

**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](http://www.bidgeyayinlari.com.tr) - [bidgeyayinlari@gmail.com](mailto: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 Erkınay 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 Özdalğıç
Doç. Dr.	Merve Erkinay 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 Özdalğıç	Dr.	Ruken Daş
Dr. Öğr. Üyesi	Koray Altıntaş	Arş. Gör. Dr.	Sefa Furkan Küçükkoğlu
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

# Dinamik Raf Sistemli Servis Robotu

*Abdurrahim Çalışkan, Mehmet Fatih Çebi, Miraç Mehmet Çelik, Rabia Yaren Güneş, Kerem Şahin, Hatice Ece Uluç, Mine Ak, Arif Solmaz, Kürşat Tanrıver*

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

## ÖZET

Bu çalışmada, gelecekteki robotik servis sistemlerine katkı sağlaması hedeflenen bir servis modeli tasarlanmıştır. Robot, güvenlik kameralarından aldığı görüntü verilerini kullanarak masaların doluluk durumunu analiz etmekte ve siparişi aldığı masaya yönelmektedir. Bu sürecin, yapay zekâ algoritmaları ile optimize edilerek en verimli yönlendirmeyi sağlaması hedeflenmektedir. Robotun en önemli yeniliklerinden biri, dinamik raf sistemidir. Servis öncesinde aktifleşen bu sistem, rafları masa hizasına getirerek müşterilerin ayağa kalkmadan tepsiye kolayca ulaşmasını sağlamaktadır. İlk raf boşaldığında, tavan kısmındaki boşluğa doğru yükselmekte; ardından ikinci raf, birinci rafın önceki konumuna yükselerek geçmekte ve servis edilmektedir. Diğer raflar için de aynı işlem sırasıyla gerçekleşmektedir. Servis tamamlandığında ise tüm raflar kendi başlangıç konumlarına dönmektedir. Bu mekanizma sayesinde servis sırasında oluşabilecek kazaların önlenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, robota entegre edilecek POS cihazı ile ödeme işlemlerinin yapılabilmesi mümkündür. Sistem tasarımı tamamlanmış; uygun profiller seçilmiş, yapısal analizler gerçekleştirilmiş ve tekerlek tork hesaplarına göre uygun servo motorlar belirlenmiştir. Sistemin yazılım kısmı geliştirme aşamasındadır.

**Anahtar kelimeler:** Otonom Robot, Servis Robotu, Dinamik Raf Sistemi, Hizmet Süresi Optimizasyonu, Akıllı Servis.

## I. GİRİŞ

Dünya genelinde milyonlarca insan, kafe ve restoranlarda yemek hizmeti almaktadır. Türkiye'de ise 128.000'den [1] fazla gıda hizmeti noktası bulunmaktadır. Ancak, restoranlarda ortalama 15 ila 30 dakika [2] arasında değişen bekleme süreleri, müşteri memnuniyetini olumsuz etkilemekte ve işletmelerin verimliliğini düşürmektedir. Bu çalışma, restoranlarda yaşanan uzun bekleme sürelerinin ve insan gücüne olan yüksek bağımlılığın yol açtığı verimlilik kaybını azaltmak amacıyla, çevresel algılama ve görsel veri işleme yeteneklerine sahip otonom bir servis robotu geliştirmeyi hedeflemektedir. Geliştirilen sistem, gerçek zamanlı karar mekanizmaları ile hizmet süreçlerini optimize ederek işletme performansını artırmayı amaçlamaktadır. Yemek hizmetlerinde otomasyonu mümkün kılan teknolojilerin başında robotik sistemler, yapay zekâ ve görüntü işleme gelmektedir. Bu teknolojilerin hızlı gelişimi, endüstriyel otomasyon, depo yönetimi, lojistik ve servis sistemleri gibi birçok alanda köklü değişimlere yol açmaktadır. Bu teknolojilerin entegrasyonu yalnızca fiziksel işleri otomatikleştirmekle kalmamakta; aynı zamanda çevresel algılama, karar verme ve etkileşim gibi yüksek düzey bilişsel görevlerin de makineler tarafından yerine getirilmesini mümkün kılmaktadır.

