



tmmob  
makina mühendisleri odası  
istanbul şubesi

# VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2017



**KONTROL, OTOMASYON ve  
ROBOTİKTE  
YENİ TEKNOLOJİLER**

**16 ARALIK 2017**  
MMO İstanbul Şube Beyoğlu/İstanbul

***“... Yüreğimizdeki insan sevgisini ve yurtseverliği, baskı ve zulüm yöntemlerinin söküp atamayacağını bilinci içinde, bilimi ve tekniği emperyalizmin ve sömürgecilerin değil, emekçi halkımızın hizmetine sunmak için her çabayı güçlendirerek sürdürme yolunda inançlı ve kararlıyız...”***

**Teoman Öztürk**

*TMMOB 24. Genel Kurul Konuşmasından*

*24 Mayıs 1980*



**tmmob**  
**makina mühendisleri odası**

Meşrutiyet Mah. Meşrutiyet Cad. No: 19 Kat: 6-7  
Kızılay / ANKARA  
Tel: (0312) 425 21 41 = 444 8 666 Faks: (0312) 417 86 21  
e-posta: mmo@mmo.org.tr  
<http://www.mmo.org.tr>

Yayın No: MMO / E / 686

ISBN: 978-605-01-1122-4

Bu yapıtın yayın hakkı Makina Mühendisleri Odası'na aittir. Kitabın hiçbir bölümü değiştirilemez. MMO'nın izni olmadan kitabın hiçbir bölümü elektronik, mekanik vb. yollarla kopya edilip kullanılamaz. Kaynak gösterilmek kaydı ile alıntı yapılabilir.

**Aralık 2017 / İstanbul Şube**

**Baskı:**

Yapım Tanıtım Yayıncılık San. ve Tic. Ltd. Şti.  
Adres: Gülbağ Mah. Gülbağ Cad. No:80/1  
Şişli / İstanbul  
e-posta: yapimmatbaa@gmail.com

## SUNUŞ

TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi olarak, mühendislik alanında yıllarca uluslararası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış olan Odamızın (4) sicil nolu üyesi Prof. Dr. Necdet Eraslan'ı anmak amacıyla 2003 yılında başlatılan "Necdet Eraslan Proje Yarışması"nın sekizincisini düzenlemekten mutluluk duyuyoruz.

Necdet Eraslan Proje Yarışması; 2003 yılında "Enerji" alanında bilim ve teknolojiyi sorgulayan bir içerikle başladı, 2005 ve 2007 yıllarında ise "Robotikte Bilim ve Teknoloji", 2009 yılında "Enerjide Bilim ve Teknoloji", 2011 yılında "Engelleri Aşmak İçin Hayatı Kolaylaştıracak Yenilikler", 2013 yılında "Havacılık ve Uzayda Yenilikçi Tasarımlar", 2015 yılında "Hidrolik ve Pnömatikte Yenilikçi Tasarım ve Uygulamalar" teması ile devam etti.

2017 yılında ise "Kontrol, Otomasyon ve Robotikte Yeni Teknolojiler" teması seçilerek; teknolojiler konusunda araştırma-geliştirme, tasarım ve uygulama yapan akademisyen, öğrenci ve amatör kişilerin araştırma ve geliştirme çalışmalarına destek vererek Türkiye'de kontrol, otomasyon ve robotik teknolojilerinin gelişimine katkıda bulunmak amaçlandı.

Bu kitapçıkta finale kalan 7 proje yer almaktadır.

Bu yarışmanın Bilim Kurulu'nda yer alarak değerli katkılarını esirgemeyen; Necdet Eraslan'ın oğlu Prof. Dr. Arsev Eraslan, Bahadır Kılıç, Cem Emre Tural, E. Alkim Erdönmez, Doç. Dr. Erdiç Altuğ, Dr. Hüseyin Halıcı, Sarp Akal, Doç. Dr. Zeki Yağız Bayraktaroğlu ve Battal Kılıç'a, ayrıca yarışmanın düzenlenmesinde emeği geçen etkinlik sekreteri Özgür Arslan'a ve İstanbul Şube çalışanlarına teşekkür ediyoruz.

TMMOB

Makina Mühendisleri Odası  
İstanbul Şube Yönetim Kurulu





## İÇİNDEKİLER

SUNUŞ .....	3
NEDEN .....	7
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI .....	7
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2003 .....	11
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2005 .....	17
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2007 .....	27
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2009 .....	33
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2011 .....	41
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013 .....	50
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013 .....	51
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2015 .....	62
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2015 .....	63
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2017 .....	70
NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2017 .....	71
PROJELER .....	73
Mobil Robotların Bilinmeyen Ortamda Hareket Kabiliyetleri İçin Yapay Zeka Tabanlı Yön Bulma Algoritmaları Kullanarak Ortamın Haritasının Çıkartılması.....	75
Otomotiv Sektöründe Artırılmış Gerçeklik Gözlüğü Kullanımı Ve Bilişsel Yük Üzerindeki Etkisinin Araştırılması.....	93
Endüstri 4.0 Kapsamında İnsan-Robot Ortak Çalışmalarında Oluşan Bilişsel Yükün “Genişletilmiş Biliş” Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi	119
Antiemboli Pnömatik Çorap .....	133
Yeni Bir Fiksator Teknolojisi .....	143
Büküm Preslerinde İlave Algılayıcı Kullanmadan Geri Yaylanma Etkisinin Giderilmesi İçin Akıllı Algoritma Dizisi .....	201
Konuşma Dilini İşaret Diline Tercümede Kullanılacak Bir Robotik Sistemin Geliştirilmesi .....	215

# PROF. EMERITUS DR. NECDET ERASLAN

(1908 İstanbul)

## MESLEKİ EĞİTİM

1926-1929 Yüksek Mühendis Okulu (şimdiki İTÜ)

Paris'teki "Havacılık Ulusal Yüksek Okulu"ndan 1933'de Makina-Uçak Yüksek Mühendisliği Diploması

1937'de ABD'de "California Institute Of Technology"de Roket Teorisi öğrenimi

1953'de, İngiltere'de "The School of Gas Turbine Technology"den "Gaz Türbinleri İhtisası" sertifikası

1955'de İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi'nden kinematik dalında "Fen Doktorası"

## MESLEKSEL ÇALIŞMALAR

1934-1939 yılları arasında Türk Hava Kuvvetlerinde Mühendislik

Bu süreçte sırasıyla:

1934-1937'de Kayseri Uçak Fabrikası'nda Motor Atölyesi Şefliği

1937-1938'de ABD de Türk Hava Kuvvetleri'nce satın alınan Uçak, Motor ve Silahların tesellümü deneyleri ile yükümlülük görevi

1941-1942'de İkinci Dünya Savaşı'nda İngiliz Ortaşark Karargâhında Türk İrtibat Subaylığı

1939-1947 arası İTÜ'de Profesörlük

1939-1955 arası Teknik Okulu'nda (şimdiki YTÜ) öğretmen

1947-1962 arası İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi'nde öğretim görevlisi

1956-1963 arası Y. Denizcilik Okulu'nda Motorlar Öğretmeni

1957-1963 arası "Robert College" Makina Mühendisliği Bölüm Bşk. ve Öğretmeni

1963-1975 arası ABD'de "Louisiana State University" nin Makina ve Uzay-Havacılık Mühendisliği bölümünde profesör

## YAYINLARI

Makina Mühendisliğinin Temel Bilimleri ve Teknik Konuları üzerine yazılmış 16 kitap ile elektrik konusyla ilgili "Teknik Elektrik" adlı kitap.

Türkiye, Fransa, İngiltere, Kalya, İsrail, ABD'de yayınlanmış 30 kadar özgün araştırma.

Bunların arasında NASA için yapılan araştırmalar ve bir kısmı İngilizce makine mühendisliği kitaplarında ayrıntılı olarak ele alınan yöntem ve düzenler de vardır.

Makina Mühendisleri Odası, 1951 yılında "Mesleğe Üstün Katkı" ödülü aldı.

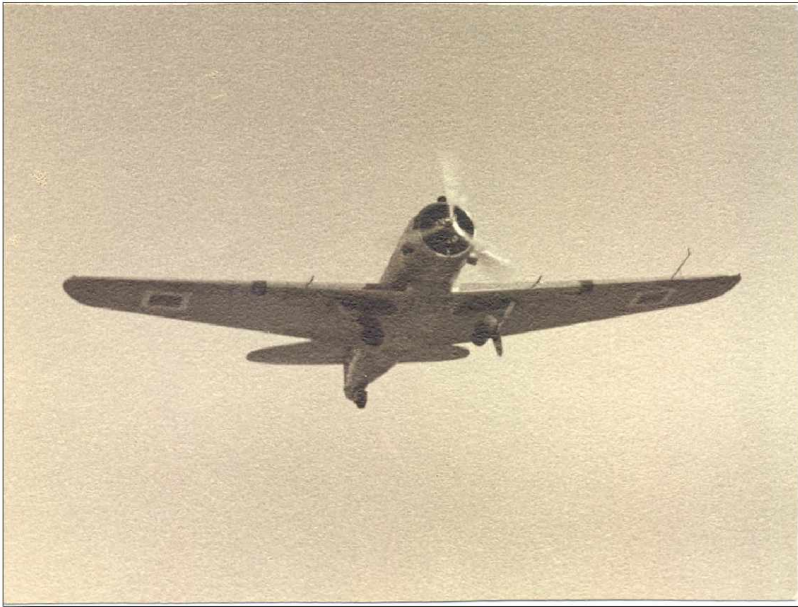


## NEDEN

# NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

Yıllarca makina mühendisliği alanında uluslararası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan değerli üyemiz Necdet Eraslan'ı yitirdik (Temmuz 2003). TMMOB MMO İstanbul Şubesi olarak O'nu aramızda yaşatmayı bir vefa borcu bilerek, O'nun adını sürekli kılacak bir "Proje Yarışması" düzenlemeyi amaçladık.













tmmob  
makina mühendisleri odası  
istanbul şubesi

**NECDET ERASLAN**  
**PROJE**  
**YARIŞMASI 2003**

**Enerjide**  
**Bilim**  
**ve**  
**Teknoloji**

**6 Aralık 2003**  
**Yıldız Teknik Üniversitesi**

**JÜRİ KURULU**

Prof. Dr. T. Nejat VEZİROĞLU Miami Üniversitesi  
Prof. Dr. Arsev ERASLAN Chief Scientist, NASA National  
Technology Transfer Center  
Prof. Dr. Mahir ARIKOL Boğaziçi Üniversitesi  
Prof. Dr. Tolga YARMAN Işık Üniversitesi  
Üzeyir ULUDAĞ MMO İstanbul Şube Başkanı

İletişim : Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Mak. Müh. Mahir Tuğcu (Dahili 116)

Tel: (212) 245 03 63 -64 Faks: (212) 249 86 74 E-posta: yayin-istanbul@mmo.org.tr

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2003

# ENERJİDE BİLİM ve TEKNOLOJİ

## 6 ARALIK 2003

---

“Necdet Eraslan Proje Yarışması 2003 “Türkiye’de bilim ve teknoloji araştırmalarının desteklemek ve bu alanda çalışan kişileri özendirmek amacıyla oluşturulmuştur. MMO kendi çapında bu alandaki gelişmelere katkıda bulunmayı amaçladı.

Yarışmaya 2003 yılı ENERJİDE BİLİM VE TEKNOLOJİ konusu esas alındı. Enerjinin verimli ve etkin kullanımı, alternatif ve/veya yenilenebilir enerji kaynakları arayışı, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, sürdürülebilir kalkınma ve gelişme vb. hedefler başlıca konuları oluşturmaktadır. Uluslar arası ölçekte rekabetçi ve sürdürülebilir bir sanayileşmede enerjinin yeri, gerek üretim gerekse tüketim açılarından olsun, bilimsel ölçütlerle tartışılabilir ve uygulanabilir projelere olan gereksinimi ortaya koymaktadır.

### AMAÇ

Yıllarca makine mühendisliği alanında uluslar arası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan değerli üyemiz Necdet Eraslan’ı geçtiğimiz günlerde yitirdik. TMMOB MMO İstanbul Şubesi olarak O’nu aramızda yaşatmayı bir vefa borcu bilerek, O’nun adını sürekli kılacak bir “Proje Yarışması” düzenlemeyi amaçladık.

Necdet Eraslan Proje Yarışması ‘2003

Türkiye’de bilim ve teknoloji araştırmalarının desteklemek ve bu alanda çalışan kişileri özendirmek amacıyla oluşturulmuştur. MMO kendi çapında bu alandaki gelişmelere katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

### KONU

Yarışmaya 2003 yılı ENERJİDE BİLİM VE TEKNOLOJİ konusu esas alınmıştır. Enerjinin verimli ve etkin kullanımı, alternatif ve/veya yenilenebilir enerji kaynakları arayışı, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, sürdürülebilir kalkınma ve gelişme vb. hedefler başlıca konuları oluşturmaktadır. Uluslar arası ölçekte rekabetçi ve sürdürülebilir bir sanayileşmede enerjinin yeri, gerek üretim gerekse tüketim açılarından olsun, bilimsel ölçütlerle tartışılabilir ve uygulanabilir projelere olan gereksinimi ortaya koymaktadır.

Enerjiyle ilgili olarak gerçekleştirilecek bilimsel ve teknolojik projelerde ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik etkenler özenle ele alınmalıdır. Bu çerçevede esas alınarak gerçekleştirilecek projelerin, yukarıda sayılan ölçütlerden en az birkaç tanesini içermesi beklenmektedir.

### YARIŞMA KOŞULLARI

Özgün olması kaydıyla her çeşit proje yarışmaya kabul edilecektir. Buna

göre projelerin aşağıdaki konu başlıklarından hangisine daha çok uyduğu katılımcı tarafından belirtilmelidir.

- Buluş önerisi
- Yenilikçi ürün geliştirme (inovasyon) önerisi
- Hizmet sektörüne yönelik öneriler

Yarışmaya katılmak için en fazla proje özetinin, katılımcının özgeçmişi ile birlikte en geç 24 Ekim 2003 tarihine kadar MMO İstanbul Şube'ye elden veya posta-kargo ile ulaştırılması gerekmektedir. Proje özetinde amaç, bulgular, hedefler ve beklentiler açıkça belirtilmelidir.

Özet sahiplerine 1 hafta içinde bilgi verilecektir. Kabul edilen projelerin tam metni ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi tanıtıcı malzemeler en geç 14 Kasım 2003 tarihine kadar teslim edilmelidir.

Finale kalan projeler teslim tarihinden itibaren 10 gün içinde belirlenecek ve başvuru sahiplerine bilgi verilecektir. Final sunumları, yapılan programa göre 6 Aralık 2003 tarihinde Yıldız Teknik Üniversitesi'nde gerçekleştirilecektir.

Aynı gün dereceye girenler belirlenerek aynı yerde Ödül Töreni gerçekleştirilecektir.

### **KİMLER KATILABİLİR**

Yarışmaya öğrenciler ve MMO çalışanları dışında herkes katılabilir. Buna göre, mühendisler ve tüm araştırmacıların katılımı beklenmektedir.

### **FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI**

Projelerin fikri mülkiyet hakları proje sahiplerine aittir. MMO herhangi bir amaçla projeler üzerinde hak iddia etmeyeceği gibi, projelerdeki fikirlerden de sorumlu tutulamaz.

### **PROJE METNİ YAZIM KURALLARI**

Proje tam metni aşağıdaki ana bölümlerden oluşacak şekilde hazırlanmalıdır.

1. Giriş ve Özet Tanıtım
2. Projenin Amacı
3. Proje Kapsamı ve Bulgular
4. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi
5. Hedeflenen Katkıları ve Etkileri
6. Sonuç: Beklentiler ve Öneriler



Şubemiz Bilim ve Teknoloji Komisyonu tarafından düzenlenen Enerji-de Bilim ve Teknoloji konulu Necdet Eraslan 2003 Proje Yarışması 06 Aralık 2003 Cumartesi günü Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumu'nda değerli jüri üyelerimizin ve izleyicilerin huzurunda gerçekleştirildi.

Ülkemizde bilimin ve teknolojinin gelişimine katkıda bulunmak amacıyla, başta makine mühendisleri olmak üzere tüm araştırmacılara açık olan yarışmada aşağıdaki projeler dereceye girdi ve proje sahiplerine ödülleri takdim edildi.

Yarışma boyunca odamıza yağın övgüleri duymak, izleyicilerin ilgisine şahit olmak, jüri üyesi hocalarımızın yorumlarını dinlemek ve hepsinden önemlisi birbirinden değerli yarışmacıların gözlerindeki pırıltıyı görmek, bu proje yarışmasını düzenlemek için günler boyu süren çalışmalarımızın karşılığını aldığımızın bir kanıtı oldu.

Yarışmaya olan ilgi, önümüzdeki yıllarda Necdet Eraslan Proje Yarışması'nı yeni konu başlıkları ile sürdürmek ve ülke genelinde, hatta

uluslar arası katılımlı, kalıcı bir gelenek haline dönüştürmek konusundaki azmimizi kamçılıdı.

Türkiye'nin bilim ve teknoloji konusunda Dünya ülkeleri arasındaki takipçi konumu ve nispeten zayıf kalmış olması araştırmacılarımızda bir özgüven kaybına neden olmaktadır. Oysa Necdet Eraslan Proje Yarışması gibi faaliyetler, ülkemizde de bilime ve teknolojiye olan ilginin yoğunluğuna dair en somut göstergelerdir. Üstelik Bilim ve Teknoloji Komisyonu olarak çalışmalarımız esnasında gözlemlemiş olduğumuz bir nokta, ülkemiz bilim ve teknoloji göstergelerinin, nispeten zayıf olmakla beraber, büyük bir ivmeyle arttığı gerçeğidir.

Biz tüm bu gerçeklerin ışığında,

*"Bilim ve teknoloji ile barışık, teknolojiyi bilinçli kullanan ve yeni teknolojiler üretebilen, teknolojik gelişmeleri toplumsal ve ekonomik faydaya dönüştürme yeteneği kazanmış bir toplum yaratmak."*

hayalimizi gerçekleştireceğimize inanıyoruz.



## YARIŞMAYA KATILAN PROJELER

1. Prof. Dr. Orhan Durgun - Dr. Zehra Şahin  
**Yüksek Hızlı Direkt Püskürtmeli Yakıt Fumigasyonlu Taşıt Diesel Motoru**
2. Ozan Erzincanlı - Özlem Aslan  
**Alternatif Bir Enerji Kaynağı: Biogaz**
3. Metin Karadağ  
**Pratik Dev Mercek**
4. Ahmet Kolbaşı  
**Manyetik alanlardan faydalanarak gücü katlanan yakıtsız motor**
5. Yrd. Doç. Faruk Köse  
**Enerji İhtiyacının Rüzgar Enerjisi ile Sağlanabilirliği**
6. Yaşar Haluk - B. Önöl  
**Elektrik Enerjisinin Kullanımını GSM Şebekesi Üzerinden Denetleyerek Kayıp ve Kaçak Oranını En Aza İndirme**  
**Hidrojen İle Çalışan Bir Otomobilde Tekerlekler ile Kazanılan Elektrik Enerjisinin Suyun Elektrolizinde Kullanılması Sayesinde Verimli Bir Enerji Çevrimi Sağlama**
7. Dr. Osman Simav  
**Motor radyatöründen Atılan Isı ile Motorlu Taşıtların Soğutulması**
8. Prof. Dr. Macit Toksoy - Yrd. Doç. Dr. Gülden Gökçen - Adil Caner Şener  
**Jeotermal Bölge Isıtma Sistemlerinde Kuyu Çalıştırma Stratejisinin Belirlenmesi**
9. Temiz Enerji Vakfı (Prof. Dr. Demir İnan)  
**Deprempark projesi**
10. Tamer Yayla  
**Boğaz Akıntısından Elektrik Üretimi**
11. Azmi Yazar  
**Elit-1 Hibrid Elektrikli Araç Projesi**
12. Prof. Dr. Ertuğrul Yörükoğlu - Hasan Bircan  
**Güneş Enerjisinin ve Atık Isının Depolanmasında Boraks Kullanımı**



## JÜRİ ÜYELERİ

- Prof. Dr. T. Nejat VEZİROĞLU / Miami Üniversitesi
- Prof. Dr. Arsev ERASLAN / Chief Scientist, NASA National Technology Transfer Center
- Prof. Dr. Mahir ARIKOL / Boğaziçi Üniversitesi
- Prof. Dr. Tolga YARMAN / Işık Üniversitesi
- Üzeyir ULUDAĞ / MMO İstanbul Şube Başkanı

## YARIŞMADA DERECEYE GİREN PROJELER

Birinciliği iki proje paylaşmıştır:

1. Prof. Dr. Orhan Durgun - Dr. Zehra Şahin

**Yüksek Hızlı Direkt Püskürtmeli Yakıt Fumigasyonlu Taşıt Diesel Motoru**

1. Prof. Dr. Macit Toksoy - Yrd. Doç. Dr. Gülden Gökçen Adil Caner Şener

**Jeotermal Bölge Isıma Sistemlerinde Kuyu Çalıştırma Stratejisinin Belirlenmesi**

2. Azmi Yazar

**Elit-1 Hibrid Elektrikli Araç Projesi**

3. Dr. Osman Simav

**Motor Radyatöründen Atılan Isı İle Motorlu Taşıtların Soğutulması**

**JÜRİ ÖZEL ÖDÜLÜ** 2 proje arasında paylaşmıştır:

Prof. Dr. Ertuğrul Yörükoğlu - Hasan Bircan

**Güneş Enerjisinin ve Atık Isının Depolanmasında Boraks Kullanımı**

Yaşar Haluk - B. Önöl

**Elektrik Enerjisinin Kullanımını GSM Şebekesi Üzerinden Denetleyerek Kayıp Ve Kaçak Oranını En Aza İndirme Projesi**





NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2005

# ROBOTİKTE BİLİM ve TEKNOLOJİ

## 10 ARALIK 2005

---

### AMAÇ

Yıllarca makine mühendisliği alanında uluslar arası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan değerli üyemiz Necdet Eraslan'ın adını ölümsüzleştirmek için 2003 yılında başlattığımız Proje Yarışması geleneğini sürdürüyoruz.

Necdet Eraslan Proje Yarışması 2005 Türkiye'de bilim ve teknoloji araştırmalarını desteklemek ve bu alanda çalışan kişileri özendirmek amacıyla oluşturulmuştur. MMO kendi çapında bu alandaki gelişmelere katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

### KONU

Yarışmanın 2005 yılı konusu olarak ROBOTİKTE BİLİM VE TEKNOLOJİ seçilmiştir. Yirminci yüzyılın özellikle ikinci yarısında sanayileşmenin büyük bir ivmeyle hızlanmasını sağlayan teknolojik gelişmelerin başında, imalat yöntemlerinin otomatikleşmesi ve buna bağlı olarak gelişen robot teknolojileri olmuştur.

Otomasyon ve robot teknolojileri sayesinde imalat süreleri kısalmış ve buna bağlı olarak verimliliklerde çok büyük artış sağlanmıştır. Bu teknolojilerin bir başka faydası, imalat kalitelerinde yaşanan gelişme olmuştur. Ancak özellikle robotların kullanımı-

nın yaygınlaşmasının insanlık için en önemli getirisi, insan sağlığını tehdit eden alanlarda doğrudan işgücü gereksiniminin ortadan kaldırılması suretiyle iş güvenliğinde yaşanan olumlu gelişmelerdir.

Sanayide verimlilik sağlayan ve çalışanların yaşam kalitesini yükselten bir unsur olarak robotik, günümüzde en çok gelecek vaat eden mühendislik konularından biri olarak karşımızda durmaktadır.

Proje Yarışması'na sunulacak önerilerde, yukarıda da belirtildiği üzere verimlilik, imalat kalitesi ve iş güvenliği gibi konularda; ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik açıardan faydalar öne süren bilimsel ve yenilikçi bir içerik olması beklenmektedir.

### YARIŞMA KOŞULLARI

Özgün olması kaydıyla her çeşit proje yarışmaya kabul edilecektir. Buna göre projelerin aşağıdaki konu başlıklarından hangisine daha uygun olduğu, katılımcı tarafından belirtilecektir.

- Buluş önerisi,
- Yenilikçi ürün (inovasyon) önerisi,
- Hizmet sektörüne yönelik öneriler

Yarışmaya katılmak için en fazla 1 sayfalık proje özeti, özgeçmiş ile birlikte en geç 30/07/2005 tarihine kadar

MMO İstanbul Şube'ye elden, posta veya kargo ile ulaştırılmalıdır. Proje özetinde amaç, bulgular, hedefler ve beklentiler açıkça belirtilmelidir.

Özet sahiplerine 15 gün içinde sonuçlar bildirilecektir. Kabul edilen projelerin tam metni ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi tanıtıcı malzemeler en geç 10/11/2005 tarihine kadar teslim edilmelidir.

Finale kalan projeler en geç teslim tarihinden itibaren 15 gün içinde belirlenecek ve proje sahiplerine bildirilecektir. Final sunumları ve ödül töreni 10/12/2005 tarihinde, Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumunda, 10:00-18:00 sa atleri arasında gerçekleştirilecektir.

### **KİMLER KATILABİLİR**

Yarışma ilk ve orta dereceli okullarda okuyan öğrenciler, Jüri kurulunda bulunan firmalar ve MMO çalışanları hariç herkese açıktır. Buna göre üniversite lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencileri, mühendisler ve tüm araştırmacıların yarışmaya katılımı beklenmektedir.

### **FİKRÎ MÜLKİYET HAKLARI**

Projelerin fikrî mülkiyet hakları proje sahiplerine aittir. MMO herhangi bir amaçla projeler üzerinde hak iddia etmeyeceği gibi, projelerdeki fikirlerden de sorumlu tutulamaz.

### **PROJE METNİ YAZIM KURALLARI**

Proje tam metni aşağıdaki anan bölümlerden oluşacaktır.

1. Giriş ve Özet Tanıtım
2. Projenin Amacı
3. Proje Kapsamı ve Bulgular
4. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi
5. Hedeflenen Katkılar ve Etkileri
6. Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

### **ÖDÜL**

Yarışmada ilk üçe giren projelerin sahiplerine aşağıdaki ödüller verilecektir.

I'lık ödülü 6000 YTL

II'lik ödülü 4000 YTL

III'lük ödülü 2000 YTL

Ayrıca finale kalan tüm projeler yayınlanacak ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi proje eki tanıtıcı malzemeler sergilenecektir.



Yıllarca makina mühendisliği alanında uluslararası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan Necdet Eraslan'ın adını ölümsüzleştirmek için 2003 yılında Makina Mühendisleri Odası tarafından başlatılan Proje Yarışması geleneği sürdürülüyor. Yarışmanın 2005 yılı konusu ROBOTİKTE BİLİM VE TEKNOLOJİ.

20. yüzyılın özellikle ikinci yarısında sanayileşmenin büyük bir ivmeyle hızlanmasını sağlayan teknolojik gelişmelerin başında, imalat yöntemlerinin otomatikleşmesi ve buna bağlı olarak gelişen robot teknolojileri oldu. Otomasyon ve robot teknolojileri sayesinde imalat süreleri kısaldı ve buna bağlı olarak verimliliklerde çok büyük artış sağlandı. Bu teknolojilerin bir başka faydası, imalat kalitelerinde yaşanan gelişme oldu. Ancak özellikle robotların kullanımının yaygınlaşmasının insanlık için en önemli getirisi, insan sağlığını tehdit eden alanlarda doğrudan işgücü gereksiniminin ortadan kaldırılması suretiyle iş güvenliğinde yaşanan olumlu gelişmelerdir.

