freni anahtarını uygulayarak acil durdurmaya izin verir.Ağır vasıta araçlarında aracın uzun olması tüplerin konumlandırma yerlerinin kısıtlı olması manuel park freninin ön kısmında olması pnömatik hattın ciddi anlamda uzun olmasına sebebiyet vermektedir. Uzun boru hattı ve eklerin olması bu eklerde kaçak olma durumunu artırmaktadır, ayrıca maliyet olarak etkilemektedir.

2. KULLANILAN SİSTEMLER ve KOMPONENTLER

2.1. PARK FREN SİSTEMİ

Günümüzde ticari araçlarda daha çok manuel park frenleri kullanılmaktadır. Gelişen yeni sistemler ile birlikte manuel park frenlerin yerine elektronik park fren sistemleri kullanılmaya başlandı, bu sayede sürücüden kaynaklanan hataların önüne geçilip daha konforlu ve daha güvenli bir sürüş keyfi gerçekleştirilmektedir.

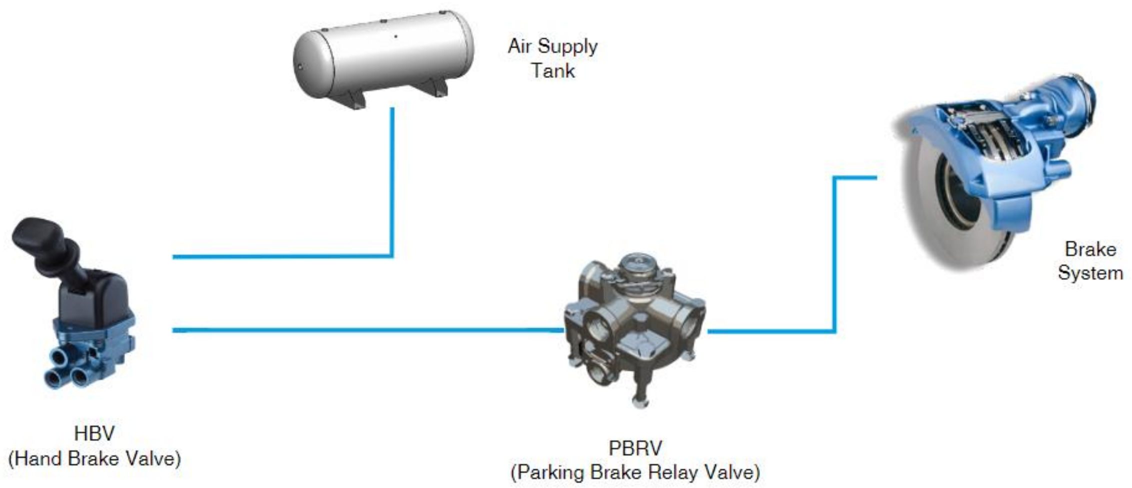
Havalı fren sistemi, diğer birçok fren sistemine göre büyük üstünlüğü nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır, Çoğu ticari araçta havalı fren sistemi, esas olarak pnömatik alt sistem ve mekanik alt sistem olmak üzere iki alt sistemden oluşur. Sağlam bir park freni sistemi için, havalı fren sistemine sahip bir araca yaylı park frenleri takılır. Servis freni sistemindeki frenler hava basıncı ile uygulanır ve yaylar tarafından geri çekilirken, yaylı park freni sistemindeki frenler yay kuvveti ile uygulanır ve hava basıncı ile geri çekilir, ve park freni uygulanmış olur.

2.1.1. MANUEL PARK FREN SİSTEMİ

Park freni anahtarı, sürücünün frenleri uygulamak için park freni yayı akümülatörden havayı boşaltmasına veya frenleri serbest bırakmak için akümülatöre basınç uygulamasına olanak tanır(Khan, 2022). Manuel Park freni sistemi, gerektiğinde acil durum fren sistemi olarak da kullanılabilir. Manuel Park freni, kabinde bulunan ve park freni anahtarı adı verilen bir kontrol valfi aracılığıyla çalıştırılır. Yaylı bir valf, frenler serbest bırakıldığında fren odasındaki basıncı yaklaşık 8 ila 9 bar arasında tutar.

Bir fren odasında, hava basıncı uygulandığında pistonun hareketine yardımcı olan ve itme çubuğunu gevşeklik ayarlayıcıya doğru iten bir diyafram vardır. Frenler uygulandığında, yay gerektiği gibi sıkıştırılır. Sürücü, park frenini etkinleştirmek veya devre dışı bırakmak için park freni devresinin içine veya dışına hava doldurup boşaltabilir.

El freni körükteki hava basınçlandırıldığında, diyafram yayı sıkıştırarak park frenini serbest bırakır. Hava serbest bırakıldığında yay gevşer ve el frenleri uygulanır. Görsel 1'de Manuel Park Fren Sistem Mimarisi gösterilmektedir.



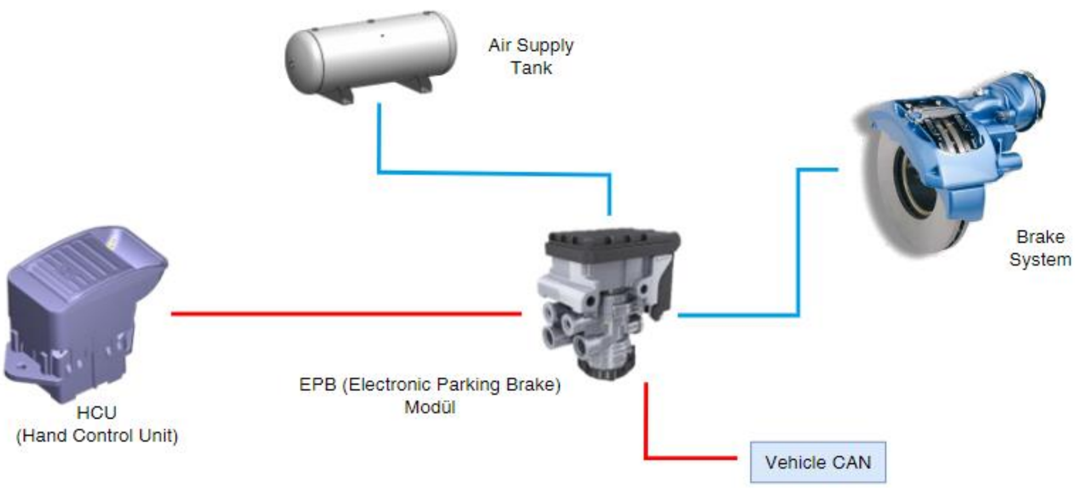
Görsel 1. Manuel Park Fren Sistem Mimarisi

ISBN: 978-625-6283-75-6

2.1.2. ELEKTRONİK PARK FRENİ (EPB)

Elektronik park freni ya da kısa adıyla EPB, klasik el freni sistemlerinin gelişmiş versiyonu olarak yeni nesil araçlarda kendisine yer buluyor. Ana işlevi park halindeyken aracın hareket etmesini engellemek olan fren sistemi, sürücülere daha yüksek kullanım kolaylığı sağlıyor. Elektronik park freni sistemi, gerek sahip olduğu özellikler gerekse de diğer yardımcı sistemler ile entegre çalışması sayesinde sürüş güvenliğinin ve konforunun çok daha yüksek seviyelere çıkmasını kolaylaştırıyor. Elektronik park freni (EPB) sistemi, geleneksel el freni sistemine kıyasla araçlar için geniş alan sağlar. Elektronik park freni (EPB) sistemi, araçları daha rahat ve güvenli hale getiren ve sürücülerin ihmalinden kaynaklanan araç hasarını ve tehlikesini önleyen akıllı işlevleri gerçekleştirir(Chien-Tai. Huang, 2008).

EPB'nin kabin içerisinde kullanılan aracı, uzun bir kol yerine küçük boyutlu kontrol düğmesinden ibaret olduğundan aracın iç tasarımını daha çekici hale getiriyor. İç mekanda daha az yer kapladığı için üretici firmalar, EPB sistemine sahip tüm araç modellerinde daha fazla donanımsal özelliğe yer verebiliyor. Görsel 2'de Elektronik Park Fren Sistem Mimarisi gösterilmektedir.



Görsel 2. Elektronik Park Fren Sistem Mimarisi

2.2. KULLANILAN KOMPONENTLER

Şehir içi bir ticari araca manuel ya da elektronik park freninin uygulanması için belli başlı komponentler mevcuttur. Bunlar;

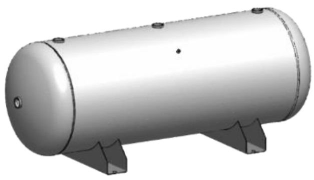
- Hava Besleme Tankı,
- EPB (Elektronik Park Freni) Modülü,
- PBRV (Parking Brake Relay Valve),
- HBV (Hand Brake Valve),
- HCU (Hand Control Unit),
- Spring Brake (Yaylı Fren) olarak sıralayabiliriz.

ISBN: 978-625-6283-75-6

2.2.1. Hava Besleme Tankı

Basınçlı hava tankı, yüksek basınçlı havayı depolamak ve gerektiğinde kullanmak için tasarlanmış bir üründür. Bu tanklar birçok endüstriyel ve ticari uygulamada kullanılır.

Genellikle tank veya depo olarak adlandırılan hava besleme tankları, basınçlı havayı boru sistemi veya ekipmanlara gitmeden önce depolamak için kullanılır. Daha basit bir deyişle, hava tankları kompresör ile değişen talep nedeniyle dalgalanan basınç arasında bir tampon mekanizması görevi yapar. Görsel 3'de Hava Besleme Tankı gösterilmektedir.

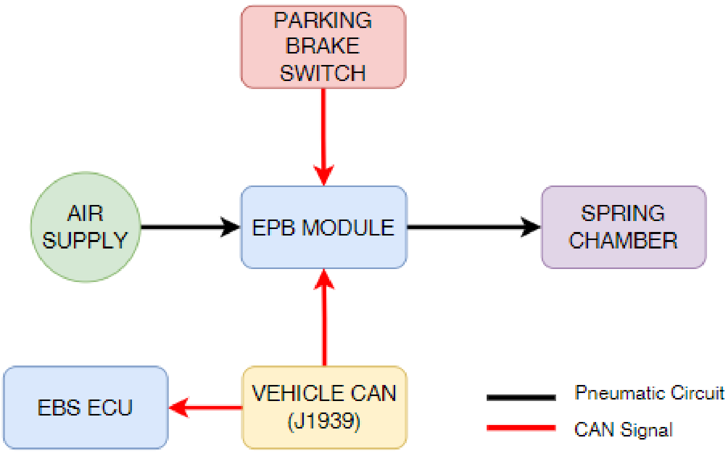


Görsel 3. Hava Besleme Tankı

2.2.2. EPB (Elektronik Park Freni) Modülü

EPB, pnömatik park freni devresindeki hava akışı için gerekli valfleri kontrol eden ve harekete geçiren bir modüldür(Khan, 2022) EPB, sürücü kabini içerisindeki Park freni anahtarına basılarak çalıştırılır. EPB modülünün içindeki hava basıncı , sürücü park freni talep ettikten hemen sonra düşer. Ancak sistem kısa bir gecikmeden sonra istenen basınca ulaşır.

EPB modülüne hava giriş ve çıkışlarından farklı olarak, Araç CAN hattı bağlıdır. Buna ek olarak Park freni anahtarı ile EPB modülü arasında özel bir CAN hattı mevcuttur. EPB modülü Park freni anahtarından aldığı bilgiye göre hava akışını kontrol etmektedir. Görsel 4'te EPB Sistem Akış Diyagramı gösterilmektedir.



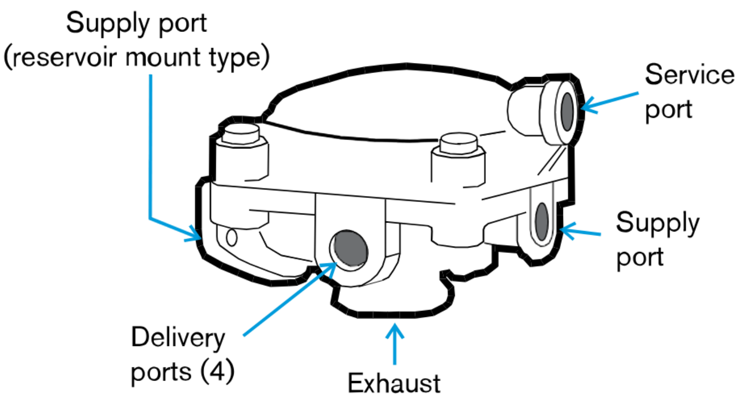
Görsel 4. EPB Sistem Akış Diyagramı

ISBN: 978-625-6283-75-6

2.2.3. PBRV (Parking Brake Relay Valve)

Röle valfleri hava tanklarından fren odalarına büyük miktarda hava aktarır ve frenler serbest bırakıldığında fren odalarını hızla boşaltır. Çift röle valfleri, yaylı fren silindirli sistemlerde servis freni ve park freninin aynı anda kullanılmasını önlemek için sıklıkla kullanılır.

Yaylı fren röle valfi, servis fren röle valfiyle aynı prensipte çalışır, ancak bunun tam tersi bir etkisi vardır. PBRV diğer bir ismi ile röle valfi manurl park freninde kullanılmaktadır. Elektronik park frenli araçlarda PBRV yerine EPB modülü kullanılmaktadır.Görsel 5'de PBRV'nin detaylı hali mevcuttur.



Görsel 5. PBRV (Parking Brake Valve)

2.2.4. HBV (Hand Brake Valve)

El freni valfleri park frenini etkinleştirmek ve serbest bırakmak için kullanılır. Kontrol pozisyonunda, pnömatik fren serbest bırakılabilir, böylece sürücü yaylı frenin etkinliği kontrol edebilir. El freni valfleri manuel park frenli araçlarda mevcuttur. Elektronik park frenli araçlarda el freni valflerine ihtiyaç duyulmamaktadır. El freni valfleri sürücünün rahatlıkla erişebileceği yerlere konumlandırılmalıdır.

Park frenleri uygulandığında yay tarafından gelen hava porttan dışarı atılır ve park fren uygulanmış olur(N., Gayakwad, 2014). Genellikle ticari araçlarda kullanılan el freni valfi Görsel 6' da mevcuttur.

Görsel 6. HBV (Hand Brake Valve)

ISBN: 978-625-6283-75-6

2.2.5. HCU (Hand Control Unit)

El Kontrol Ünitesi (HCU) ile birlikte elektronik park freni, park sırasında park frenini etkinleştirme ve devre dışı bırakma gibi işlevleri gerçekleştirir. Ayrıca sistem, dururken ve araçtan inerken otomatik frenleme veya çalıştırma sırasında freni otomatik olarak serbest bırakma gibi ek güvenlik ve rahatlık işlevlerini uygulamak için kullanılabilir. EPB ayrıca servis freniyle birlikte orantılı kullanıma da olanak tanır.

Sürücü aracı durdurduğunda manuel olarak sürücü müdahalesi olmadan, sürücü kontağı kapatmadan, Hillholder devreye girmediğinde, durak freni devreye girmediği durumlarda park freni otomatik uygulanır. Görsel 7'de el kontrol ünitesi gösterilmektedir.

Görsel 7. HCU (Hand Control Unit)

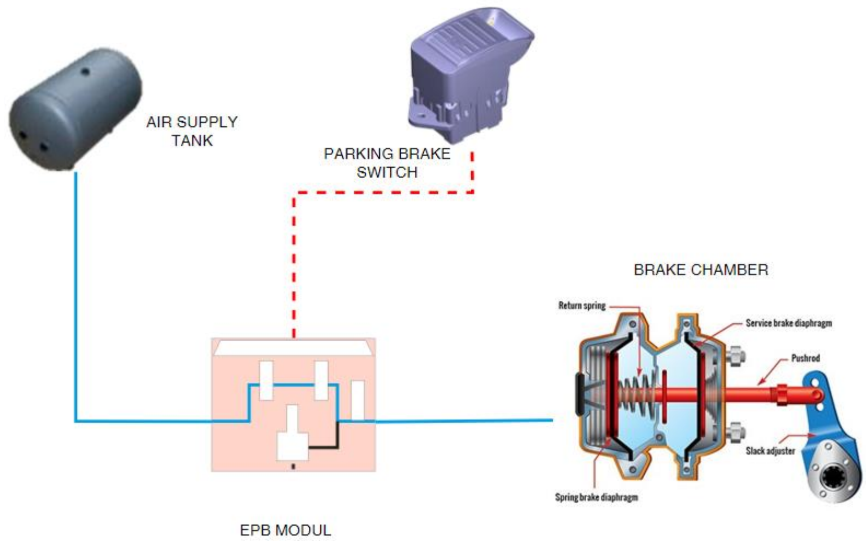
2.2.6. Spring Brake (Yaylı Fren)

Yaylı park frenleri, güvenilir bir park freni sistemi sağlamak için hava freni donanımlı araçlarda kullanılabilir. Servis freni sisteminde frenler yaylar tarafından geri çekilmiş halde tutulur ve hava basıncıyla uygulanır.

Yay tipi park frenleri hava basıncı olmadan uygulanır ve uygulanmış halde kalır. Park freni odaları servis freni odalarına bağlanır ve frenleri aynı bağlantı yoluyla çalıştırır. Bu nedenle, park freninin etkinliği servis freni ayarına bağlıdır. Kabindeki el freni valfi, sürücünün park freni devresindeki havayı dışarı atarak frenleri uygulamasını veya devreyi tekrar basınçlandırarak frenleri serbest bırakmasını sağlar. Sistem ayrıca acil fren görevi de görebilir. Ana sistemden hava kaybı, sistemin boru tesisatına bağlı olarak frenleri otomatik olarak uygulayabilir.

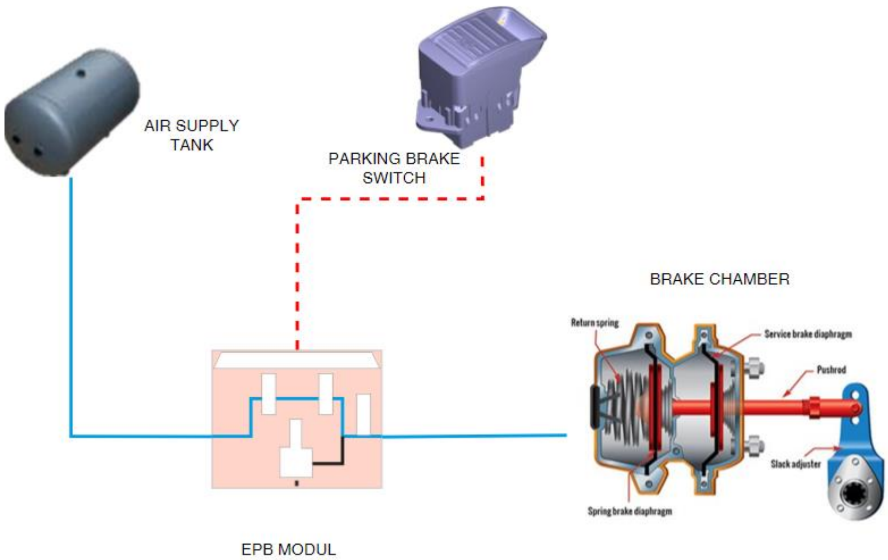
Park freni devre dışı bırakıldığında, EPB modülü ikincil tanktan fren odasına hava gönderir, yayı sıkıştırır ve park frenini serbest bırakır. Görsel 8'de, el freni serbest bırakma modunda park freni devresinin işleyişini göstermektedir.

ISBN: 978-625-6283-75-6



Görsel 8. El Freni Serbest Bırakma Modu

Park freni harekete geçtiğinde, EPB modülü ikincil tanktan fren odasına giden hava beslemesini keserek fren odasındaki basıncın düşmesine neden olur ve yayı park frenini açmaya ve uygulamaya zorlar. Görsel 9'da park freni devresinin fren uygulama modunda nasıl çalıştığını gösterir.



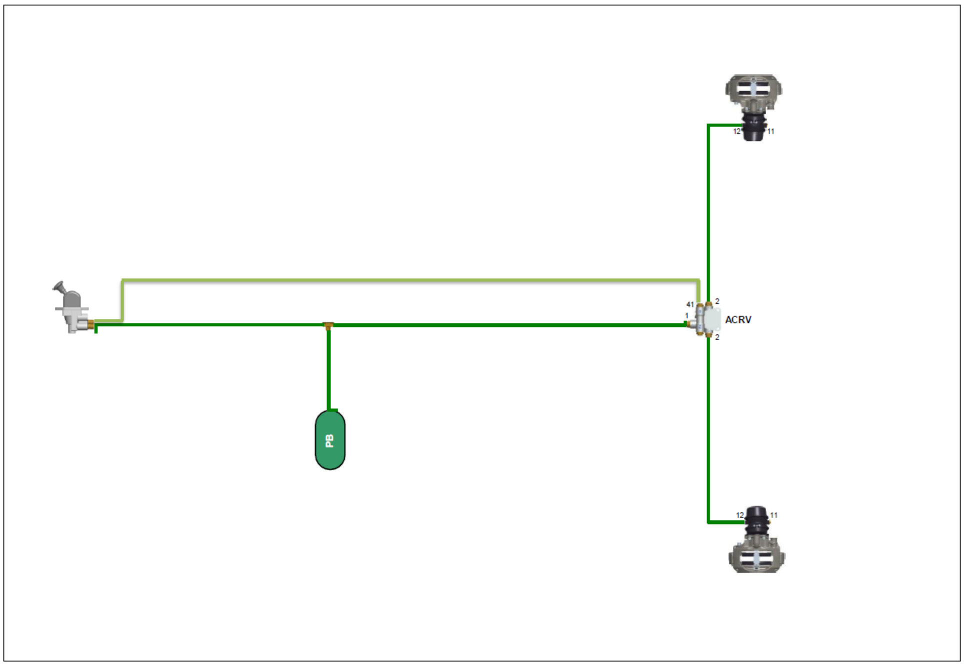
Görsel 9. El Freni Uygulama Modu

ISBN: 978-625-6283-75-6

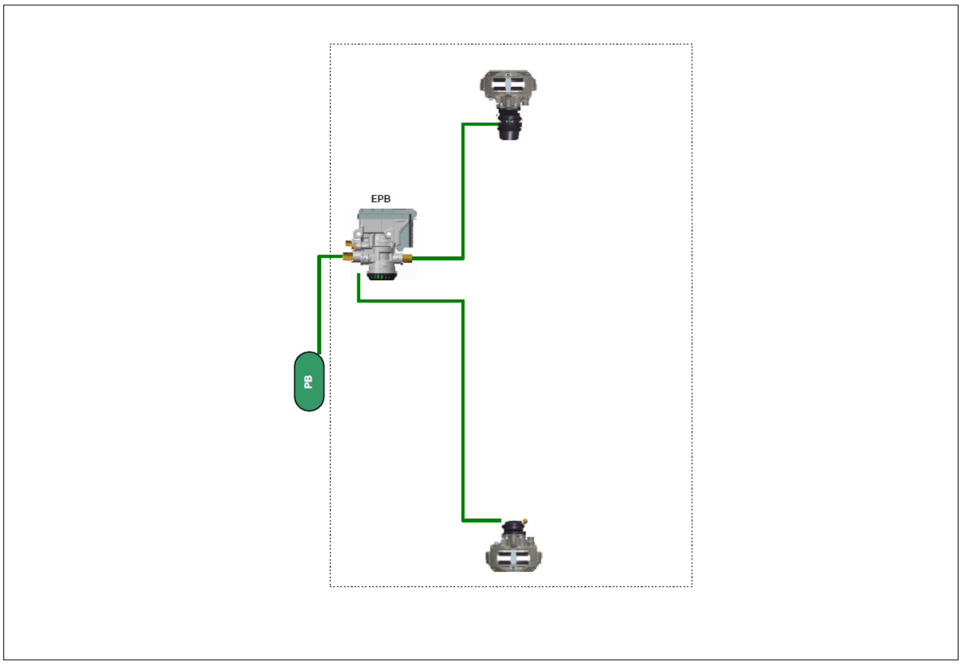
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Manuel ve Elektronik Park Frenleme Analizi

Manuel park frenin ve elektronik park freninin basit pnömatik şeması Görsel 10 ve Görsel 11'de gösterilmektedir. Park frenlememe sistemi 12metre otobüs üzerinde analiz edilmektedir.



