

MEKON 2025

RECENT ADVANCES IN MECHATRONICS ENGINEERING - II

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİNDEKİ SON GELİŞMELER - II

EDITORS

Prof. Dr. Nihat AKKUS

Dr. Hakan BASARGAN



BIDGE Publications

RECENT ADVANCES IN MECHATRONICS ENGINEERING – II
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİNDEKİ SON GELİŞMELER- II

EDITORS: PROF. DR. NİHAT AKKUS, DR. HAKAN BASARGAN

ISBN: 978-625-372-820-5

1st Edition

Page Layout By: Gozde YUCEL

Publication Date: 13.10.2025

BIDGE Publications

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form or by any means, except for brief quotations for promotional purposes with proper source attribution, without the written permission of the publisher and the editor.

Certificate No: 71374

All rights reserved © BIDGE Publications

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara



Editörden

MEKON – Mekatronik Mühendisliği Öğrenci Konferansı, ilk kez **2021 yılında** gerçekleştirilmiş, ikincisi ise dört yıl aradan sonra **2025 yılında** yeniden hayata geçirilmiştir. Bu konferans, sadece bir akademik etkinlik değil; aynı zamanda mühendislik öğrencilerinin **araştırma kültürüyle tanıştıkları bir okul** işlevi görmektedir.

MEKON'un temel amacı; başta **lisans son sınıf öğrencileri** olmak üzere, **yüksek lisans ve doktora düzeyindeki genç araştırmacılara**, bilimsel çalışmalarını raporlamayı, düzenli ve akademik bir biçimde anlatmayı ve en önemlisi **makale yazma becerisi kazanmayı öğretmektir**. Bilimsel üretimin ve paylaşımın ilk adımını atan bu platform, öğrencilerimizin akademiye ve Ar-Ge dünyasına geçişini kolaylaştırmakta; aynı zamanda özgüvenlerini geliştirmektedir.

MEKON 2025 kapsamında, toplam **41 bildiri** sunulmuş, konferansa **7 değerli davetli konuşmacı** katkı sağlamıştır. Sunulan bildiriler; robotik sistemler, otonom sürüş teknolojileri, endüstriyel otomasyon çözümleri, enerji sistemleri ve yapay zekâ tabanlı mühendislik uygulamaları gibi son derece güncel ve çok disiplinli alanları kapsamaktadır.

Bu yıl özellikle öne çıkan bir tema **yapay zekâ** olmuştur. Programda yer alan bildirilerin büyük bir bölümü doğrudan veya dolaylı olarak yapay zekâ, makine öğrenmesi ve görüntü işleme teknolojileriyle desteklenmiştir. Bu durum, genç mühendislerin teknolojiye olan ilgisinin ne kadar güncel ve vizyoner bir noktaya geldiğini açıkça göstermektedir.

Konferans boyunca sunulan projeler arasında; atık sınıflandırma sistemlerinden, afet yönetimi için drone'lara; işitme engellilere yönelik titreşimli müzik bantlarından, enerji verimli araçlara kadar birçok toplumsal ve çevresel katkı sağlayan örnek yer almıştır. Bu yönüyle MEKON, yalnızca akademik bir platform değil, aynı zamanda **sosyal sorumluluk ve mühendislik etiği** taşıyan bir vizyonun da taşıyıcısı olmuştur.

Bu kitabın, hem yeni çalışmalara ışık tutacağına hem de MEKON'a katılan öğrencilerimizin ilk akademik adımlarını belgeleyen bir kaynak olarak uzun yıllar değerlendirileceğine inanıyoruz. Bu yolculukta emeği geçen tüm öğrencilerimize, danışman akademisyenlere, hakem heyetine, değerli konuşmacılarımıza ve düzenleme kuruluna içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Yeni MEKON konferans'larında tekrar görüşmek dileğiyle...

Saygılarımla,

Prof. Dr. Nihat Akkuş

Konferans Başkanı & Kitap Editörü

MEKON 2025

From the Editor

The MEKON – Mechatronics Engineering Student Conference was first held in 2021, and after a four-year break, its second edition was brought to life again in 2025. This conference is not merely an academic event; it also serves as a school where engineering students are introduced to a culture of research.

The primary aim of MEKON is to teach young researchers—especially senior undergraduate students, as well as master’s and doctoral candidates—how to report their scientific work, present it in a structured and academic manner, and most importantly, to develop the essential skill of writing academic papers. This platform, which marks the first step in scientific production and dissemination, both facilitates our students’ transition into academia and the R&D world, and strengthens their self-confidence. Within MEKON 2025, a total of 41 papers were presented, and 7 distinguished invited speakers contributed to the conference.

The presented papers covered highly contemporary and multidisciplinary fields such as robotic systems, autonomous driving technologies, industrial automation solutions, energy systems, and AI-based engineering applications. This year, artificial intelligence emerged as a particularly prominent theme. A large portion of the papers featured in the program were directly or indirectly supported by artificial intelligence, machine learning, and image processing technologies. This clearly demonstrates how up-to-date and visionary young engineers’ interest in technology has become.

Among the projects presented throughout the conference were examples that provided social and environmental contributions, ranging from waste classification systems and drones for disaster management, to vibrating music bands designed for the hearing-impaired and energy-efficient vehicles. In this respect, MEKON has been not only an academic platform, but also a bearer of a vision rooted in social responsibility and engineering ethics.

We believe that this book will both shed light on new studies and serve for many years as a source that documents the first academic steps of the students participating in MEKON.

We extend our heartfelt thanks to all our students, advisor academics, the panel of reviewers, our distinguished speakers, and the organizing committee who contributed to this journey.

We look forward to meeting again at future MEKON conferences...

Respectfully,

Prof. Dr. Nihat Akkuş

Conference Chair - Editor

MEKON 2025

Editörden

MEKON'25 – Uluslararası Katılımlı Mekatronik Öğrenci Konferansı Bildiriler Kitabı'nı sizlerle buluşturmaktan büyük mutluluk duyuyorum. 26–27 Haziran 2025 tarihlerinde İstanbul Bilgi Üniversitesi ev sahipliğinde hibrit formatta gerçekleştirilen bu konferans, mekatronik mühendisliği alanında genç araştırmacılar, akademisyenler ve öğrencilerin bir araya geldiği verimli bir bilimsel platform olmuştur.