Sanayide verimlilik sağlayan, çalışanların yaşam kalitesini yükselten bir unsur olan ROBOTİK konulu Necdet Eraslan Proje Yarışması 2005, 10 Aralık 2005 Cumartesi günü Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumu'nda yapılan ödül töreniyle sona erdi.

Törenin açılış konuşmasını yapan Oda Yönetim Kurulu Başkanı Emin KORAMAZ Oda etkinlikleri konusunda yapılan çalışmalara değinerek şunları söyledi: *"Bu tür etkinliklerle yeni teknolojileri ve sektörel gelişmeleri tanıma ve üretilen bilgiyi paylaşmayı, yaygınlaştırmayı ve meslek alanlarımızdan hareketle toplumsal yaşamı olması gereken normlara ulaştırmayı hedefliyoruz. Bu amaçla, sadece 2004-2005 yılı çalışma döneminde, bakım teknolojilerinden iş güvenliğine, makina imalat sanayinden tekstil makinalarına, iş makinalarından tesisat sektörüne, kaynak teknolojilerinden tıbbi cihaz endüstrisine varana değin uzmanlık alanlarımıza ilişkin 23 adet kongre kurtay ve sempozyum düzenlenmiştir. Odamız, bütün meslek ve uzmanlık dallarımızla ilgili olarak, üniversiteler ve sektör kuruluşlarıyla yakın mesleki bağlarını organize bir şekilde sürdürmektedir. Bu kapsamda her çalışma döneminde olduğu gibi bu çalışma döneminde de Oda-Sektör Dernekleri ve Oda-Üniversite toplantıları gerçekleştirilmektedir."*

KORAMAZ'ın ardından kürsüye davet edilen ve yarışmaya katkıda bulunmuş olan YTÜ Rektörü Prof. Dr. Durul ÖREN, YTÜ Elektrik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Galip CANSEVER, YTÜ Makina Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Hasan HEPERKAN ve MMO İstanbul Şube Başkanı Tevfik PEKER de kısa birer konuşma yaptılar.

**TMMOB Makina Mühendisleri Odası  
Yönetim Kurulu Başkanı Emin  
KORAMAZ'ın "NECDET ERASLAN  
PROJE YARIŞMASI 2005" Ödül  
Töreni'nin Açılışında Yaptığı  
Konuşma**

Değerli katılımcılar,

Hepinizi Makina Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu ve şahsım adına saygıyla selamlıyorum. ROBOTİKTE BİLİM VE TEKNOLOJİ konulu NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2005'e hoş geldiniz. Öncelikle adına bu yarışmayı düzenlediğimiz sevgili hocamız, Odamız üyesi Prof. Dr. Necdet ERASLAN'ın şahsında yaşamını, bilime, teknolojiye ve insanlığa adanmış tüm değerlerimizi saygıyla anıyorum.

Oda sunumunda da izlediğiniz üzere Makina Mühendisleri Odası 50. yılını kutlayan köklü bir meslek kuruluşudur. Odamız yarım yüzyılı aşan tarihinde her zaman çağdaş, demokratik, üreten, sanayileşen bir Türkiye yaratılmasına katkıda bulunacak çalışmalar gerçekleştirmeyi ilke edinmiş, meslek alanındaki etkinliklerini evrensel bir perspektife oturtmaya özen göstermiştir.

Bugün 18 Şubesi, 100'ü aşan il - ilçe temsilciliği, mesleki denetim büroları ile ülke düzeyinde 63 bini aşan mühendis üyeyi temsil eden Odamız, taşıdığı toplumsal sorumluluğun bilincindedir.

Bu nedenle Odamız yasayla kendisine verilmiş mesleki faaliyetlerin denetlenmesi görevi ve mesleğin geliştirilmesi ve korunması yönündeki çalışmalarına da ağırlık vermekte, meslek içi



eğitim ve belgelendirme çalışmalarının yanı sıra meslek alanlarına ilişkin ülke genelinde yüzlerce etkinlik düzenlenmektedir.

Bu etkinliklerle yeni teknolojileri ve sektörel gelişmeleri tanıma ve üretilen bilgiyi paylaşmayı, yaygınlaştırmayı ve meslek alanlarımızdan hareketle toplumsal yaşamı olması gereken normlara ulaştırmayı hedefliyoruz.

Bu amaçla, sadece 2004-2005 yılı çalışma döneminde, bakım teknolojilerinden iş güvenliğine, makine imalat sanayinden tekstil makinalarına, iş makinalarından tesisat sektörüne, kaynak teknolojilerinden tıbbi cihaz endüstrisine varana değin uzmanlık alanlarımıza ilişkin 23 adet kongre kurtay ve sempozyum düzenlenmiştir.

Odamız, bütün meslek ve uzmanlık dallarımızla ilgili olarak, üniversiteler ve sektör kuruluşlarıyla yakın mesleki bağlarını organize bir şekilde sürdürmektedir. Bu kapsamda her çalışma döneminde olduğu gibi bu çalışma döneminde de Oda-Sektör Dernekleri ve Oda-Üniversite toplantıları gerçekleştirilmektedir.

Bu etkinliklerin sonuç bildirgeleri kamuoyuyla ve yetkililerle paylaşılmış,

etkinliklerde sunulan bildiriler kitaplaştırılarak ilgililerin kullanımına sunulmuştur.

Sevgili meslektaşlarım,

Bütün bu çalışmaların, harcanan emeklerin tek bir amacı vardır.

Bu amaç ülkemizin sanayileşmesi ve demokratikleşmesi, insanlarımızın bağımsız, özgür, barış içerisinde, ülke olanaklarını hakça bölüşerek gönenç içerisinde yaşamasıdır.

İşte Odamız, “Necdet ERASLAN Proje Yarışması” nı da bu amaçla düzenlemekte, ülkemizde bilim ve teknolojinin gelişimine katkıda bulunmaya çalışmaktadır.

Bildiğiniz gibi, dünya bilim ve teknoloji alanında çok hızlı bir gelişim ve değişim süreci yaşamaktadır. Üretilen bilginin her 2-3 yılda ikiye katlandığı belirtilmektedir. Bilime ve teknolojiye hakim olan güçler dünyayı da egemenlikleri altına almaktadırlar.

Küreselleşme süreciyle dünya ticareti giderek serbestleşmekte, ülkelerin bilim ve teknoloji düzeyi en önemli rekabet unsuru olmaktadır. Bu nedenle gelişmiş ülkeler katma değeri yüksek, ileri teknoloji isteyen yatırımlara, teknik eğitime, AR-GE çalışmalarına dolayısıyla ulusal sanayilerine verdikleri desteği sürekli artırmaktadırlar.

AR-GE sonucu tasarım yapamayan, bir diğer anlamda özgün ürün ortaya koyamayan ülkeler fason üretimle ayakta kalmaya çalışmakta, çok uluslu şirketlerin boyunduruğu altına girmektedir. Küresel rekabette ayakta kalmanın yolu AR-GE alt yapısını oluşturmaktan ve tasarıma giden süreçte

mühendislik hizmetini yetkinleştirmekten geçmektedir.



Mühendislik hizmetinin niteliğinin yükseltilmesi ve uzman kadronun oluşturulması ise; temel eğitimden başlayarak üniversite, oradan da meslek içi eğitime ve işletmelerin nitelikli kadro istihdamına kadar uzanan bir ulusal yol haritasının çizilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu haritada devlet, üniversite, araştırma kurumları, meslek odaları, üretici dernekleri ve sektördeki işletmeler arasında koordinasyonu sağlayacak yapılanmalara yer verilmelidir. Üniversiteler ve araştırma kurumları politik ve ekonomik baskılardan arındırılmalıdır.

Değerli Katılımcılar,

Ekonominin gereksinmelerini dikkate alan bir mesleki ve teknik eğitim sistemi, işletmelerin aradığı nitelikli iş gücünü ortaya koyacağı gibi, istihdamın sektörler arasındaki optimal dengesini de sağlayacaktır. Türkiye’de halen nüfusun % 41,2’si tarımda, % 23,1’i sanayide ve % 35,7’si de hizmet sektöründe istihdam edilmektedir.





Sanayi toplumu olabilmek için sanayi- de yatırımların artırılması, yüksek kat- ma değer yaratan sanayi sektörlerine öncelik verilmesi ve öncelikli tekno- loji alanlarının seçilmesi zorunludur. Sanayi toplam GSMH'den daha fazla pay almalı ve ekonominin itici ve öncü sektörü haline gelmelidir. AB ülkeleri gelişme dengesinin yakalanması için önümüzdeki 5 yıl içinde sanayide en az 2,5-3 milyon kişiye yeni istihdam alanı açılmalıdır.

Üniversitelerimizde teknolojik geliş-meyi hızlandıracak, AR-GE alt yapısını oluşturup yetkin hale getirecek, sana- yimize nitelikli mühendis, tasarımcı verecek eğitim programları yaşama geçirilmelidir.

AB ülkelerinin kişi başına yeni tek- noloji yatırımı ortalaması 118 ABD doları iken, Türkiye'de bu değer 22 ABD dolarıdır. Eğitim sisteminin tek- noloji adaptasyonu ile örtüşmesi, söz konusu iş gücünün teknolojiye uy-

munu da getirecektir. Finlandiya'da GSMH'den eğitime yapılan harcama %7.3, İspanya'da % 5.3 iken bu rakam Türkiye'de % 2.1'dir. Ülkelerin eğitim harcamaları ile sanayi ürünlerinin rekabeti arasındaki korelasyon katsayısı oldukça yüksek olup, eğitime yapılan harcama arttıkça küresel rekabete karşı sanayinin ve biz mühendislerin korunabilme ve rekabet edebilme olasılığı da artmaktadır.

Sevgili katılımcılar,

Küreselleşme süreç ve politikalarının ekonomik, siyasal, toplumsal, kültürel vb. tüm düzlemlerde yıkım ve tahri- batlarına karşı durabilmek için önce- likle, ülkemiz stratejik öngörüyle tüm alanlarda ve tüm sektörlerde kendi ulusal politikalarını oluşturmalıdır. Bilim ve teknolojiye yetkinleşmeli ve bunu ülke ölçeğinde toplumsal eko- nomik faydaya dönüştürmeli ve bu amaçla ulusal bir strateji belirlenme- lidir.



## **YARIŞMAYA KATILAN PROJELER**

1. Ercüment Alyanak  
**Su Pompalayan Yelkapanlarda Optistrok Teknolojisi**
2. Serkan Akyıldız  
**Bomba İmha Robotu**
3. Özgür Başer, İlhan Konukseven  
**Haptic Dokunma Hisli Ve Kuvvet Beslemeli Cihaz Tasarımı**
4. Hüseyin Canbolat  
**Hastanelerde Arşiv Düzenleyecek Bir Robot Sistemi**
5. Onur Çapan  
**Universal Şişe Kavrama Ünitesi "Universal Blower Tooling"**
6. Aytaç Gören  
**Yapay Sinir Ağlarıyla Kontrol Edilen Özürlü Sandalyesi**
7. Öner Hatipoğlu  
**Robotik Alanındaki Gelişmelerden Yararlanarak Ambarlama Sistemlerine Otonomluk Kazandırma Önerileri**
8. Erhan Kaya  
**Hidrobotik Ünitesi**
9. Serkan Kurt  
**Birden Fazla Mobil Robotun Senkronize Hareketi Ve Bu Robotlar Arası İletişimde Yeni Bir Yöntemin Geliştirilmesi**
10. Ümit Mutlu  
**Termit Bomba İmha Robotu**
11. Murat Öztürk  
**Kaza "Sezici" Ve Önleyici Kit**
12. Mustafa Oğuz  
**Otomatik Bisiklet**
13. Yücel Pendik  
**Engelli Ve Yaşlılar İçin Kaldırım Ve Merdiven Çıkabilen Akülü Sandalye Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi**
14. Servet Soygüder  
**Altı Ayaklı Örümcek Bir Robotun Dizayn Ve Kontrolü**
15. Demet Deniz, Gökhan Yılmaz, Emre Bayram, Murat Sukün, İbrahim Arda  
**Pnömatik Robot Kolu**

### JURİ ÜYELERİ

- Prof. Dr. Arsev ERASLAN / NASA-ABD
- Prof. Dr. Ahmet KUZUCU / İTÜ Makina Fakültesi
- Prof. Dr. Okyay KAYNAK / Boğaziçi Üniversitesi Elk-Elektronik Müh.
- Prof. Dr. M. Oruç BİLGİÇ / YTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi
- Doç. Dr. Arif ATLI / Marmara Üniversitesi Makina Mühendisliği
- Doç. Dr. Eşref EŞKİNAT / Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği
- Hakan ALTINAY / Kale Altınay Robotik
- Tevfik PEKER / MMO İstanbul Şube Başkanı

### YARIŞMADA DERECEYE GİREN PROJELER

1. Özgür Başer, İlhan Konukseven  
**Haptic Dokunma Hisli Ve Kuvvet Beslemeli Cihaz Tasarımı**
2. Servet Soygüder  
**Altı Ayaklı Örümcek Bir Robotun Dizayn Ve Kontrolü**
3. Onur Çapan  
**Universal Şişe Kavrama Ünitesi “Universal Blower Tooling”**



Termit Bomba İmha Robotu



**NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2007**

# **ROBOTİKTE BİLİM ve TEKNOLOJİ-II**

## **8 ARALIK 2007**

### **AMAÇ**

Yıllarca makina mühendisliği alanında uluslararası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan değerli üyemiz Necdet Eraslan'ın adını ölümsüzleştirmek için 2003 yılında başlattığımız Proje Yarışması geleneğini sürdürüyoruz.

III. Necdet Eraslan Proje Yarışması 2007 Türkiye'de bilim ve teknoloji araştırmalarını desteklemek ve bu alanda çalışan kişileri özendirmek amacıyla oluşturulmuştur.

### **KONU**

Yarışmanın 2007 yılı konusu olarak tekrar ikinci kez ROBOTİKTE BİLİM VE TEKNOLOJİ seçilmiştir. Yirminci yüzyılın özellikle ikinci yarısında sanayileşmenin büyük bir ivmeyle hızlanmasını sağlayan teknolojik gelişmelerin başında, imalat yöntemlerinin otomatikleşmesi ve buna bağlı olarak gelişen robot teknolojileri olmuştur.

Otomasyon ve robot teknolojileri sayesinde imalat süreleri kısalmış ve buna bağlı olarak verimliliklerde çok büyük artış sağlanmıştır. Bu teknolojilerin bir başka faydası, imalat kalitelerinde yaşanan gelişme olmuştur. Ancak özellikle robotların kullanımının yaygınlaşmasının insanlık için en önemli getirisi, insan sağlığını tehdit eden alanlarda doğrudan işgücü ge-

reksininin ortadan kaldırılması suretiyle iş güvenliğinde yaşanan olumlu gelişmelerdir.

Sanayide verimlilik sağlayan ve çalışanların yaşam kalitesini yükselten bir unsur olarak robotik, günümüzde en çok gelecek vaat eden mühendislik konularından biri olarak karşımızda durmaktadır.

Proje Yarışması'na sunulacak önerilerde, yukarıda da belirtildiği üzere verimlilik, imalat kalitesi ve iş güvenliği gibi konularda; ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik açılarından faydalar öne süren bilimsel ve yenilikçi bir içerik olması beklenmektedir.

### **YARIŞMA KOŞULLARI**

Özgün olması kaydıyla her çeşit proje yarışmaya kabul edilecektir. Buna göre projelerin aşağıdaki konu başlıklarından hangisine daha uygun olduğu, katılımcı tarafından belirtilecektir.

- Buluş önerisi
- Yenilikçi ürün (inovasyon) önerisi
- Hizmet sektörüne yönelik öneriler

Yarışmaya katılmak için en fazla 1 sayfalık proje özeti, özgeçmiş ile birlikte en geç 31/08/2007 tarihine kadar MMO İstanbul Şube'ye elden, posta veya kargo ile ulaştırılmalıdır. Proje özetinde amaç, bulgular, hedefler ve beklentiler açıkça belirtilmelidir.



Özet sahiplerine 15 gün içinde sonuçlar bildirilecektir. Kabul edilen projelerin metni ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi tanıtıcı malzemeler en geç 10/10/2007 tarihine kadar teslim edilmelidir.

Finale kalan projeler en geç teslim tarihinden itibaren 15 gün içinde belirlenecek ve proje sahiplerine bildirilecektir. Final sunumları ve ödül töreni 8 Aralık 2007 tarihinde Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumunda 10:00-18:00 saatleri arasında gerçekleştirilecektir.

### **KİMLER KATILABİLİR**

Yarışma Jüri kurulunda bulunan firmalar, firma temsilcileri ve MMO çalışanları hariç herkese açıktır. Buna göre üniversite lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencileri, mühendisler ve tüm araştırmacıların yarışmaya katılımları beklenmektedir.

### **FİKRÎ MÜLKİYET HAKLARI**

Projelerin fikrî mülkiyet hakları proje sahiplerine aittir. MMO herhangi bir amaçla projeler üzerinde hak iddia et-

meyeceği gibi, projelerdeki fikirlerden de sorumlu tutulamaz.

### **PROJE METNİ YAZIM KURALLARI**

Proje tam metni aşağıdaki bölümlerden oluşacaktır.

1. Giriş ve Özet Tanıtım
2. Projenin Amacı
3. Proje Kapsamı ve Bulgular
4. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi
5. Hedeflenen Katkıları ve Etkileri
6. Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

### **ÖDÜL**

Yarışmada ilk üçe giren projelerin sahiplerine aşağıdaki ödüller verilecektir.

I.'lik ödülü : 10.000 YTL

II.'lik ödülü : 6.000 YTL

III.'lük ödülü : 4.000 YTL

Ayrıca finale kalan tüm projeler yayınlanacak ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi proje eki tanıtıcı malzemeler sergilenecektir.



TMMOB Makina Mühendisleri Odası III. Necdet Eraslan Proje Yarışması 2007 II. Robotikte Bilim ve Teknoloji başlığı ile Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumunda 8 Aralık Cumartesi günü yapıldı.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası III. Necdet Eraslan Proje Yarışması

2007 II. Robotikte Bilim ve Teknoloji başlığı ile Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumunda 8 Aralık Cumartesi günü yapıldı. Yarışmada birbirinden ilginç 10 proje yer aldı. Yarışmada birinciliğe layık proje seçilemezken ikincilik, üçüncülük ve mansiyon ödülleri verildi. İkinci olan proje "İNSAN BENZERİ ROBOT KAFA TASARIMI" olurken,

üçüncü olan proje ise “ROBOZAN (bağlama çalan robot)” projesi oldu. Mansiyon ödülleri ise “SLEGS” (savunma sanayi, terörle mücadele, uzaysal araştırmalar, doğal afetler ve madencilik alanlarında hizmet sektörüne yönelik)”, “ÇOKLU ARAMA KURTARMA ROBOT SİSTEMLERİ için gerçek zamanlı, otonom yürütmeye uygun, hataya dayanıklı ve bütünleşik bir dağıtılmış görev atama ve yürütme mimarisini”, “7 SERBESTLİK DERECELİ DOKUNSAL CİHAZ TASARIMI” adlı projeler aldılar.

Yarışmanın açılışında Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şube Başkanı Tevfik Peker, Necdet Eraslan’ın oğlu Prof. Dr. Arsev Eraslan, YTÜ Rektörü Prof. Dr. Durul Ören birer konuşma yaptılar. Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şube Başkanı Tevfik Peker konuşmasında; ülkemizde bilimsel çalışmalara yeterli kaynak ayrılmadığını, oysa Cumhuriyet tarihinde Necdet Eraslan gibi Türkiye’de bilim ve teknolojiye önemli bilim insanlarının yetiştiğini, Makina Mühendisleri Odası 4 nolu üyesi Necdet Eraslan’ın, uluslararası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleriyle hep çağdaş kalmış değerli bir üyemizin adını ölümsüzleştirmek için 2003 yılında başlatılan proje yarışması geleneğini sürdürdüklerini ifade etti. Peker konuşmasında “Necdet Eraslan Proje

Yarışması 2007 Türkiye’de bilim ve teknoloji araştırmalarını desteklemek ve bu alanda çalışanların desteklenmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Makina Mühendisleri Odası kendi çapında bu alandaki gelişmelere katkıda bulunmaktadır” dedi.

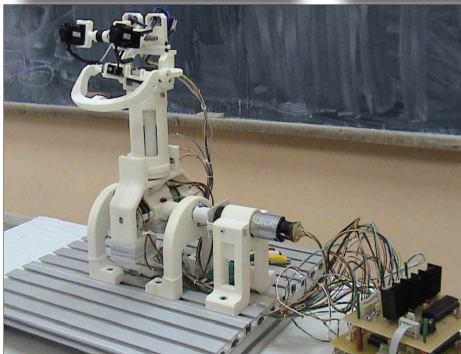
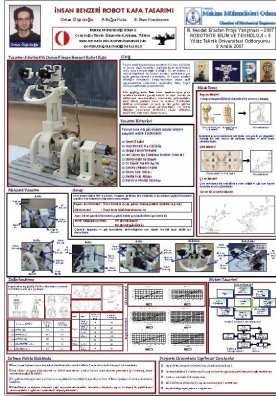
Daha sonra Necdet Eraslan’ın oğlu Prof. Dr. Arsev Eraslan ise Necdet Eraslan’ın 1929 Yılında şimdiki İTÜ olan Yüksek Mühendislik Okulu’ndan mezun olarak Paris’teki “Havacılık Ulusal Yüksek Okulu” ndan 1933’te Makina Uçak Yüksek Mühendisi diplomasını almaya hak kazandığını ve Amerika’da uçuş tecrübesi edinerek ülkesine geldiğini ve Hava Kuvvetlerinde mühendislik yaptığını anlattı. Babasının çok açık sözlü bir insan olduğunu belirten Arsev Eraslan babasının 1938 yılında Atatürk ile olan bir anısını da anlattı.

Yarışmada daha sonra proje sahipleri projelerini tanıtmaya başladılar. Yarışmacılar projelerini sunarken salondan ve jüri üyelerinden gelen sorular da projeler konusunda değerlendirmelere ışık tuttu. Projelerin tanıtılmasının ardından saat 16:00’da jüri değerlendirmesine geçildi. Yarışmada birinci seçilemedi ve yerine üç mansiyon ödülü verildi. 18:00’deki Ödül töreninin ardından saat 19:00’da konuklar ve yarışmacılara kokteyl verildi.

## YARIŞMAYA KATILAN PROJELER

1. Bülent Cindoruk  
**Trafik Robotu**
2. Cem Dönmez, Saliha Dönmez  
**Rrs (Recycling Robotic System-  
Geri Dönüşüm Robotu)**
3. Ezgi Erişti  
**Robozan (Bağlama Çalan Robot)**
4. Volkan Gün  
**Giyelebilir İskelet Robot**
5. Kemal Cem Köse  
**7 Serbestlik Dereceli Dokunsal Cihaz Tasarımı**
6. Orhan Ölçücüoğlu (Danışman Y. Doç. Dr. A. Buğra Koku)  
**İnsan Benzeri Robot Kafa Tasarımı**
7. Sanem Sarıel

8. Çoklu Arama Kurtarma Robot Sistemleri İçin Gerçek Zamanlı, Otonom Yürütmeye Uygun, Hataya Dayanıklı Ve Bütünleşik Bir Dağıtılmış Görev Atama Ve Yürütme Mimarisi
9. Servet Soygüder, Talip Korkusuz, Hasan Allı  
**"Slegs" (Savunma Sanayi, Terörle Mücadele, Uzaysal Araştırmalar, Doğal Afetler Ve Madencilik Alanlarında Hizmet Sektörüne Yönelik)**
10. Serdar Sürücü  
**Kaynak Robotu**
11. Fatih Yumuk  
**Patlayan Araba Lastiğini Değiştiren Robot**



İnsan Benzeri Robot Kafa Tasarımı



Robozan

## JURİ ÜYELERİ

- Prof. Dr. Arsev ERASLAN / NASA-Emekli
- Prof. Dr. Ahmet KUZUCU / İTÜ Makina Fakültesi
- Prof. Dr. Okyay KAYNAK / Boğaziçi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği
- Prof. Dr. M. Oruç BİLGİÇ / YTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi
- Doç. Dr. Arif ATLI / Marmara Üniversitesi Makina Mühendisliği
- Doç. Dr. Eşref EŞKİNAT / Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği
- Hakan ALTINAY / Kale Altınay Robotik
- Tevfik PEKER / MMO İstanbul Şube Başkanı

## YARIŞMADA DERECEYE GİREN PROJELER

1. YOK
2. Orhan Ölçücüoğlu (Danışman Y. Doç. Dr. A. Buğra Koku)  
**İnsan Benzeri Robot Kafa Tasarımı**
3. Ezgi Erişti  
**Robozan (Bağlama Çalan Robot)**

## MANSİYON

- Servet Soygüder, Talip Korkusuz, Hasan Alli

**“Slegs” (Savunma Sanayi, Terörle Mücadele, Uzaysal Araştırmalar, Doğal Afetler Ve Madencilik Alanlarında Hizmet Sektörüne Yönelik)**

- Sanem Sarıel  
**Çoklu Arama Kurtarma Robot Sistemleri İçin Gerçek Zamanlı, Otonom Yürütmeye Uygun, Hataya Dayanıklı Ve Bütünlük Bir Dağıtılmış Görev Atama Ve Yürütme Mimarisi**
- Kemal Cem Köse  
**7 Serbestlik Dereceli Dokunsal Cihaz Tasarımı**



Proje Yarışması Kitap Kapağı



# NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2009

4



tmmob  
makina mühendisleri odası



I.lik ödülü: **10.000 TL**

II.lik ödülü: **6.000 TL**

III.lik ödülü: **4.000 TL**

## IV. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2009

**ENERJİDE**  
**BİLİM VE TEKNOLOJİ**

**Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumu**  
**5 Aralık 2009**

**İLETİŞİM BİLGİLERİ:**

Diek İYDOĞAN

TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Katip Mustafa Çelebi M. İpek S. No: 9 Beyoğlu/İSTANBUL

Tel: 0212 444 8 666 - 173 - Fax: 0212 249 86 74

[www.tmmobistanbul.org](http://www.tmmobistanbul.org)



**NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2009**

# **ENERJİDE BİLİM ve TEKNOLOJİ**

## **5 ARALIK 2009**

---

### **AMAÇ**

Yıllarca makina mühendisliği alanında uluslar arası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan değerli üyemiz Necdet Eraslan'ın adını ölümsüzleştirmek için 2003 yılında başlattığımız Proje Yarışması geleneğini sürdürüyoruz. IV. Necdet Eraslan Proje Yarışması 2009 Türkiye'de bilim ve teknoloji araştırmalarını desteklemek ve bu alanda çalışan kişileri özendirmek amacıyla oluşturulmuştur.

### **KONU**

Yarışmanın 2009 yılı konusu olarak ENERJİDE BİLİM VE TEKNOLOJİ seçilmiştir. Yirminci yüzyılın özellikle ikinci yarısında enerji kullanımının ve enerji verimliliğinin önemi artmakta, bilim ve teknolojiye önemli gelişmeler yaşanmaktadır.

Enerjinin verimi ve etkin kullanımı, alternatif ve/veya yenilenebilir enerji kaynakları arayışı, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, sürdürülebilir kalkınma ve gelişme vb. hedefler başlıca konularımızdır. Uluslararası ölçekte rekabetçi ve sürdürülebilir bir sanayileşmede enerjinin yeri, gerek üretim, gerekse tüketim açısından olsun, bilimsel ölçütlerle tartışılabilir ve uygulanabilir projelere olan gereksinimi ortaya koymaktadır.