Görsel 10. Manuel Park Freni



Görsel 11. Elektronik Park Freni

ISBN: 978-625-6283-75-6

Analiz yapılan 2 araçta birebir aynı olup tek değişken fren park frenleme olacak şekilde tasarlanmıştır. Aşağıda bulunan Tablo 1'de manuel ve elektronik park freninde bulunan malzeme ve miktarları belirtilmektedir.

Malzeme	**Manuel Park Freni**	**Elektronik Park Freni**
MAKARON HORTUM (Ø14,1-Ø18,35)	19.7500mm	19.500mm
MAKARON HORTUM (Ø10,2-Ø13,1)	13.200mm	YOK
HORTUM, POLYAMİD MAVİ (8X6X100)	9.800mm	7.900mm
HORTUM, POLYAMİD MAVİ (12X9x100)	21.700mm	23.100mm
HORTUM, POLYAMİD MAVİ (6X4X100)	2.950mm	2.950mm
HORTUM, POLYAMİD BEYAZ (6X4X100)	550mm	YOK
HORTUM, POLYAMİD BEYAZ (8X6X100)	12.200	YOK
HORTUM, POLYAMİD MAVİ (12X9XX1500)	YOK	1.500mm
PARK FREN MÜŞİRİ	VAR	YOK
EL FREN VALFİ	VAR	YOK
EL FREN CONTROL ÜNİTESİ	YOK	VAR
BAĞLANTI ELEMANI EŞİT TEE	2 ADET	YOK
HAVA TÜPÜ 8L	VAR	VAR
90°SOKET DİRSEK DİRSEK BAĞLANTI	2 ADET	YOK
HORTUM ADAPTÖRÜ	1 ADET	YOK
TEK YÖNLÜ ÇEKVALF	VAR	VAR
ERKEK SOKET BAĞLANTI	6 ADET	5 ADET
BASINÇ SINIRLAMA VANASI	VAR	VAR
TEST ADAPTÖRÜ	VAR	VAR

Tablo 1. Malzeme ve Miktar Tablosu

Yukarıda bulunan tabloda kullanılan hortum ve boru miktarları ve ara bağlantı elemanları manuel park freninde elektronik park frenine göre oldukça fazladır. Bu durum hatta kaçak olma noktalarını artırmaktadır. Üretim kısmında daha uzun hatların olması sistemi karmaşıklaştırıp montaj süresini uzatmaktadır. Hattın uzun olması tepki resini de tekilemektedir, bu süre göz ardı edildebilecek bir süredir.

El freni valfi montajlamasında podyum üzerinde ekstra bir braket ile konumlandırılması gerekirken elektronik park freni için el control ünitesi sürücü bölmesinde direk montajlama imkanı bulunmaktadır. Bu durum da montaj kolaylığını sağlanmaktadır.Manuel park freninde bulunan park fren müşiri el freni çekili bilgisini elektriksel olarak kablo bağlantısı ile elektronik fren sistem modülüne yollamaktadır, elektronik frenlme sistem modülü aldığı bilgi ile pnömatik modülatöre sinyal yollayıp hava iletme-kesme işlemini yapmasını sağlamaktadır. Bu durum elektronik park frenleme CAN-Bus üzerinden kablosuz haberleşme ile yapılmaktadır.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Elektronik park frenleme güvenlik açısından önde olmasında birçok sebep bulunmaktadır.

Hortum, boru hattının kısa olmasından dolayı kaçak ihtimalinin düşmesi, araç durunca otomatik olarak par freninin çekilmesi, manuel frenleme yapmak istediğinde sürücüyü algılamak için frene basılı olması bu bilgi gelmediğinde el kontrol ünitesine uzun süre basılı tutup serbest bırakma işlemi gerçekleşmesi ve manuel olarak boşta veya park halinde serbest bırakma istenildiğinde güvenlik önlemi olarak gaz pedalına basılması gereklidir.

Ek olarak manuel park frenleme iptal etme durumu mevcuttur. Bu durum toplu taşıma araçlarında park freni sürücü inisiyatifinde olması istenmediğinde manuel olarak park frenine müdahale edilmesi CAN-Bus üzerinden iptal edilebilmektedir. Park freni sadece otomatik olarak çekilir ve serbest kalır. Tüm koşullar düşünüldüğünde güvenlik konusunda otomatik park frenleme manuel park frenlemeye göre kaza ve hava kaçağı olasılıklarında daha en aza indirgemede etkili bir sistemdir.

Elektronik park freni ile konfor da beraberinde gelmektedir. Aracı çalışıp vitese geçtiğinde park freni serbest kalması otomatik gerçekleşir.

Yukarıda belirtilen açıklamalarda elektronik park frenlemenin manuel park frenleme karşısında güvenlik açısından birçok üstünlüğü anlatılmıştır. Uzun vadede binek araçlarda elektronik park frenlemeye nasıl geçiş olduysa aynı durum toplu taşıma araçlarında da karşımıza çıkacaktır. Gittikçe artan trafik yoğunluğu ve sürücülerin dikkatsizliği kaynaklı kazaların önüne gelişen sistemler ile en aza indirgenecektir.

KAYNAKÇA

Chien-Tai. Huang, C.-T. C. S.-Y. C. B.-R. C. and M.-H. H. (2008). Cable-pulling force.

Khan, I. A. S. D. (2022). Modelling and simulation of electro-pneumatic parking brake system for real time estimation of pressure inside parking brake chamber. www.chalmers.se

Ohlig, B. ,Michels,Erwin ve K. (2008). Smart Parking Brake Neuverteilung der Aufgaben zur Ansteuerung der elektrischen Parkbremse.

Pancik, J. P. M. (2020). FUNCTIONAL SAFETY for DEVELOPING of MECHATRONIC SYSTEMS - ELECTRIC PARKING BRAKE CASE STUDY. Communications - Scientific Letters of the University of Žilina, 22(4), 134–143. https://doi.org/10.26552/com.C.2020.4.134-143

Prabhakar, N. ,Gayakwad, J. S. K. ,Nagaraj, E. (2014). Failure Load Prediction of the Hand Brake Valve Top Cover during Abuse Condition. SAE Technical Papers, 2014-September(September). https://doi.org/10.4271/2014-01-2509

Rodelgo-Lacruz, M., Gil-Castiñeira, F. J., González-Castaño, F. J., Pousada-Carballo, J. M., Bueno-Delgado, M. V, Egea-López, E., Vales-Alonso, J., & García-Haro, J. (n.d.). Base technologies for vehicular networking applications: review and case studies.

TOPUZ, M. (2021). KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ HİBRİT ARAÇLAR İÇİN CAN BUS HABERLEŞME BİRİMİ İLE ARAÇ KONTROL SİSTEMİ VE LINUX TABANLI GUI TASARIMI MURAT TOPUZ YÜKSEK LİSANS TEZİ Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Aralık-2021 KONYA Her Hakkı Saklıdır.

İNTERNET KAYNAKLARI

https://www.ulasim-as.com/ (E.T. 04.09.2024)

https://truck.knorr-bremse.com/ (E.T. 04.09.2024)

https://tr.wikipedia.org/ (E.T. 04.09.2024)

https://data.tuik.gov.tr/ (E.T. 04.09.2024)

ISBN: 978-625-6283-75-6

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILAN REJENERATİF FREN SİSTEMLERİNİN MENZİL ARTIRIMINA KATKISININ İNCELENMESİ

Dr.Öğr.Gör. OĞUZ KÜRŞAT DEMİRCİ
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, 0000-0003-1572-2607

Prof. Dr. MURAT ÇETİN
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, 0000-0003-0076-9648

ÖZET

Günümüzde elektrikli araçların (EV) yaygınlaşmasıyla birlikte, enerji verimliliği ve menzil artırımı konuları otomotiv teknolojilerinin merkezinde yer almaktadır. Bu bağlamda, rejeneratif fren sistemleri önemli bir rol oynamaktadır. Rejeneratif frenleme, frenleme sırasında ortaya çıkan kinetik enerjinin ısıya dönüşmesi yerine, bu enerjiyi geri kazanarak elektrik enerjisine dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Bu süreç, aracın bataryasının şarj edilmesine olanak tanıyarak genel menzil performansına doğrudan katkı sağlar. Bu çalışmada elektrikli araçlarda bulunan rejeneratif fren sistemlerinin sürüş menziline olan katkısı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Rejeneratif fren sistemi, elektrikli araçlar, sürüş menzili.

INVESTIGATION OF THE CONTRIBUTION OF REGENERATIVE BRAKING SYSTEMS USED IN ELECTRIC VEHICLES TO THE INCREASE OF MILEAGE

ABSTRACT

Nowadays, with the widespread use of electric vehicles (EVs), energy efficiency and range extension issues are at the center of automotive technologies. In this context, regenerative braking systems play an important role. Regenerative braking aims to recover the kinetic energy generated during braking and convert it into electrical energy instead of converting it into heat. This process allows the vehicle's battery to be charged, thus directly contributing to the overall range performance. In this study, the contribution of regenerative braking systems in electric vehicles to driving range was investigated.

Keywords : Regenerative braking system, electric vehicles, driving range.

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte, otomotiv endüstrisi de köklü değişimler yaşamaktadır. Elektrikli araçlar (EV), bu değişimlerin en belirgin örneklerinden birini temsil etmektedir. Elektrikli araçlar, içten yanmalı motorlar yerine elektrikle çalışan motorlar kullanır. Bu araçlar, enerji depolamak için genellikle lityum iyon bataryalar kullanarak elektrik enerjisini depolar ve bu

ISBN: 978-625-6283-75-6

enerjiyi motora ileterek hareket ederler. Elektrikli araçlar, sıfır emisyonlu taşıma alternatifleri olarak öne çıkmakta ve çevre dostu bir ulaşım çözümü sunmaktadırlar [1,2].
Enerji verimliliği, elektrikli araçların temel avantajlarından biridir. Geleneksel içten yanmalı araçlar, enerjinin büyük bir kısmını ısı enerjisine dönüştürerek kaybederken, elektrikli araçlar enerji dönüşümünde daha yüksek bir verimlilik oranı sunmaktadır. Elektrikli motorlar, %90'ın üzerinde bir enerji verimliliği sunabilirken, içten yanmalı motorlarda bu oran genellikle %20-30 bandındadır. Yani, elektrikli araçlar, depoladıkları elektriği daha etkin bir şekilde kullanabilmekte ve bu nedenle daha az enerji tüketerek daha uzun mesafeler kat edebilmektedirler. Bu durum hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik açıdan önemli faydalar sağlamaktadır [3].

Rejeneratif frenleme, elektrikli araçların enerji verimliliğini daha da artıran önemli bir teknolojidir. Bu sistem, frenleme sırasında motoru jeneratör olarak kullanma prensibine dayanır. Normal frenleme işlemi sırasındaki kinetik enerji kaybını geri kazanarak devreye giren rejeneratif frenleme sistemi, aracın hareket halindeyken sahip olduğu kinetik enerjiyi elektriğe dönüştürür. Dönüştürülen elektrik enerjisi ise bataryalara geri beslenerek tekrar kullanılmak üzere depolanır. Böylece, frenleme sırasında kaybedilen enerji, aracın menzilini uzatmak üzere geri kazanılmış olur [4].

Rejeneratif frenleme sistemi, özellikle şehir içi kullanımlarda büyük avantajlar sunmaktadır. Sık sık dur-kalk yapılan bir şehir trafiğinde, bu sistem sayesinde enerji kayıplarının azaltılması mümkün hale gelebilir. Ani frenlemeler hariç normal seyir esnasında gerçekleştirilen frenlemelerde fren balatasının diske sürtünmesi ile yavaşlama yerine elektrik motorunun kullanılması, hem enerji geri kazanımına katkıda bulunur hem de fren sisteminin ömrünü uzatır. Bu sistem, elektrikli araçların sürüş menzilini önemli ölçüde artırarak kullanıcıların şarj etme gereksinimlerini azaltır [4,5].

Dünyada elektrikli araçların benimsenmesi, özellikle menzil kaygılarının azaltılmasıyla doğrudan ilişkilidir. Kullanıcılar, elektrikli araçlarında menzil endişesi yaşamadan uzun mesafeler kat edebilme isteği taşımaktadır. Rejeneratif fren sistemi, bu bağlamda kullanıcı deneyimini ciddi şekilde iyileştirmekte ve elektrikli araçların cazibesini artırmaktadır. Enerjinin geri kazanılması, özellikle uzun yolculuklar esnasında menzil kaygısını önemli ölçüde hafifletmektedir [4-6].

Ayrıca, rejeneratif fren sisteminin sağladığı enerji geri kazanımı, elektrikli araçların toplam enerji maliyetlerini düşürmektedir. Enerji maliyetlerinin ve kilometre başına harcanan enerji miktarının kullanıcı öncelikleri içerisinde önemli bir yer tutması ve bu maliyetlerinin azaltılması, elektrikli araçların uzun vadeli sahiplik giderlerini göz önüne aldığımızda büyük bir avantaj sunar. Araç sahipleri, enerjinin daha verimli kullanılması sayesinde uzun süreli şarj gereksinimlerini azaltabilir ve bu sayede toplam sahip olma maliyetlerinde tasarruf sağlanmış olur [5,6].

ISBN: 978-625-6283-75-6

2. REJENERATİF FREN SİSTEMLERİ

2.1. Geleneksel ve Rejeneratif Frenleme Mekanizması

Geleneksel frenleme sistemleri, genellikle mekanik ve hidrolik bileşenler kullanarak aracı yavaşlatma ya da durdurma işlevini gerçekleştirir. En yaygın türleri disk ve tambur frenlerdir. Disk fren sistemlerinde, fren kaliperleri balatalar aracılığı ile disk yüzeyine baskı yaparak sürtünme oluşur ve bu sürtünme ile araç yavaşlar. Tambur fren sistemlerinde ise, fren pabuçları tamburun iç yüzeyine temas eder ve benzer bir sürtünme etkisi ile frenleme süreci gerçekleşir. Geleneksel fren sistemlerinin en büyük dezavantajı, enerji kaybıdır. Frenleme işlemi sırasında kinetik enerji, ısıya dönüşerek atmosfere salınır ve bu durum, enerji verimliliğini olumsuz etkiler. Ayrıca, bu sistemler sıklıkla fren aşınması ve bakım gereklilikleri nedeniyle kullanıcılar için ek maliyetler doğurur. Bu açıdan, geleneksel sistemler, frenleme işlevini etkin bir şekilde yerine getirse de sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada yetersiz kalmaktadır [7,8].

Rejeneratif fren sistemleri ise özellikle elektrikli ve hibrit araçlarda kullanılan yenilikçi bir teknolojidir. Bu sistemler, frenleme sırasında oluşan kinetik enerjiyi elektriğe dönüştürerek bataryalarda depolar. Dolayısıyla geleneksel fren sistemlerine göre enerji tasarrufu sağlar. Rejeneratif frenleme, frenleme veya yavaşlama esnasında tekerleklerin dönüş hareketinin elektrik motorunun tersi yönde çalışmasıyla gerçekleşir; bu durumda, elektrik motoru jeneratör olarak işlev görür [9].

Rejeneratif fren sisteminin çalışması şu şekilde özetlenebilir: Araç hızlandığında kullanılan enerji ile ilerlerken, frenleme sırasında bu enerji, motorun jeneratör moduna geçmesiyle birlikte geri kazanılır. Bu frenleme işlemi ile birlikte, aracın bataryası yeniden şarj olurken, aynı zamanda frenleme için gereken enerji de azalır. Böylece hem enerji verimliliği artırılır, hem de fren sistemlerinin aşınma oranları düşürülerek bakım maliyetleri azaltılır [10].

Geleneksel frenleme sistemleri ve rejeneratif fren sistemleri, otomotiv mühendisliği alanında önemli farklılıklar ve avantajlar taşımaktadır. Geleneksel sistemler, sağlamlığı ve etkinliği ile tanınırken, enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve maliyet etkinliği açısından rejeneratif fren sistemleri bir adım öne çıkmaktadır. Gelecek otomotiv teknolojilerinin gelişimi ve elektrifikasyon süreçleri göz önüne alındığında, rejeneratif fren sistemlerinin önemi daha da artacak ve çevre dostu ulaşım tercihleri oluşturma yolunda büyük katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, otomotiv endüstrisinin geleceği açısından bu iki fren teknolojisinin detaylı bir analizi, mühendislik çalışmaları ve araştırmalar için önemli bir konudur [11].

2.2. Rejeneratif Frenlemenin Çalışma Prensibi ve Bileşenleri

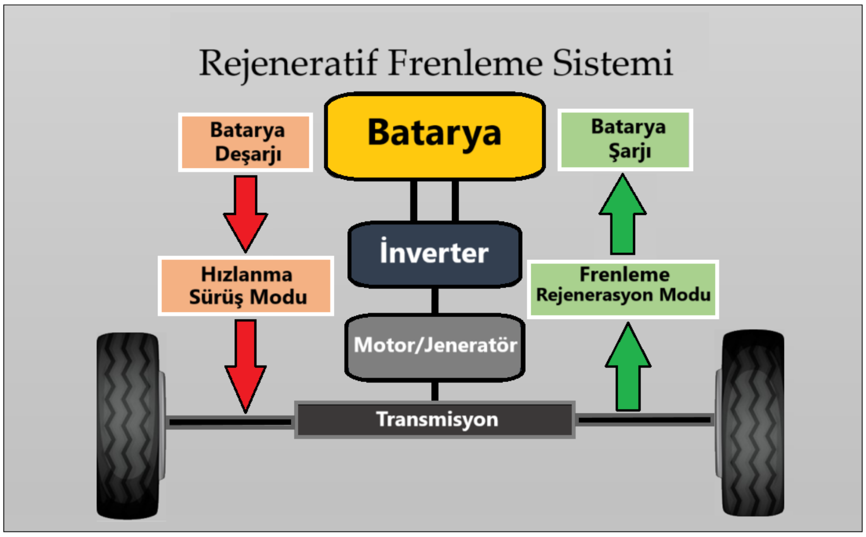
Rejeneratif frenleme, elektrik motorlarının jeneratör gibi çalışmasına dayanmaktadır. Bu sistemde, araç hızlandığında elektrik motoru, bataryadan aldığı elektrik enerjisi ile tahrik edilir.

ISBN: 978-625-6283-75-6

Ancak frenleme esnasında motor, elektriksel bir yük olarak çalışmaya başlar. Kinetik enerji, motorun rotorunda dönerken birkaç fiziksel mekanizmayı devreye sokarak elektrik enerjisine dönüştürülür [12].

Frenleme sırasında, aracın hareket enerjisi azalır ve motor, bu düşen hızın etkisiyle gerilim üretmeye başlar. Motor, rotorun dönüşü aracılığıyla indüklenmiş bir akım elde eder. Üretilen bu elektrik enerjisi, sistemdeki inverter aracılığıyla düzenlenir ve bataryaya yönlendirilir. Böylece, kinetik enerjinin kapalı bir döngü içinde yeniden kullanılmasını sağlayan bir mekanizma oluşturulmuş olur. Rejeneratif frenlemede kullanılan motorlar genellikle DC (doğru akım) ve AC (alternatif akım) motorlarıdır. Her iki tür motor türünün kendi içerisinde belirli avantajları mevcuttur. Örneğin, DC motorlar daha basit yapıları ve düşük maliyetleri ile öne çıkarken, AC motorlar daha yüksek verimlilik ve dayanıklılık sunar. Rejenerasyonu sağlayan motorların özellikleri içerisinde önemli unsurlardan bir tanesi de frenleme sırasında elektrik üretebilmek için torku artırma özelliğine sahip olmalarıdır. Alçak hızlarda yüksek tork sağlama kapasitesi, frenleme sırasında oldukça önemlidir. Bu bağlamda, senkron ve asenkron motorlar, rejeneratif frenleme sistemleri için yaygın olarak kullanılmaktadır [12,13].

Senkron motorlar elektriği öncelikli olarak motorun rotoruna ileten bir sistemle çalışırlar. Senkron motorlar, sabit bir hızda çalışarak daha verimli enerji dönüşümü sağlarlar. Frenleme sırasında, rotorun hızı azaldıkça motor, jeneratör gibi davranır ve kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Asenkron motorlar ise genellikle daha basit bir yapıya sahiptir ve frenleme sırasında daha büyük bir tork üretebilirler. Bu tür motorlar daha geniş hız aralıklarında çalışabilir ayrıca maliyet açısından daha rekabetçi olabilir [10-13].



Görsel 1. Rejeneratif Frenleme Sistemi Şeması [14]

Rejeneratif frenleme sistemlerinde bir diğer önemli bileşen ise inverterlerdir. İnverterler, elektrik akımının yönünü değiştiren ve motorun çalışma biçimini kontrol eden elemanlardır. Frenleme sırasında, motor jeneratör olarak çalıştığında, inverter devreye girer ve üretilen AC elektrik akımını doğru akıma (DC) çevirerek bataryaya yönlendirir. İnverterlerin etkinliği, rejeneratif frenleme işleminin verimliliği açısından son derece önemlidir. Yüksek verimliliğe sahip inverterler, birim zamanda maksimum enerji dönüşümü sağlayarak sistemin genel performansını artırır. Bunun yanı sıra, inverterlerin kontrol algoritmaları da frenleme sırasında motorun optimum seviyede çalışmasını sağlamak açısından kritik öneme sahiptir [12-14].

Rejeneratif frenleme sistemi, enerji depolama üniteleri olan bataryalarla tamamlanmaktadır. Frenlemeden elde edilen elektrik enerjisi, bataryalarda depolanarak daha sonra ihtiyaç duyulduğunda kullanılmak üzere saklanır. Bu bağlamda, rejeneratif frenleme sisteminin etkinliği, bataryaların kapasiteleri ve şarj alma hızlarıyla doğrudan ilişkilidir. Lityum iyon bataryalar, elektrikli araçlar için en sık tercih edilen enerji depolama çözümüdür. Yüksek enerji yoğunluğu, uzun ömür ve hızlı şarj olma özellikleri ile rejeneratif frenleme sistemleri için ideal bir çözüm sunarlar. Ayrıca, bataryaların yönetim sistemleri bu süreci optimize etmek ve bataryanın sağlığını korumak için kritik bir rol oynamaktadır [13,14].

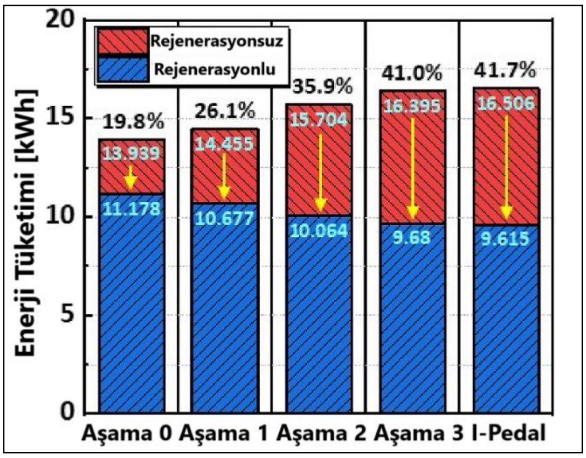
Birçok otomotiv üreticisi, elektrikli araçlarında rejeneratif fren sistemlerini standart hale getirmiştir. TOGG T10X, Tesla Model Y, Nissan Leaf ve BMW i3 gibi modeller, gelişmiş rejeneratif frenleme sistemleri ile donatılmıştır. Bu araçlar, sürücülere çeşitli sürüş modları sunarak frenleme deneyimini optimize eder ve enerji geri kazanımını artırır. Örneğin, Tesla'nın "one-pedal driving" özelliği, sürücünün sadece gaz pedalına basarak hızlanmasını sağlarken, pedaldan ayağını çektiğinde rejeneratif frenlemenin otomatik olarak devreye girmesini sağlar. Bu durum hem sürüş konforunu artırır hem de enerji verimliliğini optimize eder [10-14].