Konferans boyunca katılımcılar, yürütmekte oldukları çalışmalarını uluslararası bir ortamda sunma ve tartışma fırsatı bulmuş; farklı bakış açılarıyla tanışarak akademik birikimlerini zenginleştirmişlerdir. Bu süreçte, titiz bir hakem değerlendirmesinden geçen bildiriler, bilimsel kalitenin korunmasına ve konferansın akademik değerinin yükselmesine katkı sağlamıştır.

Elinizdeki bu kitap, söz konusu bildirilerin bir araya getirilmesiyle hazırlanmış olup, mekatronik mühendisliği alanında güncel araştırmaları ve yenilikçi yaklaşımları yansıtan önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Bu vesileyle, konferansın düzenlenmesinde emeği geçen tüm kurul üyelerine, hakemlere, destek veren kurum ve kuruluşlara, ayrıca katkılarıyla bu kitabı değerli kılan tüm katılımcılara teşekkür ederim.

Kitabın, araştırmacılar ve öğrenciler için ilham verici ve faydalı bir başvuru kaynağı olmasını dilerim.

Saygılarımla,

Dr. Hakan Basargan

Düzenleme Kurulu Başkanı & Kitap Editörü

MEKON 2025

From the Editor

It is my great pleasure to present to you the Proceedings of MEKON'25 – International Mechatronics Student Conference. Held on June 26–27, 2025, in hybrid format at Istanbul Bilgi University, this conference has served as a productive scientific platform where young researchers, academics, and students came together to share knowledge and exchange ideas in the field of mechatronics engineering.

Throughout the conference, participants had the opportunity to present and discuss their research in an international environment, benefiting from diverse perspectives and enriching their academic experience. The submitted papers underwent a rigorous peer-review process, which ensured the preservation of academic quality and enhanced the scientific value of the event.

This volume brings together those contributions, reflecting current research trends and innovative approaches in mechatronics engineering, and aims to serve as a valuable reference for researchers and students alike.

I would like to take this opportunity to express my gratitude to the organizing and scientific committees, the reviewers, the supporting institutions, and all participants whose contributions have made this volume possible.

I sincerely hope that this book will serve as an inspiring and useful resource for the academic community.

Sincerely,

Dr. Hakan Basargan

Chairman of the Organizing Committee & Editor
MEKON 2025

MEKON 2025 Komitesi - Committee

MEKON 2025 Konferans Başkanı - Conference Chair

Prof. Dr. Nihat Akkuş

MEKON 2025 Konferans Başkan Yardımcısı - Conference Vice Chair

Dr. Öğr. Üyesi Yeşim Öniz

MEKON 2025 Düzenleme ve Yürütme Kurulu - Organizing and Executive Committee

Dr. Hakan Basargan

Abdullah Özver

Zekeriya Polat

Mekseliyna Tartan Akbal

MEKON 2025 Sekreteryası - Secretariat

Merve Çelikkol

Nergis Başak Bozoğlu

Halime Yiğit

MEKON 2025 Bilim Kurulu - Scientific Board of the MEKON 2025

Prof. Dr.	Ahmet Fenercioğlu	Dr. Öğr. Üyesi	Hasan Demir
Prof. Dr.	Ahmet Mert	Dr. Öğr. Üyesi	Hilal Doğanay Katı
Prof. Dr.	Aysel Ersoy	Dr. Öğr. Üyesi	İbrahim Kürşad Türkođlu
Prof. Dr.	DurmuşKarayel	Dr. Öğr. Üyesi	İrem Şenyer Yapıcı
Prof. Dr.	Klaus Werner Schmidt	Dr. Öğr. Üyesi	Kemal Sarıoğlu
Prof. Dr.	M. Caner Aküner	Dr. Öğr. Üyesi	Kürşat Tanrıver
Prof. Dr.	Mehmet Azmi Aktacir	Dr. Öğr. Üyesi	Mehmet Ekrem Çakmak
Prof. Dr.	Bülent Aktaş	Dr. Öğr. Üyesi	Merdan Özkahraman
Doç. Dr.	Ahmet Meram	Dr. Öğr. Üyesi	Merve Erkinay Özdemir
Doç. Dr.	Ali Can Kaya	Dr. Öğr. Üyesi	Mohammed Mansour
Doç. Dr.	Altuğ Karabey	Dr. Öğr. Üyesi	Murat Erhan Çimen
Doç. Dr.	Beyda Taşar	Dr. Öğr. Üyesi	Mustafa Kocakulak
Doç. Dr.	Erkin Dinçmen	Dr. Öğr. Üyesi	Mustafa Tümbek
Doç. Dr.	İlyas Kacar	Dr. Öğr. Üyesi	Mustafa Çağrı Kutlu
Doç. Dr.	Kasım Serbest	Dr. Öğr. Üyesi	Necati Vardar
Doç. Dr.	Kemal Furkan Sökmen	Dr. Öğr. Üyesi	Özgür Solmaz
Doç. Dr.	Mehmet Koç	Dr. Öğr. Üyesi	Yenal Aydın
Doç. Dr.	Mehmet Polat	Öğr. Gör.	Ezgi Başaran
Doç. Dr.	Muhammet Aydın	Öğr. Gör.	Mustafa Perçin
Doç. Dr.	Osman Ülkir	Öğr. Gör.	Zeki Omaç
Doç. Dr.	Özlem Polat	Arş. Gör.	Abdullah Feyzi Keleş
Doç. Dr.	Serkan Güler	Arş. Gör.	Berkay Eren
Doç. Dr.	Tahsin Köroğlu	Arş. Gör.	Cenk Kılıç
Dr. Öğr. Üyesi	Ahmet Yıldız	Arş. Gör.	Dođu Manalı
Dr. Öğr. Üyesi	Ahmet Remzi Özcan	Arş. Gör.	Elanur Ekici
Dr. Öğr. Üyesi	Akif Karafil	Arş. Gör.	Gülyeter Öztürk
Dr. Öğr. Üyesi	Arif Solmaz	Arş. Gör.	İbrahim Arslanođlu
Dr. Öğr. Üyesi	Berin Özdalğıç	Arş. Gör.	Kubilay Han
Dr. Öğr. Üyesi	Çağrı Kaymak	Arş. Gör.	Onur Akgün
Dr. Öğr. Üyesi	Emre Demirci	Arş. Gör.	Ruken Daş
Dr. Öğr. Üyesi	Emre Kemer	Arş. Gör.	Sedat İn
Dr. Öğr. Üyesi	Eren Tosyalı	Arş. Gör.	Ahmet Kırnap
Dr. Öğr. Üyesi	Furkan Dündar	Arş. Gör.	Egemen Belge
Dr. Öğr. Üyesi	Hamdullah Merdane		