Bu kapsamda Enerjiyle ilgili olarak gerçekleştirilecek bilimsel ve teknolojik projelerde ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik etkenler ele alınmalıdır.

Enerjide verimlilik sağlayan ve yaşam kalitesini yükselten geliştirmeler, uygulamalar, günümüzde en çok gelecek vaat eden mühendislik konularından biri olarak karşımızda durmaktadır.

Proje Yarışması'na sunulacak önerilerin, yukarıda da belirtildiği üzere verimlilik, imalat kalitesi ve iş güvenliği gibi konularda; ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik açılarından faydalar öne süren bilimsel ve yenilikçi bir içerikte olması beklenmektedir.

### **YARIŞMA KOŞULLARI**

Özgün olması kaydıyla her çeşit proje yarışmaya kabul edilecektir. Buna göre projelerin aşağıdaki konu başlıklarından hangisine daha uygun olduğu, katılımcı tarafından belirtilecektir.

- Buluş Önerisi
- Yenilikçi Ürün (inovasyon) Önerisi
- Hizmet Sektörüne Yönelik Öneriler

Yarışmaya katılmak için en fazla 1 sayfalık proje özeti, özgeçmiş ile birlikte en geç 02/10/2009 tarihine kadar MMO İstanbul Şube'ye elden, posta veya kargo ile ulaştırılmalıdır. Proje



özetinde amaç, bulgular, hedefler ve beklentiler açıkça belirtilmelidir.

Özet sahiplerine 15 gün içinde sonuçlar bildirilecektir. Kabul edilen projelerin metni ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi tanıtıcı malzemeler en geç 12/10/2009 tarihine kadar teslim edilmelidir. Finale kalan projeler en geç teslim tarihinden itibaren 15 gün içinde belirlenecek ve proje sahiplerine bildirilecektir. Final sunumları ve ödül töreni 05 Aralık 2009 tarihinde Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumunda 10.00-18.00 saatleri arasında gerçekleştirilecektir.

### **KİMLER KATILABİLİR**

Yarışma MMO çalışanları hariç herkeşe açıktır. Buna göre üniversite lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencileri, mühendisler ve tüm araştırmacıların yarışmaya katılımı beklenmektedir. Katılım kişisel veya grupsal olabilir. Firma veya başka kurumlar adına katılım olmaz.

### **FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI**

Projelerin fikri mülkiyet hakları proje sahiplerine aittir. MMO herhangi bir amaçla projeler üzerinde hak iddia etmeyeceği gibi, projelerdeki fikirlerden de sorumlu tutulamaz.

### **PROJE METNİ YAZIM KURALLARI**

Proje tam metni aşağıda yer alan bölümlerden oluşacaktır.

1. Giriş ve Özet Tanıtım
2. Projenin Amacı
3. Proje Kapsamı ve Bulgular
4. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi
5. Hedeflenen Katkıları ve Etkileri
6. Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

### **ÖDÜL**

Yarışmada ilk üçe giren projelerin sahiplerine aşağıdaki ödüller verilecektir.

I.'lik ödülü : 10.000 TL

II.'lik ödülü : 6.000 TL

III.'lük ödülü : 4.000 TL

Ayrıca finale kalan tüm projeler yayınlanacak ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi proje eki tanıtıcı malzemeler sergilenecektir.



**TMMOB Makina Mühendisleri Odası  
İstanbul Şube Yönetim Kurulu  
Başkanı İlter ÇELİK'in "NECDET  
ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2009"  
Ödül Töreni'nin Açılışında Yaptığı  
Konuşma**

Merhaba Değerli Meslektaşlarım,  
Değerli Öğretim Üyeleri,  
Sevgili Öğrenciler,

Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi tarafından düzenlenen IV. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI'na hoş geldiniz.

Yıllarca makina mühendisliği alanında uluslararası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan, Odamızın 4 numaralı üyesi değerli Necdet Eraslan'ın adını ölümsüzleştirmek için 2003 yılında başlattığımız Proje Yarışması geleneği

sürüyor.

IV. Necdet Eraslan Proje Yarışmasını Türkiye'de bilim ve teknoloji araştırmalarını desteklemek ve bu alanda çalışan kişileri özendirme amacıyla düzenliyoruz.

Yarışmanın 2009 yılı konusu ENERJİDE BİLİM VE TEKNOLOJİ olarak belirlendi Enerjinin verimli ve etkin kullanımı, alternatif ve/veya yenilenebilir enerji kaynakları arayışı, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, sürdürülebilir kalkınma ve gelişme vb. hedefler yarışmadaki başlıca konularımız.

Yarışmada enerjiyle ilgili olarak gerçekleştirilecek bilimsel ve teknolojik projelerde ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik etkenler ele alınmıştır.

Enerjide verimlilik sağlayan ve yaşam



kalitesini yükselten geliştirmeler, uygulamalar, günümüzde en çok gelecek vaat eden mühendislik konularından biri olarak görülmektedir.

Proje Yarışması'na sunulan önerilerin verimlilik, imalat kalitesi ve iş güvenliği gibi konularda; ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik açılardan faydalar öne süren bilimsel ve yenilikçi bir içerikte olması dikkate alınmıştır.

#### Enerji: Çağımızın Gerçeği

Enerji, insan yaşamı ve sanayi üretimi için olmazsa olmaz temel unsurlardan bir tanesidir. Dünyada enerji, ülkelerin gelişmişlik derecesini göstermede bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde 2000'li yıllara geldiğinde artan sanayileşme ile birlikte enerji üretimi ve tüketimi daha çok ön plana çıkmaya başlamıştır. Ülkemizde enerji temininde, 1990 yılında üretimin talebi karşılama oranı % 48,1 iken bu değer 2006 yılında % 26,9'a gerilemiştir. Ülkemizde gittikçe artan bir şekilde enerjide dışa bağımlılık yaşanmaktadır.

Enerji yoğunluğu değeri ülkemizde 480 iken AB'de 208'dir. Yapılan çeşitli analizler ülkemizde tüketilen enerji miktarının azaltılması ve verimli kullanımı için ciddi boyutta potansiyelin varlığını teyit etmektedir. Ülkemizde birçok sektörde enerji tasarrufu potansiyeli oranı %25'tir.

Bu ölçütler bize üretim haricinde, mevcut enerji kaynaklarının da verimli kullanılması gerekliliğini göstermektedir. Bu anlamda, Makina Mühendisliğinin önemli alanlarından biri olan enerji konusuna yönelik politikaları ve

teknolojik gelişmeleri irdelemek, bu alana yönelik yeni açılımlar sunmak, alternatiflerini üretmek amacıyla Odamız eğitim, kongre, yarışma gibi birçok etkinliği yurt genelinde organize etmektedir.

Uluslararası ölçekte rekabetçi ve sürdürülebilir bir sanayileşmede enerjinin yeri, gerek üretim, gerekse tüketim açısından olsun, bilimsel ölçütlerle tartışılabilir ve uygulanabilir projelere olan gereksinimi ortaya koymaktadır.

Sevgili konuklar,

Benim de içinde olduğum yarışmanın jürisinde Prof. Dr. Mahir ARIKOL, Prof. Dr. Taner DERBENTLİ, Prof. Dr. Necati TAHRALI, Prof. Dr. Tolga YARMAN, Doç. Dr. Metin BAŞARAN, MMO İstanbul Şube Enerji Komisyonu Başkanı Haydar BOYALI yer alıyor.

Buradan tüm jüri üyelerimize ve sevgili Arsev Eraslan'a teşekkür ediyorum.

Bir iki hatırlatma yaparak konuşmamı bitiriyorum:

Biliyorsunuz Odamızın tüm şubelerinde genel kurullar yaklaşıyor. İstanbul Şube olarak 16-17 Ocak 2009 tarihinde yine bu salonda yapılacak genel kurulumuza katılımınızı bekliyoruz.

40 yıldır Demokrat Makina Mühendisleri Odamızı yönetmektedir. Çağdaş, demokratik, sanayileşen, üreten ve ürettiğini adaletlice paylaşan bir Türkiye için Demokrat Makina Mühendisleri meslek ve meslektaş sorunları ile ülke sorunlarına dair sözünü her zaman söylemiş, söylemeye devam edecektir.

Yine ülkemizin ve dünyanın en önemli sorunu üretim diyoruz. Üretmek için ise sanayileşmek şart. TMMOB adına

Odamız tarafından 1963 yılından beri düzenlenen TMMOB Sanayi Kongrelerinin on yedincisi “Dünya Ekonomik Krizi ve Türkiye Sanayinin Yeniden Yapılanması” Ana Temasıyla 11-12 Aralık'ta Ankara'da toplanıyor.

Kongrede Dünya Ekonomik Krizi ve Türkiye Sanayinin Yeniden Yapılanması tartışılacak. Bu ana tema etrafında istihdam öncelikli bölgesel kalkınma ile planlamada model önerilerine ilişkin yaklaşımlar üretilecek. Kongrede Prof. Dr. Hayri Kozanoğlu, Prof. Dr. Bilsay Kuruç, araştırmacı iktisatçı Mustafa Sönmez, Prof. Dr. İzzettin Önder, Prof. Dr. Hacer Ansal,

Prof. Dr. İşaya Üşür, Prof. Dr. Aziz Konukman, DPT'den Rahmi Aşkın Türeli, Prof. Dr. Nesrin Sungur, Dr. Ercan Sarıdoğan ve Prof. Dr. Çağlar Güven küresel kriz ve yeni güç dengelerinden kalkınma, planlama ve Türkiye sanayisinin yeniden yapılanması gibi konularda sunumlar gerçekleştirecekler.

Eğer uygun olursanız sanayi kongremizi kaçırmayın derim.

Değerli misafirler,

Tekrar yarışmamıza hoş geldiniz diyorum. Yarışmacılarımızın heyecanını konuşmalar biraz olsun yatıştırmıştır sanırım. Onlara da başarılar dilerim. Kolay gelsin.





#### **YARIŞMAYA KATILAN PROJELER**

1. Çağatay Kaptan  
**Güneş Enerjisiyle Çalışan Tren**
2. Ercan Güler  
**Üçüncü Nesil Motorlar**
3. İsmail Solmuş  
**Güneş Enerjisi Destekli Doğal Zeolit-Su Çalışma Çiftini Kullanan Adsorpsiyonlu Deneysel Prototip Soğutma Sistemi**
4. Vesile Ak, Can Ozan Gülcihan  
**Kent İçi Taşımacılıkta Taksi İşletmeciliğine Yönelik Bir İyileşme Çalışması Ve Yapılabilirlik Analizi**
5. Rıza Köroğlu  
**Tev-Yakıt Projesi**
6. Erkan Yorulmaz  
**Güneş Enerjisi İle Çalışan Araç (Amfibi İkiizteker)**
7. Hüseyin Günerhan  
**Bir Öğrenci Yurdu Binası İçin Su Isıtma Sistemi Tasarımı**
8. Hidayet Argun  
**Uçucu Organik Yağ Asitleri İçeren Karanlık Fermentasyon Atık Suyundan Elektrohizroliz Yöntemi İle Hidrojen Gaz Üretimi**
9. Namık Yüksel  
**Enerji Geri Kazanımlı, Taşıt Sistemi-Egkts (Buluş + İnovasyon)**
10. Ömer Arif Şahintürk, Alper Yatkın  
**Gemilerde Rüzgar Türbinleri**
11. Murat Güner  
**Piezoelektrik Süspansiyon Projesi**
12. Yunus Gömleksiz  
**Kömür İle Çoklu Enerji Üretim Sistemi**

#### **JURİ ÜYELERİ**

- Prof. Dr. Arsev ERASLAN / NASA-Emekli
- Prof. Dr. Ali Taner DERBENTLİ
- Prof. Dr. Mahir ARIKOL
- Prof. Dr. Necati TAHRALI
- Prof. Dr. Tolga YARMAN
- Doç. Dr. Metin BAŞARAN
- Haydar BOYALI
- İlter ÇELİK / MMO İstanbul Şube Başkanı







tmmob  
makina mühendisleri odası  
İstanbul şubesi

# V NECDET ERASLAN • PROJE YARIŞMASI 2011

ENGELLERİ  
AŞMAK İÇİN

HAYATI  
KOLAYLAŞTIRACAK  
YENİLİKLER

**22 EKİM 2011**

İTÜ Süleyman Demirel Kültür  
Merkezi  
Maslak / İstanbul



NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2011

# ENGELLERİ AŞMAK İÇİN HAYATI KOLAYLAŞTIRACAK YENİLİKLER

## 22 EKİM 2011

### AMAÇ

Doğuştan veya sonradan herhangi bir nedenle hareketi kısıtlanmış ya da tamamıyla ortadan kalkmış kişilerin, herkesten farksız yaşaması için, mühendislik bilgi birikimi ve deneyimi gerekli olsun ya da olmasın, hareket kısıtlılığını kısmen ya da tamamen ortadan kaldıracak olan araç, gereç ve sistemleri ortaya koymak, var olanları daha da iyileştirmektir.

### KAPSAM

Yukarıdaki amaçlar doğrultusunda hareket kısıtlılığını kısmen ya da tamamen ortadan kaldıracak:

- Beden üzerinde kullanılabilen araç, gereç, ekipman ve cihazlar,
- Evde ve sokakta yaşamı kolaylaştırabilecek her türlü tasarımlar,
- Aynı maksatlı diğer buluşlar.

### PROJENİN ÖDÜLLERİ

Birincilik Ödülü : 10.000 TL

İkincilik Ödülü : 6.000 TL

Üçüncülük Ödülü : 4.000 TL

### KİMLER KATILABİLİR?

Yarışma Bilim Kurulu'nda yer alan firma temsilcileri ve firmaların çalışanları ile Makina Mühendisleri Odası çalışanları hariç herkese açıktır.

### FİKRÎ MÜLKİYET HAKLARI

Projelerin fikrî mülkiyet hakları proje

sahiplerine aittir. Makina Mühendisleri Odası herhangi bir amaçla projeler üzerinde hak iddia etmeyecek ve projelerdeki fikirlerden de sorumlu tutulmayacaktır.

### PROJE YARIŞMA KOŞULLARI

Özgün olması kaydıyla her çeşit proje yarışmaya kabul edilecektir. Buna göre projelerin aşağıdaki konu başlıklarından hangisine daha uygun olduğu, katılımcı tarafından belirtilecektir.

- Buluş önerisi
- Yenilikçi ürün (inovasyon) önerisi

Yarışmaya katılmak için yazım kurallarına uygun proje özeti ve ekte bulunan "Yayın İzin Belgesi ve Bilimsel Etik Beyanı" doldurulup imzalanarak en geç 25 Temmuz 2011 tarihine kadar Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'ne elden, posta veya kargo ile ulaştırılmalıdır.

Sonuçlar en geç 22 Ağustos 2011 gününe kadar proje sahiplerine bildirilecektir. Kabul edilen projelerin metni ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi tanıtıcı malzemeleri ise en geç 19 Eylül 2011 tarihine kadar teslim edilmelidir.

Finale kalan projeler en geç teslim tarihinden itibaren 15 gün içinde belirlenecek ve proje sahiplerine bildirilecektir.

## PROJE YAZIM KURALLARI

Yazım dili Türkçe, verilen formata uygun, resim ve şekiller düzgün ve okunaklı olmalıdır.

**1. Projenin Adı**

Projeye, amacına ya da işlevine uygun bir ad koyunuz.

**2. Projenin Amacı**

Proje ile neyi / neleri amaçladığınızı yazınız.

**3. Projenin Kapsamı**

Proje ile kim, ne/neler kapsamaktadır belirtiniz.

**4. Projenin Özeti**

Proje özeti kısa ve anlaşılır olmalı ve tamamı 250 kelimeyi aşmamalıdır. Proje özetinde; proje kapsamında yapılacak temel çalışmalar, projenin somut hedef ve sonuçları, proje sonunda ortaya çıkacak ürün anlatılmalıdır.

Özet aşağıda verilen unsurları içermelidir:

- a- Projenin amacı
- b- Kullanılan yöntem ve işlemler
- c- Gözlemler / Veriler / Bulgular

Özette; bulgular hakkında ayrıntılar, grafikler ve tablolar verilmemelidir. Süreç, yöntem veya sistemin sağlayacağı sosyal, ekonomik, teknik vb. yararların tümü açık bir biçimde özetlenmelidir.

**5. Projenin Yenilikçi Yönü**

Projede hedeflenen ürün ve/veya süreç yeniliğinin benzerlerine göre üstünlükleri yazılmalıdır.

**6. Projenin Maliyeti**

Projenin gerçekçi bir maliyet analizinin yapılması **zorunlu değildir**.

**7. Projenin Kullanım Alanı**

Projenin neden ele alındığı, proje konusu ürünün nerelerde kullanılabileceği belirtilmelidir.

**8. Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği**

Projenin gerçekleşmesi için gereken insan gücü, teknoloji ve malzemelerin günümüzde var olup olmadığı belirtilmelidir.

**9. Literatür Araştırması**

Benzer ürün ve üretimler var ise bunlara ait patent ad ve numaraları, kullanılan teknik ve teknoloji bilgileri belirtilmelidir.

**10. Kaynakça**

Bu proje için bilgilerin alındığı kaynaklar (alfabetik sıraya göre) belirtilmelidir.

**11. Diğer hususlar**

Proje ile ilgili yukarıdaki maddelerde içermeyen hususlar bu bölümde belirtilmelidir.

**12. Özgeçmiş**

Kısa bir özgeçmiş yazılmalıdır.

## YAYIN İZİN BELGESİ ve BİLİMSEL ETİK BEYANI

<b>Adı Soyadı</b>	
<b>İletişim Bilgileri</b>	
<b>Proje Adı</b>	
<b>Proje Özeti</b>	
<b>Projenin Yenilikçi Yönü</b>	

### Katılımcı Onayı

Necdet ERASLAN Proje Yarışması 2011 için **Proje Hazırlama Kılavuzu** esaslarına uygun olarak hazırlayarak **TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi**'ne sunduğum yukarıda tanımlı **proje adı ve özetinin** yarışma ile ilgili olarak dergi, broşür ve web sayfalarında yayınlanmasına **izin veriyorum**.

Tarih: Adı SoyADI İmzası:

### Bilimsel Etik Beyanı

Necdet ERASLAN Proje Yarışması 2011'e katıldığım yukarıda yazılı proje adı, konusu, düşünce ve uygulamaların tamamen bana ait olduğunu beyan ederim.

Tarih: Adı SoyADI İmzası:





tmmob  
makina mühendisleri odası

# V. NECDET ERASLAN • PROJE YARIŞMASI 2011

## BİLİM KURULU

Prof. Dr. Arsev ERASLAN  
Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN EKER  
Prof. Dr. Erdem İMRAK  
Dr. Erdoğan MAZMANOĞLU  
İlter ÇELİK  
Mahmut KEMENT  
Şükrü BOYRAZ  
Tevfik PEKER

**22 EKİM 2011**  
İTÜ Süleyman Demirel Kültür  
Merkezi  
Maslak / İstanbul



Bilim Kurulu Fotoblok



tmmob  
makina mühendisleri odası  
İstanbul Şubesi

# V. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2011

Birincilik Ödülü: **10.000 TL**  
İkincilik Ödülü: **6.000 TL**  
Üçüncülük Ödülü: **4.000 TL**

## ENGELLERİ AŞMAK İÇİN

### HAYATI KOLAYLAŞTIRACAK YENİLİKLER

**22 EKİM 2011**  
İTÜ Süleyman Demirel Kültür  
Merkezi  
Maslak / İstanbul

Prof. Emeritus Dr. Necdet Eraslan



Roll-Up



## V. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2011 FİNALİSTLERİ POSTER BİLDİRİ HAZIRLAMA FORMATI

### GENEL ŞEKİL

- Poster, 90\*120 cm (genişlik\*uzunluk) ebatlarında 300 dpi çözünürlükte PDF veya 600 dpi çözünürlükte JPG olarak hazırlanmalıdır.
  - Poster 3 sütun halinde hazırlanmalıdır.
  - Posterin kenarlarında soldan, sağdan, alttan ve üstten 2,5 cm bırakılmalıdır.
  - Sütunlar arasında 2,5 cm boşluk bırakılmalıdır.
  - Posterdeki kelimelerin büyüklüğü, 32 punto olmalıdır.
  - Referanslar bölümünün karakter büyüklüğü, 28 punto olmalıdır.
  - Posterdeki bölüm başlıklarının büyüklüğü, 48 punto olmalıdır.
  - Başlıklarda koyu renkli ve büyük harfler kullanılmalıdır.
- Bölümler içinde yatırımcı ve iştirakçiler hakkında bilgi varsa, karakter büyüklüğü, 28 punto olmalıdır.

### POSTERİN BAŞLIĞI

- Posterin başlığı, 72 punto olmalıdır.
- Başlıkta koyu renkli ve büyük harfler kullanılmalıdır.
- Yazarlar isimlerinin karakter büyüklüğü, 60 punto olmalıdır.
- Adres bölümündeki karakter büyüklüğü, 48 punto olmalıdır.
- Adres ve yazar isimlerini yazarken koyu renkli ve büyük harfler kullanılmalıdır.

### ŞEKİLLERİN YERLEŞTİRİLMESİ

Bir şekle referans numarası vermek için, “Şekil #” ifadesini kullanılmalıdır.

- Şekillerin adları “Şekil #” olarak yazılmalıdır.
- Şekil isimlerinde karakter büyüklüğü 28 punto olmalıdır.

### FORMÜLLER

$Ax=b$  (1)

- Formüller sütunların ortasına yerleştirilmelidir.
- Formüller, sağa dayalı, parantez içinde numaralanmalıdır.
- Denklemlere (1) şeklinde referans verilmelidir. Başlangıcında Denklem, Denk., Dk. vs gibi ifadeler kullanılmamalıdır.

### SONUÇLAR

- Poster özellikle görsel bir sunum olduğundan, açıklamaların sadece metin olarak sunulması yerine, şemalar, oklar vs. kullanarak izleyicinin dikkatini çekecek yöntemler kullanılmalıdır.
- Açıklamalar ve sunumlar basit bir dilde kısaca özetlenmelidir.



**TMMOB Makina Mühendisleri Odası  
İstanbul Şube Yönetim Kurulu Başkanı İlter ÇELİK'in "NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2011" Ödül Töreni'nin Açılışında Yaptığı Konuşma**

Merhaba Değerli Meslektaşlarım,

Değerli Öğretim Üyeleri,

Sevgili Öğrenciler,

Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi tarafından düzenlenen V. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI'na hoş geldiniz.



Yıllarca makina mühendisliği alanında uluslararası nitelikte bilimsel çalışmalar yapmış ve düşünceleri ile hep çağdaş kalmış olan, Odamızın 4 numaralı üyesi değerli Necdet Eraslan'ın adını ölümsüzleştirmek için 2003 yılında başlattığımız Proje Yarışması geleneği sürüyor.

Bu yıl "Engelleri Aşmak İçin Hayati Kolaylaştıracak Yenilikler" teması seçilerek; doğuştan veya sonradan herhangi bir nedenle hareketleri kısıtlanmış kişilerin, herkes gibi yaşamaları için mühendislik bilgi birikimi ve deneyimlerimiz ile hareket kısıtlılığını kısmen ya da tamamen

ortadan kaldıracak olan araç, gereç ve sistemleri ortaya koymak, var olanları daha da iyileştirmek duyarlılığının artırılması amaçlanmıştır.

Proje Yarışması'na sunulan önerilerin verimlilik, imalat kalitesi ve iş güvenliği gibi konularda; ulusal, sosyal, ekonomik, teknolojik ve ekolojik ve tabii ki en önemlisi kullanıcılar açısından faydalar öne süren bilimsel ve yenilikçi bir içerikte olması dikkate alınmıştır.

Sevgili konuklar,

Benim de içinde olduğum yarışmanın jürisinde değerli katkılarını esirgemeyen, Necdet Eraslan'ın oğlu Prof. Dr. Arsev Eraslan, Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Prof. Dr. Ayşegül Akdoğan Eker, İstanbul Teknik

Üniversitesi'nden Prof. Dr. Erdem İmraç, İstanbul Tabip Odası'ndan Dr. Erdoğan Mazmanoğlu, Sarıyer Belediyesi Engelliler Koordinasyon Merkezi'nden Mahmut Kement, Türkiye Sakatlar Derneği'nden Şükrü Boyraz, Makina Mühendisleri Odası'ndan Tefvik Peker, yarışma sekreteryalığını yürüten Sema Keban ve Özgür Arslan'a teşekkür ediyorum.

Bir iki hatırlatma yaparak konuşmamı bitiriyorum:



Biliyorsunuz Odamızın tüm şubelerinde genel kurullar yaklaşıyor. İstanbul Şube olarak 21-22 Ocak 2011 tarihinde Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumunda yapılacak genel kurulumuza katılımınızı bekliyoruz.

40 yılı aşındır, Demokrat Makina Mühendisleri Odamızı yönetmektedir. Çağdaş, demokratik, sanayileşen, üreten ve ürettiğini adaletlice paylaşan bir Türkiye için Demokrat Makina

Mühendisleri meslek ve meslektaş sorunları ile ülke sorunlarına dair sözünü her zaman söylemiş, söylemeye devam edecektir.

Değerli misafirler,

Tekrar yarışmamıza hoş geldiniz diyorum. Yarışmacılarımızın heyecanını konuşmalar biraz olsun yatıştırmıştır sanırım. Onlara da başarılar dilerim. Kolay gelsin.