3. REJENERATİF FREN SİSTEMLERİNİN SÜRÜŞ MENZİLİNE KATKISI

Rejeneratif frenleme sisteminin menzile olan katkısı ile ilgili literatürde gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde çeşitli yol güzergahlarına, batarya tiplerine ve rejeneratif sistem yönetimine göre farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Erdem'in gerçekleştirmiş olduğu tez çalışmasında Matlab/Advisor programı kullanılarak tasarlanan elektrikli aracın performansı, IM240 sürüş programı çerçevesinde üç farklı eğim koşulunda (yokuş yukarı, düz yol ve yokuş aşağı) rejeneratif frenleme ile elde edilen enerji miktarları üzerinden analiz edilmiştir. Test süresi boyunca, aracın 85. saniyesindeki frenleme sırasında elde edilen negatif çekme kuvveti incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, yokuş yukarıda 4,850 kW, düz yolda 9,002 kW ve yokuş aşağıda 13,058 kW gücün geri kazanıldığı görülmüştür. Ayrıca, standart koşullar altında kurşun asit, NİMH ve lityum-iyon bataryalar simülasyon yöntemiyle test edilmiş ve enerji geri kazanım miktarları analiz edilmiştir. Elde edilen simülasyon sonuçları, kurşun asit bataryaların 9,002 kW, NİMH bataryaların 7,367 kW ve lityum-iyon bataryaların ise 6,822 kW güçle enerji depoladığını ortaya koymuştur. Araç menzilinin rejeneratif frenlemeden nasıl etkilendiği, CYC_UDDS, CYC_NEDC ve CYC_US06 sürüş döngülerinde test edilmiştir. Kentsel sürüş koşulunda araç menzili %11.6, yeni Avrupa sürüş döngüsünde %7,2 ve yüksek hız-yüksek hızlanma döngüsünde %8.1 oranında artış göstermiştir. Bu bulgular, rejeneratif frenlemenin elektrikli araçların performansı ve menzilini önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermektedir [15]. Kocakulak ve Solmaz'ın gerçekleştirdiği çalışmada ise elektrikli bir araç modeli oluşturularak modeli geliştirilen aracın NEDC, ECE-15, EUDC, FTP ve US06 sürüş döngüleri üzerinde performansı değerlendirilmiştir. Yapılan simülasyon çalışmaları

ISBN: 978-625-6283-75-6

neticesinde, simüle edilen modelin enerji tüketimi üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bulanık mantık kontrol stratejisi kullanılarak tasarlanan rejeneratif fren sisteminin elektrikli araç üzerindeki performansı, NEDC testinde %15,4, ECE-15 testinde %19,7 ve EUDC döngüsünde %11,9 oranında enerji tasarrufu sağladığı belirlenmiştir. Geleneksel rejeneratif fren sisteminin yerine, bulanık mantık ile kontrol edilen rejeneratif fren uygulamasının, NEDC'de %4,8, ECE-15'te %3,78 ve EUDC sürüş döngüsünde %5,44 artı enerji tasarrufu sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. [16] Lee ve arkadaşları elektrikli bir aracın rejeneratif fren sisteminin gerçek yol ve sürüş koşullarında enerji tüketim karakteristikleri üzerine etkisini incelemek üzere gerçekleştirdikleri çalışmada rejeneratif frenleme aktif halde iken ve rejeneratif frenleme etkisi olmadan 5 farklı sürüş aşamasında testler gerçekleştirmişlerdir. Test sonuçları incelendiğinde toplam batarya enerji tüketiminin rejeneratif frenleme ile 0,1,2,3 ve i-pedal aşamalarında %19,8, %26,1, %35,9, %41,0 ve %41,7 oranlarında iyileştiği görülmüştür [17]. Aşağıdaki şekilde yapılan araştırmaya ait enerji tüketim grafiği verilmiştir [17].



Görsel 2. Rejeneratif Frenleme ile ve Rejeneratif Frenleme Olmadan Gerçekleşen Toplam Enerji Tüketimi [17]

Li ve arkadaşları bulanık sinir ağına dayalı saf elektrikli araçlar için rejeneratif frenleme kontrol stratejisi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, elektrikli araçlar için rejeneratif fren enerjisi geri kazanım sistemlerinin verimliliğini ve güvenliğini araştırmışlardır. Fren yoğunluğu, araç hızı ve batarya şarj durumunun rejeneratif frenleme performansı üzerindeki etkisi göz önünde bulundurularak hidrolik frenleme veya rejeneratif frenlemeyi gerçekleştirmek için üç girişli tek çıkışlı bir bulanık kontrolör geliştirilmiştir. Oluşturulan algoritmayla rejeneratif ve hidrolik frenleme kuvvetleri yeniden dağıtılmıştır. AVL Cruise yazılımı kullanılarak yapılan simülasyon NEDC ve FTP-75 çalışma koşulları altında gerçekleştirilmiştir. Bulanık sinir ağları kullanılarak elde edilen fren enerjisi geri kazanım verimliliği, NEDC ve FTP-75 koşulları altında sırasıyla %14,52 ve %39,61 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile rejeneratif frenleme için geliştirilen kontrol stratejisinin fren enerjisi geri kazanımı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu görülmüştür [18].

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Rejeneratif fren sistemleri, elektrikli araçların menzil artırımında kritik bir rol oynamaktadır. Enerji geri kazanımı, sürüş verimliliği ve batarya yönetimi gibi unsurlar, bu sistemlerin etkinliğini doğrudan ön plana çıkarmaktadır. Elektrikli araçlardaki menzil artışı toplumun ve bireysel sürücülerin elektrikli araçları benimsenmesi ve kullanım miktarının artması açısından oldukça önemlidir. Gelecekte, bu teknolojinin daha da geliştirilmesi, elektrikli araçların yaygınlığını artıracak ve sürdürülebilir ulaşım hedeflerine ulaşmada önemli bir katkı sağlayacaktır. Elbette, rejeneratif fren sistemlerinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için sürücü eğitimleri ve teknolojinin tanıtımı da önemli bir faktör olacaktır. Literatürde gerçekleştirilen çalışmalarda %41,7'ye varan oranlarda enerji kazanımı sağlandığı görülmüştür. Bu orandan da anlaşılacağı üzere rejeneratif frenleme elektrikli araçların vazgeçilmez bir öğesi haline gelmiştir. Gelecekte gerçekleştirilmek istenen çalışmalarda ise rejeneratif fren sistemlerinde kontrol mekanizmalarının makine öğrenmesi ve sürüş tarzına göre optimum enerji kazanımı elde edilmesi üzerine yoğunlaşacağı ön görülmektedir. Ayrıca rejenerasyon sonucu geri kazanılan enerjinin rejenerasyon için daha verimli sonuçların elde edildiği batarya türleri kullanılarak saklanıp-harcanması konusunda da çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Sonuç olarak, elektrikli araçlarda bulunan rejeneratif fren sistemleri, yalnızca enerji verimliliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kullanıcı deneyimini de iyileştirerek, geleceğin ulaşım çözümlerinde önemli bir yer tutacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Shafique, M. ve Luo, X. Environmental life cycle assessment of battery electric vehicles from the current and future energy mix perspective, Journal of Environmental Management, 303, 2022.

[2] Huo, H., Cai, H., Zhang, Q., Liu, F. ve He, K. Life-cycle assessment of greenhouse gas and air emissions of electric vehicles: A comparison between China and the U.S., Atmospheric Environment, 108, pp.107-116, 2015.

[3] Shi, S., Zhang, H., Yang, W., Zhang, Q. ve Wang, X. A life-cycle assessment of battery electric and internal combustion engine vehicles: A case in Hebei Province, China, Journal of Cleaner Production, 228, pp.606-618, 2019.

[4] Dong, P., Li, J., Yao, K., Li, S., Wang, S., Xu, X. ve Guo, W. Downshifting strategy of plug-in hybrid vehicle during braking process for greater regenerative energy, Control Engineering Practice, November, 106049, 2024.

[5] Chengqun, Q., Wan, X., Wang, N., Cao, S., Ji, X., Wu, K., Hu, Y. ve Meng, M. A novel regenerative braking energy recuperation system for electric vehicles based on driving style, Energy, November, 283, 2023.

[6] Chidambaram, R.K., Chatterjee, D., Barman, B., Das, P.P., Taler, D., Taler, J. ve Sobota, T. Effect of Regenerative Braking on Battery Life, Energies, 16, 5303, 2023.

[7] Zhou,W., Wang, X., Glaser, Y., Wu, X. ve Xu, X. Developing an improved automatic preventive braking system based on safety-critical car-following events from naturalistic driving study data, Accident Analysis & Prevention, 178, 106834, 2022.

[8] Mulani, S. M., Kumar, A., Shaikh, H.N.E.A., Saurabh, A., Singh, P. K. ve Verma, P.C. A review on recent development and challenges in automotive brake pad-disc system, Materials Today: Proceedings, 56, 447-454, 2022.

ISBN: 978-625-6283-75-6

[9] Liang, J., Walker, P.D., Ruan, J., Yang, H., Wu, J. ve Zhang, N. Gearshift and brake distribution control for regenerative braking in electric vehicles with dual clutch transmission, Mechanism and Machine Theory, 133, 1-22, 2019.

[10] Chavan, D.K., Gorantiwar, S.A., Nalamwar, K.R., Deokar ve R.G. A Comparative Study and Analysis of the Performance of Various Regenerative Braking Systems, International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 8(3), 66–76 2017.

[11] Pandey, H., Shukla, S. ve Jayaswal, P. Regenerative braking system based on hydraulic, motor, and flywheel, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 7(6), 4725-4729, 2020.

[12] Singh, M., Regenerative Braking: A Good Source of Green Energy, International Journal on Power Engineering and Energy (IJPEE), 4(1), 333-337, 2013.

[13] Valladolid, J., Calle, M. ve Guiracocha, A. Analysis of regenerative braking efficiency in an electric vehicle through experimental tests, Ingenius, Revista de Ciencia y Tecnología, 29, 24-31, 2023.

[14] Yang, C., Sun, T., Wang, W.,Li, Y., Zhang, Y. ve Zha, M. Regenerative braking system development and perspectives for electric vehicles: An overview, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 198, 114389, 2024.

[15] Erdem, Y., Rejeneratif Frenlemenin Elektrikli Araçlarda Etkileri ve Güç Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.

[16] Kocakulak, T. ve Solmaz, H., Elektrikli Bir Aracın Modellenmesi ve Rejeneratif Fren Sisteminin Bulanık Mantık Yöntemi ile Kontrol Edilmesi, The 1st International Symposium on Automotive Science and Technology, 1-11, Ankara, 2019.

[17] Lee, G., Song, J., Han, J., Lim, Y. ve Park, S., Study on energy consumption characteristics of passenger electric vehicle according to the regenerative braking stages during real-world driving conditions, Energy, 283,128745, 2023.

[18] Li, W., Xu, H., Liu, X.,Wang, Y., Zhu, Y., Lin, X., Wang, Z. ve Zhang, Y., Regenerative braking control strategy for pure electric vehicles based on fuzzy neural network, Ain Shams Engineering Journal, 15, 102430, 2024.

MINIMUM WEIGHT OPTIMIZATION OF 3-D STEEL FRAME SYSTEM

Betül ÜSTÜNER

Manisa Celal Bayar University

ORCID ID: 0000-0002-1936-3296

Erkan DOĞAN

Manisa Celal Bayar University

- 0000-0002-9691-2121

ABSTRACT

This study investigates the efficiency of the Honey Badger Algorithm (HBO) in solving large-scale discrete structural design problems, particularly focusing on steel frame structures. HBO is a relatively recent optimization algorithm, and its performance has been compared with established methods such as Particle Swarm Optimization (PSO) and Artificial Bee Colony (ABC) algorithms. All proposed algorithms are implemented in MATLAB, utilizing Application Programming Interface (OAPI) functions to facilitate seamless data exchange between MATLAB and structural analysis software (SAP2000) for obtaining structural responses efficiently. A large-scale, real-world structural design problem, comprising a 17-story irregular steel frame, is selected as a case study. The design constraints, including displacement, drift, strength, and stability, are derived from the AISC-LRFD specifications. The objective is to achieve the minimum design weight while ensuring compliance with these structural behavior limitations, thus leading to an optimal and cost-effective design. The performance of HBO is critically compared to PSO and ABC, with a focus on identifying the algorithm's capability in discovering optimal solutions for real-world large-scale steel structures. The comparative analysis demonstrated the effectiveness of HBO in achieving optimal designs, and the detailed performance evaluation of all algorithms is presented, offering insights into their applicability for complex structural optimization tasks.

Keywords: 3D steel frame, Honey badger Algorithm, Minimum weight, Optimization.

1. INTRODUCTION

Structural frame system optimization is a crucial aspect of civil and structural engineering design, focusing on minimizing weight, cost, or material usage while maintaining or improving performance and safety[1]. The primary goal of frame optimization is to achieve an efficient load-bearing structure by optimizing the geometry, cross-sectional properties, and material selection under specified loading conditions, including static and dynamic loads such as wind

ISBN: 978-625-6283-75-6

or seismic forces[2,3]. In the context of high-rise buildings, bridges, or industrial structures, optimization techniques often involve mathematical formulations where constraints like maximum allowable deflections, stress limits, and stability requirements must be satisfied. The objective function typically involves minimizing the total weight of the frame system, which is directly correlated with construction costs and environmental impact. Various optimization algorithms are used for frame system optimization, ranging from gradient-based methods to advanced metaheuristic techniques like Genetic Algorithms (GA)[4], Particle Swarm Optimization (PSO)[5], and Grey Wolf Optimization (GWO)[6]. These metaheuristic algorithms are especially valuable when dealing with complex, nonlinear, and multi-modal design spaces, where traditional methods might fail to find global optima efficiently. The choice of materials, including steel, concrete, or composite materials, plays a pivotal role in optimization. Each material has different strength-to-weight ratios, durability, and cost implications, influencing the final design outcome. Structural elements must be optimized to carry design loads, including dead, live, wind, and seismic loads, without exceeding stress and deflection limits[7]. Ensuring adequate load transfer within the frame and preventing failure mechanisms such as buckling is paramount. The layout of beams, columns, and braces must be optimized to provide maximum stiffness while using the least material. This often involves determining the optimal number and placement of structural elements, taking into account factors like symmetry, buildability, and architectural constraints. In high-rise buildings, the dynamic response to seismic and wind forces is a major consideration. In large-scale structures, local optimization might lead to suboptimal global performance. Hence, the optimization process must consider the system as a whole, balancing local design efficiencies with overall structural integrity and performance[8]. Frame optimization problems are constrained by multiple factors, including material strength, buckling resistance, deflection limits, and architectural requirements. Effective constraint handling is necessary to ensure the feasibility of optimized solutions, and algorithms must be capable of navigating the feasible search space effectively[9].

The optimization of frame systems in structural engineering is a complex, multi-objective problem that requires balancing numerous design criteria[10,11]. The use of advanced optimization algorithms, coupled with robust structural analysis tools like finite element methods (FEM), allows engineers to explore innovative designs that achieve high efficiency in terms of material usage, cost, and performance. This field continues to evolve with the integration of machine learning techniques, promising even greater advancements in automated and intelligent design processes for future structures.

Metaheuristic algorithms play a significant role in the optimization of three-dimensional steel structures, particularly in the design process where complex, nonlinear, and multi-objective problems are involved[12]. Traditional optimization methods often fall short in handling the vast design space and the highly nonlinear relationships between variables in steel structure design[13]. Metaheuristic algorithms, on the other hand, offer robust and flexible solutions to explore and exploit the design space effectively. The design of steel structures involves various nonlinear constraints, such as those related to stability (e.g., buckling), strength, and

ISBN: 978-625-6283-75-6

serviceability limits (e.g., deflections and vibrations)[14]. Metaheuristic algorithms can efficiently handle these complex constraints by incorporating penalty functions or other techniques, ensuring that the generated solutions remain feasible while optimizing structural performance[13]. In the design of 3D steel structures, multiple objectives often need to be optimized simultaneously, such as minimizing weight while maximizing structural stiffness or minimizing material costs while ensuring safety and stability under dynamic loads. Metaheuristic algorithms provide powerful tools for solving the complex optimization problems inherent in the design of three-dimensional steel structures. Their ability to handle nonlinearities, multi-objective functions, and large-scale design spaces makes them indispensable in modern structural engineering practices.

2. DEFINITIONS OF ALGORITHMS

2.1. Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO) [5] is a widely used metaheuristic algorithm, introduced in 1995 by James Kennedy, a social psychologist, and Russell Eberhart, an electrical engineer. It is inspired by the social behavior observed in nature, particularly the coordinated movement patterns of animals like birds flocking or fish schooling. PSO applies these natural interaction principles to optimization problems, making it a robust, stochastic optimization technique. PSO is based on the collective intelligence of a swarm of particles. Each particle in the swarm represents a potential solution to the optimization problem. The particles "fly" through the search space, guided by their personal experience and the collective experience of the swarm. This cooperative behavior allows the swarm to explore the solution space more efficiently than isolated individuals. Each particle is characterized by two key properties: position and velocity. The position represents a potential solution, while the velocity dictates how the particle moves in the search space[15]. The particles update their positions iteratively based on their current velocity, their own previous best position (personal best or pBest), and the best position discovered by the entire swarm (global best or gBest). Personal Best (pBest): Each particle keeps track of the best solution it has encountered so far. This is the particle’s personal experience.
Global Best (gBest): The best solution found by any particle in the entire swarm. This is the collective knowledge of the swarm. The velocity of each particle is updated at every iteration based on three components:
Inertia: The previous velocity, encouraging the particle to keep moving in the same direction.
Cognitive Component: A term that pulls the particle towards its personal best solution, reflecting individual exploration.
Social Component: A term that pulls the particle towards the global best solution, encouraging collective learning and exploration of the best-known areas of the search space.
The position of each particle is then updated using the following equation:
The inertia weight plays a crucial role in balancing exploration (searching new areas of the search space) and exploitation (refining known good solutions). A large inertia weight

ISBN: 978-625-6283-75-6

encourages exploration, while a smaller weight promotes exploitation. This balance is vital to the success of the algorithm. The algorithm iterates until a termination criterion is met.

2.2. Artificial bee optimization algorithm

The Artificial Bee Colony (ABC) [16] algorithm is a popular metaheuristic optimization technique inspired by the foraging behavior of honeybees. Developed by Dervis Karaboga in 2005, it mimics how honeybees search for nectar sources and share this information with other bees to find optimal solutions in a multi-dimensional search space.
The ABC algorithm consists of three types of artificial bees, each playing a specific role in the search for the optimal solution:

- Employed Bees: These bees are associated with a specific food source (potential solution) and search the surrounding area to improve the current solution. They exploit known good solutions to refine them further.
- Onlooker Bees: These bees wait in the hive and observe the dances of employed bees. Based on the quality (fitness) of the food sources found by employed bees, onlookers select which food source to exploit, guiding them towards promising regions of the search space.
- Scout Bees: These bees perform a random search when an employed bee abandons a food source (i.e., when the solution does not improve after a certain number of iterations). This prevents stagnation and encourages exploration of new areas of the search space.

The algorithm iterates over a series of cycles, where employed bees, onlookers, and scouts work together to explore and exploit the search space. Each employed bee is assigned a food source (solution) and generates a new solution by modifying its current position. The position update is based on the difference between the current solution and a randomly selected neighbor's solution. The algorithm continues until a stopping condition is met, such as a predefined number of iterations or a satisfactory fitness level. The best solution found during the process is returned as the optimal solution

2.3. Honey Badger optimization algorithm

The Honey Badger Algorithm (HBA) [17] is a relatively new nature-inspired metaheuristic optimization technique that mimics the foraging behavior of honey badgers. Known for their tenacity and adaptability, honey badgers exhibit highly efficient searching patterns when hunting for food, particularly honey, which the algorithm takes inspiration from. Developed in 2020 by Sajjad Rahnamayan and colleagues, HBA is designed to solve complex optimization problems by imitating how honey badgers explore and exploit their environment. The Honey Badger Algorithm balances two key behaviors: exploration (searching new areas) and exploitation (refining known solutions). The algorithm simulates the way honey badgers dig into the ground to uncover honey (exploitation) and how they move across different regions to find new sources of food (exploration). HBA models the hunting process using energy and distance concepts. The energy of the honey badger decreases as it digs deeper into the ground (closer to the optimal solution), and the distance represents how far the badger is from the food source (optimal solution). Over time, the energy gradually decreases, allowing the honey badger to focus more on exploitation (refining solutions) as it gets closer to the global optimum. The algorithm uses mathematical functions to update the position of the honey badger, mimicking how they adapt their movement patterns based on their proximity to the food source. In this phase, the honey badger explores new regions of the search space. Its movement is random and diverse, helping it avoid getting stuck in local optima. As the honey badger approaches the food source, its movements become more focused. The exploitation phase is governed by the energy depletion function, which controls the intensity of search refinement around promising areas. During the digging phase, a honey badger performs a movement similar to a cardioid pattern. The situation where a honey badger follows a honey guide bird to reach the hive can be simulated

3. 3D FRAME MINIMUM WEIGHT OPTIMIZATION

SAP2000 is a widely used structural analysis and design software developed by Computers and Structures, Inc. (CSI), which allows for the modeling, analysis, and design of various types of structures, including buildings, bridges, and other infrastructure. It supports a wide range of analysis methods such as linear and nonlinear static and dynamic analysis, as well as various design codes. MATLAB, on the other hand, is a high-level programming environment frequently used in engineering for numerical computations, algorithm development, and data visualization. Integrating SAP2000 with MATLAB through an Application Programming Interface (OAPI) [18] offers significant advantages, allowing users to automate the analysis and optimization of structural systems. The SAP2000-MATLAB API allows MATLAB to directly control and interact with SAP2000, automating repetitive tasks and facilitating advanced computational processes. The API provides a set of functions that MATLAB can call to manipulate SAP2000 models, run analyses, and extract results programmatically. MATLAB can be used to automatically generate complex structural models in SAP2000. This is especially beneficial for parametric studies or when creating multiple design iterations. For example, MATLAB scripts can define geometry, assign material properties, apply loads, and set up boundary conditions directly within SAP2000, without manual input. One of the major strengths of the MATLAB-SAP2000 API integration is the ability to extract detailed analysis results from SAP2000 directly into MATLAB for further processing. This could include retrieving nodal displacements, internal forces, stress distributions, and eigenvalues, which can then be analyzed, plotted, or optimized within MATLAB. or large-scale or highly repetitive structures (such as high-rise buildings or bridge networks), the MATLAB-SAP2000 API facilitates the automated creation and analysis of models. This significantly reduces the time required to manually model large systems and improves accuracy by minimizing manual input errors. Many studies on the optimum design of steel frames have focused on the application of various metaheuristic algorithms [19–25].

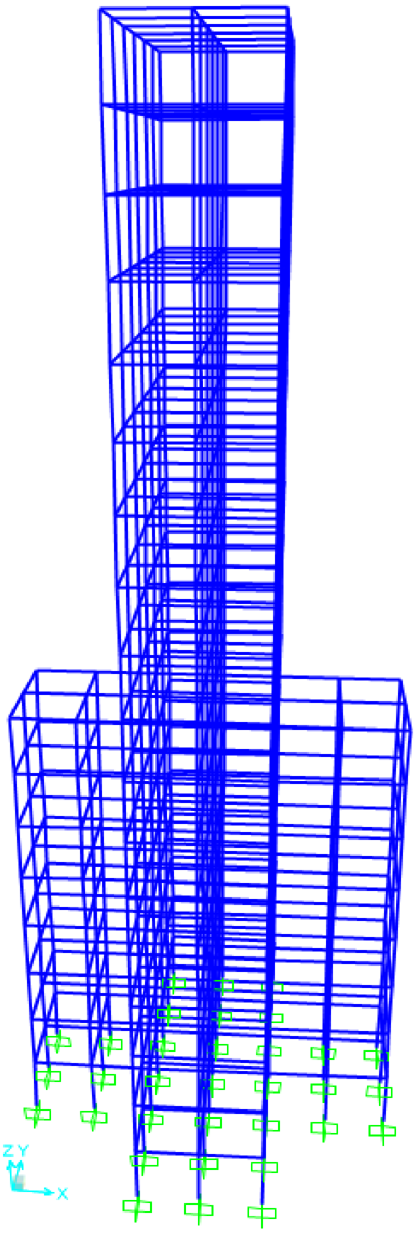
The first model considered in this study is a 17-story, three-bay, irregular steel frame structure without external bracing. This model was analyzed under various loading conditions using the HBO, PSO, and ABC algorithms. These algorithms enabled a thorough evaluation of the structural performance by considering different stiffness configurations and load cases, contributing significantly to the optimization of the steel frame design. The model was divided

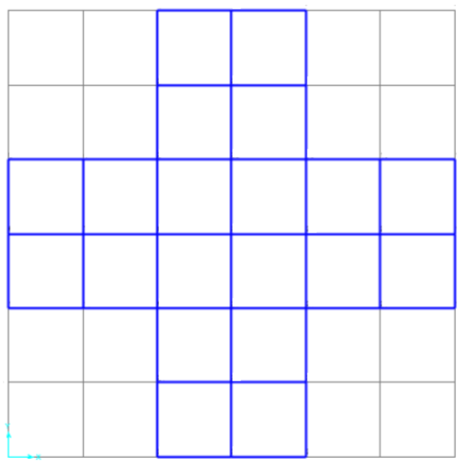
ISBN: 978-625-6283-75-6

into 34 distinct groups, with a grouping strategy applied every four stories. Beams were grouped from 1 to 15, while columns were classified from 16 to 30. This grouping method was employed to facilitate a more detailed analysis of the structural elements' behavior in specific regions. Beams and columns were further subdivided into distinct categories. Beams were separated into groups based on their orientation along the X and Y axes, whereas columns were categorized as edge, corner, and interior columns. This detailed classification enabled a deeper understanding of the structural behavior across various parts of the steel frame. The grouping scheme is visually represented in Figure 4.1. The structure was modeled in three dimensions, comprising a total of 3042 elements and 5450 nodes. This comprehensive modeling approach was undertaken to capture the complexity of the steel frame and to provide a more accurate analysis of its structural behavior. Consequently, this allowed for a more detailed assessment and optimization of the structural performance, ensuring that the design meets the necessary requirements.