Mekatronik Mühendisleri Derneği Akademik Kurulu
The Academic Board of the Association of Mechatronics Engineers

Prof. Dr.	Nihat Akkuş	Dr. Öğr. Üyesi	Mehmet Polat
Prof. Dr.	Ahmet Fenercioğlu	Dr. Öğr. Üyesi	Ahmet Burak Tatar
Prof. Dr.	Durmuş Karayel	Dr. Öğr. Üyesi	Ahmet Yıldız
Prof. Dr.	Haydar Livatyalı	Dr. Öğr. Üyesi	Muhammet Aydın
Prof. Dr.	M. Caner Aküner	Dr. Öğr. Üyesi	Yenal Aydın
Prof. Dr.	Mehmet Akar	Dr. Öğr. Üyesi	Kürşat Tanrıver
Prof. Dr.	Raif Bayır	Dr. Öğr. Üyesi	Hakan Çelik
Prof. Dr.	Savaş Dilibal	Dr. Öğr. Üyesi	Arif Solmaz
Prof. Dr.	Şahin Yıldırım	Dr. Öğr. Üyesi	Büşra Ceyhan
Prof. Dr.	Şeniz Ertuğrul	Dr. Öğr. Üyesi	Gülçin Özevci Çelebi
Prof. Dr.	Ayşegül Uçar	Dr. Öğr. Üyesi	İlknur Melis Durası
Prof. Dr.	Oğuz Yakut	Dr. Öğr. Üyesi	Armağan Özkaya
Prof. Dr.	İsmail Cem Parmaksızoğlu	Dr. Öğr. Üyesi	Ebru Günister
Prof. Dr.	Şükrü Alp Baray	Dr. Öğr. Üyesi	Meliha Pınar Sipahi
Doç. Dr.	Asaf Tolga Ülgen	Dr. Öğr. Üyesi	Cüneyt Ertal
Doç. Dr.	Bekir Aksoy	Dr. Öğr. Üyesi	Kemal Sarıoğlu
Doç. Dr.	Erkin Dinçmen	Dr. Öğr. Üyesi	Ahmet Yıldız
Doç. Dr.	Gökhan Atalı	Dr. Öğr. Üyesi	Alper Özpınar
Doç. Dr.	Gökhan Gelen	Dr. Öğr. Üyesi	Altuğ Karabey
Doç. Dr.	Kasım Serbest	Dr. Öğr. Üyesi	Arif Solmaz
Doç. Dr.	Mehmet Hakan Demir	Dr. Öğr. Üyesi	Berin Özdalğç
Doç. Dr.	Merve Erkıny Özdemir	Dr. Öğr. Üyesi	Cansu Noberi
Doç. Dr.	Özlem Polat	Dr. Öğr. Üyesi	Cemil Közkurt
Doç. Dr.	Sabri Bıçakçı	Dr. Öğr. Üyesi	Engin Ayçiçek
Doç. Dr.	Serkan Güler	Dr. Öğr. Üyesi	Hamdullah Merdane
Doç. Dr.	Tahsin Köroğlu	Dr. Öğr. Üyesi	Hilal Doğanay Katı
Doç. Dr.	Beyda Taşar	Dr. Öğr. Üyesi	Kenan Şentürk
Doç. Dr.	Murat Polat	Dr. Öğr. Üyesi	Kürşat Tanrıver
Doç. Dr.	Evren Çağlarer	Dr. Öğr. Üyesi	Mehmet Emin Aktan
Dr. Öğr. Üyesi	Yeşim Öniz	Dr. Öğr. Üyesi	Merdan Özkahraman
Dr. Öğr. Üyesi	Furkan Dündar	Dr. Öğr. Üyesi	Merve Teke Budaklı
Dr. Öğr. Üyesi	Mehmet Ayaz	Dr. Öğr. Üyesi	Mine Ak
Dr. Öğr. Üyesi	Ahmet Gültekin	Dr. Öğr. Üyesi	Mücahit Soyaslan
Dr. Öğr. Üyesi	Erdal Tunçer	Dr. Öğr. Üyesi	Nurettin Gökhan Adar
Dr. Öğr. Üyesi	Nurullah Hulki Tanrıyar	Dr. Öğr. Üyesi	Osman Ülkir
Dr. Öğr. Üyesi	Mehmet Erman Çalışkan	Dr. Öğr. Üyesi	Yenal Aydın
Dr. Öğr. Üyesi	Gülten Sadullahoğlu	Öğr. Gör. Dr.	Süleyman Çeven
Dr. Öğr. Üyesi	Berin Özdalğç	Dr.	Ruken Daş
Dr. Öğr. Üyesi	Koray Altıntaş	Arş. Gör. Dr.	Sefa Furkan Küçükoğlu
Dr. Öğr. Üyesi	Abdurrahman Eray Baran	Öğr. Gör.	Ezgi Başaran
Dr. Öğr. Üyesi	İbrahim Başar Aka	Arş. Gör.	Devrim Tümer
Dr. Öğr. Üyesi	Alper Kadir Tanyıldızı	Arş. Gör.	Sedat İn
Dr. Öğr. Üyesi	Çağrı Kaymak		