### **BİLİM KURULU ÜYELERİ**

- 1- Prof. Dr. Arsev Eraslan / NASA - Emekli
- 2- Prof. Dr. Aşegül Akdoğan Eker / YTÜ
- 3- Prof. Dr. Erdem İmrak / İTÜ
- 4- Dr. Erdoğın Mazmanoğlu / İstanbul Tabip Odası
- 5- Mahmut Kement / Sarıyer Belediyesi Engelliler Koordinasyon Mrk.
- 6- Şükrü Boyraz / Türkiye Sakatlar Derneği
- 7- İlter Çelik / MMO



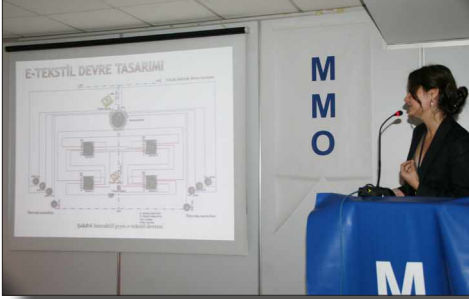


## **YARIŞMAYA KATILAN PROJELER**

1. Ahmet Ağaoğlu  
**Hareket Engelli İnsanlar İçin Mobilite, Transfer Ve Rehabilitasyon Platformu Tasarımı Ve Üretimi**
2. Ahmet Turan Özdemir  
**İç Ve Dış Ortamlarda Kullanılabilen Güvenlikli Ve Konforlu Elektrikli Engelli Aracı**
3. Ahmet Yusuf Cevher  
**Tekhap (Teknolojik Hap)**
4. Hatice Köse Bağcı  
**İşitme Engelli Çocuklar İçin Robot İşaret Dili Öğretmeni**
5. Mehmet Akif Ceylan  
**Gezgör**
6. Pınar Mert Cüce  
**Görme Engelliler İçin Sensörlü Yangın Tüpü**
7. İbrahim Delibaşoğlu - İrfan Kösesoy  
**İşitme Engelliler İçin Bilgisayarlı Görme Yazılımları Ve 3D Kameralar İle İnteraktif İşaret Dili Eğitim Seti**
8. Senem Kurşun Bahadır  
**Görme Engelliler İçin Akıllı Kıyafet Tasarımı**
9. Servet Soygüder, Hasan Allı  
**Mobil Klozet**
10. Uğur Özbek-Faruk Çankaya  
**Duyarlı Toplu Ulaşım Sistemi Projesi**

## **YARIŞMADA DERECEYE GİREN PROJELER**

1. YOK
  2. AHMET AĞAOĞLU  
**HAREKET ENGELLİ İNSANLAR İÇİN MOBİLİTE, TRANSFER VE REHABİLİTASYONA PLATFORMU TASARIMI VE ÜRETİMİ**
  2. SENEM KURŞUN BAHADIR  
**GÖRME ENGELLİLER İÇİN AKILLI KIYAFET TASARIMI**
  3. AHMET YUSUF CEVHER  
**TEKHAP (TEKNOLOJİK HAP)**
- MANSİYON**  
HATİCE KÖSE BAĞCI  
**İŞİTME ENGELLİ ÇOCUKLAR İÇİN ROBOT İŞARET DİLİ ÖĞRETMENİ**



Bilim Kurulu Üyeleri İçin Plaket



Yarışmaya Katılan Projeler İçin Teşekkür Belgesi

# NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013

6



tmmob  
makina mühendisleri odası  
istanbul şubesi

## VI. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013 HAVACILIK ve UZAYDA YENİLİKÇİ TASARIMLAR

### Konular

- İtki Sistemleri Tasarımı
- Aerodinamik Tasarım
- Uzay Araçları Tasarımı
- Malzeme

Konuyla ilgili olarak hazırlanacak projelerde uygulanabilirlik, verimlilik, maliyet, yeni teknoloji, teknoloji geliştirme, çevreye duyarlılık konularına dikkate alınacaktır.



BİRİNCİLİK ÖDÜLÜ : 10.000 TL  
İKİNCİLİK ÖDÜLÜ : 6.000 TL  
ÜÇÜNCÜLÜK ÖDÜLÜ : 4.000 TL

**23 KASIM 2013**

**İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi  
TAV Konferans Salonu Maslak/İSTANBUL**

TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Katip Mustafa Çelebi Mah. İpek Sok. No: 9 Beyoğlu / İSTANBUL Tel: 0212 252 95 00 Faks: 0212 249 86 74

İRTİBAT: Yenısahra Mah. Yavuz Selim Cad. No: 15 Kat:2 Ataşehir / İSTANBUL Tel: 0216 470 74 32 Faks: 0216 470 74 56

GSM: 0530 517 43 15 e-posta: necdeteraslan@mmo.org.tr web: www.necdeteraslan.org



NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013

# HAVACILIK ve UZAYDA YENİLİKÇİ TASARIMLAR

## 23 KASIM 2013

---

### PROJENİN ADI

HAVACILIK VE UZAYDA YENİLİKÇİ TASARIMLAR

### PROJENİN AMACI

Havacılık ve Uzay Teknolojileri konusunda araştırma-geliştirme ve yenilikçi tasarım yapan akademisyen, öğrenci ve amatör kişilerin araştırma ve geliştirme çalışmalarına destek vererek Türkiye’de Havacılık ve Uzay Teknolojilerinin gelişimine katkıda bulunmaktır.

### PROJENİN KAPSAMI

Havacılık ve Uzay Teknolojileri konusunda akademisyen, öğrenci ve amatör kişilerce yapılan aşağıdaki konuları kapsar.

#### **Aerodinamik Tasarım**

Havacılık ve uzay çalışmalarında kullanılan araçların aerodinamik olarak geliştirilmesi: Uçak, zeplin, roket gibi araçların aerodinamik performanslarını arttırmaya yönelik çalışmalar

#### **İtki Sistemleri Tasarımı**

Havacılık ve uzay çalışmalarında kullanılan araçların itki sistemlerinin geliştirilmesi: Turbofan, turbojet, roket gibi itki sistemlerinin verimini arttırıcı, çevreye olan zararlı kimyasal ve gürültü etkilerini azaltıcı çalışmalar.

#### **Malzeme**

Havacılık ve uzay araçlarında kullanılan malzemelerin geliştirilmesi ve kullanılması: Kompozit gibi yeterli

mukavemeti sağlayan ve bunun yanında hafif ve maliyeti düşük malzemelere yönelik çalışmalar.

#### **Uzay Araçları Tasarımı**

Uzay gemisi, uydu ve uydu yerleştirme araçları gibi insanlı veya insansız uzay araçlarının geliştirilmesi, uzaya fırlatılması ve kullanılması

Bu konularda hazırlanacak projelerde uygulanabilirlik, verimlilik, maliyet, yeni teknoloji, teknoloji geliştirme, çevreye duyarlılık konuları dikkate alınacaktır.

### **KİMLER KATILABİLİR?**

Yarışma Bilim Kurulu'nda yer alan üyelerin akrabaları ile Makina Mühendisleri Odası'nda görev alanlar ve profesyonel çalışma yürüten firmalar hariç herkese açıktır.

### **FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI**

Projelerin fikrî mülkiyet hakları proje sahiplerine aittir. Makine Mühendisleri Odası herhangi bir amaçla projeler üzerinde hak iddia etmeyecek ve projelerdeki fikirlerden de sorumlu tutulmayacaktır.

### **PROJENİN ÖDÜLLERİ**

BİRİNCİLİK ÖDÜLÜ	10.000 TL
İKİNCİLİK ÖDÜLÜ	6.000 TL
ÜÇÜNCÜLÜK ÖDÜLÜ	4.000 TL

### **YARIŞMA KOŞULLARI**

Özgün olması kaydıyla kapsam dâhilindeki her çeşit proje yarışmaya kabul edilecektir.



Buna göre projelerin aşağıdaki konularından hangisine daha uygun olduğu, katılımcı tarafından belirtilecektir.

- Buluş önerisi
- İnovasyon önerisi

Yarışmaya katılmak için yazım kurallarına uygun proje özeti ve ekte bulunan “Yayın İzin Belgesi ve Bilimsel Etik Beyanı” doldurularak imzalanarak en geç 5 Temmuz 2013 tarihine kadar Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'ne elden, posta veya kargo ile ulaştırılmalıdır.

Sonuçlar en geç 31 Temmuz 2013 gününe kadar proje sahiplerine bildirilecektir. Kabul edilen projelerin metni ve varsa afiş, poster, prototip, numune gibi tanıtıcı malzemeleri ise en geç 28 Eylül 2013 tarihine kadar teslim edilmelidir.

Finale kalan projeler en geç teslim tarihinden itibaren 15 gün içinde belirlenecek ve proje sahiplerine bildirilecektir.

Final sunumları ve ödül töreni 23 Kasım 2013 tarihinde İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi TAV Konferans Salonu (Maslak/İstanbul) 10:00-18:00 saatleri arasında gerçekleştirilecektir.

## **PROJE YAZIM KURALLARI**

Yazım dili Türkçe, verilen formata uygun, resim ve şekiller düzgün ve okunaklı olmalıdır.

### **1. Projenin Adı**

Projeye, amacına ya da işlevine uygun bir ad koyunuz.

### **2. Projenin Amacı**

Proje ile neyi / neleri amaçladığınızı yazınız.

### **3. Projenin Kapsamı**

Proje ile kim, ne/neler kapsamaktadır belirtiniz.

### **4. Projenin Özeti**

Proje özeti kısa ve anlaşılır olmalı ve tamamı 250 kelimeyi aşmamalıdır. Proje özetinde; proje kapsamında yapılacak te-

mel çalışmalar, projenin somut hedef ve sonuçları, proje sonunda ortaya çıkacak ürün anlatılmalıdır.

Özet aşağıda verilen unsurları içermelidir:

- Projenin amacı
- Kullanılan yöntem ve işlemler
- Gözlemler / Veriler / Bulgular

Özette; bulgular hakkında ayrıntılar, grafikler ve tablolar verilmemelidir. Süreç, yöntem veya sistemin sağlayacağı sosyal, ekonomik, teknik vb. yararların tümü açık bir biçimde özetlenmelidir.

### **5. Projenin Yenilikçi Yönü**

Projede hedeflenen ürün ve/veya süreç yeniliğinin benzerlerine göre üstünlükleri yazılmalıdır.

### **6. Projenin Maliyeti**

Projenin gerçekçi bir maliyet analizinin yapılması zorunlu değildir.

### **7. Projenin Kullanım Alanı**

Projenin neden ele alındığı, proje konusu ürünün nerelerde kullanılabileceği belirtilmelidir.

### **8. Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği**

Projenin gerçekleşmesi için gereken insan gücü, teknoloji ve malzemelerin günümüzde var olup olmadığı belirtilmelidir.

### **9. Literatür Araştırması**

Benzer ürün ve üretimler var ise bunlara ait patent ad ve numaraları, kullanılan teknik ve teknoloji bilgileri belirtilmelidir.

### **10. Kaynakça**

Bu proje için bilgilerin alındığı kaynaklar (alfabetik sıraya göre) belirtilmelidir.

### **11. Diğer hususlar**

Proje ile ilgili yukarıdaki maddelerde yer almayan hususlar bu bölümde belirtilmelidir.

### **12. Özgeçmiş**

Kısa bir özgeçmiş yazılmalıdır.



tmmob  
makina mühendisleri odası  
istanbul şubesi

# VI. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013 HAVACILIK ve UZAYDA YENİLİKÇİ TASARIMLAR

## BİLİM KURULU

PROF. DR. ARSEV ERASLAN  
PROF. DR. A. RÜSTEM ASLAN  
PROF. DR. M. ADİL YÜKSELEN  
PROF. DR. M. FEVZİ ÜNAL  
DOÇ. DR. N. L. OKŞAN ÇETİNER YILDIRIM  
DOÇ. DR. VEDAT ZİYA DOĞAN  
YRD. DOÇ. DR. HAYRİ ACAR  
VOLKAN NALBANTOĞLU  
ZEKİ ARSLAN  
OSMAN SERTER

**23 KASIM 2013**

İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi  
TAV Konferans Salonu Maslak / İstanbul

Bilim Kurulu Fotoblok

 tmmob  
makina mühendisleri odası  
İstanbul şubesi

# VI. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013

## HAVACILIK ve UZAYDA YENİLİKÇİ TASARIMLAR



**23 KASIM 2013**  
İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi  
TAV Konferans Salonu  
Maslak / İstanbul


**Birincilik Ödülü: 10.000 TL**  
**İkincilik Ödülü: 6.000 TL**  
**Üçüncülük Ödülü: 4.000 TL**

**PROF. EMERITUS DR. NECDET ERASLAN**

1938 yılında İstanbul'da doğan Prof. Dr. Necdet Eraslan, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde öğretim üresi ve başkanı olarak görev yapmıştır. 1960 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Doçentlik unvanını almıştır. 1965 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 1970 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 1975 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 1980 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 1985 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 1990 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 2010 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 2015 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 2020 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır. 2025 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Uçak Tasarım Anabilim Dalı'nda Profesör unvanını almıştır.

### Roll-Up

tmmob  
makina mühendisleri odası  
İstanbul şubesi



VI. NECDET ERASLAN  
PROJE YARIŞMASI

Sayın **Prof. Dr. Arsev ERASLAN**  
Bilim Kurulu Üyesi

Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

### Bilim Kurulu Plaket Örneği

 tmmob  
makina mühendisleri odası

VI. NECDET ERASLAN  
PROJE YARIŞMASI 2013  
23 KASIM 2013 / İTÜ TAV KONFERANS SALONU

**PROF. DR.  
M. FEVZİ ÜNAL**

**BİLİM KURULU ÜYESİ**

 tmmob  
makina mühendisleri odası

VI. NECDET ERASLAN  
PROJE YARIŞMASI 2013  
23 KASIM 2013 / İTÜ TAV KONFERANS SALONU

**SÜLEYMAN SOYER**

**YARIŞMACI**

 tmmob  
makina mühendisleri odası

VI. NECDET ERASLAN  
PROJE YARIŞMASI 2013  
23 KASIM 2013 / İTÜ TAV KONFERANS SALONU

**ÖZGÜR ARSLAN**

**ETKİNLİK SEKRETERİ**

### Yaka Kartı Örnekleri

YARIŞMA SIRA NO <b>1</b>	YARIŞMA SIRA NO <b>2</b>	YARIŞMA SIRA NO <b>3</b>	YARIŞMA SIRA NO <b>4</b>	YARIŞMA SIRA NO <b>5</b>	YARIŞMA SIRA NO <b>6</b>
VERİLEN PUAN (RAKAM)	VERİLEN PUAN (RAKAM)	VERİLEN PUAN (RAKAM)	VERİLEN PUAN (RAKAM)	VERİLEN PUAN (RAKAM)	VERİLEN PUAN (RAKAM)
VERİLEN PUAN (YAZI)	VERİLEN PUAN (YAZI)	VERİLEN PUAN (YAZI)	VERİLEN PUAN (YAZI)	VERİLEN PUAN (YAZI)	VERİLEN PUAN (YAZI)
B.K. ÜYESİ PARAFI MAK. PUAN: 15	B.K. ÜYESİ PARAFI MAK. PUAN: 15	B.K. ÜYESİ PARAFI MAK. PUAN: 15	B.K. ÜYESİ PARAFI MAK. PUAN: 15	B.K. ÜYESİ PARAFI MAK. PUAN: 15	B.K. ÜYESİ PARAFI MAK. PUAN: 15

### Bilim Kurulu Değerlendirme Tablosu

## VI. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013 PROGRAM

09.00 - 10.00 Kayıt

10.00 - 10.05 Sunuş

10.05 - 10.15 Açış Konuşması - Zeki ARSLAN

10.15 - 10.30 Necdet Eraslan Hakkında - Prof. Dr. Arsev ERASLAN

10.30 - 12.10 Projelerin sunumu

*Proje sunum sıralaması Yarışma günü kura çekimi ile yapılacaktır. Kura çekiminde ilk dört sırada yer alan projeler bu bölümde sunulacaktır.*

12.10 - 13.00 Yemek Arası

13.00 - 14.40 Projelerin sunumu

*Proje sunum sıralaması Yarışma günü kura çekimi ile yapılacaktır. Kura çekiminde ikinci dörtlüde yer alan projeler bu bölümde sunulacaktır.*

14.40 - 15.20 Çay arası (Bilim Kurulu Sunum Değerlendirmesi)

15.20 - 16.00 Dereceye Giren Projelerin Açıklanması ve Ödül Töreni

### YARIŞMADA SUNUM YAPMAYA HAK KAZANAN PROJELER

- 1 Bulanık Ortamda Metal Malzeme Seçimi İçin Çok Ölçütlü Grup Karar Verme
- 2 Epoksi Matrisli Aramid Takviyeli Balistik Amaçlı Kompozit Malzeme
- 3 Helikopter Acil Statik Elektrik Deşarj Sistemi
- 4 Hibrit Roket Motorlarında Basınç Dalgalarının Azaltılması
- 5 Lazer Kaynaklı Uçak Motor Parçalarında Kaynak Hassasiyeti İçin Varest-rant Test Düzenegi
- 6 Otonom / Uzaktan Kumandalı Paraşüt Sistemi İle Faydalı Yük Atma Projesi
- 7 Sabit Kanatlı Mini İnsansız Hava Aracına, Çevreye Duyarlı Elektrikli Hibrit İtici Sistemi Yaklaşımıyla Dikey İniş Kalkış Kabiliyeti Kazandırılması ve Verim Artışı Sağlanması
- 8 Tek Yakıcı Yakıt Tanklı Katı Yakıt Kademeli Karma Roket Motoru Tasarımı





tmmob  
makina mühendisleri odası  
istanbul şubesi

# VI. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 23 KASIM 2013

## TEŞEKKÜR BELGESİ

Sayın **SİNEM ÇEVİK ÜZGÜR**

Proje yarışmasına yapmış olduğunuz katkılar için teşekkür eder, başarılarınızın devamını dileriz.

**Zeki ARSLAN**

Makina Mühendisleri Odası  
İstanbul Şube  
Yönetim Kurulu Başkanı

## HAVACILIK ve UZAYDA YENİLİKÇİ TASARIMLAR





**TMMOB Makina Mühendisleri Odası  
İstanbul Şube Yönetim Kurulu  
Başkanı Zeki ARSLAN'ın "NECDET  
ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2013"  
Ödül Töreni'nin Açılışında Yaptığı  
Konuşma**

Merhaba Değerli Meslektaşlarım,  
Değerli Öğretim Üyeleri,  
Sevgili Öğrenciler,

Makina Mühendisleri Odası adına  
İstanbul Şube tarafından düzenle-  
nen VI. NECDET ERASLAN PROJE  
YARIŞMASI'na hoş geldiniz.

Yıllarca havacılık ala-  
nında uluslararası  
nitelikte bilimsel ça-  
lışmalar yapmış ve  
düşünceleri ile hep  
çağdaş kalmış olan,  
Odamızın 4 sicil nu-  
maralı üyesi Prof.Dr.  
Necdet Eraslan'ın  
adını ölümsüzleştir-  
mek için 2003 yılında  
başlattığımız Proje  
Yarışması geleneği  
sürüyor.

Necdet Eraslan Proje  
Yarışması 2003 yılın-  
da "Enerji" alanında  
bilim ve teknolojiyi  
sorgulayan bir içe-  
rikle başladı, 2005  
ve 2007 yıllarında ise  
"Robotikte Bilim ve  
Teknoloji", 2009 yı-  
lında "Enerjide Bilim  
ve Teknoloji", 2011  
yılında ise "Engelleri

Aşmak İçin Hayatı Kolaylaştıracak Ye-  
nilikler" teması ile devam etti.

2013 yılında ise "Havacılık ve Uzayda  
Yenilikçi Tasarımlar" teması seçilerek,  
havacılık ve uzay teknolojileri konu-  
sunda araştırma-geliştirme ve yeni-  
likçi tasarım yapan akademisyen, öğ-  
renci ve amatör kişilerin çalışmalarına  
destek vererek Türkiye'de havacılık ve  
uzay teknolojilerinin gelişimine katkı-  
da bulunulması amaçlandı.

Sevgili konuklar,

Yarışmanın bilim kurulunda yer alarak  
değerli katkılarını esirgemeyen, Nec-  
det Eraslan'ın oğlu Prof. Dr. Arsev Eras-  
lan, İstanbul Teknik Üniversitesi'nden



Prof. Dr. Rüstem Aslan, Prof. Dr. Adil Yükselen, Prof. Dr. Fevzi Ünal, Doç.Dr. Okşan Çetiner Yıldırım, MMO İstanbul Şube UHUM MDK Üyesi Doç.Dr. Vedat Ziya Doğan, MMO İstanbul Şube UHUM MDK Başkanı Yrd. Doç.Dr. Hayri Acar, MMO Ankara Şube UHUM MDK Üyesi Volkan Nalbantoğlu, MMO İstanbul Şube Yönetim Kurulu Saymanı Osman Serter'e ayrıca yarışmanın düzenlenmesinde emekleri geçen MMO İstanbul Şube UHUM MDK Üyesi Akın Altunay, MMO İstanbul Şube UHUM MDK Üyesi Sema Keban ve MMO İstanbul Şube UHUM MDK Üyesi Özgür Arslan'a teşekkür ediyoruz.

Bir iki hatırlatma yaparak konuşmamı uzatmadan bitirmek istiyorum;

Biliyorsunuz Odamızın tüm şubelerinde genel kurullar yaklaşıyor. İstanbul

Şube olarak 18-19 Ocak 2013 tarihinde Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumunda yapılacak genel kurulumuza katılımınızı bekliyoruz.

40 yılı aşkındır, Demokrat Makina Mühendisleri Odamızı yönetmektedir. Çağdaş, demokratik, sanayileşen, üreten ve ürettiğini adaletlice paylaşan bir Türkiye için Demokrat Makina Mühendisleri meslek ve meslektaş sorunları ile ülke sorunlarına dair sözünü her zaman söylemiş, söylemeye devam edecektir.

Değerli misafirler,

Tekrar yarışmamıza hoş geldiniz diyorum. Yarışmacılarımızın heyecanını konuşmalar biraz olsun yatıştırmıştır sanırım. Onlara da başarılar dilerim. Kolay gelsin.





## VI. Necdet Eraslan Proje Yarışması 2013

2003 yılında, Odamızın 4 sicil no'lu değerli üyesi Uçak Yüksek Mühendisi Necdet Eraslan'ı anmak amacıyla başlattığımız "Necdet Eraslan Proje Yarışması"nın altıncısını, Havacılık ve Uzayda Yenilikçi Tasarımlar temasıyla 23 Kasım 2013 Cumartesi günü İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi TAV Konferans Salonu'nda gerçekleştirdik.

Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şube Başkanı Zeki Arslan'ın açılış konuşmasıyla başlayan etkinlik, Necdet Eraslan'ın oğlu Prof. Dr. Arsev Eraslan'ın konuşması ve Necdet Eraslan ve Türkiye'de havacılığın gelişmesine sunduğu katkıları anlatan sunumuyla devam etti.

Oturum Başkanlığını Bilim Kurulu üyesi

Yrd. Doç. Dr. Hayri Acar yaptığı etkinlikte kura sırasına göre tespit edilen yarışmacılar tek tek çağrılarak kürsüden sunumlarını yaptılar ardından Bilim Kurulu üyelerinin sorularına cevap verdiler.

Yarışmanın Bilim Kurulu Üyeleri; Prof. Dr. Arsev Eraslan, Prof. Dr. A. Rüstem Aslan, Prof. Dr. M. Adil Yükselen, Prof. Dr. M. Fevzi Ünal, Doç. Dr. N. L. Okşan Çetiner Yıldırım, Doç. Dr. Vedat Ziya Doğan, Yrd. Doç. Dr. Hayri Acar, MMO Ankara Şube UHUM MDK üyesi Volkan Nalbantoğlu, MMO İstanbul Şube Yönetim Kurulu Başkanı Zeki Arslan, MMO İstanbul Şube Yönetim Kurulu Saymanı Osman Serter yarışma sonucunda yaptıkları 3. Değerlendirmede; 1.'lik ödülüne hiçbir projeyi uygun görmediler. 2.'lik ödülüne "Epoksi Matrisli Aramid Takviyeli balistik Amaçlı Kompozit Malzeme" konulu projesiyle Yusuf Kuzu layık görülmüştür.

### YARIŞMADA DERECEYE GİREN PROJELER

1. YOK

2. YUSUF KUZU

EPOKSİ MATRİSLİ ARAMİD TAKVİYELİ BALİSTİK AMAÇLI KOMPOZİT MALZEME

3. SÜLEYMAN SOYER

OTONOM/ UZAKTAN KUMANDALI PARAŞÜT SİSTEMİ İLE FAYDALI YÜK ATMA PROJESİ

3. MELİH CEMAL KUŞHAN - SİNEM ÇEVİK ÜZGÜR

LAZER KAYNAKLI UÇAK MOTOR PARÇALARINDA KAYNAK HASSASİYETİ İÇİN VARESTRAINT TEST DÜZENEGİ

3. AYHAN YAĞCI - NAZMİ ERDİ COŞKUNPINAR

TEK YAKICI TANKLI KATI YAKIT KADEMELİ KARMA ROKET MOTORU TASARIMI

3.'lük ödülünü 3 proje arasında paylaştırdı.

- “Otonom/ Uzaktan Kumandalı Paraşüt Sistemi ile Faydalı Yük Atma Projesi” ile Süleyman Soyer
- “Lazer Kaynaklı Uçak Motor Parçalarında Kaynak Hassasiyeti İçin Varest-rant Test Düzenegi” projesi ile Melih Cemal Kuşhan ve Sinem Çevik Üzgür
- “Tek Yakıcı Yakıt Tanklı Katı Yakıt Kademeli Karma Roket Motoru Tasarı-

ımı” projesi ile Ayhan Yağcı ve Nazmi Erdi Coşkunpınar ödülü almaya hak kazandılar.

1 adet 2.'lik ödülü	6.000 TL
3 adet 3.'lük ödülü	4.000 TL
<b>Toplam Ödül</b>	<b>18.000 TL</b>

Etkinlik Bilim Kurulu üyelerine, Şube Başkanının plaket vermesi ve tüm yarışma katılımcılarına Teşekkür Belgesi vermesi ile sona erdi.





# NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2015

7

## NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2015

HİDROLİK ve PNÖMATİKTE YENİLİKÇİ TASARIM VE UYGULAMALAR



- Hidrolik
- Pnömatik
- Otomasyon ve Kontrol Tekniği

Konularıyla ilgili hazırlanacak projelerde uygulanabilirlik, verimlilik, maliyet, yeni teknoloji, teknoloji geliştirme, çevre duyarlılığı dikkate alınacaktır.

BİRİNCİLİK  
ÖDÜLÜ  
10.000 TL

İKİNCİLİK  
ÖDÜLÜ  
6.000 TL

ÜÇÜNCÜLÜK  
ÖDÜLÜ  
4.000 TL



tmmob  
makina mühendisleri odası  
istanbul şubesi

**7KASIM2015**  
**İSTANBUL**

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2015

# HİDROLİK ve PNÖMATİKTE YENİLİKÇİ TASARIM ve UYGULAMALAR 7 KASIM 2015

## PROJENİN ADI

HİDROLİK ve PNÖMATİKTE YENİLİKÇİ TASARIM ve UYGULAMALAR

## PROJENİN AMACI

Hidrolik Pnömatik Teknolojileri konusunda araştırma-geliştirme ve yenilikçi tasarım ve uygulamalar yapan akademisyen, öğrenci ve amatör kişilerin araştırma ve geliştirme çalışmalarına destek vererek Türkiye’de Hidrolik Pnömatik Teknolojilerinin gelişimine katkıda bulunmaktadır.

## HİDROLİK

- Endüstriyel Hidrolik
- Mobil Hidrolik
- Marin Hidrolik
- Hidrolik Devre Tasarımı
- Hidrolik Devre Elemanları ve Uygulama Teknikleri
- Havacılık ve Uzay Uygulamaları
- Oransal ve Servo Sistemler
- Sayısal Hidrolik
- Hidrolik Akışkanlar, Sızdırmazlık, Filtreleme
- Tasarım, Sistem ve Makina Güvenliği
- Enerji Verimliliği
- Hidrostatik Tahrik ve Kapalı Devre Teknolojisi
- Yük Duyarlı Kontrol Sistemleri

- Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği
- Mikro ve Nano Akışlar
- Bakım ve Arıza Giderme Teknikleri
- Sektörel Uygulamalar

## PNÖMATİK

- Pnömatik Devre Tasarımı
- Pnömatik Devre Elemanları ve Uygulama Teknikleri
- Havacılık ve Uzay Uygulamaları
- Basıncılı Havanın Hazırlanması ve Şartlandırma Elemanları
- Pnömatikte Mobil Uygulamalar
- Tasarım, Sistem ve Makina Güvenliği
- Enerji Verimliliği

## PROJENİN KAPSAMI

Hidrolik Pnömatik Teknolojileri konusunda akademisyen, öğrenci ve amatör kişilerce yapılan aşağıdaki konuları kapsar.