In the optimization of steel frames using three-dimensional metaheuristic algorithms, the process of grouping structural elements plays a crucial role in achieving an optimal design. Grouping allows for a more efficient and manageable representation of the structure, especially when dealing with large and complex systems, such as high-rise buildings or irregular steel frames. By assigning similar elements to specific groups, the computational complexity is reduced, and the optimization process can focus on key variables, making it feasible to handle large-scale problems. Without grouping, every element in the structure would be treated as a separate variable, leading to an enormous number of variables that would significantly slow down the optimization process. Grouping reduces the number of variables by treating similar elements—such as beams or columns in the same region—uniformly. This simplifies the model while still maintaining an accurate representation of the structural behavior.

ISBN: 978-625-6283-75-6

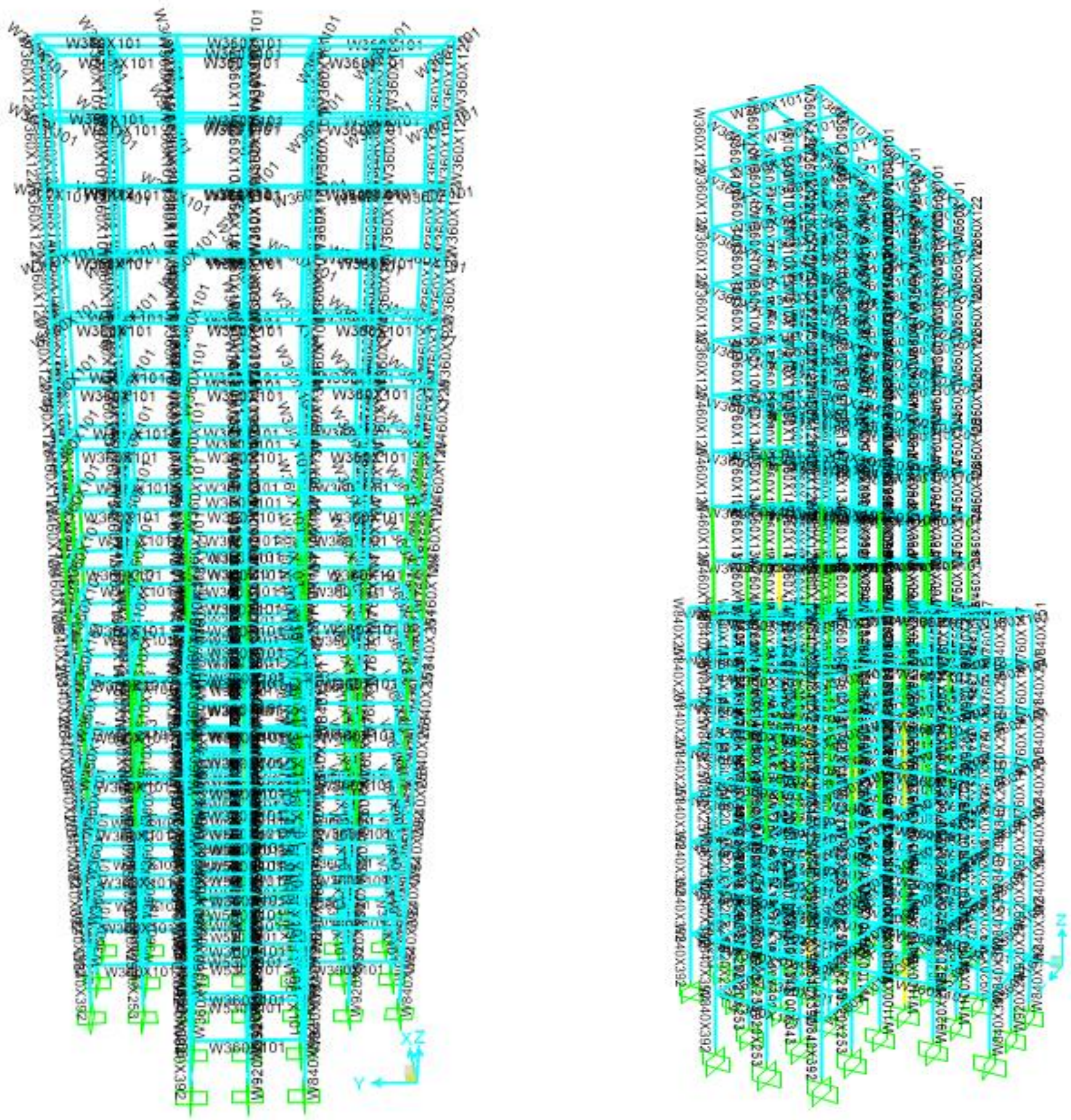




			NORMAL KAT YÜKLERİ	**ÇATI YÜKLERİ**
Tasarım Ölü Yük (D)	60.30 lb/ft^2	0.000419 $kips/in^2$	2.89 kN/m^2	2.89 kN/m^2
Tasarım Hareketli Yük (L)	50.00 lb/ft^2	0.000347 $kips/in^2$	2.39 kN/m^2	0
Tasarım Kar Yükü (S)	15.75 lb/ft^2	0.000109 $kips/in^2$	0	0.754384 kN/m^2

According to the LRFD (Load Factor Design) [26] specification, load combinations were applied to the system as follows.

- 1.2D+1.6L+0.5S
- 1.2D+0.5L+1.6S



4. RESULTS AND CONCLUSION

The table presents the optimization results for a 17-story irregular rigid steel frame structure analyzed using three different metaheuristic algorithms: Honey Badger Optimization (HBO), Particle Swarm Optimization (PSO), and Artificial bee optimization (ABC). The results focus on key performance metrics such as minimum weight, maximum ratio, maximum iterations, standard deviation, worst-case weight, and average weight.

ISBN: 978-625-6283-75-6

Table 1. 17-Storey Rigid Frame Analysis Results

Grup No	HBO	PSO	AO
Minimum weight (kN)	3478.5374	1622.1923	1562.3336
Maksimum strength ratio	0.9099	0.9829	0.9991
Maksimum iteration	30000	30000	30000
Stand. Dev. (SD)	287.1197	24.7266	122.3572
Mean weight (kN)	6218.1470	3354.9516	2672.57172
Worst weight (kN)	3534.8623	2488.5718	2117.45268

The minimum weight achieved by each algorithm shows significant differences, highlighting their optimization efficiency. ABC outperformed the other algorithms by achieving the lowest minimum weight of 1562.3336 kN, followed closely by PSO with 1622.1923 kN. HBO, on the other hand, resulted in the highest minimum weight of 3478.5374 kN, indicating relatively lower optimization performance in minimizing the structure's weight. The maximum ratio values reflect the load-carrying efficiency and utilization of the structural elements under the given constraints. ABC demonstrated the highest maximum ratio of 0.9991, which indicates that the design is near the allowable limit, suggesting high utilization of the materials without significant overdesign. PSO followed with a maximum ratio of 0.9829, while HBO had the lowest ratio of 0.9099, suggesting a more conservative design with lower material utilization. All three algorithms were run for a maximum of 30,000 iterations, ensuring a fair comparison of their convergence behavior and optimization capabilities. Standard deviation indicates the variability and consistency of the optimization results. PSO exhibited the lowest standard deviation of 24.7266, indicating highly consistent results with minimal variation between runs. ABC showed moderate consistency with a standard deviation of 122.3572, while HBO displayed the highest variability with a standard deviation of 287.1197, reflecting less stable optimization outcomes across different iterations. The optimization results indicate that ABC is the most effective algorithm for minimizing the weight of the 17-story irregular rigid steel frame, achieving both the lowest minimum and average weights while maintaining high material utilization near the allowable limits. PSO also performed well, showing consistent and relatively low-weight solutions, although slightly less efficient than ABC. HBO, however, demonstrated the least favorable results with higher weights and greater variability, suggesting it is less suited for this specific optimization problem compared to the other two algorithms. These findings underscore the importance of selecting the appropriate metaheuristic algorithm for structural optimization tasks, as different algorithms can yield vastly different outcomes in terms of efficiency, consistency, and overall performance.

REFERENCES

[1] Mei, L., Wang, Q., Structural Optimization in Civil Engineering: A Literature Review. Buildings, 11, 66 ,2021. http://doi:10.3390/buildings11020066.
[2] Adeli, H., Sarma, K. C., *Cost Optimization of Structures: Fuzzy Logic, Genetic Algorithms, and Parallel Computing*; John Wiley & Sons, ISBN 978-0-470-86734-1.
[3] Zakian, P., Kaveh, A., Seismic design optimization of engineering structures: a comprehensive review. Acta Mechanica, 234, 1305–1330 ,2023. http://doi:10.1007/s00707-022-03470-6.
[4] Holland, J. H.: Genetic Algorithms. Scientific American, 267, 66–73 ,1992.
[5] Eberhart, R.;,Kennedy, J., A new optimizer using particle swarm theory. In *MHS'95. Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science*, 1995, pp. 39–43.
[6] Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., Lewis, A.: Grey Wolf Optimizer Adv Eng Softw 69: 46–61 ,2014.
[7] Afzal, M., Liu, Y.,Cheng, J. C. P., Gan, V. J. L., Reinforced concrete structural design optimization: A critical review. Journal of Cleaner Production, 260, 120623 ,2020. http://doi:10.1016/j.jclepro.2020.120623.
[8] Roy, R., Hinduja, S., Teti, R.,Recent advances in engineering design optimisation: Challenges and future trends. CIRP Annals, 57, 697–715 ,2008.. http://doi:10.1016/j.cirp.2008.09.007.
[9] Saka, M. P., Geem, Z. W., Mathematical and Metaheuristic Applications in Design Optimization of Steel Frame Structures: An Extensive Review, Mathematical Problems in Engineering, 271031 ,2013. http://doi:10.1155/2013/271031.
[10] Eser, H., Hasançebi, O., Yakut, A.; Gholizadeh, S., Performance-based design optimization of steel moment frames using capacity controlled search algorithm: a comparison with force-based design approach, Structure and Infrastructure Engineering, 0, 1–16 ,2023. http://doi:10.1080/15732479.2023.2263442.
[11] Gholizadeh, S., Fattahi, F., Multi-objective design optimization of steel moment frames considering seismic collapse safety. Engineering with Computers, 37, 1315–1328 ,2021. http://doi:10.1007/s00366-019-00886-y.
[12] Lagaros, N. D., Plevris, V., Kallioras, N. Ath., The Mosaic of Metaheuristic Algorithms in Structural Optimization. Archives of Computational Methods in Engineering, 29, 5457–5492 ,2022. http://doi:10.1007/s11831-022-09773-0.
[13] Leng, J., Guest, J. K., Schafer, B. W., Shape optimization of cold-formed steel columns. Thin-Walled Structures, 49, 1492–1503 ,2011. http://doi:10.1016/j.tws.2011.07.009.
[14] Changizi, N., Jalalpour, M., Topology optimization of steel frame structures with constraints on overall and individual member instabilities. Finite Elements in Analysis and Design, 141, 119–134 ,2018. http://doi:10.1016/j.finel.2017.11.003.
[15] Almeida, B. S. G. de, Leite, V. C., *Particle Swarm Optimization: A Powerful Technique for Solving Engineering Problems*, IntechOpen, ISBN 978-1-78984-537-2.
[16] Bansal, J. C., Sharma, H., Jadon, S. S., Artificial bee colony algorithm: a survey, International Journal of Advanced Intelligence Paradigms, 5, 123–159, 2013. http://doi:10.1504/IJAIP.2013.054681.
[17] Chandrasekharan, S., Subramaniam, S., Veerakgoundar, V., Honey badger optimization algorithm based maximum power point tracking for solar photovoltaic systems. Electric Power Systems Research, 221, 109393 ,2023. http://doi:10.1016/j.epsr.2023.109393.

[18] OAPI - Technical Knowledge Base - Computers and Structures, Inc. - Technical Knowledge Base Available online: https://wiki.csiamerica.com/display/kb/OAPI accessed on Dec 6, 2021.
[19] Carbas, S., Tunca, O., Numerical design optimization of real size complex steel space frame structures using a novel adaptive cuckoo search method, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 125, e7386 ,2024. http://doi:10.1002/nme.7386.
[20] Kaveh, A., *Advances in metaheuristic algorithms for optimal design of structures*, Springer, 2014
[21] Kaveh, A., Biabani Hamedani, K., Milad Hosseini, S., Bakhshpoori, T., Optimal design of planar steel frame structures utilizing meta-heuristic optimization algorithms. Structures, 25, 335–346, 2020. http://doi:10.1016/j.istruc.2020.03.032.
[22] Aydogdu, I., Ormecioglu, T. O., Tunca, O., Carbas, S., Design of large-scale real-size steel structures using various modified grasshopper optimization algorithms. Neural Computing and Applications, 34, 13825–13848 ,2022. http://doi:10.1007/s00521-022-07196-3.
[23] Daloğlu, A., Artar, M., Özgan, K., Karakaş, A. İ., Optimum Design of Braced Steel Space Frames Using Teaching Learning Based Optimization, International Journal of Engineering Technologies IJET, 4, 21–26 ,2018. http://doi:10.19072/ijet.337291.
[24] Tayfur, B., Yilmaz, H., Daloğlu, A. T., Hybrid tabu search algorithm for weight optimization of planar steel frames. Engineering Optimization, 53, 1369–1383 ,2021. http://doi:10.1080/0305215X.2020.1793977.
[25] Artar, M., Daloğlu, A. T., Optimum design of steel space truss towers under seismic effect using Jaya algorithm, Structural Engineering and Mechanics, An Int'l Journal, 71, 1–12 ,2019.
[26] LRFD-AISC, L., Design, R. F.: American Institute of Steel Construction. IL, USA, , 62–564 ,1999.

BEAM DESIGN VIA NEW METAHEURISTICS ALGORITHMS

Betül ÜSTÜNER
Manisa Celal Bayar University
– ORCID ID: 0000-0002-1936-3296
Erkan DOĞAN
Manisa Celal Bayar University
- 0000-0002-9691-2121

ABSTRACT

Metaheuristic algorithms are designed to solve complex and large-scale optimization problems with vast search spaces. These algorithms, being generalized forms of heuristic methods, aim to find the best or near-optimal solution without systematically searching through all possible solutions. Their utility is particularly noted in high-dimensional, multi-modal, and nonlinear problems, where traditional optimization techniques often face difficulties. Benchmark problems are essential for evaluating, comparing, and improving the performance of metaheuristic algorithms. These problems are standardized tests used across various engineering fields to assess the efficiency of optimization methods. Engineering problems, which are typically complex, multi-objective, and heavily constrained, serve as suitable benchmarks for this purpose. One of the foundational examples in structural engineering is the beam design problem. In this study, the I-beam design, cantilever beam design, and welded beam design problems are examined as benchmark cases. Three recent optimization algorithms the Coati Algorithm (COA), Gazelle optimization algorithm (GOA), and Nutcracker optimization algorithm (NOA) are applied to solve these problems. The performance of the optimization algorithms is then statistically analyzed to assess their effectiveness and robustness in handling real-world engineering challenges. This comprehensive comparison provides insights into the capabilities of each algorithm and their applicability to large-scale structural design optimization.

Keywords: Metaheuristic Algorithm, Benchmark Problem, Beam design

1. INTRODUCTION

Metaheuristic algorithms are powerful approaches developed to solve complex optimization problems. Typically based on heuristic methods, they aim to search effectively within a broad solution space [1]. Unlike traditional optimization methods, metaheuristic algorithms are designed to avoid local traps while attempting to find the global optimum. These algorithms draw inspiration from processes observed in nature or social behaviors to solve problems [2]. Among the most common metaheuristic algorithms are Genetic Algorithms (GA) [3], Particle Swarm Optimization (PSO)[4], Simulated Annealing (SA)[5], Ant Colony Optimization (ACO)[6], and Tabu Search [7]. These methods employ various strategies to direct the solution

ISBN: 978-625-6283-75-6

search process: genetic algorithms mimic evolutionary mechanisms, while particle swarm optimization relies on the collective behavior of individuals. One of the key advantages of metaheuristic algorithms is their flexibility and speed, especially in solving high-dimensional and nonlinear problems compared to traditional methods [8]. However, the effectiveness of these algorithms depends on parameter settings and their suitability for specific problems. The application of these algorithms in various engineering design problems has helped achieve successful outcomes in areas such as minimum weight optimization, structural analysis, energy management, and route planning.

The need for the continuous development of new algorithms arises from the diversity and complexity of optimization problems [9]. Each optimization problem has its own unique structure. Some problems are linear and low-dimensional, while others are nonlinear, high-dimensional, and complex. Existing algorithms may perform well on certain types of problems but may be insufficient for others. Therefore, there is a need to develop suitable methods for each new problem type. Most optimization problems feature multiple local minima within the solution space [10]. Current algorithms may sometimes get trapped in these local minima instead of finding the global optimum. New algorithms are designed to improve exploration and solution mechanisms, allowing them to avoid local traps and identify the global optimum more effectively. As problems become more complex, the computational time and cost of existing algorithms can increase significantly. Large datasets, high-dimensional optimizations, or real-time solutions require faster and more efficient algorithms. New algorithms aim to reduce computational overhead and offer better solutions for such problems [11]. The success criteria for different problems can vary. In some cases, a fast solution is prioritized, while in others, higher accuracy and precision are more important. Existing algorithms may not always balance these requirements effectively, leading to the need for new algorithms that improve both speed and accuracy. Each algorithm employs different strategies to reach the global optimum. Some aim for direct searches, while others focus on exploring the solution space more broadly. New algorithms seek to improve optimization processes by offering better exploration capabilities, more balanced search processes, or more efficient local search methods. Optimization challenges arise in a wide range of fields, including engineering, economics, biology, and logistics[12]. Since each field has its own unique dynamics and requirements, the development of new metaheuristic algorithms tailored to these disciplines is necessary. As a result, the development of new metaheuristic algorithms becomes essential in areas where existing methods fall short, offering better performance, faster computations, higher accuracy, or solutions tailored to specific problem domains. The use of metaheuristic algorithms in engineering problems is crucial due to their ability to handle complex, high-dimensional, and nonlinear optimization tasks that traditional methods often struggle with[13]. Engineering problems frequently involve intricate constraints, multiple objectives, and large solution spaces, where conventional optimization techniques may become inefficient or get trapped in local optima. Metaheuristic algorithms, by contrast, are designed to explore the global solution space more effectively, increasing the chances of finding the optimal or near-optimal solution. This makes them particularly valuable in structural design, material selection, energy optimization, and various other engineering applications. Regarding the reliability of metaheuristic

algorithms, while they do not guarantee finding the exact global optimum due to their stochastic nature, they are generally effective at producing high-quality solutions within reasonable computational times [14]. The reliability of the results depends on several factors, such as the algorithm's configuration, problem-specific characteristics, and the proper tuning of parameters. In practice, metaheuristic algorithms often provide solutions that are "good enough" for engineering applications, especially when exact solutions are either unknown or too costly to compute. Therefore, metaheuristic algorithms are not only important but also reliable tools for solving complex engineering problems, as long as their limitations and stochastic nature are appropriately managed.
In this study, a comparative analysis of three newly developed metaheuristic algorithms for the beam design optimization problem is presented. The algorithms under consideration are GOA [15], the NOA[16], and COA[17] all of which were introduced in 2023. These algorithms have gained attention due to their innovative approaches to solving complex optimization problems, particularly in structural design applications. The primary objective of this work is to evaluate the performance of these algorithms in terms of their efficiency, convergence speed, and ability to escape local minima when applied to the beam design problem. By comparing these methods, we aim to provide valuable insights into their strengths and limitations, offering guidance for their potential application in other structural engineering optimization tasks. The results of this comparison will contribute to the growing body of knowledge on metaheuristic optimization and provide a benchmark for future studies in the field.

2. METAHEURISTIC ALGORITHMS

Metaheuristic algorithms are often inspired by natural phenomena, leveraging biological, ecological, or behavioural processes to solve complex optimization problems. This nature-inspired approach allows these algorithms to mimic the efficient problem-solving strategies observed in animals, plants, and ecosystems. In this section, we provide an overview of the three metaheuristic algorithms utilized in this study: GOA, NOA, and COA.

2.1. Gazelle Optimization Algorithm

The Gazelle Optimization Algorithm (GOA) is a novel metaheuristic optimization technique inspired by the social behavior and hunting strategies of gazelles in their natural habitat. This algorithm primarily mimics the way gazelles move in groups to avoid predators while seeking food and safe environments[15]. The underlying principle of GOA is to leverage the collective intelligence of the gazelle population to explore and exploit the solution space efficiently. In GOA, individual gazelles represent potential solutions to an optimization problem. The algorithm consists of two main phases: exploration and exploitation. During the exploration phase, gazelles search for food sources by dispersing throughout the solution space. This behavior is characterized by random movements that allow them to cover a wide area, thereby facilitating the discovery of diverse solutions. In the exploitation phase, gazelles converge towards the best-found solution, analogous to their behavior when they locate a food source.