Destekleyen Kuruluşlar - Supporters



Mekatronik Mühendisleri Derneği Hakkında

Mekatronik Mühendisleri Derneği, 01 Mart 2016 tarihinde kurulan, 09 Mart 2016'da tüzüğü onaylanan; Mekatronik Mühendisleri ve Mekatronik ile alakalı ilk ve tek dernektir. Türkiye'deki **Mekatronik teknolojisini geliştirmeyi hedefleyen**, bu teknolojiyi **Türkiye sanayisine entegre etmeyi isteyen**, Mekatronik Mühendislerinin, teknisyenlerinin, teknikerlerinin ve Mekatronik teknolojisi ile ilgilenen tüm çalışanların/öğrencilerin **hakkını savunmayı amaçlayan** Mekatronik Mühendisleri Derneği, 9 kurucu yönetim kurulu üyesi tarafından kurulmuştur. **Yönetim kurulu içerisinde öğrenciler, Profesör akademisyenler ve şirket sahibi Mekatronik Mühendisi bulunmaktadır.**

Mekatronik Mühendisleri'nin yetkinliklerinin bulunduğu fakat yetkilerinin olmadığı alanlarda da **söz sahibi olabilmesi**, kendi içerisinde **örgütlenmesi için Mekatronik Mühendisleri Odası** kurmak amacıyla da sahip olan bu dernek, kurumsal firmaları veya öğrenci, mühendis, tekniker, teknisyenleri üye olarak bünyesine alabilmektedir.

About the Association of Mechatronics Engineers

The Association of Mechatronics Engineers was established on March 1, 2016, and its charter was approved on March 9, 2016. It is the first and only association dedicated to Mechatronics Engineers and mechatronics-related fields. Aiming to advance mechatronics technology in Türkiye, integrate this technology into Turkish industry, and protect the rights of mechatronics engineers, technicians, technologists, as well as all employees and students interested in mechatronics technology, the Association was founded by nine founding board members. The board includes students, professors, and company-owning mechatronics engineers.

The Association also pursues the goal of establishing a **Chamber of Mechatronics Engineers**, so that mechatronics engineers can have a say in fields where they possess competence but lack formal authority, and to strengthen organization within the profession. The Association accepts corporate firms, students, engineers, technologists, and technicians as members.

Recent Advances in Mechatronics Engineering II

Prof. Dr. Nihat Akkuş
Dr. Hakan Basargan

İÇİNDEKİLER - CONTENTS

Designing A Music-Vibration Band for Deaf Individuals: Feel The Music.....	1
Implementing Monte Carlo Tree Search for Adaptive Traffic Light Control: A SUMO-Based Study....	5
Real-Time Noise Reduction and Outlier Detection in Servo Motor Encoder Signals Using Kalman Filter-Based Signal Processing Algorithm.....	9
Compact Product Design for Maintaining Beverages/Foods Hot or Cold for a Specified Duration in Desktop Applications.....	4
Design and Prototype Development of an Adaptive Hair Dryer to Prevent Hair Damage.....	4
Solar-Assisted Electric Vehicle Topologies: A Comparative Analysis.....	4
STM32 Tabanlı Sensörsüz BLDC Motor Sürücü Tasarım ve Uygulaması.....	4
Radyo Frekans Saldırılarında Araç Kiti Güvenliği.....	8
Dinamik Raf Sistemli Servis Robotu.....	11
Enkaz Altı Mikro Kurtarma Kolu Tasarımı (EMOK).....	15
Hava Araçları için Katlanabilir Anten Tasarımı.....	19
Endüstriyel Otomasyon Sistemleri için Çoklu Haberleşme Protokollerini Destekleyen Gömülü Kontrol Kartı Tasarımı.....	24
Çelik Yüzeylerinde Oluşan Üretimsel Arızalarının Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Tespiti.....	28
Dişli Kutu Arızalarının Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Tespiti.....	32
Tehlikeli Yaya Davranışlarının Değerlendirilmesi İçin Bir Metrik Önerisi.....	63
Girişimcilik Ağrı: Çok Katmanlı Dijital Girişimcilik Ağrı Platformu Tasarımı ve Uygulama Modeli....	67
Kitap Taşıma Robotlarında Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Mekanik Performansın Değerlendirilmesi..	71
PV Destekli 7.4 kW Ev Tipi Hibrit Elektrikli Araç Şarj İstasyonunun Elektronik Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi.....	75
Bobinli Silah Tasarımı ve Uygulaması: Elektromanyetik Fırlatma Sistemine Yönelik Bir Yaklaşım... 80	80
PID Kontrollü, Topoloji Optimizasyonlu ve Görüntü İşlemeli Otonom Arama Kurtarma Dronu.....	84
Arama Kurtarma Çalışmaları İçin Tasarlanmış Örümcek Robotun Optimize Edilmiş Tasarımı.....	89
İnşaat Sektöründe Çalışan İşçilerin İş Güvenliğini Artırmaya Yönelik Bir Bileklik Geliştirilmesi.....	93
Değiştirilebilir Platformlu Rover Araç.....	96
Görüntü İşleme Tabanlı Geri Dönüştürülebilir Atık Sınıflandırma Sistemi.....	100
Pres Uygulamaları İçin Akıllı Çubuk Mekanizması Tasarımı.....	104
Derin Öğrenme Tabanlı Görüntü İşleme ile Otonom Görev Yürüten Su Altı Aracının Geliştirilmesi	109
Elektrotermal Mikroaktüatörde Boşluk Geometrisinin FEM ile Termomekanik Modellemesi ve Analizi.....	113

Enkaz Altı Mikro Kurtarma Kolu Tasarımı (EMOK)

Elif Demirtaş, Şeyma Karabacak, Merve Demir, Mine Ak, Arif Solmaz, Kürşat Tanrıver

İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada 3D tasarım, yapısal, parametrik analizleriyle birlikte ele alınan bir robot kol tasarımı sunulmaktadır. Robot kolun tasarım aşamasından sonra ileri çalışmalarda dar alanlara girebilen, çok yönlü sensörlerle donatılmış ve çevresel algılayıcılarla entegre edilerek enkaz altındaki bireylerin yerinin tespit edebilen bir prototip imalatın yapılması hedeflenmektedir. Sistemin en önemli özelliklerinden biri işitme ve konuşma engelli bireylerle temel işaret dili aracılığıyla iletişim kurabilme yeteneğine sahip olabilmesidir. Böylece kurtarma ekiplerinden önce bireylerle temas kurarak bilgi aktarımı ve moral desteği sağlaması amaçlanmaktadır. Bunun için prototip öncesi büyük önem taşıyan tasarımda kapsamlı bir yapısal analiz ve parametrik yapılmıştır. Yapılan sonlu eleman analiz sonuçlarına göre maksimum gerilme 65,355 MPa çıkmıştır. Buna göre robot kol iskelet malzemesi 3D yazıcılarla basılabilen PLA malzemesinden değil 2,52 kat daha emniyetli olduğu hesaplanan alüminyum alaşım malzemenin kullanılması gerektiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 3D Tasarım, Enkaz Tespiti, İşaret Dili, İşitme Engelliler, Robot Kol, Sensör Teknolojileri, Yapısal Analiz.