## PROJENİN ÖDÜLLERİ

- Birincilik Ödülü : 10.000 TL  
İkincilik Ödülü : 6.000 TL  
Üçüncülük Ödülü : 4.000 TL

- Pnömatik Kontrol
- Vakum Tekniği
- Bakım ve Arıza Giderme Teknikleri
- Sektörel Uygulamalar

## OTOMASYON ve KONTROL TEKNİĞİ

- Oransal ve Servo Kontrol
- Hidrolik ve Pnömatik Sistemlerin Simülasyonu
- Kontrol, Algılama ve Ölçüm Elemanları
- Hidrolik ve Pnömatikte Robotik Uygulamalar
- Mekatronik Sistemlerde Hidrolik ve Pnömatik Uygulamalar
- Hidrolik ve Pnömatik Test Sistemleri





# NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2015

## YAYIN İZİN BELGESİ ve BİLİMSEL ETİK BEYANI

Adı / Soyadı	
İletişim	
Proje Adı	
Proje Özeti	
Projenin Yenilikçi Yönü	

## KATILIMCI ONAYI

Necdet Eraslan Proje Yarışması 2015 için Proje Hazırlama Kılavuzu Esaslarına uygun olarak hazırlayarak TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'ne sunduğum yukarıda tanımlı proje adı ve özetiyle yarışma ile ilgili olarak dergi, broşür ve web sayfalarında yayınlanmasına izin veriyorum.

Tarih

Adı / Soyadı

İmza

## BİLİMSEL ETİK BEYANI

Necdet Eraslan Proje Yarışması 2015'e katıldığım yukarıda yazılı proje adı, konusu, düşünce ve uygulamaların tamamen bana ait olduğunu beyan ederim.

Tarih

Adı / Soyadı

İmza



**tmmob**  
**makina mühendisleri odası**  
**İstanbul şubesi**

Katip Mustafa Çelebi Mah. İpek Sok. No: 9

Beyoğlu / İSTANBUL

Tel: 0212 252 95 00 (D: 134) GSM: 0530 317 43 15

e-posta: necdeteraslan@tmmob.org.tr

web: www.necdeteraslan.org







2003 yılında, Odamızın 4 sicil no'lu değerli üyesi Uçak Yüksek Mühendisi Prof. Dr. Necdet Eraslan'ı anmak amacıyla başlattığımız "Necdet Eraslan Proje Yarışması"nın yedincisini, "Hidrolik ve Pnömatikte Yenilikçi Tasarım ve Uygulamalar" temasıyla Kasım Cumartesi günü gerçekleştirdik.



Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şube Başkanı Zeki Arslan'ın açılış konuşmasıyla başlayan etkinlik, Necdet Eraslan'ın oğlu Prof. Dr. Arsev Eraslan, "Necdet Eraslan Hakkında" sunum ve konuşmasıyla devam etti.

Bu yılki teması "Hidrolik ve Pnömatikte Yenilikçi Tasarım ve Uygulamalar" olarak belirlenen VII. Necdet Eraslan Proje Yarışması, MMO İstanbul Şube Yönetim Kurulu Başkanı Zeki Arslan'ın açılış konuşmasıyla başladı. Açılış konuşmasının ardından, hidrolik pnömatik ve otomasyon sektörlerinde deneyimli üye, uzman, yönetici ve bilim insanlarından oluşan Bilim Kurulu tarafından değerlendirilmiş ve final sunumu yapmaya hak kazanmış 6 projenin sa-

hipleri sunumlarını gerçekleştirdiler.

Bilim Kurulu'nun yaptığı değerlendirmenin ardından dereceye giren projeler açıklandı: 1.'lik ödülüne hiçbir proje uygun bulunmayan yarışmada 2.'lik ödülünü "Tek Milli Elektro Hidrostatik Eyleyici Geliştirilmesi ve Denetimi" ile Hakan ÇALIŞKAN ve "Hidrolik Sürücü Sistemlerinin Testleri için Elektro-Hidrolik Yük Simülatorü Tasarımı" H. Ulaş AKOVA paylaştılar, 3.'lük ödülünü ise "Gemi Hidrolik Sistemleri Tasarım ve Simülasyon Yazılımı" projeleriyle Alper ZİHNİOĞLU, Melek ERTOĞAN ve Şeniz ERTUĞRUL ödül almaya hak kazandılar.

Etkinlik; Antoine Hanna, Arsev Eraslan, A. Haydar Karaçam, Fatih Özcan, H. Cengiz Celep, Metin Güleç, Metin Perinçek, Mustafa İleri, Necip Çayan, Nurtaç Akdağ, Şemsettin Işıl, Oktay Özcan, Osman Serter, Zeki Arslan'dan oluşan Bilim Kurulu üyelerine ve bütün katılımcılara teşekkür belgelerinin verilmesiyle sona erdi.



### **BİLİM KURULU ÜYELERİ**

- Abdullah Parlar / Akder Akışkan Gücü Derneği
- Antoine Hanna / Sistem Kontrol
- Prof. Dr. Arsev Eraslan / NASA - Emekli
- A. Haydar Karaçam / Mert Akışkan Gücü
- Fatih Özcan / Rota Teknik
- H. Cengiz Celep / Entek
- Metin Güleç / Teknik Otomasyon
- Metin Perinçek / Hidropar Ankara
- Mustafa İleri / Mert Teknik
- Necip Çayan / Parker
- Nurtaç Akdağ / Atlas Copco
- Şemsettin Işıl / Rota Teknik
- Oktay Özcan / Kemerburgaz Üniversitesi
- Osman Serter / MMO
- Zeki Arslan / MMO

### **YARIŞMAYA KATILAN PROJELER**

1. Emre Şahin - Prof. Dr. Bilgin Kaftanoğlu, Endüstriyel Tip Elektro-Hidrolik Vakumlu Temizlik Aracının Endüstriyel Tip Elektro-Hidrolik Vakumlu Temizlik Aracının Test Edilmesi ve İmalatı
2. Yücel Yılmaz - Bilal Kaya, Endüstriyel Otomasyon Sistemlerinde Çalışan Operatörlerin Gerçek Zamanlı Nabız Kontrolü
3. Nuray Kayakol, Kaviteasyonlu Hidrosiklon Separatör Tasarımı
4. Mustafa Timur, Hidrolik Test Ünitesi Kullanılmadan Yapay Zeka Algoritmaları Kullanılarak Sürtünme Malzemelerinin İyileştirilmesi
5. Hayrettin Ulaş Akova, Hidrolik Sürücü Sistemlerinin Testleri İçin Elektro-Hidrolik Yük Simülatörü Tasarımı, Üretim ve Kontrolü
6. Alper Zihnioğlu - Melek Ertogan - Şeniz Ertuğrul, Gemi Hidrolik Sistemleri Tasarım ve Simülasyon Yazılımı
7. Barış Elbüken, Sıvı ya da Gaz Geçiren Hidrolik/Pnömatik Tesisatlarda, Aktüatörler Tarafından Sürülen Akışkanın Sevk Hızını Doğrudan Ve Doğrusal Olarak Hassas Biçimde Kontrol ve Ayarlama Kullarılabilecek Bir Doğrusal Ayar Vanasının Tasarımı
8. Mustafa Gökhan Türer, Hidrolik Retarder İçin Enerjetik Malzeme Gücü Kullanımı ve Soğutma Tüpü İle Soğutma Projesi
9. Fahri Süslü - Mehmet Ali Felek - Mehmet Ali Beyazgül, Tekerlekli Sandalyeler İçin Hafif Bir Hidrolik Kaldıraç
10. Hakan Çalışkan, Tek Milli Elektro Hidrostatik Eyleyici Geliştirmesi ve Denetimi
11. Hüseyin Günerhan - Alp Akın, Güneş Enerjili Bir Sistemle Madeni Yağların Su İçeriğinden Arındırılması





## YARIŞMADA DERECEYE GİREN PROJELER

1. YOK

2. HAKAN ÇALIŞKAN

**TEK MİLLİ ELEKTRO  
HİDROSTATİK EYLEYİCİ  
GELİŞTİRİLMESİ VE  
DENETİMİ**

2. H. ULAŞ AKOVA

**HİDROLİK SÜRÜCÜ  
SİSTEMLERİNİN TESTLERİ  
İÇİN ELEKTRO-HİDROLİK  
YÜK SİMÜLATÖRÜ  
TASARIMI**

3. ALPER ZİHNİOĞLU,  
MELEK ERTOĞAN, ŞENİZ  
ERTUĞRUL

**GEMİ HİDROLİK  
SİSTEMLERİ TASARIM VE  
SİMÜLASYON YAZILIMI**





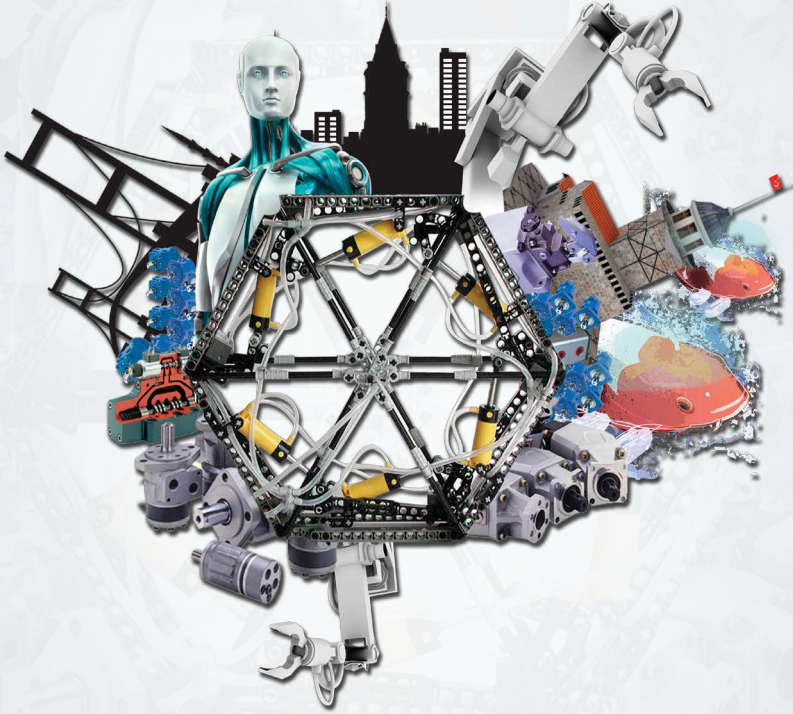
# NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2017

8



tmmob  
makina mühendisleri odası  
istanbul şubesi

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2017



**KONTROL, OTOMASYON ve  
ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER**

**16 ARALIK 2017**

Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Adres: Katip Mustafa Çelebi Mah. İpek Sok. No: 9 Beyoğlu / İSTANBUL Tel: 0212 252 95 00/211  
GSM: 0530 517 43 15 e-posta: necdeteraslan@mmo.org.tr web: www.necdeteraslan.org

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI 2017

# KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER 16 ARALIK 2017

## PROJENİN ADI

Kontrol, Otomasyon ve Robotikte Yeni Teknolojiler

## PROJENİN AMACI

Kontrol, Otomasyon ve Robotikte Yeni Teknolojiler konusunda araştırma–geliştirme, tasarım ve uygulama yapan akademisyen, öğrenci ve amatör kişilerin araştırma ve geliştirme çalışmalarına destek vererek Türkiye’de kontrol, otomasyon ve robotik teknolojilerinin gelişimine katkıda bulunmaktadır.

## PROJENİN KAPSAMI

Kontrol, Otomasyon ve Robotikte Yeni Teknolojiler konusunda akademisyen, öğrenci ve amatör kişilerce yapılan aşağıdaki konuları kapsar.

Artırılmış Gerçeklik  
Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti  
Enerji Yönetimi  
Görüntüleme Teknolojileri  
Güvenlik Sistemleri  
İnsan Makina Etkileşimi  
İnsansız Araçlar  
İşbirlikçi Robotlar  
Makina Öğrenmesi  
Mekatronik  
Mobil Teknolojiler  
Tıbbi Uygulamalar  
Ulaşım Teknolojileri  
Uydu Teknolojileri  
Yapay Zekâ

## KİMLER KATILABİLİR?

Yarışma Bilim Kurulu’nda yer alan üyelerin akrabaları ile Makina Mühendisleri Odası’nda görev alanlar ve profesyonel çalışma yürüten firmalar hariç herkese açıktır.

## FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Projelerin fikrî mülkiyet hakları proje sahiplerine aittir. Makina Mühendisleri Odası herhangi bir amaçla projeler üzerinde hak iddia etmeyecek ve projelerdeki fikirlerden de sorumlu tutulmayacaktır.

## PROJENİN ÖDÜLLERİ

BİRİNCİLİK ÖDÜLÜ : 10.000 TL  
İKİNCİLİK ÖDÜLÜ : 6.000 TL  
ÜÇÜNCÜLÜK ÖDÜLÜ : 4.000 TL

## YARIŞMA KOŞULLARI

Özgün olması kaydıyla kapsam dâhilindeki her çeşit proje yarışmaya kabul edilecektir.

Buna göre projelerin aşağıdaki konu başlıklarından hangisine daha uygun olduğu, katılımcı tarafından belirtilecektir.

- Buluş önerisi
- İnovasyon önerisi

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

- Prof. Dr. Arsev Eraslan / NASA - Emekli
- Bahadır Kılıç / STAUBLI Sanayi Makina ve Aksesuarları Ticaret Ltd. Şti.
- Battal Kılıç / MMO
- Cem Emre Tural / ABB Elektrik Sanayi A.Ő.
- Doç. Dr. Erdinç Altuğ / İTÜ Makina Mühendisliği Bölümü
- E. Alkım Erdönmez / ENTEK İnsan Kaynakları Eğitim Hizmetleri Ve DanıŐmanlık Ticaret A.Ő.
- Dr. Hüseyin Halıcı / ENOSAD Yönetim Kurulu Başkanı
- Sarp Akal / Makina Mühendisi
- Doç. Dr. Zeki Yağız Bayraktaroğlu / İTÜ Makina Mühendisliği Bölümü

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

**PROJELER**



---

**MOBİL ROBOTLARIN BİLİNMEYEN ORTAMDA  
HAREKET KABİLİYETLERİ İÇİN YAPAY ZEKA  
TABANLI YÖN BULMA ALGORİTMALARI  
KULLANARAK ORTAMIN HARİTASININ  
ÇIKARTILMASI**

**AYDIN GÜLLÜ**  
aydingullu@trakya.edu.tr

---



VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

**Aydın GÜLLÜ (Yrd. Doç. Dr.)**

Aydın GÜLLÜ 11.05.1986 yılı İstanbul doğumludur. İTO Anadolu Meslek Lisesi Elektronik bölümünde lise eğitimi tamamladıktan sonra, 2005 yılında Marmara Üniversitesi TEF Mekatronik Eğitimi Programında lisans eğitime başlamıştır. 2009 yılında aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik A.B.D. Yüksek Lisans programından mezun olmuştur. 2010 yılında Trakya Üniversitesi FBE Makine Mühendisliği bölümünde doktora eğitime ve aynı yıl Trakya Üniversitesi İpsala Meslek Yüksekokulu'nda Öğretim Görevlisi kadrosunda çalışmaya başlamıştır. 2017 yılında doktora eğitimini tamamlayarak Yardımcı Doçent Kadrosuna atanmıştır.

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

**İçindekiler**

Ön Söz / Teşekkür

Özet

I. Giriş

1. Mobil Robotlar

2. Yapay Zeka

2.1 Derinlik Öncelikli Arama (DFS - Depth-First Search)

2.2. Genişlik Öncelikli Arama (BFS - Breadth-first search)

2.3. Dijkstra En Kısa Yol Algoritması

3. Fiziksel Test Ortamı

II. Projenin Yenilikçi Yönü

III. Projenin Maliyeti

IV. Projenin Kullanım Alanları

V. Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği

VI. Literatür Araştırması

VII. Tartışma ve Sonuç

VIII. Kaynakça

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **Şekiller**

Şekil 1. Bir Mobil Robotun Yapısı ve Donanımlarının Etkileşimi

Şekil 2. Diferansiyel Sürüş Örnek Dönme Hareketi

Şekil 3. Grafik Tipi Veri Gösterimi

Şekil 4. Çizgi Labirent Ortamı

Şekil 5. Koridor Labirent Gösterimi

Şekil 6. Ortamın Tanımlanmasında Algoritmaların Kıyaslanması

Şekil 7. En Kısa Yol Algoritmalarının Kıyaslanması

### **Ön Söz / Teşekkür**

İnsanların hayatlarını kolaylaştıracak akıllı ürünler üretmek için makineler ile yapay zeka kavramları birlikte kullanılmaktadır. Tanımlanan bir görevi yerine getiren makineler artık ortamdan aldığı bilgiler ile kendi karar verme mekanizmalarını geliştirmektedir. Bu çalışma kapsamında bir gezgin robotun ortamı tanımlanması ve ortamda verilen görevi yerine getirmesi için yapay zeka tabanlı yön bulma algoritmaları kullanılmıştır. Yazılım bir robotun gerçek zamanlı çalışabilmesi için yapılandırılmış ve günlük hayatta kullandığımız bazı makineler için uyarlanabilecek hale getirilmiştir.

Yazılım ve donanım geliştirme çalışmaları kısmında destek olan Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU'ya ve projenin gerçek bir robot ile test edilmesi için gerekli maddi desteği sağlayan Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (2014/04) teşekkür ederim.

Aralık 2017  
Aydın GÜLLÜ

## ÖZET

Bu çalışmada mobil robotlar ile ortamın tanımlaması amaçlanmaktadır. Ortamın tanımlanmasından sonra robot otonom olarak hareket ederek etkili bir şekilde çalışabilecektir. Örnek olarak geniş alanların temizlenmesinde otonom temizlik robotlarının kullanılması ve etkili bir şekilde çalışması işleri kolaylaştırmaktadır. Tam anlamıyla kendi kendine çalışabilecek bir mobil robot için, ortamda hareket etme ve ortamın tamamının tanımlanabilmesi için ortamın haritasının çıkarılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında mobil robot üzerine yerleştirilen algılayıcılar vasıtası ile ortam algılanmakta ve yapay zeka tabanlı grafik arama algoritmaları ile ortam haritalandırılmaktadır.

Bu çalışmada, mobil robot oluşturulan labirent ortamı içerisine konulmuştur. Robot labirentin tamamında dolaşarak ortamı tanımlamıştır. Ortamın tanımlanmasında yapay zeka tabanlı hibrid bir algoritma geliştirilmiştir. Analiz için, duvar takibi, derinlik öncelikli arama, genişlik öncelikli arama algoritmaları ile testler yapılmıştır. Ortamın gerçek zamanlı taranmasında derinlik öncelikli arama ve genişlik öncelikli arama algoritmaları, Dijkstra en kısa yol algoritması ile bütünleşik çalıştırılmıştır. Bu hibrid çalışma gerçek ortamın keşfi için daha verimli sonuçlar vermektedir. Ortamın keşfi sonucunda tüm ortam labirent grafik yapısına dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm sonrasında robotun gideceği tüm yerlerin mesafeleri ve bir yerden bir yere giderken kullanacağı rota bilgileri çıkarılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Mobil Robotlar, Yapa Zeka, Alan Tarama.

## I. GİRİŞ

Robot, istenilen görevleri yerine getirmek için tasarlanmış mekatronik sistemdir. Robotlar önceden programlanabileceği gibi otonom olarak çalışarak da istenilen görevleri yerine getirebilirler. Robotlar için çeşitli sınıflandırmalar vardır. Bunlar kullanıldığı yer, robotun sabit veya hareketli oluşu ya da çalıştığı ortam olabilir. Hareketli robotlar gezgin veya mobil robot olarak isimlendirilmektedir. Belirli bir ortamda hareket ederek istenilen görevleri yeri getirebilirler. Bu robotların çalıştığı ortam ise hava, kara ve su olabilir. Geliştirilen bazı özel robotlar ise bu ortamların birkaçında çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Mobil robot yapı itibari ile mekanik bir şasi, hareket etmesi için eyleyici, çevresini algılayan algılayıcılar ve tüm bu donanımı kontrol eden denetleyici elemandan oluşur. Kullanılacağı iş için tasarlanan mekanik şasi üzerine tüm donanımlar eklenir. Hareketi sağlayan eyleyici olarak çoğunlukla doğru akım elektrik motoru kullanılır. Robotun otonom olarak hareket etmesi için bir karar mekanizmasına gerek vardır. Bu işlem bir denetleyici eleman tarafından sağlanır. Denetleyici olarak, mikrodenetleyici entegreler, bilgisayarlar ve özel tasarlanan bütünleşik devreler kullanılabilir. Bu kontrolörler mobil robot üzerinde bulunan motorları kontrol ederek hareketi sağlayabilir. Hareketin verimli ve düzgün olabilmesi için ortamdan bazı sinyaller alınması gerekmektedir. Robotun yönünün, konumunun, etrafındaki nesnelerin algılanması için çeşitli algılayıcılar geliştirilmiştir. Robotun yerine getireceği işleme göre seçilen algılayıcılar şasi üzerine monte edilir. Robot üzerinde bulunan denetleyici ise verilen görev çerçevesinde algılayıcılardan aldığı bilgileri yorumlayarak motorları hareket ettirir. Yukarıda sayılan donanımlar bir mobil robotun otonom çalışabilmesi için gereklidir. Verilen görevin karmaşık olması robotun çalışmasını zorlaştırır. Bu durumda robotun donanımlarının kontrolü için mikrodenetleyici üzerinde iyi bir yazılım algoritmasının geliştirilmesi gerekmektedir. İnsan gibi, karşılaştığı durumlardan mantıksal veya öğrenilmiş kazanımlarla çıkarımlar üretmesi gerekmektedir. Bu kapsamda yapay zeka kavramı ortaya çıkmaktadır. İnsan gibi hareket etme veya davranmak amacı ile çeşitli yapay zeka algoritmaları geliştirmiştir.

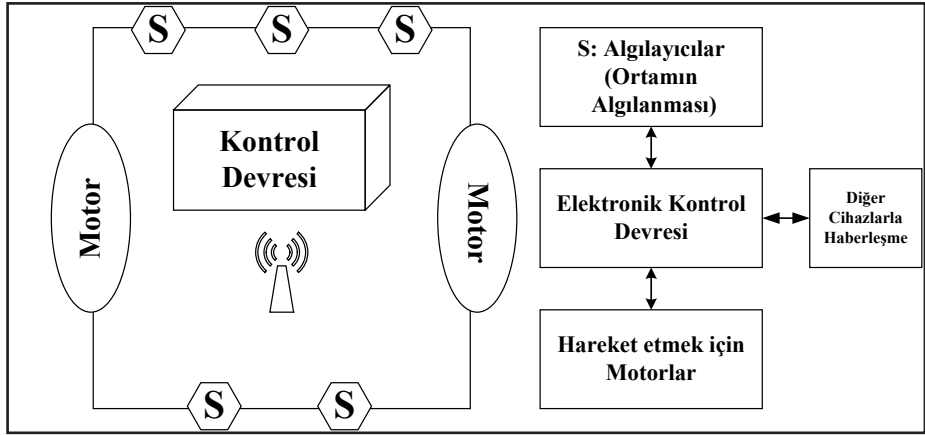
### 1. Mobil Robotlar

Mobil robot, her hangi bir noktaya sabitlenmeden, hareket edebilen mekatronik bir sistemdir. Hareket ortamı hava, kara veya su olabilir. Bu robotlar biri tarafında kontrol edilerek hareket edebileceği gibi, belirtilen görev neticesinde kendi kendilerine de hareket edebilirler. Kendi karar mekanizması olan bu robotlara otonom robotlar denilmektedir. Bir mobil robot; mekanik şase, hareketi sağlayan donanım, çevreyi algılayan algılayıcılar, denetleyici eleman ve elektronik devreden oluşur. Robotlar kullanılacağı yere ve işlevine göre çeşitli boyutlarda tasarlanırlar [1-4].

Önceleri askeri alanda kullanılan mobil robotlar, günümüzde birçok yerde kullanılmaktadır. Bu kapsamda ticari olarak birçok mobil robot gelişi-

tirilmiştir. Çim biçen, temizlik yapan, ürün taşıyan mobil robotlar bunlara örnektir. Mobil robotlar konusunda birçok akademik çalışma da yapılmaktadır. Robotların dinamiği, tasarımının yanı sıra yörünge planlanması, alan tanımlama gibi konularda akademik çalışmalar yapılmıştır [5-7].

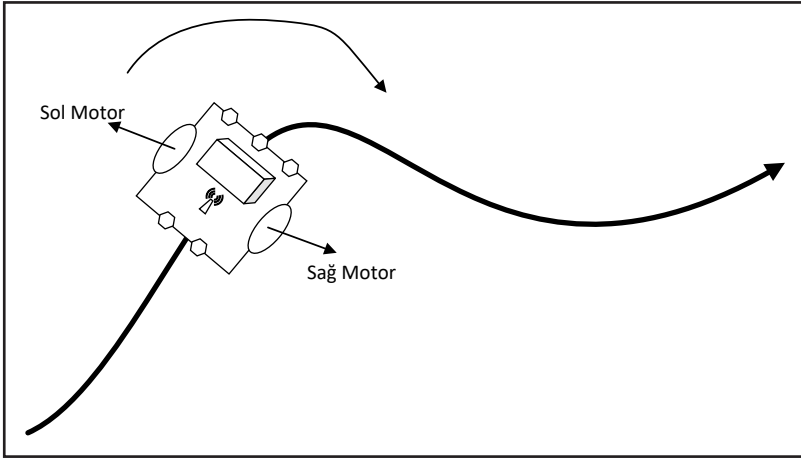
Bir mobil robot yapısal olarak; bir motor, kontrol devresi, algılayıcı devresi ve mekanik şaseden oluşur. Algılayıcıdan elde edilen veriler işlenerek motorlar kontrol edilir [8, 9]. Şekil 1’de robot bileşenleri yer almaktadır.



Şekil 1. Bir Mobil Robotun Yapısı ve Donanımlarının Etkileşimi

Şekil 1’de temel bileşenlerinin olduğu bir mobil robot yapısı gösterilmiştir. Tasarım ve donanımların yapısı kullanılacak yere göre çeşitlilik gösterebilir. Temel hareket mekanizması bir elektrik motoru ile sağlanmaktadır. Seçilen uygun güçteki motorlar, robot için tasarlanan mekanik gövdeye bağlanır. Hareket ileri geri olabileceği gibi sağa sola da olmaktadır. Bu sebep ile robotun dönme hareketi için bir yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapı iki bağımsız motor bulunan robotlarda diferansiyel olarak sağlanır. Bağımsız kontrol edilen iki motor yoksa dönüş için ayrıca bir motora ihtiyaç duyulabilir. Diferansiyel dönüş mekanizması iki tekerlekli veya paletli robotlarda yaygın olarak kullanılır. Bu mekanizmanın kontrolü de kolaydır [10, 11].





Şekil 2. Diferansiyel Sürüş Örnek Dönme Hareketi

Diferansiyel sürüş mekanizmasında robot x ve y olmak üzere iki düzlemde hareket edebilir. Ayrıca bu koordinatlar arasında dönüş yapabilir. Bu, mobil robotun 3 serbestlik derecesine sahip olduğunu gösterir. Serbestlik dereceleri denklem 1'deki matris ile gösterilir.

$$q = \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bu yapıda, x ve y düzlemleri  $\theta$  ise dönme açısını göstermektedir. Dönme sağlanması için motorların farklı hızlarda hareket etmesi gerekir. Motorların dönüş hızlarının yanı sıra tekerlek çapları da önemlidir. Denklem 2 ve 3'de motor hızlarının bağıntısı gösterilmiştir.

$$v_R = r \omega_R \quad (2)$$

$$v_L = r \omega_L \quad (3)$$

Burada r tekerin yarıçapı,  $\omega$  ilgili motorun açısal hızıdır. Bağımsız teker hareketlerinden robotun doğrusal ve açısal hareketi denklem 4 ve 5'de gösterilmiştir.

$$v(t) = \frac{v_R(t) + v_L(t)}{2} \quad (4)$$

$$\omega(t) = \frac{v_R(t) - v_L(t)}{r} \quad (5)$$

Açısal hız formülünde mobil robotun yarıçapıdır. Yani iki tekerlek arasındaki mesafenin yarısıdır. Buna göre robotun matematiksel modeli denklem 6'daki gibidir.