ISBN: 978-625-6283-75-6

This phase involves refining and enhancing the identified solutions through iterative updates, guided by the positions of the best-performing gazelles in the population. GOA has proven effective in engineering design, resource management, data analysis and other complex optimization problems. Its strengths lie in its balance of exploration and exploitation, making it a competitive alternative to other established metaheuristic algorithms. The algorithm's performance can be influenced by various parameters, including population size and movement dynamics, which must be carefully tuned to optimize results. In the Gazelle Optimization Algorithm (GOA), both Brownian motion and Lévy flight are incorporated to enhance the exploration capabilities of the algorithm. GOA is a population based algorithm. The algorithm is defined by matrix.

$$X = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & \cdots & x_{1,d-1} & x_{1,d} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & \cdots & x_{2,d-1} & x_{2,d} \\ \vdots & \vdots & x_{i,j} & \vdots & \vdots \\ x_{n,1} & x_{n,2} & \cdots & x_{n,d-1} & x_{n,d} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Dimesion of optimization problem;

$$x_{i,j} = lb_j + r \cdot (ub_j - lb_j), i = 1,2, \dots, N, j = 1,2, \dots, m \tag{2}$$

The matrix is employed in order to identify and ascertain the subsequent step for the gazelles.

$$\text{Elite} = \begin{bmatrix} x'_{1,1} & x'_{1,2} & \cdots & x'_{1,d-1} & x'_{1,d} \\ x'_{2,1} & x'_{2,2} & \cdots & x'_{2,d-1} & x'_{2,d} \\ \vdots & \vdots & x'_{i,j} & \vdots & \vdots \\ x'_{n,1} & x'_{n,2} & \cdots & x'_{n,d-1} & x'_{n,d} \end{bmatrix} \tag{3}$$

The following presents a mathematical model of gazelle behaviour during the exploration phase.

$$\begin{aligned} \text{gazelle}_{i+1} = \; & \text{gazelle}_i + s \cdot R *\cdot R_B \\ & *. \left(\text{Elite}_i - R_B *. \text{ gazelle}_i \right) \end{aligned} \tag{4}$$

A mathematical model of gazelle behaviour during the exploitation phase.

$$\begin{aligned} & \overrightarrow{\text{gazelle}_{i+1}} = \overrightarrow{\text{gazelle}_i} + S \cdot \mu \cdot \vec{R} *\cdot \vec{R}_L \\ & *\cdot \left(\overrightarrow{\text{Elite}_i} - \overrightarrow{R_L} *\cdot \overrightarrow{\text{gazelle}_i} \right) \end{aligned} \tag{5}$$

The mathematical model that describes the behaviour of the predator chasing the gazelle is presented in the following Eq.(6);

$$\overrightarrow{\text{gazelle}}_{\iota+1} = \overrightarrow{\text{gazelle}}_{\iota} + S \cdot \mu \cdot \text{CF} *\cdot \vec{R}_B *\cdot \left(\overrightarrow{\text{lite}}_{\iota} - \vec{R}_L *\cdot \ \text{gazelle}_{i} \right) \tag{6}$$

$$CF = \left(1 - \frac{iter}{Max\_iter}\right)^{\left(2\frac{iter}{Max\_iter}\right)}$$

PSRs represent predator success rates, and the effect in question affects the ability of the gazelle to escape. This, in turn, ensures that the algorithm avoids being trapped in a local minimum. The effect of PSRs is modelled according to the following Eq. (7).

$$\overrightarrow{\text{gazelle}}_{\iota+1} = \begin{cases} \overrightarrow{\text{gazelle}}_{i} + \text{CF}[\overrightarrow{\text{LB}} + \vec{R} *\cdot (\overrightarrow{\text{UB}} - \overrightarrow{\text{LB}})] *\cdot \vec{U} & \text{if } r \leq \text{ PSRs} \\ \overrightarrow{\text{gazelle}}_{i} + [\text{PSRs}(1-r) + r]\left(\overrightarrow{\text{gazell}}_{r_1} - \overrightarrow{\text{gazelle}}_{r_2}\right) & \text{else} \end{cases} \tag{7}$$

Brownian Motion is a stochastic process that describes random movement, where particles move in a continuous and unpredictable manner. In the context of GOA, Brownian motion allows individual gazelles to exhibit random, small-scale movements, facilitating local exploration within the solution space. This randomness helps prevent premature convergence on suboptimal solutions by ensuring that gazelles can explore their immediate vicinity effectively.

$$f_B(x;\mu,\sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \tag{8}$$

Lévy Flight, on the other hand, is characterized by a random walk in which the step lengths follow a probability distribution with heavy tails. This means that while most steps are relatively short, there are occasional long jumps. In GOA, Lévy flight is used to simulate the behavior of gazelles when searching for food over larger distances. This mechanism enables the algorithm to escape local optima and explore distant regions of the solution space, thereby increasing the likelihood of discovering more optimal solutions.

2.2. Nutcracker Optimization Algorithm

The Nutcracker Optimisation Algorithm (NOA)[16] is a metaheuristic optimisation method. It is modelled on the intelligent behaviour of the nutcracker bird. This algorithm is designed to effectively solve complex optimization problems by mimicking the nutcracker's strategies for gathering and storing pine seeds.
Behaviors of the Nutcracker
The behaviors of the nutcracker can be categorized into two main phases:

Gathering and Storing Pine Seeds:

In summer and autumn, this behaviour occurs. The nutcracker begins searching for pine seeds in coniferous forests, selecting cones that contain high-quality seeds. If the desired seeds are not found, the nutcracker explores other pine trees to search for new sources. This phase is referred to as the "initial exploration phase."

Searching for and Retrieving Storage Locations:
The nutcracker begins to explore the seeds it has previously stored through the winter and spring seasons. This behavior is known as the "second exploration phase." The nutcracker does not merely search randomly for its hidden caches; it also utilizes nearby objects as cues to identify the locations of its caches. Spatial memory plays a crucial role in helping the nutcracker remember where it has stored its seeds. Throughout the winter and spring, the discovered pine seeds serve as a vital food source that is stored in suitable caches for the nutcracker's survival.

Exploration Operator: In the initial phase, the nutcracker utilizes an exploration operator to identify promising regions within the search space. This phase serves as a starting point for identifying potential solutions by determining the most favorable areas.
Exploitation Operator: Following the exploration phase, the nutcracker employs the exploitation operator to locate pine seeds stored in marked caches. Throughout the winter and spring, the nutcracker adopts a different mechanism based on spatial memory strategies to access the stored seeds.
The Cache Search and Recovery Strategy facilitates the nutcracker's ability to investigate areas surrounding key reference markers that signal the locations of its stored caches. By utilizing these environmental landmarks, the bird can systematically and accurately retrieve its previously hidden food reserves. This method highlights the nutcracker's advanced spatial cognition and efficient resource recovery during periods of necessity. The exploration operator is employed to examine areas surrounding these reference points in an effort to locate hidden caches. Upon discovering the hidden caches, the nutcracker triggers the exploitation operator to retrieve the buried pine seeds.
The Nutcracker Optimization Algorithm presents an effective approach to solving optimization problems, drawing from the intelligent foraging and storing behaviors of the nutcracker bird. This algorithm demonstrates a strong search capability, rendering it versatile for application across diverse domains such as engineering, economics, and computer science. The study of the nutcracker's natural behaviors plays a significant role in the development of such algorithms. The bio-inspired design of this optimization approach ensures its innovation and effectiveness as a solution tool, enabling it to address complex and multidimensional solution spaces efficiently.

2.3. Coati Optimization Algorithm

Coatimundis belong to the Procyonidae family, which includes the Nasua and Nasuella genera. These omnivorous mammals reside in the tropical forests of Central and South America. They are characterized by their long, curved noses, ringed eyes, and lengthy tails. Coatimundis are primarily diurnal and arboreal, with a diet consisting of insects, fruits, plants, and small invertebrates. Green iguanas are among their preferred prey, and coatimundis hunt them cooperatively. Some climb trees to scare the iguanas into jumping down, while others wait below to attack. However, coatimundis also face threats from predators such as jaguars, ocelots, snakes, and large birds of prey like harpy eagles. The Coati Optimization Algorithm (COA) [17] is a population-based metaheuristic approach, where individual solutions represent coatis. The position of each coati in the search space corresponds to a potential solution, with initial positions being randomly assigned at the start of the algorithm using predefined equations.

$$x_{i,j} = lb_j + r \cdot \left(ub_j - lb_j\right), i = 1,2, \dots, N, j = 1,2, \dots, m \tag{9}$$

The variable $x_{i,j}$ represents the i th koati number in the search field, while j represents the jth decision variable. N denotes the total number of koatis, m represents the number of decision variables, r denotes a random number in the range [0,1], ub_j represents the upper bound, and lb_j represents the lower bound. The population is represented as a matrix, with each row representing the coati and each column representing the decision variable.

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix}_{N\times m} = \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,j} & \cdots & x_{1,m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i,1} & \cdots & x_{i,j} & \cdots & x_{i,m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N,1} & \cdots & x_{N,j} & \cdots & x_{N,m} \end{bmatrix}_{N\times m} \tag{10}$$

When candidate solutions are assigned to the decision variables in an optimization problem, they are subsequently evaluated using the problem's objective function. This process is mathematically represented by Equation 11.

$$F = \begin{bmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_i \\ \vdots \\ F_N \end{bmatrix}_{N\times 1} = \begin{bmatrix} F(X_1) \\ \vdots \\ F(X_i) \\ \vdots \\ F(X_N) \end{bmatrix}_{N\times 1} \tag{11}$$

In this context, F is the vector representing the objective function obtained, and F_i denotes the objective function value corresponding to the i-th coati. The updating process of coatimundis is modeled by simulating two natural behaviors: their strategy when attacking iguanas and their strategy for escaping predators. Consequently, the COA population undergoes updates in two distinct phases.

2.1.1. Hunting and attack strategy on iguanas (exploration phase)

ISBN: 978-625-6283-75-6

The Coati Optimization Algorithm (COA) models coatis' hunting strategies when attacking iguanas. Half of the coatis climb trees to scare the iguana, while the other half wait below to attack when it falls. This approach allows COA to explore the solution space widely, with the best population member representing the iguana's position. The movement of coatis climbing the tree is mathematically simulated in the algorithm.

$$X_i^{P1}: x_{i,j}^{P1} = x_{i,j} + r \cdot \left(\text{Iguana}_j - I \cdot x_{i,j} \right), \text{ for } i = 1,2,\dots,\left\lfloor \frac{N}{2} \right\rfloor \text{ and } j = 1,2,\dots,m. \tag{12}$$

After the iguana falls, it is randomly placed at a new location within the search space. The coatis on the ground then modify their positions accordingly, adjusting their search trajectories based on this new position, following the guidelines outlined in Equation (13).

$$\begin{gathered} \text{Iguana}^G: \text{Iguana}_j^G = lb_j + r \cdot (ub_j - lb_j), j = 1,2,\dots,m, \\ X_i^{P1}: x_{i,j}^{P1} = \begin{cases} x_{i,j} + r \cdot \left(\text{Iguana}_j^G - I \cdot x_{i,j} \right), & F_{\text{Iguana}^G} < F_i, \\ x_{i,j} + r \cdot \left(x_{i,j} - \text{Iguana}_j^G \right), & \text{else}, \end{cases} \\ \text{for } i = \left\lfloor \frac{N}{2} \right\rfloor + 1, \left\lfloor \frac{N}{2} \right\rfloor + 2, \dots, N \text{ and } j = 1,2,\dots,m. \end{gathered} \tag{13}$$

The position is updated using Equation 14.

$$X_i = \begin{cases} X_i^{P1}, F_i^{P1} < F_i \\ X_i, \text{ else.} \end{cases} \tag{14}$$

X_i^{P1} is the new calculated position. F_i^{P1} is the objective function value. r is a random number between [0,1]. Iguana represents the position of a in the search space.

2.1.2. Process of escaping from predators (exploitation phase)

In the second phase of position update, they react by running away from predators to seek safety. This instinctive response demonstrates the ability of COA to perform local searches in challenging situations. This behavior is given in equation 15.

$$\begin{gathered} lb_j^{\text{local}} = \frac{lb_j}{t}, ub_j^{\text{local}} = \frac{ub_j}{t}, \text{ where } t = 1,2,\dots,T. \\ X_i^{P2}: x_{i,j}^{P2} = x_{i,j} + (1-2r) \cdot \left(lb_j^{\text{local}} + r \cdot \left(ub_j^{\text{local}} - lb_j^{\text{local}} \right) \right), \\ i = 1,2,\dots,N, j = 1,2,\dots,m \end{gathered} \tag{15}$$

The position update is given in Equation 16.

ISBN: 978-625-6283-75-6

$$X_i = \begin{cases} X_i^{P2}, F_i^{P2} < F_i \\ X_i, \text{ else.} \end{cases} \tag{16}$$

X_i^{P2} is the new calculated position. F_i^{P2} is the objective function value. r is a random number between [0,1]. ub represents the local upper bound and lb represents the local lower bound. j is the decision variable.

3. DESIGN EXAMPLES

The application of metaheuristic algorithms in beam design offers significant advantages in the field of engineering. These algorithms possess the capability to effectively solve complex optimization problems, enabling the optimization of critical parameters such as weight, strength, and cost of beams. Moreover, metaheuristic approaches take into account the interactions of different design variables, allowing for a more flexible and innovative design process. As a result, engineers are empowered to develop innovative beam designs that enhance performance while reducing costs.[18,19]

3.1. I Beam Design

The I-beam design problem encompasses a design challenge involving four variables. This challenge must adhere to constraints related to cross-sectional area and stress, given specific loading conditions. The primary objective of this study is to minimize vertical bending, represented by the function $f(x) = PL^3/48EI$, where the beam length is set at 5200 cm and the modulus of elasticity is 523.104 kN/cm² [20].

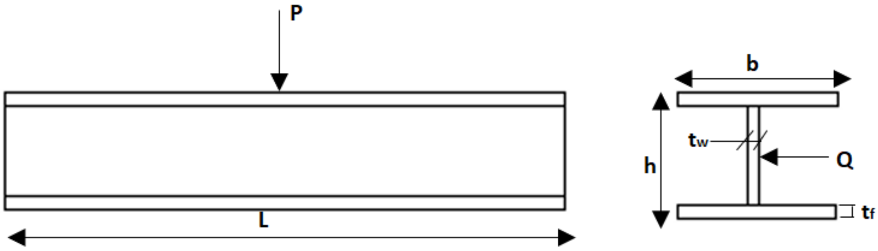


Figure 3. 1. I beam Design

The problem involves four distinct variables and is governed by two constraints.

$$f(b,h,t_w,t_f) = \frac{5000}{\frac{t_w(h-2t_f)}{12} + \frac{bt_f^3}{6} + 2bt_f\left(\frac{h-t_f}{2}\right)^2} \tag{17}$$

Constraints,

$$g_1 = 2bt_w + t_w(h-2t_f) \leqslant 300 \tag{18}$$

ISBN: 978-625-6283-75-6

$$g_2 = \frac{18h \times 10^4}{t_w\left(h - 2t_f\right)^3 + 2bt_w\left(4t_f^2 + 3h\left(h - 2t_f\right)\right)} + \frac{15b \times 10^3}{\left(h - 2t_f\right)t_w^3 + 2t_w b^3} \leqslant 56 \qquad (19)$$

variables,

$$10 \leqslant b \leqslant 50\,, \quad 10 \leqslant h \leqslant 80, \quad 0.9 \leqslant t_w \leqslant 5, \ \text{and } 0.9 \leqslant t_f \leqslant 5 \qquad (20)$$

3.2. Welded beam design

The welded beam design problem focuses on minimizing the economic cost associated with beam design. As illustrated in Figure 3.30, this optimization task involves four variables and seven constraints that need to be addressed. The variables include the weld thickness (h), the rod thickness (b), the length of the connected section of the rod (l), and the rod height (t)[21,22].

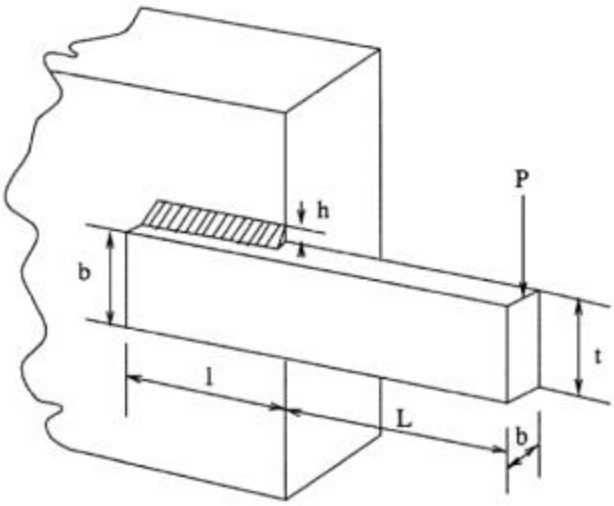


Figure 3. 2. Welded Beam Design

$$f(x) = 1.10471x_1^2x_2 + 0.04811x_3x_4(14.0 + x_2) \qquad (21)$$

Constraints,

$$g_1(x) = \tau(x) - \tau_{max} \leq 0 \qquad (22)$$

$$g_2(x) = \sigma(x) - \sigma_{max} \leq 0 \qquad (23)$$

$$g_3(x) = \delta(x) - \delta_{max} \leq 0 \qquad (24)$$

$$g_4(x) = x_1 - x_4 \leq 0 \qquad (25)$$

$$g_5(x) = P - P_c(x) \leq 0 \tag{26}$$

$$g_6(x) = 0.125 - x_1 \leq 0 \tag{27}$$

$$g_7(x) = 1.10471x_1^2 + 0.04811x_3x_4(14.0 + x_2) - 5.0 \leq 0 \tag{28}$$

Variables,

$$0.1 \leq x_1 \leq 2 \tag{29}$$

$$0.1 \leq x_2 \leq 10 \tag{30}$$

$$0.1 \leq x_3 \leq 10 \tag{31}$$

$$0.1 \leq x_4 \leq 2 \tag{32}$$

$$\tau(x) = \sqrt{(\tau')^2 + 2\tau'\tau''\frac{x_2}{2R} + (\tau'')^2} \tag{33}$$

$$\tau' = \frac{P}{\sqrt{2x_1x_2}}, \tau'' = \frac{MR}{J}, M = P\left(L + \frac{x_2}{2}\right) \tag{34}$$

$$R = \sqrt{\frac{x_2^2}{4} + \left(\frac{x_1 + x_3}{2}\right)^2} \tag{35}$$

$$J = 2\left\{\sqrt{2}x_1x_2\left[\frac{x_2^2}{12} + \left(\frac{x_1 + x_3}{2}\right)^2\right]\right\} \tag{36}$$

$$\sigma(x) = \frac{6PL}{x_4x_3^2}, \delta(x) = \frac{4PL^3}{Ex_3^3x_4} \tag{37}$$

$$P_c(x) = \frac{4.013E\sqrt{\frac{x_3^2x_4^6}{36}}}{L^2}\left(1 - \frac{x_3}{2L}\sqrt{\frac{E}{4G}}\right) \tag{38}$$

3.3. Cantielever beam design

The cantilever beam design problem poses a unique challenge in concrete engineering, where the primary goal is to minimize the total weight of the beam by optimizing its cross-sectional dimensions. As illustrated in Figure 3.3, the design utilizes a hollow square section. The

ISBN: 978-625-6283-75-6

mathematical formulation of this optimization problem is provided in the corresponding equation [23,24].

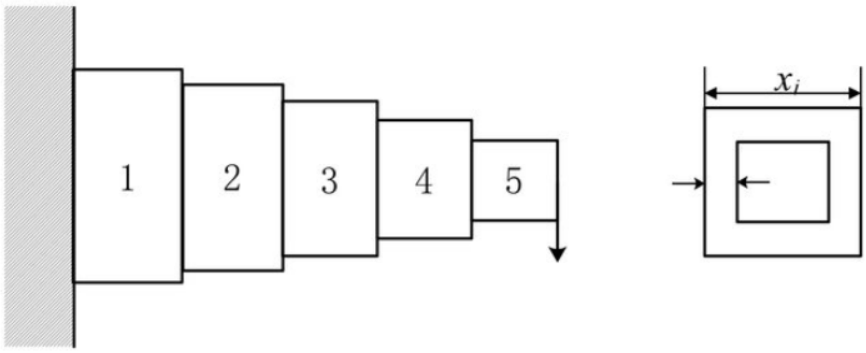


Figure 3. 3. Cantilever Beam Design

The problem consists of five variables and one constraint.

Consider

$$x = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5] \tag{39}$$

Minimise

$$f(\vec{x}) = 0.6224(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \tag{40}$$

subject to

$$g(\vec{x}) = \frac{60}{x_1^3} + \frac{27}{x_2^3} + \frac{19}{x_3^3} + \frac{7}{x_4^3} + \frac{1}{x_5^3} - 1 \leqslant 0 \tag{41}$$

Variable range

$$0.01 \leqslant x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \leqslant 100 \tag{42}$$

4. RESULTS AND CONCLUSION

The table presents the results of various optimization algorithms applied to the beam design problem, a significant challenge in engineering. The values obtained from different algorithms reflect their performance in addressing the design criteria for three types of beams: welded beams, cantilever beams, and I-beams. The Coati Optimization Algorithm (COA) achieved the lowest weight value of 1.7238 for the welded beam design, along with 13.0121 for the cantilever beam and 0.0016643 for the I-beam design. These results suggest that COA is an effective method for optimizing beam design problems. In contrast, the Nutcracker Optimization Algorithm (NOA) produced slightly higher weight values across all three beam designs, with 1.7252 for the welded beam, 13.4251 for the cantilever beam, and 0.0020323 for the I-beam. This indicates that NOA may not be as efficient as COA in terms of solution optimization. The Gazelle Optimization Algorithm (GOA) demonstrated competitive performance, yielding values of 1.7258 for the welded beam, 13.4135 for the cantilever beam, and 0.0020322 for the I-beam. This positions GOA as a robust alternative, providing results that are close to those obtained by NOA. Overall, the data indicate that COA is the most effective algorithm for optimizing the beam design problems considered in this study. However, both NOA and GOA also provide valid solutions, albeit with slightly higher weight values. These variations may arise from the distinct solution methodologies employed by each algorithm. Evaluating the results of different optimization techniques contributes to identifying the most suitable approach for tackling engineering challenges in beam design.

Table 1. Analysis of Optimization Algorithms in Beam Design Solutions

	REFERENCE	**WELDED BEAM**	**CANTILEVER BEAM DESİGN**	**I BEAM DESİGN**
COA	**M. Deghhani et. al. 2023**	1.7238	13.0121	0.0016643
NOA	**M.Abdel-Basset et. al. 2023**	1.7252	13.4251	0.0020323
GOA	**J.O. Agushaka et. al. 2023**	1.7258	13.4135	0.0020322

5. REFERENCES

[1] Abdel-Basset, M., Abdel-Fatah, L., Sangaiah, A. K., Chapter 10 - Metaheuristic Algorithms: A Comprehensive Review. In *Computational Intelligence for Multimedia Big Data on the Cloud with Engineering Applications*; Sangaiah, A. K., Sheng, M., Zhang, Z., Eds.; Intelligent Data-Centric Systems; Academic Press, 2018; pp. 185–231 ISBN 978-0-12-813314-9.

[2] Seyyedabbasi, A., Aliyev, R., Kiani, F., Gulle, M. U., Basyildiz, H., Shah, M. A.: Hybrid algorithms based on combining reinforcement learning and metaheuristic methods to solve global optimization problems. Knowledge-Based Systems, **223**, 107044, 2021. http://doi:10.1016/j.knosys.2021.107044.

[3] Deb, K., Optimal design of a welded beam via genetic algorithms. AIAA Journal, **29**, 2013–2015, 1991. http://doi:10.2514/3.10834.

[4] Kennedy, J., Eberhart, R., Particle swarm optimization. In *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, 1995, Vol. 4, pp. 1942–1948 vol.4.

[5] Bertsimas, D., Tsitsiklis, J., Simulated Annealing. Statistical Science, **8**, 10–15 (1993). http://doi:10.1214/ss/1177011077.

[6] Blum, C., Ant colony optimization: Introduction and recent trends. Physics of Life Reviews, **2**, 353–373 ,2005. http://doi:10.1016/j.plrev.2005.10.001.

[7] Gendreau, M., Iori, M., Laporte, G., Martello, S., A tabu search algorithm for a routing and container loading problem. Transportation Science, **40**, 342–350, 2006.

[8] Agrawal, P., Abutarboush, H. F., Ganesh, T., Mohamed, A. W., Metaheuristic Algorithms on Feature Selection: A Survey of One Decade of Research (2009-2019). IEEE Access, **9**, 26766–26791 ,2021. http://doi:10.1109/ACCESS.2021.3056407.

[9] Mavrovouniotis, M., Li, C., Yang, S., A survey of swarm intelligence for dynamic optimization: Algorithms and applications. Swarm and Evolutionary Computation, **33**, 1–17, 2017. http://doi:10.1016/j.swevo.2016.12.005.

[10] Parsopoulos, K. E., Vrahatis, M. N., Recent approaches to global optimization problems through Particle Swarm Optimization. Natural Computing, **1**, 235–306 ,2002. http://doi:10.1023/A:1016568309421.

[11] Tenne, Y., Goh, C.-K., *Computational Intelligence in Expensive Optimization Problems*; Springer Science & Business Media, ISBN 978-3-642-10701-6.

[12] M, V., Pandian, *Meta-Heuristics Optimization Algorithms in Engineering, Business, Economics, and Finance*; IGI Global; ISBN 978-1-4666-2087-2.

[13] Houssein, E. H., Saeed, M. K., Hu, G., Al-Sayed, M. M., Metaheuristics for Solving Global and Engineering Optimization Problems: Review, Applications, Open Issues and Challenges. Archives of Computational Methods in Engineering, 2024. http://doi:10.1007/s11831-024-10168-6.

[14] Turgut, O. E., Turgut, M. S., Kırtepe, E., A systematic review of the emerging metaheuristic algorithms on solving complex optimization problems. Neural Computing and Applications, **35**, 14275–14378 (2023). http://doi:10.1007/s00521-023-08481-5.