I. GİRİŞ

Doğal afetler, özellikle depremler, dünya genelinde en fazla can ve mal kaybına yol açan felaketlerin başında gelmektedir. Afet sonrası en kritik süreçlerden biri, zamanla yarışılan arama-kurtarma faaliyetleridir. Bu süreçte hem teknolojik hem de insani müdahalelerin koordineli ve etkili olması, hayatta kalan bireylerin kurtarılmasında büyük rol oynamaktadır. Ancak bazı durumlarda, geleneksel yöntemlerle erişilemeyen dar alanlar ya da insan sağlığını tehdit eden ortamlarda müdahale etmek oldukça zorlaşmaktadır. Bu noktada, robotik sistemlerin desteği giderek daha büyük önem kazanmaktadır.

Arama- kurtarma robotlarının genellikle enkaz altındaki bireyleri tespit etmeye, fiziksel engelleri aşmaya veya canlılık belirtilerini algılamaya yönelik geliştirildiği görülmektedir [1, 2]. Bu sistemlerde ses, sıcaklık veya gaz sensörleri gibi algılayıcılar yaygın olarak kullanılmakta ancak kullanıcıyla etkileşim kurma yetisi sınırlı kalmaktadır [3]. Özellikle işitme ya da konuşma engelli bireylerle doğrudan iletişim kurabilecek, işaret dili üzerinden bilgi aktarımı yapabilecek bir robotik kol sistemi literatürde rastlanmamıştır [4, 5]. Ayrıca, birçok sistem karmaşık, yüksek maliyetli ve üretimi zor mekanik yapılardan oluşurken; önerilen bu projede, dar alanlara girebilecek şekilde tasarlanmış kanca formunda bir robot kolun üretilmesi hedeflenmiştir.

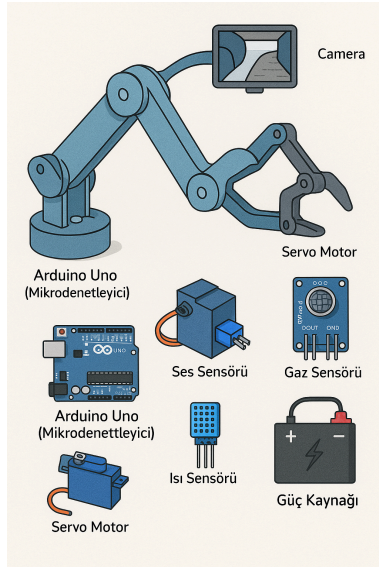
Bu çalışmada geliştirilen robot kol, 3 boyutlu yazıcı ile üretilebilen, ince yapısı sayesinde dar alanlara sarkıtılabilmektedir. İleriki çalışmalarda alüminyum alaşımdan üretilmesi planlanan hafif gövdesi sayesinde, bir arama kurtarma personeli tarafından esnek bağlantı aparatı ya da kontrollü bir yönlendirme çubuğu yardımıyla dikkatli bir şekilde enkaz boşluğuna yerleştirilebilecektir. Kolun taşınabilir ve modüler yapısı, zorlu arazi koşullarında dahi etkili bir yönlendirme yapılmasına olanak tanımaktadır. Böylece enkaz altındaki bireyle fiziksel temas olmadan bir iletişim aracı olarak işaret dili üzerinden etkileşim kurulması hedeflenmektedir [6, 7].

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı deprem sonrası arama kurtarma ekiplerine bir robotik kol aracılığı ile yardım ederek hızlı ve güvenli şekilde enkaz altındakilere müdahale etmek olan bir robot kolun kapsamlı yapısal analizi ele alınmıştır. Böylece literatürdeki bir boşluğun doldurulması hedeflenmektedir [8]. Tasarım çalışması sonrasında prototipi yapılacak olan robot kol, kamera, gaz sensörü, ısı sensörü ve ses algılayıcı gibi çeşitli modüllerle donatılacaktır. Yalnızca insan tespitini değil; aynı zamanda çevresel koşullara dair bilgi toplayarak kurtarma ekiplerine ön bilgi sağlamayı amaçlamaktadır. Robot kolun uzaktan kontrol edilebilir yapısı sayesinde, fiziksel olarak erişilemeyen bölgelerdeki bireyler ve canlılara ulaşmak mümkün hale gelmektedir. Projenin en dikkat çekici ve yenilikçi yönlerinden biri, robot kolun işitme ya da konuşma engelli bireylerle iletişim kurmak üzere temel işaret dili hareketlerini uygulayabilecek şekilde programlanmış olmasıdır.

II. SİSTEM TASARIMI

Sistemin amacı, özellikle dar ve ulaşılması zor alanlarda etkili bir şekilde çalışabilecek, çevresel verileri algılayabilecek ve temel işaret hareketlerini gerçekleştirebilecek bir robotik kol ön tasarımının sunmaktır. Bu robot kolu, özellikle arama kurtarma operasyonlarında kullanılmak amacıyla tasarlanmış ve enkaz altındaki bireylere işaret dilinde iletişim kurma yeteneğine sahip olacak şekilde planlanmıştır [9, 10]. Tasarımda, çevre koşullarına ve dar alanlara uyum sağlayabilen, modüler ve taşınabilir özelliklere odaklanılmıştır [11]. Robot kolu, enkaz altındaki bireylerle temassız bir iletişim kurarak etkili bir kurtarma süreci sağlamak için gerekli özellikleri taşıyacaktır. Robot kolun tasarımı, üç boyutlu yazıcı kullanılarak üretilen hafif ve dayanıklı parçalarla şekillendirilmiştir. Kol, parmaklar, eklem gibi mekanik bileşenlerle donatılmış ve çevresel verileri algılayabilen sensörler ile entegre edilmiştir. Her parmak, bireylerin işaret dilini algılayarak uygun işaretleri verebilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu projede, gerçek zamanlı işaret dili tanıma ve anlatma yeteneğine sahip, bir robot kola entegre edilmiş etkileşimli bir sistem gerçekleştirilecektir. Sistem,