Aşağıda konuya ilişkin literatürde yer alan bazı çalışmalar sunulmuştur:

Fan ve ark. [3] sağlık tesislerinde hizmet veren mobil robotların SLAM tabanlı görsel algılama sistemleri ile donatılmasının iç mekânda güvenli gezinme yeteneklerini artırdığını belirtmiştir. RGB ve derinlik kameralarının birlikte kullanımı, robotların yalnızca harita oluşturmakla kalmayıp çevresel değişikliklere hızlıca uyum sağlamasına olanak tanımaktadır.

Surmann ve ark. [4] otonom robotlarda gerçek zamanlı nesne algılama sistemlerinin kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada, robotların çevresel farkındalığını artırmak ve görev başarı oranlarını yükseltmek için görsel veriye dayalı makine öğrenmesi modelleri önermiştir. Bu yaklaşımlar, özellikle kullanıcı ile etkileşim gerektiren görevlerde yüksek başarı oranları sunmaktadır.

Literatürde sunulan çalışmalar, robotik sistemlerin çevresel algı, veri analizi ve karar verme becerilerinin birleşiminden yararlanarak daha verimli hale gelebileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda, görüntü işleme, robotik hareket sistemleri, haritalama, yapay zekâ ve kullanıcı arayüzlerinin entegre edildiği çok katmanlı bir otomasyon çözümü içeren çok katmanlı bir servis robotu sistemi önerilmektedir.

Geliştirilen sistem, otonom hareket, görüntü işleme, karar destek ve insan-robot etkileşimi modüllerini bir araya getiren bir mimariye sahiptir. Bu yaklaşım yalnızca restoran servis süreçlerinde değil; aynı zamanda otonom lojistik ve akıllı depo yönetimi gibi çeşitli alanlarda da uygulanabilirlik potansiyeli taşımaktadır. Sistem entegrasyonunun tamamlanmasıyla birlikte, servis süresinde %30–50 oranında azalma sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca, birden fazla robotun aynı mekânda paralel görev alabilmesi sayesinde, hizmet süreçlerinde daha yüksek verimlilik elde edilmesi beklenmektedir.

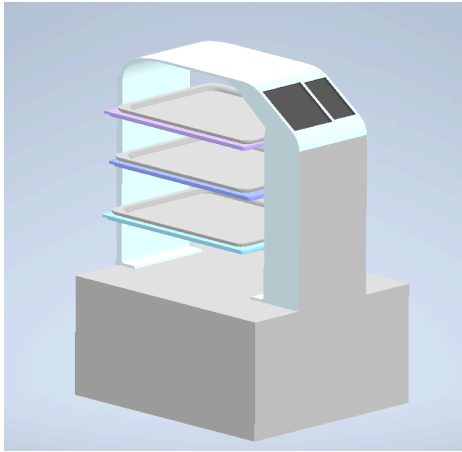
## II. MALZEME VE METOT

### II.1. Malzeme

Servis robotunun şase kısmına 30x30' luk 6063 Serisi Alüminyum malzemedeki sigma profil seçimi yapılmıştır. Aracın esneklik ve manevra kabiliyetini sağlamak için OwnMy 2 ADET 15 cm Kauçuk teker seçilmiştir. Robotun

ana karkası bittikten sonra ABS Plastik kapatma işlemleri için kullanılması planlanmaktadır.