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta(t)) v(t) \\ \sin(\theta(t)) v(t) \\ w(t) \end{bmatrix} \quad (6)$$

Mobil robotun kinematik denklemi ise aşağıdaki gibidir;

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \dot{q} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 \\ \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} v(t) \\ w(t) \end{bmatrix} = j(\theta) v \quad (7)$$

Burada durum değişkeni vektörünün türevidir. x ve y eksenlerindeki doğrusal ve açılma hız değişimlerinden oluşur[12-14].

## 2. Yapay Zeka

Yapay zeka kavramı ilk olarak 1956 yılında ortaya çıkmıştır [8, 15]. Ortaya atılmasıdaki fikir makinelerin insan gibi düşünebileceğidir. Makinelerin insan gibi hareket etmesi fikri ile geliştirilmeye başlanmıştır. Ünlü İngiliz matematikçi ve bilgisayar bilimcisi Alan Turing bu kapsamda makinelerin zeki olup olmadığını ölçmek için bir test geliştirmiştir. Teste göre bir insan ve makineye başka bir insan tarafından sorular sorulmaktadır. Soru soran insanın aldığı cevaplara göre makine ile insanı ayırt etmesine dayalı bir testtir[16, 17].

İlk yapay zeka çalışmaları, mantıksal ve duygusal olmak üzere iki kavram halinde karşımıza çıkmaktadır. Bazı bilim adamları yapay zeka kavramını şu şekilde tanımlamaktadır [15].

- Sistem insan gibi düşünebilir mi?
- Sistem insan gibi hareket edebilir mi?
- Sistem mantıksal düşünebilir mi?
- Sistem mantıksal hareket edebilir mi?

Yukarıdaki çıkarımlardan, yapay zeka mantıksal veya sezgisel olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Günümüzde yapılan yapay zeka çalışmaları da sezgisel yaklaşımlar(A\*, Yapay Sinir Ağları) veya olasılık yaklaşımlar(Bazı Makine Öğrenmesi algoritmaları, BFS, DFS) olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapay zeka birçok bilim dalının ortak çalışması sonucunda şekillenmektedir. Bunlar felsefi, matematik (algoritma hesapları, tahmin mantık), ekonomi (karar verme, oyun, işlem aritmetiği), nöroloji(insan gibi biyolojik etmenler), psikoloji (davranışlar, kavramlar) ve mühendislik (Bilgisayar bilimi, algoritmaların işlenmesi) olarak özetlenebilir [15].

## 2.1 Derinlik Öncelikli Arama (DFS - Depth-First Search)

Derinlik öncelikli arama(DFS) algoritması bir grafik arama algoritmasıdır. Yapay zeka algoritmalarındandır ve mantıksal olarak işlem yapar. 19. Yüzyılda Fransız matematikçi Charles Pierre Trémaux tarafından labirent çözümünde kullanılmıştır [18, 19].

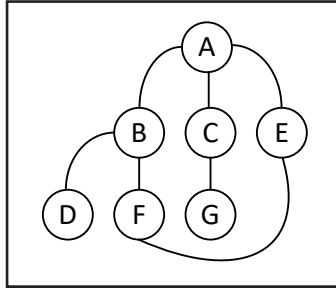
Algoritma, bir grafik yapısındaki verinin derinlik öncelikli olarak taranmasını içerir. Tarama esnasında en üstteki başlangıç noktasından en sondaki düğüm noktasına kadar ilerlenir. Son düğüm noktasına gelindiği zaman bir önceki düğüm noktasına gidilir ve arama oradan son düğüme kadar devam eder. İsmi, arama yaparken hep son düğüme doğru tarama yapmasından alır. Kod olarak iki şekilde kullanılabilir. Bunlardan biri tekrarlamalı programlanma (recursive programming) ile diğeri yinelemeli programlama (iterative programming) ile yapılabilmektedir. Şekil 3'de bir grafik tipi veri gösterimi verilmiştir. Bu veri üzerinde DFS algoritması ile arama yapılmak istendiğinde arama sonucu şu şekilde işletilir;

A→B→D→B→F→E→A→C→G

Fiziksel olarak çalışma sırası yukarıdaki gibi olsa da bilgisayar üzerinde bir veriden diğerine geçmek için zaman kaybı olmaz. Bu sebeple program çıktısı;

A→B→D→F→E→C→G

şeklinde olur.



Şekil 3. Grafik Tipi Veri Gösterimi

## 2.2. Genişlik Öncelikli Arama (BFS - Breadth-first search)

Genişlik öncelikli arama algoritması(BFS) yapısal olarak grafik arama algoritmasıdır [20, 21]. 1959 yılında labirent çözümü için kullanılmıştır [22, 23]. Algoritma bir grafik verisinde belirtilen başlangıç noktasından itibaren kademe kademe inerek tarama yapar. Bu işlem gerçek ortamda uzun sürse de bilgisayar ortamında verilerin işlenmesi için çok zaman almaz. Örnek olarak Şekil 3'deki veri ağacı BFS ile tarandığı zaman aşağıdaki işlenir.

A→B→A→C→A→E→A →B→D→B→F→B →A→C→G→C→A→E→F

Fiziksel olarak yukarıdaki gibi düğümler arasında gezinerek çözümü bulur. Ama bilgisayar ortamında düğümler arasında geçiş yapılabildiği için çıktısı aşağıdaki gibi olur.

A→B→C→E→D→F→G

### 2.3. Dijkstra En Kısa Yol Algoritması

En kısa yol için Dijkstra algoritması kullanılmıştır. 1956 yılında Edsger W. Dijkstra tarafından geliştirilen bu algorithma, grafik yapıda bir ortamda bir düğümden diğer düğüme gitmek için en kısa yolu vermektedir[24-26]. Dijkstra algoritması yazılım tarafından oluşturulan veri yapısına uygulandığı zaman;

Her bulunan düğüm V(Vertex) düğümler arası mesafe E (Kenar) isimlendirilmesine göre ve matematiksel "O" ile gösterimi ile aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$O(V^2) \quad (8)$$

Döngü içerisinde arama yapılarak en kısa yolun bulunmasında

$$O(V+E) \quad (9)$$

olarak çalıştırılır ve işlem iç içe döngüler ile işletildiği için zamanla işlem sayısı azalır. Dolayısıyla,

$$O(\log V) \quad (10)$$

olur.

Tüm bu dönüşümlerle;

$$O((V+E)\log V) = O(E \log V) \quad (11)$$

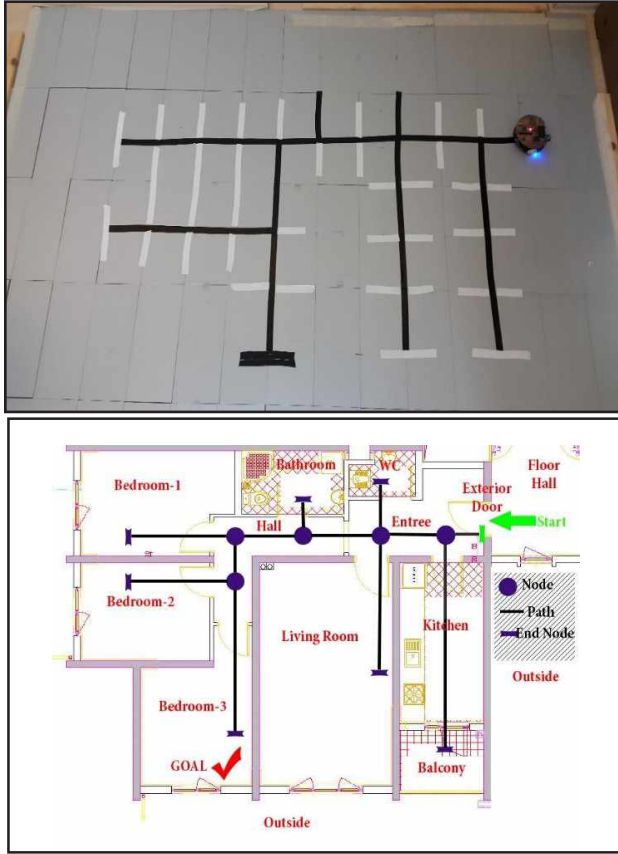
şeklinde gösterilir. Problem esnasında, en kısa yolun, başlangıç ve bitiş noktaları dinamik olarak değişmektedir. Bu yukarıdaki gibi bir zaman karmaşıklığı olarak gösterilir.

Yapay zeka altında geliştirilen birçok algoritma bulunmaktadır. Bir makinenin bir problemle karşılaştığı zaman problemi analiz etme, yönelme, çözme ve çözümü öğrenme aşamalarının her biri için ayrı ayrı algoritmalar kullanılabilir.

### 3. Fiziksel Test Ortamı

Fiziksel test ortamı olarak 8 mm kalınlığında 25 cmx12 cm boyutlarında suntalar kullanılmıştır. Bu suntalar zemine yerleştirilmiştir. Bir sunta iki hücreyi temsil edebilecek şekilde planlanmıştır. Bu kapsamda geliştirilen bilgisayar yazılımında üretilen labirent fiziksel olarak uygulanabilmiştir. Kullanılan mobil robot üzerinde bulunan algılayıcılar çizgi takibi yaparak hareket etmektedir. Bu sebeple test ortamında labirent tipi olarak çizgi labirent seçilmiştir. Bilgisayar da geliştirilen labirent üzerindeki yollar siyah bir elektrik bandı ile suntaların

üzerine çizilmiştir. Labirent değıştiği zaman çizgiler sökölerek yeni labirent çizimi yapılmıştır. Çizgi labirent Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Çizgi Labirent Ortamı

Fiziksel test ortamı alüminyum sigma profiller ve mevcut sunta parçaları kullanılarak duvar labirent şeklinde de kurulabilmektedir. Her iki yapı da modüler olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan labirentin esnek olarak taşınması, kurulması için labirent direkleri 3x3x12 cm sigma profil kullanılarak yapılandırılmıştır. Temin edilen mobil robotun boy ve en oranları ile doğru orantılı olarak duvar genişlikleri 8 mm MDF levhadan 25x12 cm’lik kesitler halinde düzenlenmiştir. Şekil 5’de tasarlanan labirentin kurulmuş hali gözükmemektedir. Labirent ortamı iki şekilde de planlanmıştır. Koridor labirent fiziksel olarak çalışma ortamına kurulduğunda en çok 4x6 boyutlarında bir labirent oluşturmuştur. Bu büyüklük, testlerin yapılması için çok yetersiz olduğundan çizgi labirent kullanılmıştır.



Şekil 5. Koridor Labirent Gösterimi

Daha küçük bir mobil robot ile çizgi labirent en çok 13x25'lik matris boyutlarında oluşturulmuştur. Bu sebeple algoritmaların test işlemleri için çizgi labirent ortamı kullanılmıştır.

## II. Projenin Yenilikçi Yönü

Proje kapsamında yeni bir alan tarama algoritması geliştirilmiş ve bu alan tarama bir mobil robot üzerinde çalıştırılmıştır. Bu çalışma neticesinde diğer algoritmalara göre daha verimli bir çalışma olduğu görülmüştür. İkinci aşamada bu robota bir misyon yüklenerek günlük hayatta insanların işlerini kolaylaştıracak yapıda yapılandırılması planlanmıştır. Örnek olarak bu algoritma ile üretilecek otonom çim biçme, temizlik, mayın tarama robotları üretilebilir. Bu kapsamda daha önceden yapılmış olan robotlardan farklı akıllı bir hareket kabiliyetinin olmasıdır. Ayrıca ek olarak birden çok robotun birbirleri ile işbirliği içerisinde çalışabilmesi için gerekli yazılım altyapısı sağlamaktadır. Ortamın haritalandırılmasından sonra birden fazla olan robotlar konumlarını birbirleri ile paylaşarak eş zamanlı çalışabilirler.

## III. Projenin Maliyeti

Proje yazılım ağırlıklıdır. Mobil robotun hangi amaçla kullanılacağı robotun maliyetinin belirlenmesinde ana unsurdur. Maliyet kalemleri sırasıyla;

- Hareket için DC motorlar,
- Kontrol kartı (elektronik devre),
- Sensörler,
- Robot gövdesi
- Yer istasyonun (Şarj ünitesi, su tahliye aparatları)

Bu kalemler robotun yapacağı iş, kullanılacağı yere göre çeşitle güç ve boyutta temin edilmesi gerekmektedir.



#### **IV. Projenin Kullanım Alanları**

Proje başta askeri olmak üzere, insansız, kendi kendine hareket edebilen tüm mobil robotlara uygulanabilir. Öncelikli ve hızlı adapte edebilecek alan ise bina içi temizlik robotudur. Bu kapsamda araştırmalar yapılmış ve prototip için planlama yapılmıştır. Gerekli bütçe bulunursa kamu kurumlarının zemin temizliğini otonom bir şekilde yapabilecek bir temizlik robotu imalatına başlanabilecektir.

#### **V. Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği**

Proje hali hazırda bir mobil robot üzerinde test edilmiş ve çalıştırılmıştır. Temizlik amacı için yeni tasarım bir robot aynı yazılım ile hızlı bir şekilde çalıştırılabilir. Bu kapsamda kamu kurumlarında zemin temizliği için uygulanabilir. Böyle bir robot üretimi için gerekli olan tüm donanımlar mevcuttur. Sadece yeni bir robot gövdesi imal edilecektir. Sistem iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım mobil robot diğer ise şarj ve sıvı transfer merkezidir. Robot temizlik için ilerlerken şarj azalması ve temiz su bitmesi gibi durumlarda yer istasyonuna giderek kendi ihtiyaçlarını karşılayacaktır. Planlanan bu konsepte tasarım, bütçe bulunması halinde imalata geçilebilecektir.

#### **VI. Literatür Araştırması**

Projenin teorik kısmı ile ilgili açıklamalar ve literatür taraması Bölüm I'de yapılmıştır. Uygulamaya dönük yapılan çalışmalar bu bölümde incelenecektir. Dyson 360[27] otonom çalışan elektrik süpürgesi etrafı algılayarak ortamın süpürülmesini sağlamaktadır. Geliştirilen cep telefonu uygulamalı ile zamanlama yapılmaktadır. Eufy Robot[28], AirCraft Vacuums[29], Neato Botvac[30], iRobot Roomba[31], Vileda Cleaning Robot[32], Hoover Robo[33] ve Samsung VR9300K[34] benzer otonom çalışan ticari satılan elektrik süpürge uygulamalarıdır. Ancak bunlar son kullanıcı için geliştirilmiştir. Ortamda bulunan nesnelere algılayarak temizlik işlemlerini yapmaktadır. Bu çalışmaların endüstriyel temizlik yapan uygulamaları da mevcuttur. Ancak bu uygulamalardan yerli üretim yapan bir ürün bulunmamaktadır. Geliştirilen yapay zeka alan tarama algoritması ile yerli olarak üretilen bir otonom akıllı temizlik robotu yüksek katma değer ile ekonomiye katkı sağlayacaktır.

#### **VII. Tartışma ve Sonuç**

Gezgin robotun bilinmeyen bir ortamda otonom olarak hareket edebilmesi için geliştirilen proje çalışmasında iki ana konu üzerinde çalışılmıştır. Bunlardan ilki ortamın tanımlanmasıdır Robot ortamda gezinerek ortamı analiz edecektir. Bu amaçla ortamın analizi için robotun ortamda fiziksel olarak gezinerek ortamı keşfedebilmesi sağlanmıştır. Gezinerek ortamın taranması için duvar takip algoritmaları ve grafik arama algoritmaları ayrı ayrı test edilmiştir. Ayrıca grafik arama algoritmalarında arama için kat edilen mesafeyi optimize etmek için Dijkstra algoritması kullanılmıştır. Ortamın fiziksel robot ile keşfi için sol duvar takip, sağ duvar takip, akıllı duvar takip, DFS, BFS, DFS+Dijkstra ve BFS+Dijkstra

algoritmaları ile ayrı ayrı testler yapılmıştır.

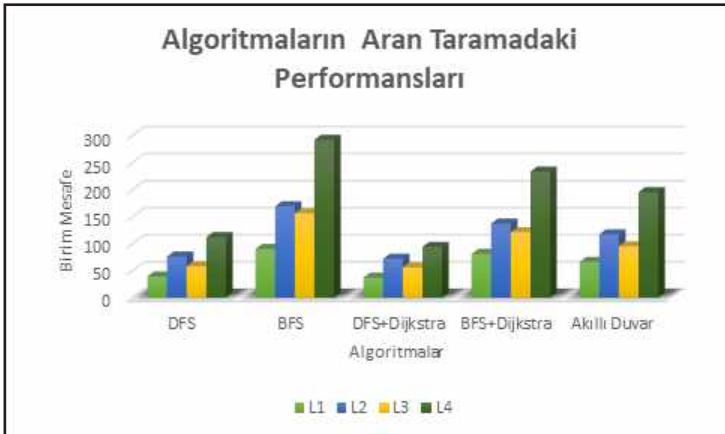
Sol ve Sağ Duvar Takip algoritmaları, hedefe birden fazla yol ile gidilen, karmaşık ortamların analizinde kullanılması neredeyse imkansızdır. Bu algoritmalar da tarama yapılırken robotun döngüye girdiği tespit edilmiştir. Ancak bu algoritmalar tek çözümlü basit yapıların taranmasında kullanılabilirler.

Akıllı duvar takip algoritması, sol ve sağ duvar takip algoritmalarında oluşan olumsuzluklar için geliştirilmiştir. Klasik duvar takip algoritmalarından farklı olarak yol ve düğüm bilgisi kaydedilmektedir. Robot döngüye girdiğini anlayarak duvar takip stratejisini değiştirilmiş ve tüm ortamın tanımlanması sağlanabilmiştir.

Bu algoritmanın dezavantajı, ortamın taramasında kat edilen mesafenin en kısa mesafe olmayışıdır. Gerçek robotun DFS algoritması ile arama yapması en iyi şekilde sonuç veren algoritmalarından birisidir.

Tek robotla yapılan testlerde ortamın tanımlanması için iyi sonuçlar vermektedir. DFS'nin çalışması esnasında geliştirilen Dijkstra optimizasyonu ile DFS algoritması daha da verimli hale dönüştürülmüştür. Bu sayede en verimli ortam analizi sağlanmıştır.

BFS algoritması genişlik taraması yaptığı için robotun ilerleme sürecinde aynı düğümden birden fazla kez geçmesine neden olmaktadır. Bu tarama esnasında kat edilen mesafeyi oldukça arttırır. Algoritma ile ortamın tamamıyla tanımlanması sağlanmaktadır. Aynı şekilde, BFS algoritması tarama esnasında Dijkstra ile optimize edilerek daha kısa mesafede ortamın analiz edildiği gözlemlenmiştir. Dört farklı ortam için yapılan testlerde (L1, L2, L3 ve L4) ortamların tanımlanmasında elde edilen sonuçlar Şekil 6'daki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 6. Ortamın Tanımlanmasında Algoritmaların Kıyaslanması



Şekil 7. En Kısa Yol Algoritmalarının Kıyaslanması

Ortamın tanımlanmasının ardından robotun kullanıcı tarafından seçilen iki nokta arasına en kısa yoldan gidilebilmesi için bazı algoritmalar kullanılmıştır.

Tarama esnasında kullanılan duvar takip algoritmaları ile sonuç belirlenerek ve gidilen yanlış yönler optimize edilerek sonuca giden rota çizdirilmektedir. Fakat bu tarama esnasında yapıldığı için bazı dezavantajları vardır. Her zaman en kısa rotayı vermeyebilir.

En kısa rotanın tanımlanmış ortam üzerinde bulunması için sezgisel çalışan GBFS ve A\* algoritmaları kullanılmıştır. Bu iki algoritma ile yapılan testlerde A\* her zaman en iyi sonucu verdiği gözlemlenmiştir. GBFS ise sonuca her zaman ulaşmakta fakat bazı ortamlar için en kısa rotayı vermemektedir. Bu iki algoritmanın test ortamları için elde edilen en kısa rota sonuçları birim mesafe bazında Şekil 7'deki grafikte gösterilmiştir.

Çalışmada pratik uygulama için Pololu 3pi robotu geliştirilerek kullanılmıştır. Ortam olarak çizgi labirent kullanılmıştır. Ortam DFS algoritması ile rastgele çizgi labirentler şeklinde üretilmiş ve fiziksel olarak uygulanmıştır. Bilgisayar üzerinde geliştirilen bir arayüz vasıtası ile robot ile haberleşerek ortam bilgileri alınmıştır.

Geliştirilen algoritmalar gerçek gezgin robot ile test edilmiştir. Testler sonucunda robotun otonom olarak ortamı tanımlaması ve seçilen iki nokta arasına en kısa yoldan ulaşabilmesi sağlanmıştır.

## VIII. Kaynakça

1. Bishop, R. H., The Mechatronics Handbook, -2 Volume Set. 2006: CRC Press.
2. Auslander, D. M., What is mechatronics? Mechatronics, IEEE/ASME Transactions on, 1996. 1(1): p. 5-9.
3. Bradley, D. A., et al., What is mechatronics? 1991: Springer.
4. Arkin, R. C., Motor schema-based mobile robot navigation. The International journal of robotics research, 1989. 8(4): p. 92-112.
5. Walter, W. G., mitation of Life. 1950.
6. Kortenkamp, D., R.P . Bonasso, and R. Murphy, Artificial intelligence and mobile robots: case studies of successful robot systems. 1998: MIT Press.
7. Ergezer, H. and K. Leblebicioglu, Path Planning for UAVs for Maximum Information Collection, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2013. 49(1): p. 502-520.
8. Kortenkamp, D., Artificial Intelligence and Mobile Robots Successes and Challenges, 2000.
9. Brooks, R. A., A robust layered control system for a mobile robot, Robotics and Automation, IEEE Journal of, 1986. 2(1): p. 14-23.
10. Dudek, G. and M. Jenkin, Computational principles of mobile robotics, 2010: Cambridge University Press.
11. Nehmzow, U., Mobile robotics: a practical introduction, 2012: Springer Science & Business Media.
12. Ribeiro, M. I. and P. Lima, Kinematics models of mobile robots. Instituto de Sistemas e Robotica, 2002: p. 1000-1049.
13. Mireles Jr, J., Kinematic models of mobile robots, Automation and Robotics Research Institute, University of Texas at Austin, 2004.
14. Siegwart, R., I. R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza, Introduction to autonomous mobile robots, 2011: MIT press.
15. Russell, S. J., et al., Artificial intelligence: a modern approach, Vol. 2. 1995: Prentice hall Englewood Cliffs.
16. Turing, A. M., Intelligent machines, Ince, DC (Ed.), 1992. 5.
17. Turing, A., et al., Can automatic calculating machines be said to think? (1952). B. Jack Copeland, 2004: p. 487.
18. Tarjan, R., Depth-first search and linear graph algorithms. SIAM journal on computing, 1972. 1(2): p. 146-160.

19. Wikipedia, Depth-first search, 2016, [cited 2016 5.10.2016]; Available from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Depth-first\\_search](https://en.wikipedia.org/wiki/Depth-first_search).
20. Leiserson, C. E. and T. B. Schardl, A work-efficient parallel breadth-first search algorithm (or how to cope with the nondeterminism of reducers) in Proceedings of the twenty-second annual ACM symposium on Parallelism in algorithms and architectures, 2010. ACM.
21. Subramanian, M. B., K. Sudhagar, and G. RajaRajeswari, Optimal Path Forecasting of an Autonomous Mobile Robot Agent Using Breadth First Search Algorithm, 2014.
22. Moore, E. F., The shortest path through a maze, 1959: Bell Telephone System.
23. Skiena, S. S., The algorithm design manual: Text. Vol. 1. 1998: Springer Science & Business Media.
24. Dijkstra, E. W., A note on two problems in connexion with graphs, Numerische mathematik, 1959. 1(1): p. 269-271.
25. Crowley, J., Navigation for an intelligent mobile robot, IEEE Journal on Robotics and Automation, 1985. 1(1): p. 31-41.
26. Noh, S. W., et al., Implementation of Autonomous Navigation Using a Mobile Robot Indoor, in Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing, 2015, Springer. p. 751-756.
27. 360, D. 2017 [cited 2017 02/12/17]; Available from: <http://www.dyson.com/vacuum-cleaners/robot/dyson-360-eye.aspx>.
28. Robot, E., Eufy Robot [cited 2017; Available from: <https://www.eufylife.com/>.
29. Vacuums, A., AirCraft Vacuums, 2017 [cited 2017; Available from: <https://aircraftvacuums.com/>.
30. Botvac, N. Neato Botvac, 2017, [cited 2017; Available from: <https://www.neatorobotics.com/robot-vacuum/botvac/>.
31. Roomba, i. iRobot Roomba, 2017, [cited 2017; Available from: <http://www.irobot.com/For-the-Home/Vacuuming/Roomba.aspx>.
32. Robot, V. C. Vileda Cleaning Robot, 2017, [cited 2017; Available from: <http://www.vileda.com/uk/vileda-relax-cleaning-robot.html>.
33. Robo, H. Hoover Robo, 2017; Available from: <https://shop.hoover.co.uk/vacuum-cleaners/robot-vacuum-cleaners/robocom/>.
34. VR9300K, S. Samsung VR9300K, 2017, [cited 2017; Available from: <http://www.samsung.com/uk/vacuum-cleaners/robot-sr20k9350wk/>.