MediaPipe kütüphanesi aracılığıyla kameradan alınan görüntülerdeki el iskeletini tespit ederek her karedeki 21 anahtar nokta koordinatını çıkarabilecektir [12]. Bu koordinatlar, önceden işaret dili verileriyle eğitilmiş ve Evrişimli Sinir Ağı (CNN) modeline giriş yaparak harf veya kelime sınıflandırması gerçekleştirmesi planlanmaktadır [13,14] Model eğitimi, Amerikan İşaret Dili (ASL) veri seti kullanılarak *TensorFlow* ortamında yapılacaktır [15]. Tanımlanan işaretler, *Python* üzerinden seri iletişimle bir Arduino kontrollü robot kola iletilerek fiziksel olarak işaret diliyle ifade edilebilmektedir [16]. Sistem ayrıca, metin girişlerini işaret dili hareket dizilerine çevirerek robot kol aracılığıyla anlatma işlevi de sunma yeteneğine sahip olması hedeflenmektedir. Bu uygulama, işitme ve konuşma engelli bireylerle insan- robot etkileşimini kolaylaştırmayı ve çift yönlü iletişim olanaklarını genişletmeyi amaçlamaktadır. Robot kol, özellikle dar ve zor ulaşılabilir alanlarda çalışabilecek şekilde tasarlanması öngörülmüştür. Kolun sarkıtılabilmesi, arama kurtarma personeli tarafından kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Kol, modüler kablo sistemleri veya robotik taşıyıcı mekanizmalar aracılığıyla enkaz altına sarkıtılabilir şekilde tasarlanmıştır. Kolun yönlendirilmesi, manuel ya da uzaktan kumanda sistemleriyle sağlanabilir, böylece kol, dar alanlarda bile doğru şekilde kullanılabilir. Tasarlanan EMOK robot kolu sistem tasarımı Şekil 1’ de verilmiştir.



Şekil 1: EMOK Robot Kolu Sistem Tasarımı

Robot kolu tasarımı genel olarak robot kol gövdesi, kamera modülü, ses sensörü, ısı sensörü, gaz modülü, mikro denetleyici, servo motorlar ve güç kaynağı gibi parçalardan oluşturulması planlanmaktadır. Bu eklemeler yardımıyla EMOK işitme ve konuşma engelli bireylerin temel işaretleriyle iletişim yoluyla kurabilme yeteneğine sahip olacağı değerlendirilmektedir.

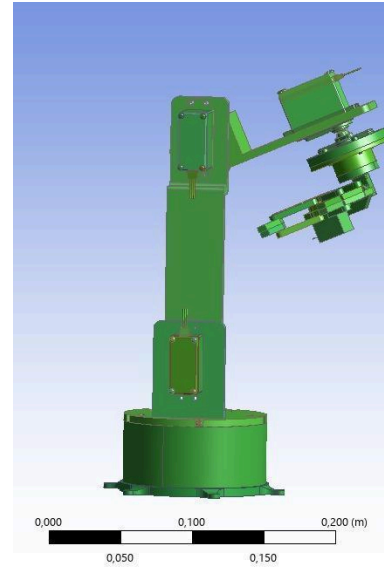
Gelecek çalışmalarda bu EMOK tasarımının prototipinin imal edilmesi ve testlerin yapılması planlanmaktadır. Bu sistem mekanik ve elektronik yapı olarak başlıklar halinde aşağıda detaylandırılacaktır. Mekanik Sistem, Gövde, hareketli mafsallar ve sisteminden oluşacaktır. Elektronik yapı ise mikrodenetleyici, sensörler, servo motorlar, kamera modülü ve güç kaynağından oluşturulması planlanmaktadır.

III. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Projenin temel amacı bir robotik kol yardımıyla deprem sonrası arama kurtarma ekiplerine yardım edilmesi ve hızlıca enkaz altındakilere müdahale edilmesidir. Robot kolun uzaktan kontrol edilebilir yapısı sayesinde, fiziksel olarak erişilemeyen bölgelerdeki bireylere ve canlılara ulaşmak mümkün hale gelmektedir [10]. Projenin en dikkat çekici ve yenilikçi yönlerinden biri, robot kolun işitme ya da konuşma engelli bireylerle iletişim kurmak üzere temel işaret dili hareketlerini uygulayabilecek şekilde programlanmış olmasıdır. Kullanıcıların sistemle anlamlı bir şekilde etkileşime girmesi ve verilen işaretleri doğru anlayabilmesi, projenin temel hedeflerinden biridir [15]. Benzer şekilde, Yamamoto ve Bakadura tarafından yapılan çalışmalarda da afet senaryolarında robotların insanlarla etkili iletişim kurabilmesinin önemi vurgulanmaktadır [17, 18].

III.1. 3D Tasarım

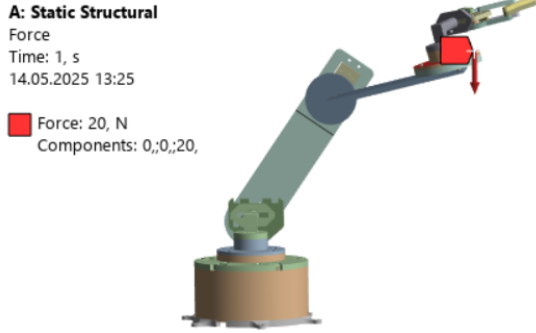
Tasarımın 3D modeli Solidworks programında yapılmıştır. EMOK 3D tasarım Şekil 2’ de gösterilmektedir.