[15] Agushaka, J. O., Ezugwu, A. E., Abualigah, L., Gazelle optimization algorithm: a novel nature-inspired metaheuristic optimizer. Neural Computing and Applications, **35**, 4099–4131,2023. http://doi:10.1007/s00521-022-07854-6.

[16] Abdel-Basset, M., Mohamed, R., Jameel, M., Abouhawwash, M., Nutcracker optimizer: A novel nature-inspired metaheuristic algorithm for global optimization and engineering design problems. Knowledge-Based Systems, **262**, 110248 ,2023. http://doi:10.1016/j.knosys.2022.110248.

[17] Dehghani, M., Montazeri, Z., Trojovská, E., Trojovský, P., Coati Optimization Algorithm: A new bio-inspired metaheuristic algorithm for solving optimization problems. Knowledge-Based Systems, **259**, 110011 ,2023. http://doi:10.1016/j.knosys.2022.110011.

[18] Askarzadeh, A., A novel metaheuristic method for solving constrained engineering optimization problems: Crow search algorithm. Computers & Structures, **169**, 1–12 ,2016. http://doi:10.1016/j.compstruc.2016.03.001.

[19] Talatahari, S., Azizi, M., Gandomi, A. H., Material Generation Algorithm: A Novel Metaheuristic Algorithm for Optimization of Engineering Problems. Processes, **9**, 859, 2021. http://doi:10.3390/pr9050859.

[20] Üstüner, B., Doğan, E., Solution of design optimization problems via metaheuristic search methods. Journal of Structural Engineering & Applied Mechanics, **5**, 96–116, 2022. http://doi:10.31462/jseam.2022.02096116.

[21] Kamil, A. T., Saleh, H. M., Abd-Alla, I. H., A Multi-Swarm Structure for Particle Swarm Optimization: Solving the Welded Beam Design Problem. Journal of Physics: Conference Series, **1804**, 012012, 2021. http://doi:10.1088/1742-6596/1804/1/012012.

[22] Sarkar, M., Roy, T. K., Optimization of Welded Beam Structure Using Neutrosophic Optimization Technique: A Comparative Study. International Journal of Fuzzy Systems, **20**, 847–860 ,2018. http://doi:10.1007/s40815-017-0362-6.

[23] Firouzi, B., Abbasi, A., Sendur, P., Improvement of the computational efficiency of metaheuristic algorithms for the crack detection of cantilever beams using hybrid methods. Engineering Optimization, **54**, 1236–125 ,2022. http://doi:10.1080/0305215X.2021.1919887.

[24] Yücel, M., Bekdaş, G., Nigdeli, S. M., Minimizing the Weight of Cantilever Beam via Metaheuristic Methods by Using Different Population-Iteration Combinations. WSEAS TRANSACTIONS ON COMPUTERS, **19**, 69–77 ,2020. http://doi:10.37394/23205.2020.19.10.

TURBO JENERATÖR SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK ARTIŞI VE ENERJİ TASARRUFU POTANSİYELİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

Makine Mühendisi, Samet ARAT

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, - 0000-0002-4245-4276

Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Donat YILDIZAY

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, - 0000-0002-2449-8056

ÖZET

Bu çalışma, bir turbo jeneratör sisteminin verimliliğini artırmaya yönelik yapılan analizleri kapsamaktadır. Türbinin su buhar çevrimi ve termodinamik parametrelerine göre işletilmesi ve optimizasyonu, sistem verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Ölçüm parametrelerine ve ısı denge diyagramına göre değerlendirildiğinde Curtis kademesi basıncının düşük olması ve yüksek basınç türbininde iş görmeden oluşan kaçak buharın orta basınç türbinine yöneldiği, bu kaçağın türbinde verimlilik kaybına neden olduğu görülmüştür.

Ölçümler sonucunda, türbinin ısı oranı (HR) 2896 kcal/kWh olarak hesaplanmış ve tasarım değeri olan 2025 kcal/kWh 'ye göre %43 'lük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, türbin verimliliğinde %30 'luk bir düşüşe tekabül ettiği görülmüştür. İyileştirme önerileri kapsamında, kaçak buharın önlenmesi ve Curtis kademesi basıncının artırılması ile türbin verimliliğinde %30 ’luk bir artış sağlanabileceği öngörülmüştür. Bu iyileştirmeler sonucunda yıllık 106.158.000 kWh ilave elektrik üretimi ve 217.623.900 TL tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır. Yapılacak çalışma ile yüksek basınç türbinine girişteki problemin giderilmesi için harcanacak masrafın kendini 1 yıl içinde amorti edebileceği öngörülmektedir.

Sonuç olarak, türbin performansını artırmaya yönelik bu iyileştirme çalışmalarının, ünitenin verimliliğini önemli ölçüde artıracağı ve enerji tasarrufu sağlayacağı belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isı oranı, Su buhar çevrimi, Enerji tasarrufu.

AN ANALYSIS ON THE POTENTIAL FOR INCREASED EFFICIENCY AND ENERGY SAVINGS IN TURBO GENERATOR SYSTEMS

SUMMARY

This study covers the analyses conducted to increase the efficiency of a turbo generator system. The operation and optimization of the turbine according to the water vapor cycle and thermodynamic parameters directly affect the system efficiency. When evaluated according to the measurement parameters and heat balance diagram, it was observed that the low Curtis stage pressure and the leakage steam formed in the high-pressure turbine without working directed to the medium-pressure turbine, and this leakage caused a loss of efficiency in the turbine.

As a result of the measurements, the heat rate (HR) of the turbine was calculated as 2896 kcal/kWh and a 43% increase was determined compared to the design value of 2025 kcal/kWh. This situation was observed to correspond to a 30% decrease in turbine efficiency. Within the scope of improvement suggestions, it was predicted that a 30% increase in turbine efficiency could be achieved by preventing leakage steam and increasing the Curtis stage pressure. As a result of these improvements, it has been calculated that an additional 106,158,000 kWh of electricity can be produced annually and 217,623,900 TL can be saved. It is anticipated that the expense to be spent to eliminate the problem at the entrance to the high pressure turbine with the work to be done will amortize itself within 1 year.

As a result, it has been stated that these improvement studies aimed at increasing turbine performance will significantly increase the efficiency of the unit and provide energy savings.

Keywords: Heat rate, Water vapor cycle, Energy saving.

1. GİRİŞ

Ünite hedef yüküne, türbinin stabilizasyonunun korunması ve işletilmesi amacı ile turbo generatör karakteristik parametrelerine uygun şekilde su buhar çevrimi gerçekleştirilir. Su buhar çevrimi ve termodinamik parametrelere (basınç, sıcaklık, debi) göre türbin kapasitesi göz önüne alınarak türbin ve yardımcı ekipmanları işletilir.

Kızgın buhar yüksek basınç türbininden (RA-SHT) impuls hücresine ana buhar olarak girer ve Curtis diski, taze buharın basınç ve sıcaklığını ani olarak düşürür. Curtis diski ve yüksek basınç kademelerinde iş yapan buhar, alt gövde içerisinde bulunan iki egzoz deliğinden kızdırılmak üzere (RC olarak) tekrar kızdırıcıya (RHT sistemi) gider. RHT paketlerinde tekrar kızdırıldıktan sonra (RB olarak) buhar orta basınç türbinine girer ve geçiş hattı ile alçak basınç türbinine girerek iş gördükten sonra buhar alçak basınç türbinini terk eder ve kondenseye dökülür. Ayrıca türbin gövdesi içinde, ara buharların çekildiği hatlar bulunmaktadır. Kızdırmalı tip ara buhar almalı rankine çevrimi ile buhar türbinlerinden geçen buhar, kanatçıkların dönmesini sağlayarak rotor dönmesini gerçekleştirir ve elektrik üretimi için gerekli mekanik enerji elde edilir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Yapılan Ölçümler ve Alınan Değerler

$$HR = \frac{Q_{MS}.\dot{I}_{MS} + Q_{HR}.\dot{I}_{HR} - Q_{CR}.\dot{I}_{CR} - Q_{FW}.\dot{I}_{FW} - Q_{RH}.\dot{I}_{RH} + Q_{AE}.\dot{I}_{AE}}{MW}$$

*Türbin Heat Rate(ısı oranı) Hesaplama Formülü

HR = türbin ısı oranı, kcal/kWh

Q_{MS} = HP(Yüksek Basınç) Türbinine Ana Buhar(RA) debisi, kg/saat

I_{MS} = HP Girişindeki ana buhar(RA) entalpisi, kcal/kg

Q_{HR} = IP(Orta Basınç) Türbinine Sıcak Yeniden(RB) Isıtma buhar debisi, kg/h

I_{HR} = IP Türbin Sıcak Yeniden(RB) Isıtma buhar entalpisi, kcal/kg

Q_{CR} = Kazana Soğuk Yeniden(RC) Isıtma buhar debisi, kg/h

I_{CR} = Kazana Soğuk Yeniden(RC) Isıtma buhar entalpisi, kcal/kg

Q_{FW} = Kazana besleme suyu debisi, kg/h

I_{FW} = Kazana besleme suyu entalpisi, kcal/kg

Q_{RH} = BFP(Kazan Besleme Pompası) çıkışında ara ısıtıcı düzenleyici sprey(püskürtme) debisi, kg/saat

I_{RH} = BFP çıkışında ara ısıtıcı ısı düzenleyici(püskürtme) entalpisi, kcal/kg

Q_{AE} = Kazandan hava ejektörüne buhar debisi, kg/h

I_{AE} = Kazandan hava ejektörüne buhar entalpisi, kcal/kg

MW = Jeneratör çıkışı, MW

2.2. Hesaplamalar

	Dizayn	**Ölçüm**	
Ana buhar(RA) debisi	465540	420000	kg/h
Ana buhar entalpisi	818,4	818,26	kcal/kg
RB buhar debisi	402990	435000	kg/h
RB buhar entalpisi	843,1	847,16	kcal/kg
RC buhar debisi	393680	390000	kg/h
RC buhar entalpisi	747,6	750,65	kcal/kg
Kazan besleme suyu debisi	475300	350000	kg/h
Kazan besleme suyu entalpisi	255,5	201,85	kcal/kg

ISBN: 978-625-6283-75-6

Püskürtme suyu debisi	9310	9000	kg/h
Püskürtme suyu entalpisi	171	171	kcal/kg
Ejektör buhar debisi	450	450	kg/h
Ejektör buhar entalpisi	750	750	kcal/kg

*Ünite yükü ölçüm esnasında 120 MW'tır.

$$HR = \frac{Q_{MS}.\dot{I}_{MS} + Q_{HR}.\dot{I}_{HR} - Q_{CR}.\dot{I}_{CR} - Q_{FW}.\dot{I}_{FW} - Q_{RH}.\dot{I}_{RH} + Q_{AE}.\dot{I}_{AE}}{MW}$$

$$HR = \frac{420.000x816{,}26 + 435.000x847{,}16 - 390.000x750{,}65 - 350.000.201{,}85 - 9.000x171 + 450.750}{120.000}$$

$$HR(Isı\ oranı)_{ölçüm} = 2896\ kcal/kWh$$

$$HR(Isı\ oranı)_{dizayn} = 2025\ kcal/kWh$$

Dizayn ısı oranı: 2025 kcal/kWh

Ölçülen ısı oranı: 2896 kcal/kWh

Buna göre; dizayn ısı oranı karşılaştırması yapıldığında ünitenin 1 kWh enerji üretimi için harcaması gereken enerji miktarı %43 artmıştır.

Dizayn türbin verimi: %42,5

Ölçülen türbin verimi: %29,7

Buna göre; türbin verimi karşılaştırması yapıldığında ünite veriminde %30 'luk bir düşüş gözlenmektedir. Burada ünitenin ölçüm esnasında tam yükte değil de 120 MW ta çalıştığı göz ardı edilmemelidir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Türbin için ölçümleri yapılmış ve türbin verimi hesaplanmıştır. Türbinde yapılacak yüksek basınç türbininden iş görmeden orta basınç türbinine kaçan kaçak buharın önlenmesi, Curtis kademe basıncının artırılmasına yönelik çalışmalar karşılığında türbin veriminin %30 'luk artış gösterebileceği hesaplanmıştır.

Türbin verimliliği uluslararası hesaplama metoduna göre yapılmış olup dizayn durum ve mevcut durum karşılaştırılmıştır.

Dizayn türbin verimi: %42,5

Ölçülen türbin verimi: %29,7

Buna göre; %42,5-%29,7 = %12,8 'lik verim oranı farkı tespit edilmiştir.

Hesaplamalar değerlendirildiğinde %30 'luk verim artışı hesabına göre aynı koşullarda yıllık 106.158.000 kWh elektrik tasarrufu(Fazladan Elektrik Üretimi) ve yıllık ₺217.623.900 tasarruf edileceği hesaplanmıştır.

Türbinde performans kaybı bulunan durumda yıllık üretilemeyen elektrik miktarı 106.158.000 kWh dır. (8166 saat yıllık çalışma saatine göre)

Türbinde performans kaybı bulunan durumda yıllık üretilemeyen elektrik miktarı TEP cinsinden 28.091 dir. (8166 saat yıllık çalışma saatine göre)

Türbin performans kaybının giderilmesi durumuna göre fizibilite hesapları yapılmıştır.

$$Basit\ Geri\ \ddot{O}deme\ S\ddot{u}resi = \frac{\dot{I}lk\ Yat\imath r\imath m\ Maliyeti}{Y\imath ll\imath k\ Tasarruf\ Miktar\imath}$$

İşin Maliyeti: 25.948.000 TL

Yıllık Tasarruf Miktarı: 217.623.900 TL/Yıl

Buna göre; 25.948.000/217.623.900 = 0,1 yılda işin kendini amorti edeceği hesaplanmıştır.

Bu kısa vade uygulama projesinin yapılması önerilmektedir.

*Uygulama projelerinin ünitelerin revizyon tarihlerinde yapılacağı ve yapılacak işin süresinin revizyon süresini aşmayacağı öngörülerek ünitenin duruş kaybı hesaplamalara dahil edilmemiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada turbo jeneratör sisteminin verimliliğini artırmaya yönelik yapılan analizler neticesinde, türbinin mevcut durumu ve dizayn verileri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, özellikle yüksek basınç türbininden orta basınç türbinine kaçan buharın, Curtis kademesi basıncının düşük olmasından kaynaklandığını ve bu durumun önemli ölçüde verim kaybına neden olduğunu göstermiştir.

Hesaplamalar neticesinde, türbinin ölçülen ısı oranı 2896 kcal/kWh olarak belirlenmiştir. Bu değer, dizayn değeri olan 2025 kcal/kWh'ye göre %43'lük bir artışı ifade etmektedir. Ayrıca, türbinin verimliliği %425'ten %297'ye düşerek, %30 oranında bir verim kaybı olduğu tespit edilmiştir. Bu verim kaybının, tam yükte değil, 120 MW yükte yapılan ölçümlerden kaynaklandığı göz ardı edilmemelidir.

Önerilen iyileştirme çalışmalarında, kaçak buharın önlenmesi ve Curtis kademesi basıncının artırılması ile türbin verimliliğinde %30'luk bir artış sağlanabileceği öngörülmüştür. Bu iyileştirmelerin uygulanması durumunda, yıllık 106.158.000 kWh ek elektrik üretimi ve 217.623.900 TL tasarruf elde edilebileceği hesaplanmıştır. Bu iyileştirmelerin maliyeti 25.948.000 TL olup, yatırımın kendini yaklaşık 1 yıl içinde amorti edeceği öngörülmektedir.

Sonuç olarak, turbo jeneratör sisteminde yapılacak bu iyileştirmelerin ünitenin genel performansını ve verimliliğini artıracağı, enerji tasarrufu sağlayacağı ve ekonomiye önemli katkılar sunacağı belirlenmiştir. Enerji üretim tesislerinde Curtis kademesi ve kaçak buhar gibi verimliliği etkileyen unsurların daha geniş örneklemde incelenmesi, farklı sistemlerdeki performans kayıplarının karşılaştırılmasına olanak tanıyabilir. Ayrıca, termodinamik ve enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmalar, iyileştirme senaryolarının modellenmesi için daha

ISBN: 978-625-6283-75-6

detaylı simülasyon teknikleri ile desteklenmelidir. Türbin verimliliğini artırmaya yönelik iyileştirmeler uygulanırken, süreç boyunca performans takip sistemleri kurulmalı ve veriler düzenli analiz edilmelidir. Yatırım kararları alınırken, önerilen iyileştirmelerin hem kısa hem de uzun vadeli etkileri değerlendirilmeli, maliyet-fayda analizi yapılarak geri dönüş süreleri dikkate alınmalıdır.

Görsel 1. Seyitömer TS, 3. Ünite Türbini

ISBN: 978-625-6283-75-6

Görsel 2. Seyitömer TS, 3. Ünite Yüksek Basınç Türbini Üst Girişi Anabuhar Bağlantı Boruları

Görsel 3. Seyitömer TS, 3. Ünite Yüksek Basınç Türbini Girişi Anabuhar Boruları

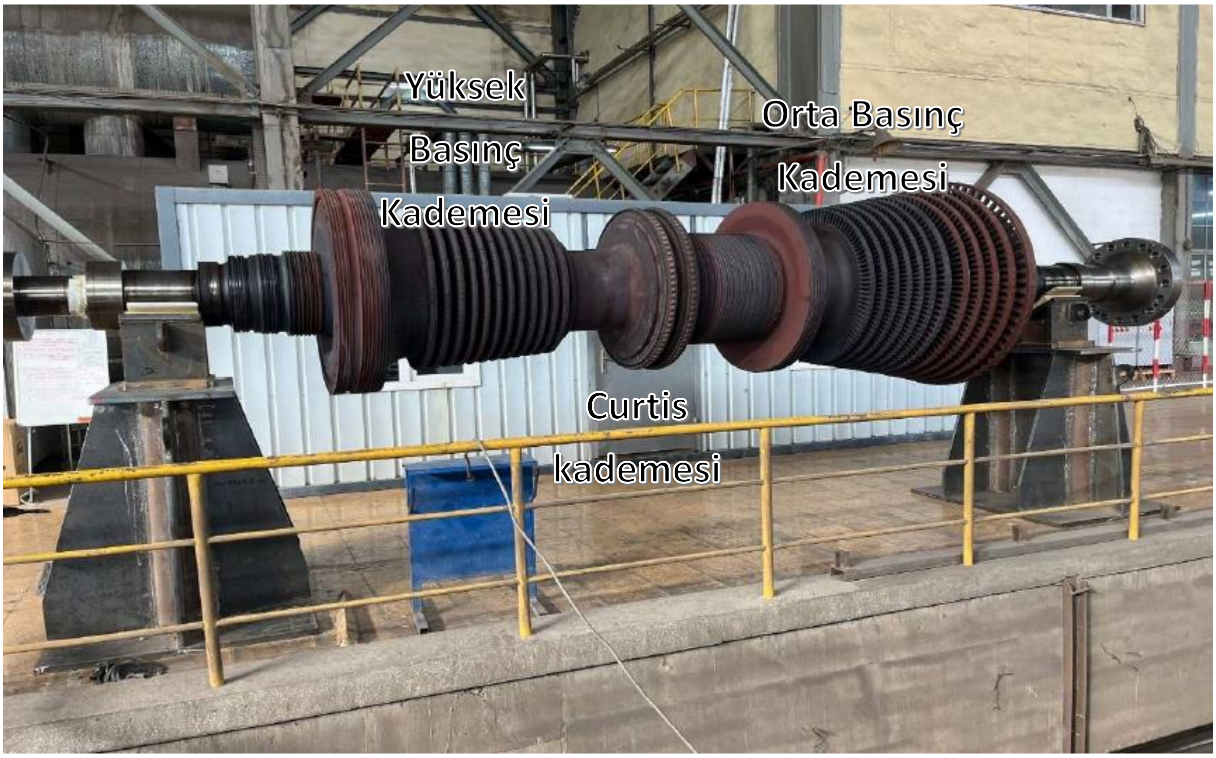
ISBN: 978-625-6283-75-6

Görsel 4. Seyitömer TS, 3. Ünite Yüksek Basınç Türbini Gövde Anabuhar Giriş Bağlantı Boruları

			Tasarruf Miktarı				Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	
	Öneriler	**Enerji Türü**	**Miktar**	**Orijinal Birim**	**TEP/Yıl***	**TL/Yıl**	**TL**	**Yıl**	**Vade**	**Birim Maliyet**
1	Türbin performans kaybının giderilmesi	Elektrik	106.158.000	kWh	28.091	₺251.594.460	25.948.000	0,1	Kısa Vade	₺2,37

Çizelge 1. Genel Bulgular ve Öneriler

ISBN: 978-625-6283-75-6



Görsel 5. Seyitömer TS, 3. Ünite Yüksek Basınç-Curtis-Orta Basınç Türbini Kademeleri

KAYNAKÇA

[1] EVÇED-TEEDB, *Enerji Verimliliği Eğitim Kitabı*, Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği Ve Çevre Dairesi Başkanlığı, 2023.

[2] Çengel Y. A., Boles M.A., *Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik*, McGraw-Hill Güven Bilimsel., 2012.

[3] Heper Y., *Buhar Santralları Teorisi ve Uygulaması*, Metu Press, 2001.

[4] *3. Ünite Isı Denge Diyagramı*, TEK, 1975.

ISBN: 978-625-6283-75-6

VIBRATIONAL CHARACTERISTICS OF FUNCTIONALLY GRADED PRETWISTED PLATES IN THERMAL ENVIRONMENTS: A FINITE ELEMENT APPROACH

R. H. Nguyen,
Department of Aerospace Engineering, Nazarbayev University, Kazakhstan

Abstract:

This study explores the free vibration response of thick pretwisted cantilever functionally graded material (FGM) plates under varying thermal conditions using a numerical approach. The analysis is conducted within the framework of higher-order shear deformation theory (HOST), employing a C0 finite element method which incorporates independent displacement and rotation degrees of freedom. Temperature-dependent material properties are considered, varying continuously through the plate's thickness according to a simple power law volume fraction exponent. The finite element model is discretized using eight-node quadratic serendipity elements with seven degrees of freedom per node. The investigation encompasses the effects of plate geometry, thermal fields, material composition, and modal analysis on vibrational behavior. Results are validated through comparison with existing literature.

Keywords: FGM, pretwisted plates, thermal effects, higher-order shear deformation theory, power law.

ISBN: 978-625-6283-75-6

ENHANCED SATELLİTE SOLAR PANEL DEPLOYMENT USİNG A BRUSHED DC MOTOR FOR SPEED REGULATİON

Hiroshi Nakamura, Rina Yamada
Department of Aerospace Engineering, Kyushu Institute of Technology, Japan

Abstract:

This study introduces a novel approach for regulating the rotational speed of satellite solar panels during deployment by incorporating a brushed DC motor as a speed damper. In this method, the brushed DC motor is integrated into a passive spring-driven deployment system to moderate the panel's deployment velocity. The motor operates without an external power supply by connecting its terminals to an external resistor, utilizing the motor's back electromotive force (EMF) when subjected to external torque, such as that from torsional springs. The brushed DC motor functions as a generator under these conditions, generating a back EMF and producing a current that creates a counteracting torque based on Lenz's law, thus reducing the deployment speed. This technique allows for precise control of the damping coefficient by adjusting the external resistance. To enhance current production, a gearbox is added to the DC motor to increase the number of turns experienced. The system's coupled electro-mechanical equations are derived and analyzed, and the results are presented. A full-scale prototype of the deployment mechanism has been constructed and validated, demonstrating the effectiveness of using brushed DC motors as rotational speed dampers.

Keywords: Back electromotive force, brushed DC motor, rotational speed damper, satellite deployment

ENHANCING ACCIDENT ANALYSIS THROUGH SYSTEMIC MULTI-FACTORIAL FRAMEWORKS

A. T. Liu, B. H. Moyo, C. J. Kimura

Department of Aerospace Engineering, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Abstract:

This study aims to refine accident analysis methodologies by integrating systemic, multi-factorial approaches. It begins with a review of traditional accident investigation techniques, highlighting the distinctions between linear and systemic analyses. Conventional linear approaches treat accidents as sequential events, while contemporary systemic models emphasize the interplay between various factors and the evolutionary processes of normal situations. Given the limitations inherent in both linear and systemic models, the research explores these constraints to develop improved methods for identifying risks and understanding the underlying causes of incidents. Additionally, the research addresses the critical role of communication in the human factors domain, aiming to develop a novel error-modeling tool for more accurate risk assessment and accident analysis.