---

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ARTIRILMIŞ  
GERÇEKLİK GÖZLÜĞÜ KULLANIMI VE BİLİŞSEL  
YÜK ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**TÜLİN GÜNDÜZ**  
tg@gmail.com

**ÖZLEM TAŞKAPILIOĞLU**  
taskapiliogluo@gmail.com

**ÖNDER TOKÇALAR**  
onder.tokcalar@tofas.com

**GÖZDE TURAN**  
gozdeturan.1992@gmail.com

---



## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **Tülin GÜNDÜZ (Doç. Dr.)**

Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü 1995 yılı mezunudur. Aynı yıl yüksek lisansa başlayarak araştırma görevlisi kadrosuna kabul edilmiştir. Mukavemet alanında 1998 yılında bitirdiği yüksek lisans çalışmasından sonra, aynı yıl ergonomi alanında doktora yapmaya başlamıştır. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Ergonomi alanındaki doktora çalışmasını 2005'de tamamlamıştır. Doktora çalışması esnasında Darmstadt Teknik Üniversitesi Ergonomi Anabilim Dalında 1 yılı aşkın süreyle araştırmacı olarak çalışmış ve Ford firmasının üniversite ile ortaklaşa gerçekleştirdiği 2 ayrı projesinde araştırmacı olarak yer almıştır. Türkiye'ye döndükten sonra da Tofaş A.Ş.'de doktoradaki araştırma konusu olan sürücü termal konforu ile ilgili yapılan projede araştırmacı olarak çalışmıştır. Doktora sonrası TÜBİTAK-DFG araştırma bursu kazanan Tülin Gündüz, 2008 yılında Münih Teknik Üniversitesi Ergonomi Anabilim Dalında Antropometri alanında doktora sonrası araştırmacı olarak çalışmıştır. Türkiye'ye döndükten sonra 2009'da Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne Yardımcı Doçent olarak atanmış ve antropometri alanında Türkiye'de ilk defa gerçekleştirilen 2 projeyi başarıyla tamamlamıştır. 2012 yılında ÜAK Ergonomi temel alanından Doçent ünvanı almıştır. 2013 yılında, Birmingham Üniversitesi Bilgisayar Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölüm başkanlığı tarafından bilişsel ergonomi çalışmak üzere İngiltere'ye davet edilmiştir. YÖK bursu ile 6 ay süreyle İngiltere'de bilişsel ergonomi alanında uygulamalı-de-neysel çalışma yapan Tülin Gündüz, bu alanda Türkiye'ye döndükten sonra bilişsel ergonomi alanında çalışmalarına devam etmektedir. Tülin Gündüz, ayrıca T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından verilen İşyeri Hekimliği ve İş Güvenliği Uzmanlığı Eğitici Belgesine sahiptir. Bunun yanı sıra Almanya'da 80 saatlik eğitim ve sınav sonrası elde edilen MTM profesyonel uzman-uygulayıcı belgesine sahiptir. Aynı zamanda Milli Prodüktivite Merkezi (MPM)'nin dış eğitmen havuzunda yer almaktadır. Tülin Gündüz ergonomi ve iş güvenliği alanında olmak üzere, 2 projede yürütücü olarak, 3 projede danışman olarak ve 5 projede de araştırmacı olarak yer almıştır. Aynı zamanda sanayiye katkı olarak, 2006 yılından beri BUSİAD İş Güvenliği

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

Uzmanlık gurubunda çalışarak, sanayiye ergonomi ve iş güvenliği alanında gönüllü destek vermektedir. Bir üst kuruluş olan TÜRKONFED'in de İş Güvenliği Uzmanlık gurubunda da yer almaktadır. Tülin Gündüz'ün İngiltere'deki bilişsel ergonomi çalışması, Türkiye'ye döndükten sonra bu alanda büyük çaplı bir proje gerçekleştirmesi için yüksek motivasyon sağlamıştır. Aynı zamanda bilişsel ergonomi alanında üzere Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi (BAP)'nde değerlendirme aşamasında olan 3 projesi bulunmaktadır. Tülin Gündüz'ün ergonomi alanında bu güne kadar 16'sı uluslararası olmak üzere 22 makale ve 60 kongre bildirisi bulunmaktadır.

### **Özlem Hanoğlu TAŞKAPILIOĞLU (Doç. Dr.)**

Hacettepe Tıp Fakültesi (İngilizce Tıp 1998) mezunu olan Özlem Taşkapılıoğlu, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı'nda 2004 yılında nöroloji uzmanlığı eğitimini tamamlamıştır. Tıpta uzmanlık tezi, Prof. Dr. İbrahim Hakkı Bora'nın danışmanlığında yaptığı "Deneysel Temporal Lob Epilepsi Modelinde Kainik Asit ile Oluşturulan Epilepsi Sonrası c-Fos ve JunD Ekspresyonunun Beyinde Yaşa Bağlı Değişim" başlıklı çalışmadır. İlgi alanları multipl skleroz ve nöroimmunolojik diğer hastalıklar, baş ağrısı, epilepsi ve inmedir. 2011 yılında yardımcı doçent, 2014 yılında doçent ünvanını almıştır. Son çalışma alanları migren ve epilepsi hastalarında Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı ile birlikte ilaç direnci bakılmasıdır. Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde ve Bursa Acıbadem Hastanesi'nde çalışan Özlem Taşkapılıoğlu, araştırmanın nöroloji ile ilgili yönlerine hakim olması nedeniyle projeye bulunmaktadır.

### **Önder TOKÇALAR**

(TOFAŞ Arge Merkezi Üretim Teknolojileri Geliştirme Departmanı, ROBO-PARTNER Proje Koordinatörü)

ODTÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümü 2001 mezunu olan Önder Tokçalar, Uludağ Üniversitesi İşletme Yüksek Lisans Programını tamamlamıştır. 2003-2007 yılları arasında bir makine imalat firmasında Ar-Ge sorumluluğunu üstlenmiş ve özel amaca yönelik çok eksenli CNC makine

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

tasarım projelerini yürütmüştür. 2008 yılında katıldığı TOFAŞ Üretim Teknolojileri Geliştirme Departmanında, üretim hatlarında robotik, yapay görme destekli kalite kontrol, üretim yönetim yazılım sistemleri (MES) ve üretim hatlarına yönelik endüstriyel otomasyon projelerini yönetmiştir. 2010 yılından itibaren aynı birimde, üniversite ile işbirliği projeleri ve TÜBİTAK TEYDEB projelerinde aktif rol almıştır. Çalıştığı birimin Ar-Ge merkezi olarak akreditasyonu çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Avrupa Birliği Manunet programı ve birçok 7.ÇP projesinde otomotiv ile ilgili iş paketleri yürütücülüğünü üstlenmiştir. TOFAŞ'ın da dahil olduğu konsorsiyumun başvurduğu AB 7.ÇP projesi ROBO-PARTNER'in yüksek puan ile kabul edilmesiyle birlikte, 2014 yılından itibaren 'proje koordinatörlüğü görevi devam etmektedir. TOFAŞ Üretim İnovasyon Yöneticiliği görevinin yanında Koç Holding dijital dönüşüm ekibinde yer alan, ulusal ve uluslararası dergi ve kongrelerde mobil robotik, yapay görme destekli robotik, artırılmış gerçekliğin (Augmented Reality) endüstride kullanımı ve esnek robot elleri konularında yayın ve bildirimleri olan Önder Tokçalar, ayrıca AB 7.ÇP projesi olan Sense&React projesi danışma kurulunda projeye teknik destek vermektedir.

Üniversite-sanayi işbirliğinde aktif rol oynayan ve bu konuda üniversiteler ile akademik projeleri bulunan Önder Tokçalar, aynı zamanda proje konusuyla ilişkili olarak AB 7. ÇP ROBO-PARTNER'in yürütücüsü olması sebebiyle projeye destek vermektedir.

**Gözde TURAN** (Endüstri Mühendisi)

Özgeçmiş, 1992 Oltu doğumlu Gözde Dumlupınar Üniversitesi Endüstri ve Bilgisayar Mühendisliği 2014 mezunudur. Şuan da Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü yüksek lisans öğrencisidir ve tez konusu bilişsel ergonomi üzerinedir.

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **İçindekiler**

Ön Söz / Teşekkür

Özet

I. Giriş

1. Problem Tanımlanması

2. Projenin Amacı

3. DeneYlerin Gerçekleştirilmesi Ve Bilişsel Yükü Belirleme Yöntemleri

II. Projenin Yenilikçi Yönü

III. Projenin Maliyeti

IV. Projenin Kullanım Alanı

V. Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği

VI. Literatür Araştırması

VII. Tartışma Ve Sonuç

VIII. Kaynakça

### **Şekiller**

Şekil (1) Kullanılacak olan artırılmış gerçeklik gözlüğü ve çalışan gözü önüne gelen net bilgi

Şekil (2) Artırılmış gerçeklik gözlüğünün kullanılmasına yönelik temsili uygulama

Şekil (3) EEG yöntemi kullanarak bilişsel yükün belirlenmesi

Şekil (4) EEG sinyal dalgaları

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### Semboller ve Kısaltmalar

#### Kısaltma Açıklama

MPM	Milli Prodüktivite Merkezi
EEG	Elektroensefalografi
HDÖ	Hamilton Depresyon Derecelendirme Ölçeği
HAÖ	Hamilton Anksiyete Değerlendirme Ölçeği
NASA TLX	The National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index
fNIR	Functional near-infrared spectroscopy,
BAP	Bilimsel Araştırma Birimi
AR	Augmented Reality (Artırılmış Gerçeklik)
BCI	Beyin-Bilgisayar ara yüzü (Brain Computer Interaction)

### Ön Söz / Teşekkür

Bu proje ülkemizin Endüstri 4.0 alanında rekabet gücünü artırmayı amaçlamaktadır. Bu projeye başlanılmasındaki asıl neden Artırılmış Gerçeklik Gözlüğü kullanan otomotiv montaj hattı çalışanlarının zihninde oluşan bilişsel yük etkisinin belirlenmesine dair daha önce bir çalışma yapılmamış olmasıdır. Otomotiv sektöründe yapılacak olan yenilikçi proje, birçok sektörde araştırma kapılarını açacaktır. Proje için yeterli bütçe bulunduğu deneyisel çalışmalar, TOFAŞ A.Ş.'nde gerçek üretim ortamında EEG yöntemi kullanılarak istatistiksel olarak anlamlı sayıda sonuç elde etmemize sağlayacak yeterli sayıda montaj hattı çalışanları üzerinde gerçekleştirilecektir.

Aralık, 2017

Doç. Dr. Tülin Gündüz

## ÖZET

Projenin amacı, artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanıldığında, çalışan üzerinde oluşan zihinsel yük etkisinin araştırılması ve araştırma sonuçlarında negatif bir etki gözlemlenmediği durumda bu gözlüğün kullanımının üretim alanında yaygınlaştırılmasıdır.

Bu projenin araştırma planı ve kapsamı, difüzyon hatlarında artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanan çalışanların üzerinde oluşan bilişsel yükün azalması kuramsal yaklaşımı üzerine kurulmuştur. Bu doğrultuda proje için nörolog, elektrik elektronik mühendisliği, makine mühendisliği ve endüstri mühendisliğinden oluşan multidisipliner bir araştırma ekibi kurulmuştur. Bu projede izlenecek yöntemin ana hatları itibarıyla; bilişsel yükün belirlenmesine yönelik olarak subjektif değerlendirme yöntemi ve objektif ölçüm yöntemi birlikte kullanılacaktır. Beynin fonksiyonlarını anlayabilmek amacıyla beyin görüntüleme yöntemi olan EEG (Elektroensefalografi) kullanılacaktır. Buna ek olarak, elde edilen deney sonuçlarını subjektif olarak yorumlamak amacıyla NASA TLX değerlendirme yöntemi kullanılacaktır. Ayrıca ilgili psikolojik değerlendirme testleri yapılacaktır.

Ölçümler, TOFAŞ otomobil montaj hattında gerçek üretim ortamında gerçekleştirilecektir.

Bu çalışmanın sonucu olarak; (i) Yapılacak olan deneylerin analiz edilmesi sonucunda, artırılmış gerçeklik gözlüğünün operatörün zihinsel yüküne olan etkisi belirlenecektir (bilimsel katkı); (ii) Otomobil fabrikasındaki farklı departmanlara sistemin yaygınlaştırılmasına ve yanlış parça sıralama ve montajından kaynaklanan işçilik maliyetlerin azaltılmasına olanak sağlayacaktır (teknolojik katkı); (iii) Konunun akademik literatürde yeni olmasından dolayı yapılacak proje, gelecek akademik çalışmalara altyapı oluşturarak yol gösterici olacaktır (bilimsel katkı); (iv) Endüstri 4.0 kapsamında yapılacak temel uygulama projesi olacaktır (endüstriyel katkı); (v) Otomotiv sektöründe kadın ve orta yaş üzeri istihdamını artırmaya yönelik olacaktır (sosyo-ekonomik katkı); (vi) AB 7. Ç.P. ile ilişkilendirilmiş Ar-Ge çalışması gerçekleştirilecektir (bilimsel katkı); (vii) Akademik kariyer gelişiminin yanı sıra, üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde Ar-Ge çalışması sonuçlarının sanayiye direk katkısı olacaktır (üniversite-sanayi işbirliği).

**Anahtar Kelimeler:** Bilişsel ergonomi, bilişsel yük, artırılmış gerçeklik gözlüğü, elektroensefalografi.



## I. GİRİŞ

Endüstri 4.0 dijital dönüşüm ile emek yoğunluklu işler yerini bilgi yoğunluklu işlere bırakmaktadır. İnsan ile dijital kontrol sistemlerinin ortak çalışmasında bilişsel yüke verilen önem her geçen gün artmaktadır. Bilişsel yük, çalışanların bilgi, ortam ve araçla etkileşimlerini sağlayan ileri teknoloji gerektiren sistemler ile ilgilidir. Bu teknolojiler çalışan hayatlarını da yakından etkilemektedir. Fiziksel ağırlıklı işlerde çalışan kişilerin durumunun belirlenmesinde birçok çalışma olmasına rağmen, bilişsel çaba gerektiren işlerin analizinde henüz yeterli sayıda çalışma mevcut değildir, bu nedenle kişilerin bilişsel durumunu belirleyebilmek amacıyla yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu proje, bilişsel iş yükünün belirlenmesinde önemli konuma sahiptir.

Bu proje ile Endüstri 4.0 alanında artırılmış gerçeklik gözlüğünün otomotiv sanayisinde kullanılmaya başlanmasına yönelik olarak, çalışan üzerinde oluşan zihinsel yükün belirlenmesi ve bu kapsamda otomotiv sanayi imalat sürecinde artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

### 1. Problem Tanımlanması

Otomotiv montaj hattında sürekli zamanla yarışarak çalışan, rutin ve kendini yineleyen işlemleri yapan ve belli üretim kalitesini tutturmakla yükümlü çalışanlar, hat üzerinde bulunan araç için gerekli olan parçayı difüzyon alanında hazırlayıp montaj alanına götürmek için SAG adı verilen ışıklı uyarı sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemin çalışan insiyatifine dayalı olması, difüzyon kağıtlarının karışma ihtimali ve rafa yerleştirme sırasında operatörün hata yapmasını önleyecek bir sisteminin bulunmaması sebebiyle araca yanlış parçanın takılma ihtimali bulunmaktadır. Bu sorunu giderebilmek için çok yeni bir teknoloji olan artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanılmaya başlanması düşünülmektedir. Artırılmış gerçeklik gözlüğünün kullanılmaya başlanması ile gerçek dünya ile sanal dünyanın iletişimi ile operatörün hangi parçayı alacağı operatörün gözü önüne gelecek ve alınan parça üzerinde bulunan karekod, artırılmış gerçeklik üzerinde bulunan kamera ile okutularak prosesler gerçekleştirilecek ve böylece montaj operatörünün parçayı karıştırma ihtimalinin önüne geçilecektir.

### 2. Projenin Amacı

Bu projenin temel amacı, otomotiv sektöründe Endüstri 4.0'ın temel omurgasını oluşturan artırılmış gerçeklik teknolojisini uygulayarak bilişsel yükün çalışan üzerindeki etkisinin sayısallaştırılmış yöntemlerle ortaya çıkarılmasıdır. Buradan hareketle oluşturulan alt amaçlar şu şekildedir:

1. Otomotiv montaj hattında çalışanların standart iş prosedürü ile çalışırken operatörün zihninde oluşan bilişsel yükün nümerik olarak belirlenmesi.
2. Otomotiv montaj hattında çalışanların artırılmış gerçeklik gözlüğü ile çalışırken operatörün zihninde oluşan bilişsel yükün nümerik olarak belirlenmesi.

3. Otomotiv montaj hattında çalışanların standart iş prosedürü ile çalışırken operatörün zihninde oluşan bilişsel yükün artırılmış gerçeklik gözlüğü ile çalışırken operatörün zihninde oluşan bilişsel yük ile karşılaştırarak artırılmış gerçeklik gözlüğünün etkisinin olumlu ya da olumsuz yönlerinin belirlenmesi
4. Otomotiv montaj hattında artırılmış gerçeklik gözlüğünü yeni kullanmaya başlayan montaj operatörü ile artırılmış gerçeklik gözlüğünü kullanmada deneyim kazanmış montaj operatörlerinin zihinsel yüklerini karşılaştırarak deneyimin zihinsel yüke olan etkisinin belirlenmesi
5. Otomotiv montaj hattında artırılmış gerçeklik gözlüğünün kullanımında zihinsel yükün yaş gruplarına ve deneyime göre değişkenliğinin belirlenmesi. Bu amaç, önümüzdeki yıllar içerisinde, ülkede ortalama yaşın hızla arttığı dikkate alınır, çalışanların yaş değişiminin zihinsel yükle ilişkisini belirleyebilmek anlamında önem taşımaktadır.
6. Otomotiv montaj hattında artırılmış gerçeklik gözlüğünün kullanımında zihinsel yükün cinsiyete göre değişkenliğinin belirlenmesi. Bu amaç, özellikle montaj hatlarında kadın istihdamını artırmaya yönelik çalışmalara zemin hazırlayacaktır. Böylece ülkemizde otomotiv imalatında kadın çalışan istihdamını artırmaya yönelik potansiyel vurgulanabilecektir.
7. Otomotiv montaj hattında çalışanların artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımının yapılan işin kalitesine ve PPM bazında yıllık hata oranlarına ve kalite yeniden işçilik maliyetlerine olan etkisinin belirlenmesi
8. Endüstri 4.0 kapsamında akıllı imalat sistemleri ile ilgili uygulamalı proje yaparak, önümüzdeki yıllarda sektörün ve ülkemizin uluslararası platformda Endüstri 4.0 kapsamında rekabet edilebilir gücünü artırabilmesi
9. Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisinin, endüstrinin tekstil, gıda gibi diğer üretim kollarında, eğitim, simülasyon, tıp, askeri, bilim, sanat gibi bir çok alanda bilişsel yük etkisinin araştırılıp yaygınlaşmasına da önderlik etmesi amaçlanmıştır.

### **3. Deneysel Çalışmalar ve Bilişsel Yükü Belirleme Yöntemleri**

Proje kapsamında öncelikle katılımcılar belirlenecek ve ilgili eğitimler verilecektir. Bilişsel yükü belirlemek amacıyla yapılacak olan ölçümler otomobil imalatı yapan TOFAŞ A.Ş. montaj hattındaki çalışanlar üzerinde uygulanacaktır. Kişinin çalışmaya dahil olması için genel sağlık durumunun iyi olması, bilinen herhangi bir hastalığı ve ilaç kullanımı olmaması ve çalışmaya katılmaya gönüllü olması gerekmektedir. Çalışmaya katılacak kişilere deney öncesinde, çalışmanın içeriği ve gerekçesini içeren kısa bir eğitim verilecektir. Katılımcıların deney günü çalışma performansını ve bilişsel aktivitesini etkileyebilecek özel bir durum geçirip geçirmediği sorgulanacaktır. Eğer geçirmişlerse, o gün de-

neye alınmayacaklardır. Hem elde edilecek EEG verilerinin sağlıklı olması hem de ankete verilen cevapların güvenilirliği açısından bu durum çok önemlidir. Ayrıca, depresyon ve anksiyetenin bilişsel yük üzerindeki olası artırıcı etkisini ortadan kaldırmak için deneye katılacak kişilere Hamilton Depresyon Derecelendirme Ölçeği (HDÖ) ve Hamilton Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (HAÖ) uygulanacaktır.

Bilişsel süreçlerin en doğrudan ölçümü elektriksel ölçüm teknikleri ile sağlanır. Elektriksel ölçüm teknikleri beyin aktivitesini milisaniyelerde ölçebilen tekniklerdir. Bu çalışmada EEG değerlendirme yönteminin tercih edilmesinde; radyasyon içermemesi, yeni teknolojilerle kablosuz veri aktarımı sağlayabilmesi sayesinde her ortamda kolay uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilmiştir. EEG cihazı ile beynin belli bölgelerinden elde edilen elektrik sinyalleri çeşitli formülasyonlardan geçirilerek matematiksel değere dönüştürülecek ve artırılmış gerçeklik gözlüğünün montaj operatörü üzerinde oluşturduğu bilişsel iş yükünün etkisi sayısallaştırılmış şekilde belirlenecektir.

Zihinsel yükü ölçerken, kişisel farklılık yaratabilecek psikolojik faktörlerin devre dışı bırakılması gerekir. Bu amaçla, katılımcıların kronik hastalık durumları, ilaç kullanıp kullanmadıkları, deneyden önce ek stres yaratan bir durum yaşayıp yaşamadıkları sözel görüşme ile tespit edilecektir. Ayrıca katılımcıya deney günü, ruhsal durumunu analiz etmek amacıyla Hamilton Depresyon Derecelendirme Ölçeği (HDÖ) ve Hamilton Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (HAÖ) uygulanacaktır. Böylece, elde edilecek ölçüm verilerinde kişisel faktör değişkenliklerinin sonucu etkilemesi engellenecektir.

Katılımcılar üzerinde oluşan bilişsel yükün değerlendirilmesi için sübjektif bir değerlendirme yöntemi olan ve Hart ve Staveland tarafından 1998 yılında geliştirilen NASA-TLX (The National Aeronautics and Space Administration– Task Load Index) yöntemi kullanılacaktır. NASA TLX yöntemi 6 faktör kullanarak, artırılmış gerçeklik gözlüğünün çalışanlar üzerinde oluşturduğu zihinsel yük öznel olarak belirlenecektir.

Yapılacak çalışmada, nitel ve nicel olarak her iki ölçüm metodundan elde edilecek sayısal veriler istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak aralarındaki ilişki/ilişkiler belirlenecektir. Böylece yapılan ölçümlerin veri güvenirliliği sağlanmış olacaktır. Ayrıca, ölçüm cihazından elde edilen veri ile operatörlerin sübjektif algılarının eşleşip eşleşmediği analiz edilecektir.

## **II. PROJENİN YENİLİKÇİ YÖNÜ**

Projenin yenilikçi yönü, artırılmış gerçeklik gözlüğünü kullanan kişi üzerinde oluşan bilişsel yük etkisinin tamamıyla nicel verilerle ortaya konulmasıdır. Önerilen bu projenin literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak yönleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Artırılmış gerçeklik gözlüğü sanayide henüz kullanılması öngörülen, ancak yay-

gın uygulaması henüz başlamamış bir alandır. Bu durumdan dolayı, artırılmış gerçeklik gözlüğünün sanayide daha yaygın kullanılabilmesini sağlamak için çalışan üzerinde oluşacak bilişsel yükün sayısallaştırılmış olarak ölçülmesi gereklidir. Bu sayede, artırılmış gerçeklik gözlüğünün montaj departmanlarında yaygın olarak kullanımı sağlanacak, daha sonra diğer departmanlara ve hatta sanayinin diğer alanlarına yaygınlaştırılması sağlanabilecektir.

Artırılmış gerçeklik, emek yoğunluklu iş gücünün azaltılması buna bağlı olarak sektörde daha fazla kadın çalışan istihdam edilmesi sağlanacaktır.

Artırılmış gerçeklik, endüstride, insan hataları sonucunda ortaya çıkabilecek kalite hatalarının önüne geçmek, performans, verimliliğin ve etkililiğin iyileştirilmesi, çalışanların zihninde oluşan bilişsel yük seviyesinin indirgenmesi gibi bir çok artıyı işletmelere kazandırmasına yardımcı olacaktır. Bu duruma paralel olarak içinde bulunduğumuz teknoloji çağında endüstri alanında sadece üretim yapılmasının ötesine geçip, çalışanların en az iş yükü ile çalışması ve çalışma ortamlarında iş güvenliğinin artırılmasında önemli rol oynayacaktır.

Artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanılarak son yıllar içerisinde bazı çalışmalar yapılmıştır ancak otomotiv montaj difüzyon hattında artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanılarak operatör üzerinde oluşan bilişsel yüklerin belirlenmesine dair akademik çalışma yapılmamıştır. Özellikle, montaj hattında artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımının sayısallaştırılmış bilişsel yük değerleri akademik literatüre kazandırılacaktır.

Yapılacak bilimsel çalışma sonrasında, sistemin yaygınlaştırılmasına olanak sağlanacaktır. Oldukça yeni olan bu gözlüğün kullanılmasıyla birlikte hata oranlarının azalmasının yanı sıra raf sırasında uyma zorunluluğundan kaynaklanan fazla yürüme süresi ve dolayısıyla üretim maliyetlerinde büyük ölçüde azalma olması beklenmektedir.

Endüstri 4.0, ülkemiz için yeni bir konudur ve uluslararası platformda bu anlamda yerimizi alabilmemiz için insan odaklı otomasyon ve akıllı imalat sistemleri alanında yenilikler oluşturmamız gerekmektedir. Proje bu yönüyle hem sanayide Endüstri 4.0 uygulamasına örnek oluşturacak hem de ülkemizin uluslararası platformda rekabet edebilme gücünü arttıracaktır.

Artırılmış gerçekliği iç lojistik süreçlerinde, otomotiv parçalarının üretim sırasına göre difüzyonu manuel işlemlerinde kullanma fikri, ROBO-PARTNER projesinde artırılmış gerçeklik gözlüklerinin insan/robot etkileşiminde kullanımı sonrası esinlenilmiştir. ROBO-PARTNER projesi, A.B. 7. Çerçeve Programlarında Türkiye'den bir firmanın ilk ve tek olmak üzere koordinatörlüğünü yürüttüğü ve temel geliştirme konusu insan/robot etkileşimi ile giyilebilir teknolojilerin insan/robot etkileşiminde kullanımı olan bir yenileşim projesidir. 8 ülkeden 14 firma, üniversite ve araştırma merkezinin konsorsiyumu oluşturduğu ve TOFAŞ'ın koordinatörlüğünü yürüttüğü projede, artırılmış gerçeklik gözlüklerini insan/

robot etkileşiminde operatör bilgilendirme ve operatör üzerinde farkındalık yaratmak için kullanılmıştır. Artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımındaki bilişsel yükün ölçülmesi projesi de, ROBO-PARTNER projesindeki araştırmacılara esin kaynağı oluşturacak ve konunun Avrupa çapında araştırılmasını tetikleyecektir.

Proje konumuz, NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI Kontrol, Otomasyon ve Robotikte Yeni Teknolojiler konusu başlığı altında artırılmış gerçeklik alt başlığına uygundur. Endüstri 4.0, bilim ve teknoloji ışığında insan hayatında önemli değişikliklere sebep olacak ve insanlığın yeni bir döneme girmesini sağlayacaktır ve bu durumun en güzel örneği, gerçek ve sanal dünya arasındaki en gerçekçi görüntünün oluşmasında kullanılan artırılmış gerçeklik gözlükleridir. Endüstri 4.0 en önemli parçalarından biri olan Artırılmış gerçeklik çok yeni bir teknoloji olmasına rağmen, bir çok avantaja sahip olması nedeniyle başta sanayi olmak üzere tüm alanlarda hızlı bir şekilde yaygınlaşacağı beklenmektedir.

### **III. PROJENİN MALİYETİ**

Projenin yaklaşık 150.000 TL'lik bütçesi bulunmaktadır. Bu ana bütçe içinde bulunan maliyet kalemleri şu şekildedir:

- EEG ölçüm cihazı ve yazılımı
- EEG ölçümü için sarf malzemeleri
- Proje yaygınlaştırma amaçlı basım ve etkinlik giderleri
- Kongre-etkinlik katılım giderleri
- Bursiyer giderleri

### **IV. PROJENİN KULLANIM ALANI**

Bir otomobil üretim fabrikasında, montaj hatlarında çok sayıda farklı opsiyonlara sahip araçlar üretilmekte ve araç opsiyonuna göre monte edilecek parçalar değişmektedir. Montaj işlemleri robotize edilememekte, insan operatörler tarafından manuel olarak yürütülmektedir. Manuel yürütülen proseslerin, çalışan insiyatifine dayalı olması, operatörün hata yapmasını önleyecek bir sisteminin bulunmaması nedeniyle yeni arayışlar içerisine girilmiş ve gerçek ve sanal dünya arasında iletişimi sağlama özelliği sayesinde araştırmacılarının yeni odak noktası olan artırılmış gerçeklik gözlüğü endüstri alanında kullanılmaya başlanması fikrine karar verilmiştir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile birlikte video, görüntü ve metin gibi içerikler bilgisayar, telefon ve giyilebilen cihazlar kullanılarak gerçek dünyada zenginleştirerek olası problemlere alternatif çözümler sunmaktadır.