Şekil 2: EMOK 3D Tasarım

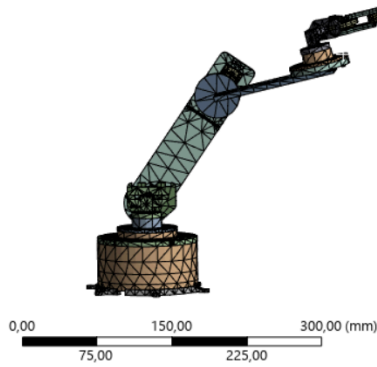
III.2. Yapısal Analiz

Yapılan tasarım, sonlu elemanlar analizinin yapılması için Ansys Workbench yapısal modülüne aktarılmıştır. Analiz barada tasarımın yükü taşıyacak olan iskeletine yapılmıştır. Burada statik ve dinamik yükleri karşılayacak şekilde tasarlanarak iskeletin düz şekilde açıldığı anına 20N ve standart yerçekimi kuvveti uygulanmış ve sabitleme tabanından fixed Support seçilerek sabitleme yapılmıştır. EMOK kuvvet tanımı Şekil 3’ te gösterilmiştir.

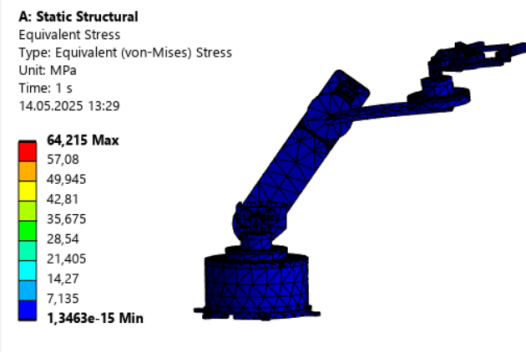


Şekil 3: EMOK Kuvvet Tanımı

Modele malzeme ve mesh ataması yapılmıştır. Malzeme olarak, Ansys yapısal modülünde de tanımlı olan alüminyum alaşım seçilmiştir. Yapılan tasarım sabitleme tabanından sabitlenmiş, standart yerçekimi kuvveti ve 20N kuvvet uygulanmıştır. Mesh element size 4 mm, çözünürlük 1 olarak seçilmiştir. Analizde 17032 eleman ve 34334 düğüm seçilmiştir. Ardından modele Von-Mises gerilme analizi uygulanmıştır. Burada gerilme maksimum 64,215 MPa çıkmıştır. EMOK Tasarım Mesh görüntüsü Şekil 4 ve EMOK Von-Mises gerilme analizi Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. EMOK Tasarım Mesh görüntüsü



Şekil 5. EMOK Von-Mises Gerilme Analizi

Analiz sonuçlarının mesh eleman ölçüsüne göre değişimlerini ve hangi noktalarda meshten bağımsız hareket ettiğini görmek için 10 farklı tipte mesh eleman ölçüsü ve maksimum gerilme parametrik analizi yapılmıştır. Mesh eleman ölçüsü ve maksimum gerilme parametrik analizi Şekil 6' da gösterilmiştir.

Table of Design Points				
	A	B	C	D
1	Name	Update Order	P1 - Mesh Element Size	P2 - Equivalent Stress Maximum
2	Units		mm	MPa
3	DP 0 (Current)	1	6	62,701
4	DP 1	2	5,5	65,355
5	DP 2	3	4,5	64,878
6	DP 3	4	4	60,213
7	DP 4	5	3,5	65,108
8	DP 5	6	3	56,773
9	DP 6	7	2,5	56,816
10	DP 7	8	2	64,211
11	DP 8	9	1,5	63,825
12	DP 9	10	1	66,095

Şekil 6. EMOK Mesh eleman ölçüsü ve maksimum gerilme parametrik analizi

Buna göre 2 numaralı parametrik analize kadar mesh eleman ölçüsü azaldıkça maksimum gerilme parametrik analizi sonucu artış göstermektedir. 2 numaralı parametrik analizden 8 numaralı parametrik analizden kadar azalış göstermektedir. Ardından dögüsel olarak yükselişe geçmektedir. Burada mesh ölçüsünden bağımsız olarak maksimum gerilme değerinin 65,355 MPa olduğu ve hesaplamaların bu değere göre yapılması gerektiği görülmektedir.

Böylece sonlu eleman analiz sonuçlarına göre maksimum gerilme 6,355 MPa çıkmıştır. Robot kol iskelet malzemesi eğer PLA malzemesi olarak seçilirse PLA malzemesinin akma dayanımı 56,5 MPa olduğundan tasarıma elverişli değildir. Robot kol iskelet malzemesi olarak alüminyum alaşım malzemesi kullanılır ise tasarıma daha uygun olacağı düşünülmüştür. Çünkü alüminyum alaşım malzemesinin akma dayanımı 164,80 MPa ve sonlu elemanlar analiz sonuçlarına göre maksimum 65,355 MPa olduğundan tasarıma daha uygun olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, bu robot kol malzemesi alüminyum alaşım olursa yukarıda belirtilen şartlarda 2,52 kat daha emniyetli bir şekilde çalıştığı görülmüştür. Bu oranın literatür çalışmalarıyla [20,21] uyumlu olduğu görüldüğünden ileri çalışmalarda imalat aşamasına güvenle geçilebileceği görülmüştür.

IV. SONUÇLAR

Bu proje kapsamında geliştirilen EMOK robot kol tasarımı afet bölgelerinde arama-kurtarma çalışmalarına yenilikçi bir bakış açısı sunmaktadır. Tasarım sonrasında robot kolun enkaz altında kalan iletişim engeli bulunan bireylerle bağlantı kurabilme ve canlıları kurtarma misyonunu yürütmesi planlanmaktadır. Özellikle tasarım sonrası ileriki çalışmalarda yapılacak imalat neticesinde EMOK işitme ve konuşma engelli bireylerin temel işaretleriyle iletişim yoluyla kurabilme yeteneğinin sahip olacak ve böylece klasik robotik sistemlerden ayrılmaktadır. Kamera, ses, ısı ve gaz sensörleri gibi donanımlarla zenginleştirilmiş sistem hem çevresel tehlikeleri algılayabilmekte hem de bireyin yaşamsal durumuna dair ilk bilgileri toplayabilecektir. Yapılan yapısal analizle ileri çalışmalarda imalat aşamasına güvenle geçilebileceği görülmüştür.