Ayrıca, robotun taşıma ve konumlandırma sisteminde Lineer Kızak Arabalı Raf Sistemi kullanılacaktır. Bu sistem, tamamen lineer motorlar üzerine kurulu çift eksenli bir hareket mekanizmasına sahiptir. Dikey ve yatay düzlemlerde konumlandırılan lineer ray ve kızak yapıları sayesinde, her bir raf hem yukarı-aşağı hem de ileri-geri doğrusal olarak hareket ettirilebilmektedir. Bu yapıda motorlar aracılığıyla raflar istenen yüksekliğe otomatik olarak ayarlanmakta ve ardından yatay düzlemde ilgili kullanıcı pozisyonuna yönlendirilmektedir. Bu özellik, tepsinin doğrudan kullanıcının erişebileceği en uygun konuma getirilerek hızlı ve ergonomik bir servis sağlanmasını mümkün kılmaktadır.



**Şekil 1:** Servis robotunun genel görünümü ve dinamik raf sisteminin yerleşimi.

Projede kullanılan başlıca elektronik donanımlar şunlardır: Raspberry Pi 4 (8GB), NVIDIA Jetson Nano JNX30D, Arduino Uno, LiDAR sensörü, IMU (MPU6050), DC-DC Dönüştürücü (LM2596s), JGA25-370 Redüktörlü DC Motor ve L298N Motor Sürücü Kartı.

**Raspberry Pi 4 8GB ve JNX30D NVIDIA Jetson Nano** NVIDIA'nın Jetson platformu, robotik projelerde derin öğrenme uygulamalarını hızlı bir şekilde çalıştırmaya imkân verir. Bu özellikleri sayesinde, özellikle kamera görüntülerinin işlenmesi ve robotun çevresini algılaması gereken görevlerde Jetson Nano tercih edilmektedir [5]. Raspberry Pi 4, ROS 2 altyapısı ve genel sistem yönetimi için kullanılacak, ayrıca sensörlerden veri alacak ve robotun alt modülünü kontrol edecektir [6].

#### Arduino Uno

Arduino Uno, sensörlerden gelen verilerin işlenmesi ve motor sürücü kartına gerekli sinyallerin gönderilmesi için kullanılacaktır. Düşük seviye kontrol görevleri (örneğin tekerleklerin dönüşü) Arduino ile gerçekleştirilecektir [7].

#### LiDAR Sensörü

LiDAR (Light Detection and Ranging) teknolojisi, robotun çevresindeki engelleri ve serbest alanları tespit etmek için kullanılmaktadır. Lazer ışınları aracılığıyla mesafeler ölçülerek, robotun çevresi üç boyutlu bir harita üzerinden algılanmaktadır [8]. Bu sensör, robotun doğru ve güvenli bir şekilde hareket etmesine olanak tanımaktadır. Proje kapsamında, LiDAR sensörü, robotun hedef masaya yönlendirilmesinde hayati bir rol üstlenmektedir.

#### IMU MPU6050

Bu sensör, robotun yönelimini ve hareketini ölçmek için kullanılır. İçindeki 3 eksenli jiroskop ve ivmeölçer sayesinde robotun denge takibi yapılmaktadır [9].

#### DC-DC Converter LM2596s

Bu modül, farklı bileşenlerin ihtiyaç duyduğu düşük voltaj seviyelerini sağlamak için kullanılır. Özellikle motorlar ve mikrodenetleyiciler sabit voltajda çalışması gerektiği için regülasyon görevi görmektedir [10].

#### JGA25-370 Redüktörlü DC Motor ve L298N Motor Sürücü Kartı

Motorlar yüksek tork gerektiren uygulamalar için uygun olup, servis robotunun ağırlığını taşıyabilecek güçtedir. L298N sürücü kartı, bu motorların yönünü ve hızını kontrol etmekte kullanılmaktadır.

## II.2. Metot

Tasarım için Solidworks programı öğrenci versiyonu kullanılmıştır. Servis robotunun ana taşıyıcı karkası için Catia V5 yapısal analiz modülü ve Ansys Workbench Yapısal analiz modülü öğrenci versiyonu kullanılmıştır.