Keywords: Accident analysis, multi-factorial error modeling, risk assessment, systemic approaches.

ISBN: 978-625-6283-75-6

ENHANCING EFFICIENCY OF ARRIVAL FLIGHTS THROUGH SPEED REGULATION: A STUDY AT TAOYUAN INTERNATIONAL AIRPORT

H. Zhang[1], K. Lee[2], M. Kim[2], L. Osei[1]

[1] Department of Aerospace Engineering, National Taiwan University, Taiwan

[2]School of Aviation, National Chiao Tung University, Taiwan

Abstract:

Arrival flights at airports often experience extended delays at holding patterns due to congestion. By redistributing delays to the cruising phase through speed regulation, the time spent waiting in the air can be minimized. This study examines the implementation of speed constraints for flights arriving at Taoyuan International Airport in Taiwan. Simulations were conducted for flights required to enter holding patterns, with a reduction in cruising speed applied. This approach aligns with the Extended Arrival Management (E-AMAN) strategy, which has been shown to yield significant fuel savings and enhance delay management. The purpose of this study was to measure the impact of cruise speed constraints on flight efficiency and assess the implications for air traffic controllers' workload. Results from the simulation demonstrated notable fuel savings, lower aircraft emissions, and a decrease in controller workload.

Keywords: Air traffic management, aircraft emissions, fuel efficiency, controller workload, speed regulation.

ISBN: 978-625-6283-75-6

ANALYZING PROCESS PARAMETERS FOR SPRING-BACK MINIMIZATION IN V-BENDING OF HSLA 420 STEEL: A SIMULATION-BASED STUDY

Hiroshi Tanaka, Mei Lin Chen
Department of Mechanical Engineering, National University of Singapore, Singapore

Abstract:

This research focuses on optimizing process parameters in the V-bending of high-strength low-alloy steel HSLA 420 to minimize spring-back effects. Key parameters such as punch angle, die opening, grain direction, and pre-bend conditions are analyzed using the Finite Element Method (FEM) in conjunction with the Taguchi method and Analysis of Variance (ANOVA). The study reveals that the punch angle significantly impacts spring-back, while die opening also plays a crucial role. In contrast, grain direction exhibits minimal influence on spring-back, with strips cut from flat sheets being less susceptible to spring-back compared to those from coil sheets. FEM simulations are conducted using HyperForm software, and experiments are designed according to the Taguchi method. The ANOVA results provide insights into the percentage contributions of each parameter.

Keywords: V-bending, HSLA 420, FEM, spring-back, Taguchi method, HyperForm

ISBN: 978-625-6283-75-6

OPTIMIZED ELECTROMAGNETIC DAMPING SYSTEM FOR VIBRATION ENERGY RECOVERY

A. Yamada, J. K. Zhou

School of Mechanical Engineering, Tsinghua University, Beijing, China

Abstract:
This paper presents the development and analysis of an optimized electromagnetic damping system designed to maximize vibration energy recovery in mechanical structures. The proposed system integrates an advanced electromagnetic transducer with an adaptive control algorithm to enhance damping performance while efficiently converting vibrational energy into electrical energy. The optimization process focuses on improving the power density, response time, and adaptability of the system under varying vibration frequencies. Experimental results demonstrate a significant increase in energy recovery efficiency and a marked reduction in system vibrations, proving the effectiveness of the optimized design. This study contributes to the advancement of sustainable energy solutions, offering potential applications in automotive suspension systems, civil infrastructure, and industrial machinery.

Keywords: Electromagnetic damping, Vibration energy recovery, Adaptive control, Energy harvesting, System optimization

ADVANCED RELATIVE NAVIGATION FOR FORMATION FLYING SATELLITES USING LASER INTERMITTENT MEASUREMENTS

Dr. Yumi Tanaka, Dr. Min-Jae Kim, Dr. Hyun-Seok Lee

School of Aerospace Engineering, Beijing Institute of Technology, China

Abstract:
Formation flying satellites require precise relative navigation to maintain their configuration and achieve mission objectives. This study presents an advanced relative navigation approach using intermittent laser measurements. By leveraging a combination of laser-based distance measurements and state estimation techniques, the proposed method improves accuracy and robustness in the presence of limited or intermittent sensor data. A filtering algorithm, adapted for these intermittent updates, is developed to optimize the fusion of laser measurements with satellite onboard inertial sensors. Simulation results demonstrate significant improvements in relative positioning accuracy and stability, particularly in low Earth orbit (LEO) missions. The findings are expected to contribute to the development of highly coordinated satellite formations for Earth observation, space exploration, and scientific missions.

Keywords:
Relative navigation, formation flying satellites, laser measurements, intermittent updates, state estimation

EVALUATION OF ENERGY OUTPUT AND IRRADIANCE ANALYSIS TECHNIQUES IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Minh Chau Tran, Nguyen Hoang Anh, Ha Thi Mai –

Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

Abstract:

The deployment of solar photovoltaic (PV) systems has seen substantial growth over recent years. Consequently, accurate monitoring of meteorological parameters, including solar irradiance, air temperature, and wind speed, is crucial for assessing the solar energy potential of specific locations. This study evaluates two computational approaches for estimating photovoltaic system energy output by analyzing solar radiation data: the PVsyst software and a MATLAB-based algorithm utilizing the PVlib package. To achieve this, solar radiation data—both measured and sourced from a solarimetric database—was analyzed to decompose global solar irradiance into direct normal and horizontal diffuse components. Additionally, the modeling of photovoltaic system components, such as solar panels and inverters, was assessed for energy production calculations. The simulated outcomes were compared against experimental data to determine the accuracy of the methodologies. The MATLAB algorithm exhibited energy production estimation errors of less than 30%, while the PVsyst software demonstrated errors of less than 20%.

Keywords: Energy production, meteorological parameters, irradiance decomposition, photovoltaic systems.

ISBN: 978-625-6283-75-6

INTEGRATION OF SOLAR POWER GENERATORS AND ENERGY STORAGE SYSTEMS IN POWER DISTRIBUTION NETWORKS

L. Tran, H. Nguyen, V. Pham, N. Hoang

University: Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

Abstract:

The deployment of micro-generators utilizing renewable energy sources has seen substantial growth in recent years, with solar and wind power being predominant. Given the intermittent nature of these renewable sources, such micro-generators often produce variable energy that does not always align with peak demand periods for end-users. Consequently, incorporating energy storage systems alongside the grid plays a crucial role in stabilizing busbar voltage levels in accordance with energy quality standards. This study examines the impact of integrating a photovoltaic solar generator and an energy storage system on the voltage stability of busbars within an electrical distribution network. The consumption profile is modeled based on typical hourly usage patterns in residential settings, while the generation profile reflects local solar irradiance. The power summation approach is validated through analytical methods and applied to compute the voltage modules and angles in the busbars of the electrical system, following IEEE standards, for each hour of the day, with specified load and generation profiles. Results indicate that Bus 5 experiences the lowest voltage levels during peak consumption times but achieves stabilization within acceptable limits with the addition of energy storage during nighttime. The solar generator contributes to maintaining improved voltage levels during daylight hours, with production peaks around noon, without exceeding optimal voltage thresholds.

Keywords: Energy storage, power distribution system, solar generator, voltage stability.

ISBN: 978-625-6283-75-6

THE PROMİSE OF HYBRİD MİCROGRİDS FOR ALLEVİATİNG POWER SHORTAGES İN LEBANON

T. Nguyen, H. Tran

University of Danang, Vietnam

Abstract:

Lebanon's ongoing electricity crisis has reached critical levels, with power rationing varying across the nation. Beirut experiences a 3-hour daily power cut, while other regions face shortages ranging from 9 to 14 hours. In response, private diesel generators, often installed illegally, are used to fill the energy void. These generators are widespread in urban areas and numerous villages, forming fragmented and poorly managed microgrids (MGs). However, there is potential to evolve these MGs into more efficient, renewable energy-based systems operating in either island or grid-connected modes. This paper explores the feasibility of integrating hybrid microgrids as a solution to Lebanon's energy challenges. It examines the benefits of enhancing existing MGs with renewable technologies, such as photovoltaic (PV) arrays, and the impact of these advancements on various stakeholders, including developers, consumers, utilities, and communities. A case study involving a distribution feeder in a rural area, analyzed using HOMER software, will illustrate the advantages of combining PV systems with current diesel generators. The paper will also provide policy recommendations based on the lessons learned from private generation practices and the current legal framework for privatization and public-private partnerships in Lebanon.

Keywords: Hybrid microgrids, renewable energy, decentralized power systems, distributed generation.

ANALYSIS OF VIBRATION SIGNALS IN SMALL VERTICAL AXIS WIND TURBINES

Mei Lin Zhang, Zhao Wei Chen, Haruto Nakamura
School of Mechanical Engineering, National University of Taiwan, Taiwan

Abstract:

Recent advancements in renewable energy have notably enhanced the role of wind power in the energy sector. This study examines the impact of blade count and wind speed on the vibration signals of vertical axis Savonius wind turbines. Experimental tests were conducted on turbines with two, three, and four blades to analyze their vibration amplitudes in response to varying wind speeds. Results indicate that an increase in the number of blades reduces the vibration magnitude. Additionally, the effect of wind speed on vibration levels diminishes as the blade count increases.

Keywords: Savonius wind turbine, blade count, vibration analysis, wind energy.

ISBN: 978-625-6283-75-6

INVESTIGATION OF LEAK EFFECTS ON THE DURABILITY OF SOLID OXIDE ELECTROLYSIS CELLS UNDER CO-ELECTROLYSIS CONDITIONS

Dr. Yumi Kim, Dr. Wei Zhang, Dr. Haruto Nakamura, Dr. Elena Costa
University of Seoul, South Korea

Abstract:

Solid oxide electrolysis cells (SOECs) exhibit significant potential for converting CO2 and H2O into syngas through co-electrolysis, with subsequent conversion of syngas into hydrocarbons. This technology, known as power-to-gas or power-to-liquid, faces challenges in cell durability that must be addressed to optimize performance. This study investigates various configurations, including nickel-yttria stabilized zirconia (Ni-YSZ) fuel electrode-supported cells, YSZ electrolyte-supported cells, cerium gadolinium oxide (CGO) barrier layers, and oxygen electrodes, assessing their durability under co-electrolysis conditions in both galvanostatic and potentiostatic modes. Impedance spectroscopy revealed changes in the gas concentration arc upon varying the gas composition at the oxygen electrode while maintaining a constant fuel electrode gas composition. Open circuit potential measurements indicated leaks in the setup, with concentration impedance changes possibly linked to these leaks. Additionally, cells were tested under pressurized conditions to explore the relationship between leak rates and pressure. The study includes mathematical modeling supported by electrochemical and microscopy analyses.

Keywords: Co-electrolysis, solid oxide electrolysis cells, leaks, durability, gas concentration.

A NOVEL THERMOCHEMİCAL ENERGY STORAGE SOLUTİON FOR TRANSPORTATİON: DESİGN AND EVALUATİON

Lin Cheng, Yulia Petrov

Faculty of Engineering, University of Cape Town, South Africa

Abstract:

Thermochemical energy storage (TCES) presents a promising approach for long-term and efficient energy storage, which can significantly reduce greenhouse gas emissions in transportation applications, including internal combustion engine vehicles. This study introduces a prototype TCES system developed through reversible sorption reactions involving LiBr composite and methanol, designed at Zhejiang University in China. The paper examines the selection of reactive and inert materials, as well as the design of essential components such as heat exchangers (reactor vessel and evaporator-condenser). It also evaluates the system's cycle stability under practical operating conditions. The performance of the TCES system is highly influenced by the environmental temperatures affecting the reactor vessel and evaporator-condenser during thermal conversion phases. The prototype's functionality was validated through multiple test cycles, demonstrating reliable performance without any negative reactions, thereby confirming its suitability for integration into mobile applications.

Keywords: Thermochemical energy storage, LiBr composite, methanol, transportation applications, system performance

ISBN: 978-625-6283-75-6

OPTIMIZING TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF SMART MICRO-GRIDS WITH RENEWABLE ENERGY: A CASE STUDY IN ASIA

Y. T. Lin, K. W. Zhang, L. R. Chen, Mei Hua, Xiaodong Liu
School of Electrical Engineering, Zhejiang University, China

Abstract:

The growing focus on renewable energy micro-grids underscores their importance in addressing future energy deficits. This study aims to optimize the component sizes of a smart micro-grid by evaluating its technical, economic, and environmental performance. The micro-grid in this study serves two small manufacturing facilities and includes components such as photovoltaic panels, a backup diesel generator, wind turbines, and a battery storage system. The peak load demand is estimated at 76 kW. MATLAB/Simulink is employed to model and simulate the system to assess technical feasibility based on renewable energy generation. Economic evaluation is conducted using two metrics: net present cost and levelized cost of electricity (LCOE). The HOMER simulation tool is used to determine the most cost-effective system components for the given application. Results indicate that a Wind/Photovoltaic (W/PV) on-grid system is more cost-efficient than a Wind/Photovoltaic/Diesel/Battery (W/PV/D/B) off-grid system, with LCOE values of $0.266/kWh and $0.316/kWh, respectively. When factoring in the cost of carbon dioxide emissions, the off-grid system becomes competitive with the on-grid system, with LCOE values of $0.256/kWh and $0.266/kWh for off-grid and on-grid systems, respectively.

Keywords: Renewable energy systems, smart grids, micro-grid optimization, economic analysis, environmental impact

ISBN: 978-625-6283-75-6

MICROSTRUCTURAL AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED NANOGRAINED LIFEPO4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Jianhui Chen, Mei Lin Wu
Northeast Normal University, China

Abstract:
Lithium iron phosphate (LiFePO4) has emerged as a leading candidate for cathode materials in lithium-ion batteries due to its superior properties. In this research, we synthesized and analyzed pure LiFePO4 (LFP) and carbon-coated nanograined LiFePO4 (LFP-C) to investigate their microstructural and electrochemical characteristics. X-ray diffraction analysis revealed that the synthesized samples exhibited an orthorhombic LFP structure with an estimated crystallite size of 63 nm, as determined by Scherrer's equation. Scanning electron microscopy images showed agglomerated particles ranging from 200 nm to 300 nm, while transmission electron microscopy confirmed the crystalline structure of LFP and the amorphous carbon coating. Elemental mapping using energy-dispersive spectroscopy indicated a uniform distribution of the compositional elements. Furthermore, galvanostatic charge-discharge tests were conducted to evaluate the cathode performance of LFP and LFP-C samples. The carbon-coated LFP-C sample demonstrated the highest discharge capacity, reaching approximately 140 mAhg-1, surpassing both the uncoated and commercially available micrograined LFP.

Keywords:
Ceramics, microstructure, electrochemical performance, energy storage, cathode materials

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Jia-Li Huang, Qiang Liu, Rong-Xin Zhang

Central South University, China

Abstract:
A series of layered LiNi1/3Co1/3Mn1/3-xAlxO2 (x = 0 ~ 0.04) cathode materials were synthesized using a carbonate co-precipitation method followed by high-temperature calcination. The study examines the effect of aluminum substitution on the microstructure and electrochemical properties of these materials, utilizing X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and galvanostatic charge/discharge tests. The findings indicate that the Al-doped LiNi1/3Co1/3Mn1/3O2 retains a well-ordered hexagonal α-NaFeO2 structure. Although increasing the Al content leads to a decrease in discharge capacity, the LiNi1/3Co1/3Mn1/3-0.02Al0.02O2 composition demonstrates excellent capacity retention at high voltages (4.6 V). This makes LiNi1/3Co1/3Mn1/3-0.02Al0.02O2 a viable candidate for use in sustainable electric vehicles.
Keywords: Lithium-ion battery, carbonate co-precipitation, microstructure, electrochemical performance.

FABRICATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES AND THEIR ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE AS ANODE MATERIALS FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Xin Liu, Hyeon-Ju Park, Haruto Yamaguchi, Nurul Izzati Ahmad

National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan

Abstract:
In this study, 3D SnO leafy nanostructures composed of self-assembled nanosheets were successfully synthesized using a template-free hydrothermal method under mild conditions. X-ray diffraction (XRD) analysis confirmed the tetragonal phase of the synthesized SnO. Transmission electron microscopy (TEM) and high-resolution TEM (HRTEM) images revealed that the leafy nanosheets possess a polycrystalline structure, consisting of numerous single-crystalline nanoparticles. Raman spectroscopy identified two distinct modes, A1g=210 and Eg=112 cm^{-1}, characteristic of SnO. The electrochemical performance of the SnO leafy nanostructures was evaluated as anode materials for lithium-ion batteries through galvanostatic cycling tests. The results indicate that these SnO leafy structures exhibit promising potential as anode materials for lithium-ion batteries.

Keywords:
Hydrothermal synthesis, lithium-ion battery, Raman spectroscopy, stannous oxide.

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

Liang Chen, Yuan Zhang

Shanghai University of Engineering Science, China

Abstract:

Platinum-tin (Pt-Sn) catalysts were synthesized using magnesium aluminate as a support material, with different Mg/Al ratios to study their effects on catalytic performance. The catalysts were characterized using N2-adsorption, X-ray diffraction (XRD), temperature-programmed desorption of NH3, and thermogravimetric analysis (TGA). The catalytic activity was evaluated at 595°C for propane dehydrogenation under 0.5 barg pressure, using pure propane 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 conducted using a Carbon-Hydrogen-Nitrogen-Sulfur (CHNS) analyzer. The dechlorinated catalyst with a higher alumina content demonstrated superior performance, achieving 38-43% propane conversion and 91-94% propylene selectivity, compared to the Pt-Sn-Mg-Al-DC-1 catalyst, which showed 30-18% propane conversion and 83-90% propylene selectivity.

Keywords: Propane dehydrogenation, magnesium aluminate, platinum-tin catalyst, dechlorination.

ISBN: 978-625-6283-75-6

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF FIRE-RESISTANCE IN ECO-FRIENDLY CORRUGATED SANDWICH PANELS

Dr. Wang Jun, Shanghai Maritime University, China
Dr. Pradeep Kumar, University of Dhaka, Bangladesh
Dr. Lian Xiu, Shandong University, China

Abstract:

In recent years, there has been a growing trend in utilizing renewable materials for semi-structural and structural applications. Despite the long-standing use of sandwich panels, research focusing on the fire-reaction properties of these panels, particularly with innovative core structures, remains limited. This study explores the fire-resistance of corrugated sandwich panels fabricated from an eco-friendly and sustainable material—plywood. Utilizing a cone calorimeter, the fire-reaction properties of a three-layered corrugated core, bonded with face sheets, were examined under a heat flux of 50 kW/m^2. The results revealed a distinctive heat release pattern, showcasing the fire resilience of the 3-layered corrugated plywood panels. Notably, the peak heat release rate was recorded at approximately 421 kW/m^2, which is considerably lower than that of many polymeric composites. Additionally, the panels exhibited minimal smoke production and a nominal total heat release. The ignition time of 21.7 seconds further emphasized the fire-resistant advantages of plywood, which ignites slower than many polymeric composites, even those with flame-retardant additives. These findings suggest that corrugated plywood sandwich panels demonstrate significant fire-resistance, making them viable for structural applications. The potential of using biodegradable materials in structural panels offers promising opportunities for developing sustainable sandwich panel designs.

Keywords:
Corrugated sandwich panel, fire-resistance, plywood, sustainable material, renewable resources.

SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF 3D SNO CABBAGE NANOSTRUCTURES AS ANODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES

Muhammad Zubair Iqbal, Yingjie Li, Pengpeng Liu

University of Peshawar, Pakistan

Abstract:

A novel three-dimensional SnO cabbage nanostructure has been synthesized using a template-free hydrothermal method under mild conditions. X-ray diffraction (XRD) analysis confirms the tetragonal phase of the synthesized SnO. Transmission electron microscopy (TEM) and high-resolution TEM (HRTEM) images reveal that the cabbage-like nanosheets possess a polycrystalline structure, comprising numerous single-crystalline nanoparticles. Raman spectroscopy identifies two characteristic modes of SnO at A1g = 210 cm^{-1} and Eg = 112 cm^{-1}. The electrochemical performance of the SnO cabbage nanostructures, tested as an anode material for lithium-ion batteries, demonstrates their potential as a promising candidate for high-performance energy storage devices.

Keywords: Hydrothermal synthesis, lithium-ion batteries, Raman spectroscopy, SnO nanostructures, electrochemical properties.

ISBN: 978-625-6283-75-6

İKLİM NÖTRLÜĞE GEÇİŞTE ULUSLARARASI AKSİYONLARA BAKIŞ

Doç. Dr. Erdem IŞIK [1], Hande ALYANAK BİLGİN [2]

[1] Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, - 0000-0003-4715-6582

[2] Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

ÖZET

Enerji ve iklim değişikliğinin esası, ulusal ve uluslararası mecralarda oldukça gündemde olan ve ülkelerin üzerine eğildiği bir meseledir. Özellikle enerji safhasında birincil öncül, doğa temelli problemlerin çözüm yollarının aranmasına artan meyil ile kaynakların doğru kullanımlarını teşvik etmek üzerine çalışan bir proses olarak işlemesini sağlamaktır. İklim değişikliği unsurunu dikkate aldığımızda ise özellikle çevresel faktörlerin denetlenerek zararların sistemden elimine edilmesiyle orantılı olarak kontrollü değişimi gözlenebilmektedir.

Bu noktada "iklim nötrlüğe geçişte uluslararası aksiyonlara bakış" kapsamında başlangıçta izlenecek stratejik temel adımların saptanması ile karbon nötr sisteme geçilerek ekonomik, kitlesel, teknik fırsatlar ve yeni imkanlar doğabilmektedir. Ele aldığımız bu bağlamların Yeşil Avrupa Anlaşması veya Yeşil Mutabakat değerlendirmesi bazındaki rolleri incelenerek, stratejik misyonlar oluşturulması halinde sürdürülebilir kalkınma mümkün kılınabilmektedir. Avrupa Birliği Yeşil Anlaşma ile 2050 senesine kadar fosil yakıtları tamamen ortadan kaldırmayı ve dünya çapındaki ilk karbon nötr bölge olmayı hedeflemektedir. Maksimum enerji tasarrufu ve minimum karbon salınımı ile sürdürülebilir kalkınmaya teşviki sağlayacak bu basamaklar, küresel rekabeti arttırsa da sektörel bazda birçok kademeyi ilgilendirerek diğer ülkelerin de sürdürülebilir kalkınma stratejisine doğrudan ya da dolaylı şekilde katkıda bulunmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada iklim nötrlüğe geçiş adına alınmış en temel aksiyonlar incelenerek, karbon nötrlüğe geçişteki primer adımlar nedir sorusuna cevap bulunmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim Nötr Şehirler, Enerji ve İklim Değişikliği, Karbon Nötr Şehirler

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, yeryüzünde uzun yıllar boyunca yaşanan tüm hava koşullarının, belirli bir süre geçtikten sonra gözlemlenen değişim halidir. Belli bir ölçekte yağmur, sıcaklık, rüzgâr hızı gibi temel atmosfer koşullarının uzun süreler altında gözlemlenmesi halinde, doğası gereği iklim değişikliği gözlemlenmektedir. İklim nötr ifadesi kapsamını Avrupa Birliği Komisyonu'nun ortaya koyduğu European Green Deal (Avrupa Yeşil Anlaşması) bağlamında bünyesinde barındırmaktadır [1-2]

ISBN: 978-625-6283-75-6

Bahsi geçen “Avrupa Yeşil Anlaşması” ve/veya “Avrupa Yeşil Mutabakatı” ile Avrupa Birliği, “2030 senesine dek minimum 100 İklim Nötr ve Akıllı Şehir Uygulamasını”, 2050 senesine kadar ise Avrupa bölgesinin bütün şehirlerini kapsayacak şekilde dünyadaki ilk “karbon nötr” bölgesi olmayı hedeflemektedir [3].