Yapısal analizler sonucunda, PLA malzeme ile yapılan prototipin mekanik dayanımı yetersiz bulunmuş; alüminyum alaşım malzeme ile tasarımın yaklaşık 2,2 kat daha emniyetli çalıştığı gösterilmiştir. Ayrıca mesh bağımsızlığı analizi ile optimum ağ yapısı belirlenmiş ve maksimum gerilme değeri 65,355 MPa olarak saptanmıştır. Bu değer, alüminyum alaşımın akma dayanımının oldukça altında kalmakta ve tasarımın güvenli çalışabileceğini doğrulamaktadır.

Gelecek çalışmalarda bu EMOK tasarımının imal edilmesi ve testlerinin yapılması planlanmaktadır. Prototip imalatı yapılacak bu sisteme daha gelişmiş işaret dili yetenekleri, sesli yanıt sistemleri veya doğal dili işleme algoritmaları entegre edilerek iletişim kabiliyeti artırılabilir. Aynı zamanda mobil taşıma sistemi eklenerek robotun manevra kabiliyeti geliştirilebilir. Bu proje sadece afet durumları için değil; iletişim engelli bireylerle etkileşimi temel alan birçok farklı alanda da örnek teşkil edebilir.

V. KAYNAKLAR

- [1] Murphy, R. R. (2004). Trial by Fire: Rescue Robots in Disaster Response. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 11(3), 50–61. <https://ieeexplore.ieee.org/document/1325971>
- [2] Kitano, H. ve Tadokoro, S. (2001). RoboCup Rescue: A Grand Challenge for Multiagent and Intelligent Systems. *AI Magazine*, 22(1), 39–52. doi: 10.1609/aimag.v22i1.1542.
- [3] Bello, O. O., Obasanya, T. D. ve Adeniji, J. A. (2025). Design and Implementation of an Assistive Smart Glove for a Sign Language Recognition System. *International Journal of Engineering Research in Computer Science and Engineering*, 12(2), 37–42. [Online]. Available: <https://www.ijercse.com/article/6%20February%202025%20IJERCSE.pdf>
- [4] Kumar, S. ve Singh, R. (2021). Robotic Arm for Sign Language Interpretation with Sentiment Analysis. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 12(10), 92–99. <https://www.ijera.com/papers/vol12no10/Ser-1/L12109299.pdf>
- [5] Project ASLAN. (2017). 3D-printed robotic arm translates speech into sign language. *Designboom*. <https://www.designboom.com/technology/sign-language-robot-project-aslan-08-23-2017/>
- [6] Wikipedia contributors. (2025, April 15). *Machine translation of sign languages*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_translation_of_sign_languages
- [7] Pigou, L., Dieleman, S., Kindermans, P. J. ve Schrauwen, B. (2015). Sign language recognition using convolutional neural networks. *European Conference on Computer Vision*, 572–578.
- [8] Bulgarelli, A., Toscana, G., Russo, L. O., Farulla, G. A. ve Lippiello, V. (2022). Design and prototyping of a robotic hand for sign language using 3D printing. *Procedia CIRP*, 109, 437–442. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.073>
- [9] Liang, Y., Li, W., Wang, Y., Xiong, R., Mao, Y., ve Zhang, J. (2020). Dynamic Movement Primitive based Motion Retargeting for Dual-Arm Sign Language Motions. *arXiv preprint arXiv:2011.03914*. <https://arxiv.org/abs/2011.03914>
- [10] Lim, J., Sa, I., MacDonald, B. ve Ahn, H. S. (2023). A Sign Language Recognition System with Pepper, Lightweight-Transformer, and LLM. *arXiv preprint arXiv:2309.16898*. <https://arxiv.org/abs/2309.16898>
- [11] Siciliano, B. ve Khatib, O. (Eds.) (2016). *Springer Handbook of Robotics* (2nd ed.). Springer. doi: 10.1007/978-3-319-32552-1
- [12] Zhang, F. (2020). MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking, *arXiv e-prints*, Art. no. arXiv:2006.10214, 2020. doi:10.48550/arXiv.2006.10214.
- [13] DeptAI Hand Tracker https://github.com/geaxgx/depthai_hand_tracker (Erişim Tarihi: 20/05/2025).
- [14] Gül, M. (2021). Representing American Sign Language Letters and Numbers with Humanoid Robot Arm. *Kocaeli Journal of Science and Engineering*, 4(2), 136-145. <https://doi.org/10.34088/kojose.882323>
- [15] Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., ... & Zheng, X. (2016). TensorFlow: A system for large-scale machine learning. *12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI 16)*, 265–283. <https://www.usenix.org/system/files/conference/osdi16/osdi16-abadi.pdf> (Erişim Tarihi: 17/05/2025).
- [16] Maliki, R., Alhaidar, D., Attallah, K., Alsalem, S., Morris, M., & Tosunoglu, S. (2017). *Robotic hands to teach sign language*. In *Proceedings of the 30th Florida Conference on Recent Advances in Robotics* (pp. 1–7). Florida Atlantic University. <https://public.eng.fau.edu/design/ferar2017/papers/RoboticHandsSignLanguage.pdf> (Erişim Tarihi: 20/05/2025).
- [17] Yamamoto T. ve Nakamura, Y. (2015). Communication in Rescue Robotics: A Study on Human-Robot Interaction in Disaster Situations. *Journal of Field Robotics*, 32(6), 858–874. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rob.21583>
- [18] Bello, O. O., Obasanya, T. D. ve Adeniji, J. A. (2025). Design and Implementation of an Assistive Smart Glove for a Sign Language Recognition System. *International Journal of Engineering Research in Computer Science and Engineering*, 12(2), 37–42. [Online]. Available: <https://www.ijercse.com/article/6%20February%202025%20IJERCSE.pdf>
- [19] Zhang, F. (2020). MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking, *arXiv e-prints*, Art. no. arXiv:2006.10214, 2020. doi:10.48550/arXiv.2006.10214.
- [20] Sucuoğlu, H. S. (2025). DESIGN and DEVELOPMENT of ROVER MOBILE ROBOT with TOPOLOGY OPTIMIZATION and POWER ANALYSIS. *Innovative Approaches to Engineering Problems*, 1(1), 11-17.
- [21] Soleimani, A. (2024). The soft computing approaches in optimising multi-objective mechanical design of a weeding robot, *Smart Agricultural Technology*, 9, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100674>.



**İstanbul
Bilgi University**