Projede kullanılan başlıca yazılım ve simülasyon araçları şunlardır: ROS, OpenCV, TensorFlow, PyTorch, Gazebo, RViz, SLAM ve Nav2

#### ROS

ROS, robotlar için geliştirilen açık kaynaklı bir yazılım altyapısıdır. Ubuntu üzerinde çalışır; Python ve C++ gibi dilleri desteklemektedir. Yayın-abone (publish-subscribe) modeliyle modüler bir yapı sunar, bu sayede farklı bileşenler kolayca iletişim kurabilmektedir [11]. Robot, mevcut restoran altyapılarıyla uyumlu şekilde ROS2 ile geliştirilecektir. Restoran içindeki kameralarla masaların doluluk durumu anlık olarak tespit edilecek, bu verilerin işlenmesinin ardından robot, alacağı komutla servise başlayarak verimliliği artıracak, müşteri memnuniyetini yükseltecek ve iş gücü maliyetlerini azaltacaktır.

#### OpenCV

OpenCV, robotun çevresel algılamasında ve görüntü işleme aşamalarında kullanılan açık kaynaklı bir kütüphanedir [12]. Robot, güvenlik kameralarından aldığı görüntülerle masaların doluluk durumunu ve çevresel engelleri tespit etmektedir. Nesne tanıma ve harita verisi eşleştirme işlemleriyle, robot doğru şekilde hedef masayı bulur ve otonom bir şekilde servis sağlamaktadır.

#### TensorFlow ve PyTorch

Bu projede, nesne tanıma ve çevresel analiz için derin öğrenme kütüphaneleri olan TensorFlow ve PyTorch kullanılmıştır. Bu araçlar, robotun güvenlik kameralarından gelen görüntüleri işleyerek masaların doluluk durumunu, engelleri ve hedef masaları tanıyabilmesini sağlamaktadır [13].

Eğitim ve Sınıflandırma: TensorFlow ve PyTorch, robotun görsel verileri doğru şekilde analiz edebilmesi için eğitilmiş derin öğrenme modellerini içermektedir. Bu modeller, robotun kamera verilerini anlamlı bilgilere dönüştürmesine olanak tanımaktadır.

#### Gazebo ve RViz (Simülasyon ve Görselleştirme Araçları)

**Gazebo:** Gazebo, robotların sanal ortamda test edilmesi için kullanılan güçlü bir simülasyon platformudur [14]. Bu proje,

robotun çevresel algılamasını ve hareket kontrolünü test etmek için Gazebo kullanılmaktadır.

**RViz:** RViz, ROS 2 ile uyumlu olarak robotun hareket ve çevresel algılamasını gerçek zamanlı görselleştiren bir araçtır [15].

### SLAM ve Nav2 Entegrasyonu

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), robotun çevresini algılayarak harita oluşturmasını ve aynı anda konumunu belirlemesini sağlar [16]. Proje kapsamında, robot, LiDAR sensörü ve kameralarla çevresindeki haritayı çıkarır, böylece engelleri doğru şekilde tespit eder. Nav2 (Navigation 2) ise bu haritayı kullanarak robotun güvenli bir şekilde rota belirlemesini ve engellerden kaçınarak hedefe ulaşmasını sağlar [17].

### II.3. Karar Mekanizması

Makine gerçek zamanlı karar verirken üç mesafe bilgisini kullanır: robotun bulunduğu konumdan mutfığa kalan mesafe A, robotun bulunduğu konumdan yeni sipariş masasına olan mesafe B ve bu masadan mutfığa olan mesafe C. İki alternatif rota süresi şöyle hesaplanır:

$$T_{devam} = \frac{A+2C}{v} \quad T_{sapma} = \frac{B+C}{v}$$

Burada  $v$ , robotun hareket hızı; küçük bir sensör/hesaplama toleransı  $\varepsilon$  de eklenir. Eğer  $T_{sapma} + \varepsilon < T_{devam}$  ise robot "sapma" rotasını seçer; aksi hâlde "devam etme" rotasını sürdürür. Böylece sistem, en kısa sürede servis sunacak biçimde kendi rotasını belirler.