Karbon nötr kıta/bölge olması için çeşitli yaptırımlara; karbon vergisi, küresel sera gazı emisyonu ve dahası karbon ayak izi azaltma uygulamalarına hız kesmeksizin devam etmektedir. Ulusal Enerji Ajansı’nın (International Energy Agency) sunduğu verilere göre Danimarka Enerji Strateji Çalışmasında 2050 yılına kadar Ulusal Enerji temelinde fosil yakıtlardan bağımsızlığı sağlamak ve buna yönelik ilk adımda petrol, gaz ve kömür tüketiminden %100 oranında bağımsızlaşma sağlayıncaya dek hükümet yönetiminin yardımıyla kademeli olarak azaltılmasının amaçlandığını beyan etmiştir [4].

Yeşil Mutabakat Anlaşması’nın temel amacı ekolojik ve yapısal düzendeki deformasyonları iklim, çevre, ekonomi, oturum gibi birçok değişken üzerinden zararı minimize edecek revizyonlarla “iklim ve dolayısıyla karbon nötr” şehirlere entegre etmektir. Bu entegrasyon işlemlerinde önemli bir atılım olan SDG 11 (Sustainable Development Goal), Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından 2015 yılında belirlenmiş olup, bütüncül düzeyde ekonomik, yapısal, çevresel, kültürel ıslahın sağlanması; şehirlerin doğal tarihi miraslarının, biyoçeşitliliğin muhafaza edilmesi ve tutarlılıkla sürdürülebilirlik sağlanmasını 2030 senesine dek gerçekleştirmiş olmayı hedeflemektedir [5].

İnsanlar atmosfer ortamına sera gazı salınımı gerçekleştirdikçe iklim değişikliğinin etkileri her geçen gün daha da belirginleşmektedir. Devasa hava olayları, deniz seviyesinin yükselmesi ve artan yoğun fırtınalar gibi çeşitli etkiler sıklıkla görülmektedir. Sıkı iklim politikaları ve aksiyonları, düşük veya sıfır karbonlu toplumlara yol açsa da iklim değişikliği tarihi emisyon etkileri dolayısıyla önümüzdeki yıllarda insanlığı ve ekonomileri etkilemeye devam edecektir [6].

Bu çalışmanın amacı “İklim Nötr Uygulamaları” özelinde iklim ve karbon nötrlüğe geçişte uluslararası aksiyonların ele alınmasıyla, yapılan çalışmalara geniş bir perspektiften bakış yaratmaktır. Bu bakışı sağlıklı düzeyde gerçekleştirebilmek adına kavramın dönüm noktalarına bakmak, iklim nötrlük esasına hizmet eden diğer kavramlar ve alınan kararların verilerini toplamak, eski verilerin yeni verilere nasıl entegre edileceğini yönetmek, mantıklı bir bakış için veri sahasını güncellemek ve az değinilen noktalara değinerek çalışmalara değer kazandırmak asıl hedef olmakla birlikte, hızlı bilgi çağının getirmiş olduğu değişim ilkelerinin hızlı bir şekilde uygulanması gerektiğine dikkat çekmektir.

Sözü edilen amaçların ışığında bu çalışmanın, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, “Uluslararası İklim Müzakerelerinde Önemli Tarihler”, “İklim Nötrlüğe Geçişteki Riskler” gibi hususlara küresel düzeyde bakma hedefi esas alınmıştır.

2. İKLİM NÖTR KAVRAMI

İklim nötr ifadesi, Green House Gas (GHG) literatür adını taşıyan sera gazlarının emisyon oranlarının tamamen sıfırlanması ya da gezegenin doğal emisyonu dengeleme fikrine ulaşmasını ifade etmektedir. Aynı zamanda doğada tutunan sera gazlarının düzenleme ve telafisi (offset), tamamen iklim nötr olabilmek için çok önemlidir. Net Sıfır emisyon dengesi bu sayede sağlanabilmektedir. İklim nötrlüğe ulaşmak için iklim aksiyonları hızla harekete geçirilmiş, NetZeroCities adını taşıyan "Akıllı Şehirlere" geçiş planı aksiyona alınmıştır. Sera gazları dünyada atmosferde ısıyı hapseden gazlardır. Bu gazlar bir seranın camdan duvarları gibi davranış göstererek ısının bir kısmını tutmakta ve dünyada yaşanabilir sıcaklığı sağlamakta önemli rol oynamaktadır. Ancak sanayi devriminden sonra insanların da etkisiyle sera gazları salınımında ciddi oranda artış görülerek, bilim insanları tarafından iklim değişikliğine yol açtığı konusunda ortak bir kanıya varılmıştır. Öyle ki; değişen yaşam dinamikleri atmosferdeki doğal sera etkisini günden güne değiştirmektedir [7-8].

2.1. Netzerocities

NetZero şehirler adlarından anlaşılacağı üzere, kent yaşamında emisyon ve sera gazı (Green Houses Gas) oranlarının mümkün mertebe indirgenmesi sonucu meydana getirilmesi amaçlanan yaşam alanlarıdır. Net Sıfır emisyonu hedefleyen şehir yönetimleri kurularak, şehirlerin "sürdürülebilir yaşam alanları ve akıllı şehirlere" dönüşmesi sağlanmaktadır. NetZeroCities, iklim nötr ve akıllı şehirler misyonunun yapıtaşıdır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin önüne geçmek, enerjiyi gerekli alanlarda daha yüksek performanslı kullanmak amacıyla yola çıkılmış bir yaklaşımla sera gazı emisyonları ve karbon ayak izinin azaltılması gerekmektedir [9].

Avrupa İklim Altyapısı ve Çevre Yürütme Ajansı & Avrupa Komisyonu tarafından yürütülen ve desteklenen bu projede şehirlerin 2030 yılına kadar net sıfır emisyona geçmesini hızlandırmak hedeflenmektedir. Avrupa'yı ve özellikle yaygın olarak Avrupa şehirlerini destekleyen bu projede toplumların günümüzdeki en büyük zorluklarından biri olan "İklim Nötrlüğe Ulaşma" konusunda dengeleyici iklim eylemleriyle, özellikle sera gazlarını büyük ölçüde indirgeyecek çalışmalarda bulunmaktadır. Bu proje, ayrıca Avrupa Birliği Yeşil Anlaşması'nı destekleyen Horizon 2020 Araştırma ve Yenilik Programı'nın bir parçasıdır. Sistem üzerinde kabul edilen başvuruların onaydan geçmeyen kısmı da sistemden elimine edilmek yerine, şehircilik kurumları ve belediye yönetimlerine verilen eğitimlerle kabule aday hale gelebilmektedirler. Net sıfır şehirler 2030 yılına kadar iklim nötrlüğü sağlamak amacıyla şehirlerin karşılaştıkları mevcut yapısal, kurumsal ve kültürel engelleri ortadan kaldırmak üzerine geliştirilmiştir. NetZeroCities, "2030'a kadar 100 İklim Nötr Akıllı Şehir" misyonunun parçası olan şehirleri desteklemek amacıyla tasarlanmış olup, portal aracılığıyla tüm şehirlerin erişimine açık olan tek nokta platform haline getirilmekte ve katılımcı olmak isteyen bir dizi pilot şehri desteklemektedir [2].

ISBN: 978-625-6283-75-6

3. İKLİM NÖTRLÜĞE GEÇİŞTE ULUSAL VE ULUSLARARASI BAŞVURULAR

Avrupa Birliği (European Union) 25 Kasım 2021 tarihinde "İklim Nötr ve Akıllı Şehirler Misyonu" adında bir çağrı başlatmıştır. Avrupa bölgesinde başlatılan bu dönüşüm çağrısı 31 Ocak 2022 tarihinde son bulmuştur. 377 şehrin ilgilendiği beyanında bulunmasına rağmen içlerinden 362 şehir uygun bulunmuştur. Genel bazda 15 şehrin bir kısmının gerekli nüfusu karşılamadığı gerekçesiyle bir kısmının ise belediye başkanlığının destek mektubu içermemesinden kaynaklı reddedildiği beyan edilmiştir. Kamuya açık başvurular; Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç olmak üzere sayılan ülkeler net sıfır şehirlere kesin kabul beyanı almıştır. Arnavutluk, Bosna Hersek, İzlanda, İsrail, Karadağ, Norveç, Türkiye ve Birleşik Krallık ise bu hususta müzakere sürecindedir [10].

Ülkemiz açısından katılımcı şehirlerimizi ele alacak olursak; Ufuk Avrupa Tübitak platformu ve Avrupa Birliği'nin finans desteğiyle "Twin Cities" (İkiz Şehirler) öğrenme programına katılma başvurusu olumlu sonuçlanmıştır. Başvuruları onaylanan şehirlerimizden biri Eskişehir bir diğeri ise Konya olup; eğitimde Eskişehir ilimiz Pilot Şehir Budapeşte (Macaristan) ile eşleşmiş, Konya ilimiz ise Pilot Şehir Ukrayna (Rivne) ile eşleştirilmiştir. İstanbul şehrimiz ise daha evvel Pilot Şehir seçilmiş olduğundan İsrail ve Yunanistan (Midilli) proje benzerliğinden ötürü İstanbul'a İkiz Şehir olarak seçilmişlerdir. İkiz Şehirler programı veya misyonu 20 aylık bir öğrenme programı olarak planlanmıştır ve Mayıs 2025 itibarıyla sona erecektir. Program kapsamında İkiz Şehirler Pilot Şehirler ile kontak halinde, sürekli iletişim sağlayarak projelerini deneyimli uzmanlardan faydalanarak düzeltme, yapılandırma ve/veya yeniden oluşturma imkânına sahip olacaklardır [11-12].

3.1. İklim Nötrlüğe Geçiş Risklerine Genel Bakış

Avrupa Yeşil Anlaşması ile Avrupa Birliği Komisyonunca belirlenen "2030 senesine kadar minimum 100 İklim Nötr ve Akıllı Şehir Uygulaması" hedefinden yola çıkılarak bugüne kadar sıfır emisyon amacı çevresinde yapılmış çalışmalarda şehirler bazında kapsamlı çalışmalar bulunabilirken, yerel yönetimlere ve bölgelere ilişkin veriler çok az sayıda ve lokal kalmıştır. Birtakım çalışmalar sonucu oluşturulan risk analizlerinde iklim nötr olma hedefine katılmış 362 şehrin verileri baz alınarak politik, finansal, yapılandırıcı, düzensel, operasyonel, organizasyonel, sosyal, çevresel ve emniyet riskleri göz önünde bulundurulmuştur.

Varılan sonuçlarda dokuz risk faktöründe sırasıyla en can alıcı noktalar; politik bakımdan ulusal ve uluslararası mevzuatlar arasında uyumsuzluk yaşanması, finansal bakımdan öngörülemeyen sermaye kapasitesi yönetim sorunu, yapılandırma bakımından çok uzun prosedürler olması, düzen bakımından yerel yönetimlere aşırı sınırlamalar olması, operasyonel açıdan finansal sınırlamalar ve kaynak kıtlığı sebebiyle kaynak alamama ve dolayısıyla dijitalleşmeyi yönetememe problemleri, organizasyonel açıdan kalifiye personel eksikliği, sosyal açıdan imkan eşitliği içinde çalışamama, çevresel olarak iklimin korunmasına karşın

ISBN: 978-625-6283-75-6

biyoçeşitliliğin korunması ve güvenlik açısından enerji güvenliği ve şebeke koruması gibi çok çeşitli riskler barındırmaktadır [13].

3.2. Uluslararası İklim Müzakerelerinde Önemli Tarihler

İklim değişikliği ile mücadele etme gerekçesiyle gerçekleştirilen uluslararası çabalar sonucu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 1994 yılında imzalanmıştır. Sözleşme'nin temel gayesi "Sözleşme'nin ilgili hükümlerine göre, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir seviyede tutmayı başarabilmek" olarak tanımlanmıştır. BMİDÇS'nin sözleşme çerçevesinde en üst karar organı Taraflar Konferansı (COP)'dır. 1995 yılında ilki Berlin'de gerçekleştirilmiştir. 1997 senesinde Kyoto Protokolü kabul edilmiş olup, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne mensup ülkelerin sera gazlarının artmaya devam etmesi sebebiyle ortak kabule vardığı önemli bir adım olmuştur. Türkiye Cumhuriyeti ise bu protokole 2009 yılında taraf olmuştur. 2005 senesinde yürürlüğe giren Kyoto Protokolü ardından Taraflar Konferansı (COP) gerçekleştirilmeye devam edilmiştir.

2001' de COP 7 Marakeş, 2007'de COP 13 Bali, 2009'da COP 15 Kopenhag, 2010'da COP 16 Cancun, 2011'de COP 17 Durban, 2012'de COP 18 Doha, 2013'te COP 19 Varşova'da gerçekleştirilmiştir. 2015 senesi içerisinde Paris/Fransa'da gerçekleştirilen COP21 (Conference of Parties 21th) ile radikal bir adım atılarak ilk kez global düzeyde bütün ülkeler sera gazı emisyonlarını azaltma sözü vermişlerdir. İklim değişikliğinin 2020 sonrası ana hatlarını oluşturan Paris Anlaşması kabulünü takiben birinci senesinde yürürlüğe giren ilk global anlaşmadır [14-15].

3.3. İklim Diplomasisi Etrafında Yakın Geleceğe Dair Yaklaşımlar

Avrupa Birliği Yeşil Anlaşması (European Green Deal), Avrupa Birliği tarafından 11 Aralık 2019'da sunulmuş ve hedef doğrultusunda 2050 senesine kadar dünyayı iklim nötr kılmaya yönelik küresel bir aksiyon olmuştur. Ekolojik denge, doğal ve kültürel mirasların korunması ve yeni nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için çevresel, ekonomik ve organizasyonel yaşamı daha iyi bir versiyon haline getirmeyi amaçlamaktadır. Bu anlaşma öncesi 2010-2019 yılları arası küresel sıcaklığın en yüksek ölçüldüğü zamanlar olmuş ve "iklim değişikliği" çalışmaları hız kazanmıştır. Fakat küresel ısınmanın sonuçları ekonomileri etkilemeye devam edecektir. Dolayısıyla bu anlaşmanın başarısı Avrupa Birliği dışındaki diğer ülkelerin de sürdürülebilir kalkınma hedefine uyum ve katılımlarına bağlıdır [16].

Yakın gelecekte (günümüz- 2050 arası) karbon ayak izi sıfırlanması hedeflendiğinden, diplomatik alanlarda da stratejik olarak Avrupa Komisyonu'nun "Döngüsel Ekonomi Eylem Planı" (Circular Economy Action Plan) çerçevesinde sürdürülebilir ve akıllı hizmetler, enerji korunumlu iş modelleri, akıllı çözüm ve dönüşümler ön plana çıkmaktadır [17].

Tüketim algısının yıkılmasıyla sürdürülebilirliğin yaygınlaşması, ürün ve hizmetlerin tek kullanımlık olması yerine yeniden yerinde dönüşüm planlarının sağlanması, doğala dönüş ve güneş, rüzgâr, elektrik enerjisinin; havacılık sektöründe ise yenilenebilir hidrojen kullanılması planlanmaktadır. Endüstriyel ve kimyevi alanlarda ise sağlığı tehdit eden

ISBN: 978-625-6283-75-6

kimyasalların tespit edilmesiyle elenmesi, sanayi alanlarında sürdürülebilir kimyevi ürünlerin yenilenmesi öngörülmektedir [18].

3.4. İklim Finansmanı

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) aracılığı ile iklim değişikliği ile mücadelede; iklim değişikliklerine uyum ve sera gazları azaltım çalışmalarını destekleyen finansman "İklim Finansmanı" olarak adlandırılmaktadır. İklim Değişikliği ile mücadele arttıkça finansman çeşitleri ve finansal araçların çeşitliliğinin artacağı da öngörülmektedir [19].

Küresel çapta iklim finansmanı geçmişten günümüze kamu kurum ve kuruluşları tarafından finanse edilir ve desteklenirken, günümüzde artan işlem hacimleri sebebiyle bankalar, sivil toplum kuruluşları, proje geliştiriciler ve aracılar ile de finanse edilmeye başlanmıştır. Özel finansal desteğe artan bu ihtiyaç, kamusal ve özel kaynakların tek bir fona katkıda bulunarak karma finansman ile daha düşük riskler alarak gelişimin desteklenmesine yardımcı olmaktadır [20].

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim Nötrlüğe ulaşabilmenin bir diğer ifade dalı "Karbon Nötrlüğe" ulaşabilmek olmalıdır. Bu faktör de doğal olarak sera gazı emisyonlarının azalmasına bağlıdır. Sürdürülebilirlik, akıllı şehirleşme, iklim nötrlüğe geçiş, karbon nötrlük ve karbon ayak izi sıfırlama konularında "Net Sıfır" kavramıyla yeni bir pencere açabilecektir. Bu çalışmayla birlikte varılabilecek ilk sonuç, günümüze kadar olmuş olan olumsuz iklimsel etkilerin, önce anlaşılmasının ve analiz edilmesinin; çevresel ve yapısal olarak revizelerde ve sıfır emisyona erişebilme uygulamalarında büyük rol oynayacağıdır.

Oluşan sera gazı etkisini bir anda yok etmek mümkün olmasa da Avrupa Yeşil Anlaşması ile ortaya konan yakın gelecek (2050) hedefleri ile iklim nötr ve net sıfır emisyona bir noktada ulaşılabileceği öngörülmektedir. "Karbon nötr" ve "Net Sıfır" terimleri birbirlerini destekleyen terimler olsalar da anlam bakımından belli noktalarda ayrışan fenomenler olduğu kanısına varılmıştır. Net Sıfır ifadesinde ana hedef fosil yakıt kullanımının durdurulması ile sera gazı emisyonlarının azaltılması iken, karbon nötr ifadesi dengeleme (offset) kuralıyla atmosferde tutunan sera gazının yutulması için çeşitli alanlara yatırım yapılarak daha çok düzenleme esasına dayandırabilmektedir. Tekrar etmekte fayda vardır ki; her iki terim de iklim nötrlük ortak paydasına hizmet etmektedir. Küresel bazda bütün ülkelerin ortak iştirakinin, enerji alanında yenilenebilir enerjiyi aktive ederek; iklimlendirme ve iklim nötrlüğe ulaşmada ortamları doğallaştıracağı ve daha sürdürülebilir bir yaşam oluşturmanın şehir yönetimleri aracılığıyla mümkün olabileceği gözler önüne serilmiştir. Ülkeler arası rekabet yaratabilecek bu saha gelişmişlik seviyelerine göre düzenlediği eğitimlerle daha yüksek hedefler ortaya koyabilecektir. Fakat çalışmalar hibrit yöntem ile yürütüldüğünden ülkelerin eşit standartlara erişebilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu noktada Türkiye gibi "gelişmekte olan ülke" olarak Paris Anlaşması'na dahil olan ülkelerin çalışmalara eğitim ve mukayese yöntemleri açısından hızlı uyum sağlamaları gerekmektedir.

ISBN: 978-625-6283-75-6

Finansman desteği bulunurken alanın konumu, projeye uyum sağlayabilme hızı ve sonuçtan alınacak fayda titizlikle hesaplanmalıdır. Sağlanan desteğin ödeme ve/veya hibe koşulları yerel yönetimler aracılığıyla belgelenmeli, kayıt altına alınmalıdır. Elbette diplomatik ilişkilerin de iklim nötrlüğe geçiş misyonu üzerinde büyük etkisi görülmektedir. Avrupa Birliği öncülüğünde kendini gerçekleştirmeye devam eden "Yeşil Avrupa Anlaşmasına" bütün ülkelerin katılımları ve yatırımları oranlarıyla iştiraklerin artmasında belirleyici rol oynayacakları öngörülebilmektedir.

Diplomasi alanında atılacak her adımın ekonomik yeni kararları beraberinde getireceği ve iklim nötrlük hedefine ulaşmada hızlı adaptasyonlara gerek duyulacağı göz ardı edilmemelidir. İklim zirveleri (Conference of Parties) haricinde katılımcı ülkelerin ve pilot ülkelerin eşit şartlarda değerlendirme sağlayabilecekleri iletişim platformları kurulabilir. Bu sayede akıllı şehirlere dönüşüm sağlanırken ülkeden ülkeye değişiklik gösteren prosedürler belediye yönetimleri tarafından sağlıklı hale getirilebilir, benzerlikler ve farklılıklar ayıklanabilir, gelişmişlik düzeyinden kaynaklanabilecek eksikliklerin yerel yönetimlerce nasıl kapatılacağı sorunu çözülebilir, pilot şehirlerden eksper seçimleriyle şehirler akıllı şehirler misyonuna daha hızlı entegre edilebilir. Ayrıca bir ülkenin katılımcı olan bütün şehirlerinin birbirine entegre çalışması sistemi daha kolay, sorunları daha hızlı çözülebilir kılabilecektir. İlerleyen süreçlerde eşit şartlarda eğitim alan ülkelerin de karşılıklı olarak ülke ziyaretleri ve eksikliklerin yerinde tespit edilmesi her iki taraf için de akıllı şehirler misyonuna daha sağlıklı geçişini sağlayabilir.

Yerel yönetimlerin hazırladığı eylem planlarının, sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyo-kültürel esasları göz önüne alınarak değerlendirilmesi, bir sonraki basamakta ise iklim nötrlük uygulamaları sınıfında işleme alınması hata payını düşürebilen bir etken olabilir. Akıllı şehirleşmeyi gerçekleştirebilen pilot ülkelerin iklim nötrlüğe geçişte karşılaştıkları hataları raporlamaları, sorunlara yaklaşım yöntemlerini paylaşmaları da akıllı şehirler misyonuna uyumlanmakta olan diğer ülkelere büyük ölçüde yardımcı olabilir.

İklim Nötrlüğe geçiş; barınma, gıda, tekstil, sağlık, inşaat, sanayi, ticaret ve daha birçok kalemi etkileyebilecektir. Sera gazlarının azaltılması için yürütülen bu çalışmalardan yola çıkılarak ilk genel bakış iklim nötrlüğün sosyal, kültürel, ekonomik, çevresel olarak edinilen birçok alışkanlığın yeniden şekilleneceğinin sinyallerini vermektedir. Küresel olarak bütün katılımcıların adaptasyonu sağlanana dek çok gelişmiş ve imkanlar dahilinde projeyi özümsemiş olan ülkelerin kendilerinden daha az gelişmiş ülkelere nazaran daha çok kontrol sahibi olacağı öngörülebilmektedir.

KAYNAKÇA

1. https://ufukavrupa.org.tr/tr/iklim-notr-ve-akilli-sehirler-misyonu

(Erişim Tarihi: 16.05.2024)

2. https://rec.org.tr/ (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

3. https://netzerocities.eu/ (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

ISBN: 978-625-6283-75-6

4. https://www.iea.org/policies/5122-energy-strategy-2050 (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

5. https://turkiye.un.org/tr/sdgs/11 (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

6. Sharifi, A., Khaviran-Garmsir, A. R., *Urban City Adaptation and Mitigation, Chapter 4 "Smart City Solutions and Climate Change Adaptation*", 69-93. 2023.

7. https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-are-greenhouse-gases

(Erişim Tarihi: 16.05.2024)

8. https://unfccc.int/news/a-beginner-s-guide-to-climate-neutrality (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

9. https://cinea.ec.europa.eu/featured-projects/netzerocities_en (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

10. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-03/list_of_public_eligible_applicant_cities-v7.pdf (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

11. https://ufukavrupa.org.tr/tr/haberler/netzerocities-ikiz-sehirler-programini-kazanan-sehirler-aciklandi (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

12. https://netzerocities.eu/2023/09/25/dozens-of-twin-cities-across-europe-to-receive-support-and-join-the-eus-drive-to-100-climate-neutral-cities/

(Erişim Tarihi: 16.05.2024)

13. Ulpiani, G., Vetters, N., 2023. Renewable and Sustainable Energy Reviews, "On the Risks Associated With Transitioning to Climate Neutrality in Europe: A city perspective"

14. https://cevresehiriklimkutuphanesi.csb.gov.tr/SourcePDF/cd73896b-02f1-4a44-9f3e-a4c49d201bf1 (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

15. https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

16. Samsun, T., "Avrupa Birliği'nin İklim Diplomasisi", 12-18, 2021.

17. https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan

(Erişim Tarihi: 16.05.2024)

18. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0201_EN.html#def_1_22

(Erişim Tarihi: 16.05.2024)

19. https://unfccc.int/topics/introduction-to-climate-finance (Erişim Tarihi: 16.05.2024)

20. https://www.parlamericas.org/uploads/documents/Primer_on_Climate_Financing_ENG.pdf

(Erişim Tarihi: 16.05.2024)