Gerçek operasyon koşullarında mekânsal yoğunluk, engeller veya tek yönlü koridorlar gibi faktörler A, B ve C mesafe parametrelerinin efektif değerlerinde değişkenliğe yol açabilir. Bu etkilerin nicel olarak belirlenmesi ve modelin saha performansının doğrulanması amacıyla ileri çalışmalarda kapsamlı saha testleri gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

**Tablo 1: Çözüm Önerileri**

Zorluk	Çözüm Önerisi
Sırada bekleyen kullanıcı sayısı fazla olabilir	Robot başına 3-4 kullanıcıya Hizmet verecek şekilde tasarım genişletilmeli.
Yemeğin dökülmesi / taşması	Raflarda kenar yüksekliği Artırılmalı, seçilen yüzeyin sürtünme katsayısı yüksek olmalı.
Robotun herhangi bir engel ile karşılaşma durumu	Sesli uyarı + sensör tabanlı Yönlendirme eklenebilir.

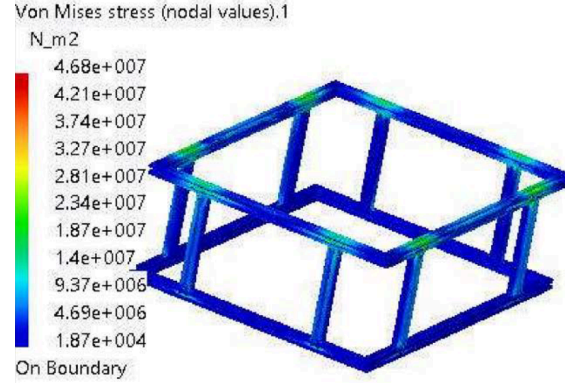
### III. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel amacı, kullanıcının yaş, deneyim veya teknik bilgi düzeyine bakılmaksızın, sesli ve yazılı komutlarla doğal bir şekilde etkileşime geçebileceği sezgisel ve erişilebilir bir kullanıcı arayüzü geliştirmektir. Sistem; görsel algılama (güvenlik kameraları), önceden tanımlanmış masa-konum verilerinin harita eşleşmesi, motorlu zincirli raf ile fiziksel taşıma ve yapay zekâ destekli karar verme algoritmalarının çok katmanlı entegrasyonu sayesinde,

çevresel değişkenlere dinamik biçimde yanıt vererek motorlu raf mekanizmasını hedef masaya otonom ve hassas bir şekilde yönlendirir.

### III.1. Mekanik Yapı Analizi

Bu projede sistemin en altında bir karkas sistemi yapılmıştır. 6063 Serisi 30x30 ölçülerinde Alüminyum sigma profilden tasarlanan robotun taşıyıcı karkas sistemine sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. Analizde 162972 düğüm ve 89358 eleman seçilmiştir. Von- Mises Sonlu elemanlar analiz sonucu Şekil 2' de verilmiştir.



**Şekil 2: Sonlu elemanlar analiz sonucu.**

Buna göre maksimum gerilme 46,8 MPa ( $4,68 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ) çıkmıştır. 6063 Serisi Alüminyum malzemenin Akma dayanımı 200 MPa [18] olduğundan karkasımızı 4,27 kat daha emniyetli çıkmiştir.

Ayrıca projenin tasarımı süresince karşılaşılabilecek problemler için çözüm önerileri sunulmuştur. Çözüm Önerileri Tablo 1' de görülmüştür.

### IV. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, restoran gibi hizmet sektörlerinde otonom robotik çözümlerin etkinliğini artırmak amacıyla bir servis robotu tasarlanmış ve geliştirme süreci başlatılmıştır. Mevcut aşamada, çalışmalar robotun temel işlevselliği, çevresel algı kabiliyeti ve mekanik tasarımı üzerine yoğunlaşmıştır. Yapılan ilk testler ve gözlemler, sistemin yazılım ve donanım bileşenlerinin entegrasyon sürecinin ilerlemekte olduğunu ve hedeflenen senaryolara uygun biçimde çalışabilmesi yönünde olumlu bir potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır. Gelecek aşamalarda, yapay zekâ tabanlı otonom servis uyarı sisteminin entegre edilmesi planlanmaktadır. Ayrıca, sistemin Gazebo ve RViz gibi simülasyon ve görselleştirme araçları kullanılarak dijital ortamda test edilmesi ve elde edilen simülasyon verileriyle performans değerlendirmesi yapılması hedeflenmektedir. Bu gelişmelerin ardından, robotun saha testleri gerçekleştirilecek ve gerçek ortam koşullarında hizmet süreçlerine entegrasyonu sağlanacaktır.

İlerleyen aşamalarda, geliştirilen robotun gerçek restoran ortamlarında saha testlerine tabi tutulması planlanmaktadır. Bu testler sonucunda, sistemin gerçek dünya koşullarındaki performans verileri toplanacak ve servis süresi, hata oranı, kullanıcı memnuniyeti gibi metrikler üzerinden değerlendirme yapılacaktır. Bu sayede, yalnızca teorik ve simülasyon düzeyinde değil, pratik kullanım açısından da

sistemin etkinliği somut biçimde ortaya konabilecektir. Ayrıca bu çalışmanın diğer çalışmalar için temel bir örnek oluşturması için çağrıda bulunmaktadır.

## V. KAYNAKLAR

- [1] İkiz, D. (2021). Food Service- Hotel Restaurant Institutional. 11(1), 290.
- [2] Bank of America. <https://business.bofa.com/en-us/content/restaurant-industry-report.html>' (19.07.2024 )
- [3] Fang, B., Mei, G., Yuan, X. ve Wang, L. (2021). Visual SLAM for Robot Navigation in Healthcare Facility.
- [4] Surmann, H., Pauly, M., Finke, M. ve Liang, N. (2012). Real-Time Object Detection for Autonomous Robots.
- [5] NVIDIA Corporation. (2020). Jetson Nano Developer Kit Getting Started Guide.
- [6] Raspberry Pi Foundation. (2021). Raspberry Pi 4 Model B Documentation.
- [7] Banzi, M. ve Shiloh, M. (2014). Getting Started with Arduino.
- [8] Zhang, J. ve Singh, S. (2014). Loam: Lidar odometry and mapping in real-time. Proceedings of the Robotics: Science and Systems Conference (RSS).
- [9] InvenSense. (2013). MPU-6050 Product Specification.
- [10] Texas Instruments. (2004). LM2596 Simple Switcher Power Converter Datasheet.
- [11] Martinez, A. ve Fernández, E. (2013). Learning ROS for Robotic Programming.
- [12] Bradski, G. ve Kaehler, A. (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly Media.
- [13] Abadi, A. M., Agarwal, A., Barham, P. ve diđerleri. (2016). TensorFlow: A system for large-scale machine learning. 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation, 265–283.
- [14] Open Source Robotics Foundation.. Gazebo:The robot simulation tool. <https://gazebosim.org/> adresinden alındı (2024).
- [15] Open Source Robotics Foundation. (2024). RViz: 3D visualization for ROS. <http://wiki.ros.org/rviz> (16.05.2018)
- [16] Durrant-Whyte, H. ve Bailey, T. (2006). Simultaneous localization and mapping: Part I. IEEE Robotics & Automation Magazine, 13(2), 99–110.
- [17] Macenski, S., Bhat, S. ve Kormushev, P. (2020). Navigation 2: The ROS2 navigation stack. Journal of Robotics and Automation, 38(2), 45–58.
- [18] Karakaya, C. ve Ekşi, S. (2022). Oluklu Çekirdekli Sandviç Panellerin Deformasyon Davranışı Üzerine Simulasyon Çalışması. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(2), 843–852.



**İstanbul  
Bilgi University**