Artırılmış gerçeklik gözlüğü, en yalın anlamı ile gerçek dünyayla sanal dünya arasındaki iletişimi sağlamak amacıyla gerçek dünyada belirlenmiş olan hedef görevlere ulaşmak için yazılımlar vasıtasıyla gerçek dünyanın kamera ile görüntüsünün alınması ve alınan bu görüntülerin arka plandaki programlarla yorumlanması sağlayarak elde edilen net bilginin insan gözü önüne getirilmesidir (Şekil 1).



Şekil 1. Kullanılacak olan artırılmış gerçeklik gözlüğü ve çalışan gözü önüne gelen net bilgi

Artırılmış gerçeklik gözlüğü, parça üzerinde bulunan barkod, artırılmış gerçeklik üzerinde bulunan kamera ile okutularak prosesler gerçekleştirilecek ve böylece montaj operatörünün parçayı karıştırma ihtimalinin önüne geçilecektir. Artırılmış gerçeklik çalışanların üretim sahalarında verimliliği artıracak ve yapılacak teknolojik yeniliklere bağlı olarak daha gerçekçi ortamlar oluşturulabilecektir.

Çok yeni olan bu teknolojiyi pilot olarak seçilen bölgede uygulanacak ve elde edilecek uygulama sonuçlarına göre, artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımıyla ilgili pozitif olan durumlar değerlendirilecektir. Eğer artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımıyla zihinsel yükün azaldığı tespit edilirse, sistem seri üretimde kullanılabilir hale getirilecek, otomotiv sektörünün diğer hatları başta olmak üzere, birçok sektörde yaygınlaştırılmasında etkili olacaktır.

Ayrıca, yaş değişimine göre, cinsiyet değişimine göre ve tecrübeye bağlı olarak elde edilecek sonuçlar, seri imalatta kullanılacak kişilerle eşleştirilerek en etkili sonucun alınacağı çalışma koşulları oluşturulacaktır

## **V. PROJENİN YAPILABİLİRLİĞİ / UYGULANABİLİRLİĞİ**

Endüstrinin ilk ve en önemli hedef çalışma ortamlarının, etkililiğinin ve verimliliğinin artırılmasıdır. Bu hedefe ulaşmak için, üretim süreçleri ve teknolojilerinin iyileştirilmesi amacıyla pek çok araştırma yapılmakta ve bu iyileştirmelerin üretim sahalarında kullanılması amaçlanmaktadır. Teknolojinin gelişimine bağlı

olarak yapılan yenilikler üretim sahasında hızla yer edinirken çalışanlarda bu durumdan etkilenmektedir.

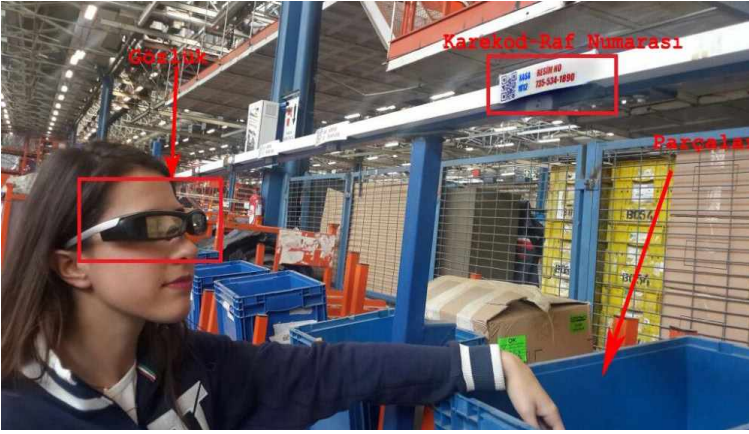
Projede, deneysel çalışma otomobil imalatı yapan TOFAŞ AŞ.'nde gerçek üretim ortamında montaj hattı çalışanları üzerinde yapılacaktır. Belirlenen parametrelere göre elde edilecek sonuçların, istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine göre bu rakam azaltılabilir ya da artırılabilir.

Günümüzde üretim ve imalat alanlarında artırılmış gerçeklik teknolojilerinin sağladığı avantajlardan yararlanılmaktadır. Artırılmış gerçeklik, özellikle kolay kullanımı ile dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır. AG, gerçek dünya şartlarında elde edilmeyecek ya da ulaşılamayacak soyut kavramların görselleştirmeye imkan vermesi sebebiyle projede tercih edilmiştir. 77 gram ağırlığında olan artırılmış gerçeklik gözlüğünün normal bir gözlükten farkı bulunmamakta ve gözlüğün wifi modülü operatörün kafasında değil, koluna monte edilebilmesi deney çalışmasının uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca operatörün manyetik alandan etkilenmesi düzeyi cep telefonundan etkilenme düzeyinin altında olduğundan çalışan açısından herhangi bir iş güvenliği riski oluşturmamaktadır.

Gelişen bilgi ve iletişim teknolojisine bağlı olarak artan bilişsel iş gereksinimleriyle birlikte algılama hızı, doğruluğu, dikkat, hafıza, zeka ve farkındalık gibi bilişsel özelliklerin önemi artmıştır. Bilişsel ağırlıklı işlerde görev alan çalışanların bilişsel yüklerini belirlemek için yeni ölçüm tekniklerine ihtiyaç duyulmuştur. Bilişsel süreçlerin en doğrudan ölçümü elektriksel ölçüm teknikleri ile sağlanır ve bu ölçüm teknikleri beyin aktivitesini milisaniyelerde ölçebilmektedir. Bu çalışmada EEG değerlendirme yönteminin tercih edilmesinde; radyasyon içermemesi, yeni teknolojilerle kablosuz veri aktarımı sağlayabilmesi, her ortamda kolay uygulanabilir olması, emsallerine göre fiyatının daha düşük olması tercih edilmesindeki başlıca nedenleridir.

Projede amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olarak uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri belirgin ve tutarlı bir şekilde pilot çalışmalar yapılmıştır. Yapılan ön çalışmada, yeni yönlendirme senaryosu tasarlanmış ve tasarlanan senaryoyu gerçekleştirecek bir uygulama yazılımı gözlüğün üzerinde çalıştığı Android platformunda geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama yazılımı öncelikle bir tablet bilgisayar ile depolama alanında test edilmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu anlamda projenin ön çalışması başarıyla tamamlanmıştır (Şekil 2).





Şekil 2. Artırılmış gerçeklik gözlüğünün kullanılmasına yönelik temsili uygulama

Proje ekibi araştırmanın teorik ve uygulama safhalarındaki gereksinimlere cevap verebilecek nitelikte disiplinler arası (makine mühendisliği, endüstri mühendisliği, elektrik elektronik mühendisliği, tıp fakültesi nöroloji) üretken ve dinamik bir araştırma grubudur. Özellikle bilişsel ergonomi, otomobil imalat teknolojileri, artırılmış gerçeklik gözlükleri, bilişsel yük ölçümü konularında bilimsel çalışmaları olan proje ekibinin aynı zamanda imalat sektöründe akademik proje tamamlama tecrübeleri bulunmaktadır. Bu nedenle proje ekibinin üniversite-sanayi işbirliği projeyi başarıyla tamamlamak için yeterli düzeydedir. Grup üyeleri arası iletişim, endüstriyel işbirliği imkanları ve farklı konulardaki uzmanlıkların yarattığı araştırma sinerjisi ile proje çalışmalarının etkin ve sonuç odaklı olarak yürütülmesi sağlanacaktır

Sonuç olarak, bir çok sektörde artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanılmasına yol gösterici olacak makul bütçeye sahip projemizde yapılabilirliğini ve uygulanabilirliğini engelleyecek herhangi bir durum söz konusu değildir.

## VI. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ülkemizde bilişsel ergonomiye ilişkin ilk çalışmalar 2000li yıllarda ağırlıklı olarak web sayfası tasarım kriterleri ile ilgili olarak başlamıştır. Aydın ve Kurt (2002), üretim yönetim sistemine yönelik tasarlanmış malzeme bilgisi veri giriş ara yüzlerini bilişsel ergonomi yönünden değerlendirilmişlerdir. E-ticaret içerikli ergonomik bir web sitesi tasarımı için gerekli faktörler Eraslan (2005) tarafından belirlenmiştir. Pekcan ve Oğulata (2008), yazılım ergonomisi kriterleri incelenmişler ve Telekom Müşteri Sistemi yazılımı bu kriterlere göre değerlendirilmişlerdir. Ulutaş ve Özkan (2011), cep telefonlarından internete bağlanması sırasında okunabilirlik, anlaşılabilirlik gibi ergonomi konularının önemine dikkat çekmeyi amaçlamışlar, bir anket yardımı ile temel problemleri belirleyip, çözüm önerileri geliştirmişlerdir. Armağan ve Yiğit (2015) tarafından

ise, e-stüdyoda kullanılan donanımların bilişsel ve eğitim ergonomisine göre yeniden düzenlenmesi ile e-stüdyo modelini optimize edilmiştir.

Bilişsel ergonomi uygulamalarında, bilişsel yük ölçülürken insana bir görev verilir. İnsan bunu algılar, değerlendirir ve yorumlayarak bir cevap oluşturur. Oluşturulan bu cevap üzerinden insan-makine arasındaki etkileşim ortaya çıkarılır. Bu işlemler gerçekleşirken zihinde oluşan yük durumu, bilişsel yük kavramı olarak adlandırılmaktadır.

Proje konusuna ilişkin yapılan literatür araştırması bilişsel yük, artırılmış gerçeklik gözlüğü ve bilişsel yük ölçümü başlıkları altında şu şekilde özetlenebilir:

Proje konusuna ilişkin yapılan literatür araştırması bilişsel yük, artırılmış gerçeklik gözlüğü ve bilişsel yük ölçümü başlıkları altında şu şekilde özetlenebilir:

**Bilişsel Yük:** Bilişsel yük, bilişsel bir iş sırasında çalışma belleğinin yapması gerekenleri veya belli bir zaman dilimi içerisinde çalışma belleği tarafından kullanılan kaynakları ifade etmektedir. Bilişsel yükü etkileyen en önemli faktör, dikkat gerektiren nesnelerin (birimlerin) sayısıdır. Bilişsel yük kavramına göre bilgi işleme süreçleri çalışma belleği içerisinde belirli bir yük oluşturur (Kalyuga, 2006). Yapılan iş zorlaştığında, çalışma belleğinin kullanımının zorlaştığı ve bilişsel yükün attığı bilinmektedir. Bilişsel yük; asıl yük (intrinsic load), konu dışı yük (extraneous load/ineffective load) ve etkili yük (germane load/effective load) olmak üzere üçe ayrılır (Paas vd., 2003; Sweller, 1988). Bilgileri işlemede, kodlamada ve depolamada görsel ve işitsel bellek sınırlı kapasiteye sahiptir (Chandler ve Sweller, 1991; Baddeley, 1992). Bireyler de sınırlı bilişsel yük işleme yeteneğine sahiptir. Çalışma belleğinin kapasitesi yalnızca yedi elemanla sınırlıdır (Miller, 1994). Çalışma belleğinde bulunan bilginin 20 saniye içerisinde kaybolduğu Schnots ve Kürschner (2007) tarafından ifade edilmiştir.

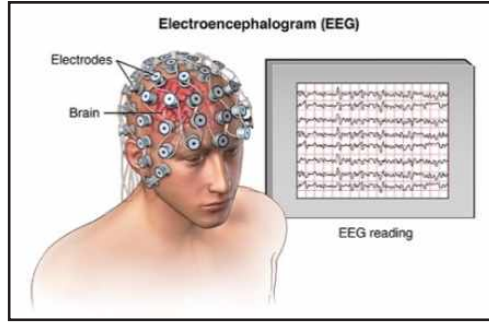
Depresyon ve anksiyetesi olan bireylerin bilişsel işlevler sırasında daha az verimli olduğu bilinirken anksiyete varlığında bilişsel işlemlerin değiştiği ama bu değişimin etkisinin farklı çalışmalarda farklı sonuçlar vermesi nedeniyle bu konu da araştırmaya açıktır (Bishop, 2008). Bu nedenle bilişsel yük ile ilgili çalışmalarda sağlıklı grupları alırken depresyon ve anksiyete açısından bireylerin taranması çalışma sonuçlarının etkilenmemesi açısından önemlidir. Depresyon ve anksiyete varlığını sorgulamak üzere bazı ölçekler geliştirilmiştir. Bunlardan ikisi de Hamilton Depresyon Derecelendirme Ölçeği (HDÖ) ve Hamilton Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (HAÖ)'dir. HDÖ, Hamilton (1960) tarafından geliştirilmiştir. Türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması Akdemir ve arkadaşları (1996) tarafından yapılmıştır. 17 sorudan oluşur. En yüksek 53 puan alınır. 14 puan ve üzeri depresyona işaret eder. Yine Hamilton tarafından geliştirilen HAÖ'nin, Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Yazıcı ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (Hamilton, 1959; Yazıcı vd., 1998). Anksiyetenin hem ruhsal, hem bedensel belirtilerini sorgulayan toplam 14 soru içermektedir. Beşli likert tipi

ölçüm sağlamaktadır. Her maddeden elde edilen puanlar toplanarak toplam puan elde edilir. Her maddenin puanı 0-4 arasında, ölçeğin toplam puanı ise 0-56 arasında değişmektedir. Sonuçlar; 0-5 puan: Anksiyete yok, 6-14 puan: Minör anksiyete, 15 puan ve üzeri: Major anksiyete olarak değerlendirilmektedir.

Ergonominin, nöroloji bilimiyle ilgili olan alanına ulusal literatürde nöroergonomi denilmektedir. Bu alan, insanın algılama, değerlendirme, karar verme ve uygulama (motor cevap oluşturma) gibi aktiviteleri esnasında beyindeki değişimlerin ölçümlenmesi suretiyle insan-makine sistemi arasındaki uyumun veya insanların belirli işlere uygunluğunun değerlendirilmesi faaliyetlerinde kullanılır (Bıyıklı ve Aydoğan, 2015). Ülkemizde bilişsel yük üzerine yapılan çalışmalar, ağırlıklı olarak insan bilgisayar ara kesiti alanında ve eğitim alanında yapılmaktadır. Dirican ve Göktürk (2012), bilgisayar kullanıcıları üzerinde baş hareketleri incelenerek kullanıcıların bilişsel değişimlerinden elde edilen istem dışı postürel yanıtları araştırmıştır. Akçayır vd. (2016), artırılmış gerçeklik teknolojisinin üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine etkisini araştırmışlardır. Otomotiv sektöründe, otomobil kullanırken bilişsel yükün incelemesine dair Çobanoğlu vd. (2009) bilişsel yük perspektifinden mobil cihaz gezinme bilgisini ve görüntüleme alternatiflerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Özellikle sürücülerin araç kullanırken oluşan bilişsel yüklerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar güncel literatürde yerini almaya devam etmektedir.

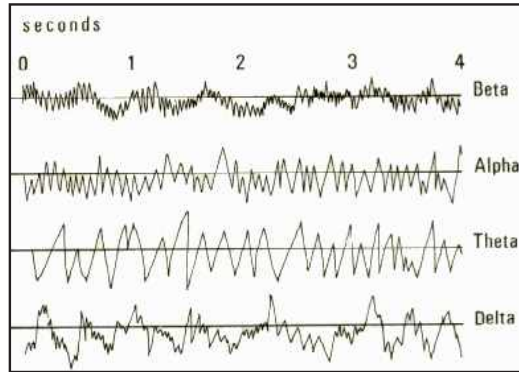
**Artırılmış Gerçeklik Gözlüğü:** Günümüz teknolojisinin en popüler konularından biri olan giyilebilir artırılmış gerçeklik gözlüğü; gerçek dünyada içerisindeki nesnelere sanal ortamda işleyerek meydana getirdiği net bilgiyi gerekli zamanda gözlük kullanan kişinin önüne getirilmektedir. Giyilebilir artırılmış gerçeklik gözlükleri; askeri, reklam, mimarlık, turizm ve eğitim gibi alanlarda kullanılmaktadır. Uçuş simülasyonunda artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanan deneklerin uzmanlık seviyesinin oluşturduğu bilişsel yük, "işlevsel yakın kızılotesi görüntüleme yöntemi" kullanılarak belirlenir. Gerçek ve sanal bilgilerin kombinasyonu olan artırılmış gerçeklik, 3D ortamlarda kullanılmakta olup gerçek zamanla etkileşim içerisindedir. Artırılmış gerçeklik beş duyuya hitap etmesine rağmen yaygın olarak görsel bilgi aktarımında kullanılır (Kipper ve Rampolla, 2012). Artırılmış gerçeklik teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde, farklı branşlarda yenilikçi teknolojik kullanım alanlarının artışı sağlanmaktadır (Cirulis ve Bringmanis, 2013). Google Glass ile Samsung Galaxy S4 akıllı telefonu ses girişi ve dokunmatik ekranın oluşturduğu bilişsel yük etkisinin araştırdığı sürüş simülasyon deneyinde, algılama, bakış metrikleri, görev süresi, sürüş performansı ve sübjektif iş yükü değerlendirilmiş ve artırılmış gerçeklik gözlüğünün daha az bilişsel yük oluşturduğu belirlenmiştir (Beckers vd., 2017). Artırılmış gerçeklik gözlüğü operatörlerde farkındalık yaratması amacıyla insan-robot etkileşimi sistemlerinde kullanılmasına yönelik pilot çalışmalar yapılmaktadır. (Michalos vd., 2016)

**Bilişsel Yük Ölçümü:** Beyin-Bilgisayar ara yüzü (Brain Computer Interaction: BCI), periferik sinirler ve kasların dahil olmadığı, elektroensefalografik aktivitenin yarattığı kontrol sinyalleri ile insanın çevresiyle etkileşimini sağlayan donanım ve yazılım iletişim sistemidir (Ramadan ve Vasilakosc, 2016). BCI teknolojisi, geçmişte bilimsel araştırmalarda sınırlı sayıda kullanılırken son yirmi yılda kullanıldığı alan sayısında ciddi artış gözlenmektedir. Beyin ile bilgisayar arasındaki dinamik ilişkiyi belirlemek, bilişsel yükü ölçmek için kullanılabilen değişik tekniklerden biri olan elektroensefalografi (EEG), bilişsel yükün tüm seviyelerde sürekli ve bilgisayara bağlı olarak yapılmasını sağladığı için avantajlıdır (Şekil 3).



Şekil 3. EEG yöntemi kullanarak bilişsel yükün belirlenmesi

Kafa derisi yüzeyindeki elektrodlar tarafınca ölçülen EEG potansiyelleri, serebral korteks ve altındaki değişik noktalardan gelen potansiyellerin toplamından oluşur. Karmaşık yapısı olan EEG sinyallerinin değerlendirilmesi oldukça zordur (Fisch ve Spehlmann, 1999). EEG sinyalleri, uluslararası kabul görmüş ve Amerika Elektroensefalografi Derneği'nce standardize edilmiş 10-20 sistemine göre kafa derisi üzerine yerleştirilen küçük elektrotların beyin içerisindeki elektriksel faaliyetleri girişimsel olmayarak incelemektedir.



Şekil 4. EEG sinyal dalgaları

Beta ve alfa dalgaları bilinçli beyin dalgalarını temsil ederken, teta ve delta dalgaları bilinçsiz beyin dalgalarını ifade eder (Şekil 4). Delta aktivite, uyanıklık sırasında erişkinde anormalliği temsil eder. Teta bandı meditatif konsantrasyon, akılda hesaplama veya bilinçli farkındalıkla ilişkilidir. Alfa ritmi, öncelikle oksipital beyin bölgesindeki görsel işlemleri yansıtır ve hafıza ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca alfa aktivitenin mental eforla da ilişkisi hakkında kanıtlar vardır. Artan mental efor, alfa aktivitenin özellikle frontal alanlarda supresyonuna neden olur. Alfa ritmi ile aynı aralıkta bulunan mu ritmi, motor aktivitelerle sıkı ilişki içindedir ve beta ritmi ile körele olduğu görülmüştür. Beta dalgaları, motor aktivite olmadığında özellikle beyin frontal ve santral alanlarında simetrik dağılım gösterir. Aktif hareket sırasında, beta dalgaları azalır ve simetrik dağılımları değişir. Sağlıklı bir erişkinde gamma dalgalarının beyin aktivitesi olarak varlığı, belli motor fonksiyon veya persepsiyonlarla ilişkilidir. Bazı deneylerde normal kişilerde maksimal kas kasılması sırasında gamma dalgaları ve motor aktiviteler arasındaki ilişki gösterilmiştir. Ayrıca başka çalışmalar da görsel ve işitsel uyarının algılanmasında gamma aktivitenin rolü olduğunu kanıtlamıştır. Gamma ritminin, EEG tabanlı BCI sistemlerinde daha az kullanılması elektromiyografi veya elektrookulografi gibi artefaktların onları etkilemesi nedeniyledir. Yine de bilgi transfer hızının artışını sağlayabilmesi nedeniyle bu dalga son yıllarda BCI araştırmalarında artan bir ilgi kaynağı olmaktadır (Alonso ve Gil, 2012).

Değişik bilişsel durumlarda ve değişen iş zorluk derecelerinin yarattığı varyasyonlara karşı duyarlılığının yüksek olması dışında, EEG'nin kolay erişilebilir ve ucuz olması, bilişsel yükün ölçümünde tercih edilme nedenlerini oluşturmaktadır (Sharma ve Gedeon, 2012; Antonenko vd., 2010). Son yıllarda kablosuz EEG sistemlerinin ortaya çıkması, endüstriyel alanda gerçek hayatta, bilişsel bellekle yapılan çalışmalarda EEG kullanımını daha da elverişli hale getirmiştir (Berka vd., 2010). Zarjam vd. (2011), EEG temelli bilişsel yük sınıflama sistemine göre üç ayrı bilişsel yükü birbirinden ayırmak için gerekli güvenilir verinin alınabileceği EEG kanallarını saptamıştır. 2005 yılında göz hareketlerinin, yapılan işin zorluk seviyesini belirleyebildiği, işin zorluk seviyesi arttıkça göz hareket sayısının azaldığı gösterilmiştir (Ikehara ve Crosby, 2005). Bilek ve parmak hareketleri ile EEG sinyalleri arasındaki ilişkiyi göstermek veya tek elden parmak hareketlerini tanımlamak için EEG sinyalleri kullanılmıştır (Liao, 2014). EEG ölçüm tekniği ile sağ ve sol el hareketlerinin bilişsel yük etkisi belirlenmiş; yazı tipinin öğrenme üzerinde etkinliğini belirlemek için de EEG ölçüm tekniği ile bilişsel yük değerleri ortaya çıkarılmıştır (Antonenko vd., 2010). Washer vd. (2016), çalışma yerinde veri işlenmesi ve yorgunluk veya yaşa bağlı etkenlerle değişimi konusunda mobil EEG'nin değerli bilgilere ulaşılmasını sağladığını göstermişlerdir.

Bilişsel yükün sayısallaştırılmış analizine yönelik bir diğer ölçüm metodu da fonksiyonel yakın kızıl ötesi spektroskopisi (functional near-infrared spectroscopy)

copy, fNIR) metodudur. fNIR ölçümleri bilişsel yük değerlendirmesine ilişkin olumlu sonuçlar vermektedir (Çakır vd., 2011; Çakır vd., 2012, Ayaz vd., 2013; Ayaz vd., 2012). Eğitim alanında öğrenme ortamlarının değerlendirilmesinde de bu metod kullanıldığında başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Uysal, 2016). fNIR ölçümlerinde başın alın kısmına yerleştirilen bir bant üzerinde bulunan sensörler vasıtasıyla ölçümler yapılmaktadır. Sistem kolay taşınabilir ve wifi ile yönetilebilmektedir. Ancak bu sistem, EEG ölçüm yöntemine göre daha pahalı bir sistem olduğu için projemizde fNIR yerine EEG ölçüm yöntemini tercih etmiş bulunmaktayız.

Literatürde, EEG ölçümü ile bilişsel yükün değerlendirilmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, montaj alanında artırılmış gerçeklik kullanımının bilişsel yük ile ilişkisini gösteren bir çalışma bulunmamaktadır. Detaylı yapılan literatür taraması sonucunda, artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımının bilişsel yük ile ilişkisinin eksikliği, projeyi şekillendiren motivasyonlardan biridir.

## **VII. TARTIŞMA ve SONUÇ**

### ***Elde edilen bulguların ne anlama geldiği yeni varsayımlarla yeterince açıklandı mı?***

Başta Otomotiv sektörü olmak üzere sanayinin birçok kolunda büyük yankı oluşturacak "Otomotiv Sektöründe Artırılmış Gerçeklik Gözlüğü Kullanımı Ve Bilişsel Yük Üzerindeki Etkisinin Araştırılması" isimli projemiz için deneysel çalışmalar yeterli bütçe bulunduğu EEG cihazı temin edildikten sonra gerçekleştirilecektir.

### ***Çalışma sonucu elde edilen istisnalara ve ilgi kurulamayan noktalara işaret edildi mi?***

Projenin başarısını etkileyebilecek istisnai durumların önüne geçebilmek ve projenin başarıyla yürütülmesini sağlamak için alınacak önlemler ana hatları ile aşağıda ifade edilmiştir.

Bilişsel yükü belirlemek amacıyla yapılacak olan ölçümler otomobil imalatı yapan TOFAŞ AŞ. montaj hattında herhangi bir hastalığı ve ilaç kullanımı olmayan gönüllü çalışanlar arasından deney günü çalışma performansını ve bilişsel aktivitesini etkileyebilecek özel bir durumu olmayan denekler arasından seçilecektir.

EEG cihazı ile objektif ölçümlerin gerçekleştirilmesi sırasında EEG verilerinde artefaktların (istenmeyen dalgalar) oluşması riski vardır. Böyle bir durum ile karşılaşılırsa FFT (Fourier Transformu) serileri ile matematiksel dönüşümler kullanılarak elde edilmek istenilen temiz verilere ulaşılabilecektir.

EEG ölçümü sırasında zihinsel aktivitede oluşan sinyallerin bir kısmının, ortam gürültüsünden etkilenebileceği beklenen bir durumdur. Proje deneysel kurgusunu, gerçek zihinsel etkiyi ölçmede yanıltıcı olabileceğini öngörerek, gürültü



izolasyonu sağlanmış bir laboratuvar odasında yapmayı planlamadık. Gerçek imalat koşulları altında operatör üzerinde oluşan zihinsel yükü de ölçmek istiyoruz. Yapılacak olan deneysel çalışma, fabrikada difüzyon alanında malzeme sıralama operasyonu sırasında gerçekleştirilecektir. Fabrikada belirtilen alanda periyodik olarak yapılagelen gürültü ölçüm seviyesi 77 dB'dir. Ayrıca alınacak olan EEG cihazının kendi içinde filtreleme sistemi bulunmaktadır. Bu özellik, alınması planlanan EEG cihazının yazılım ünitesinin teknik şartnamesinde talep edilmiştir. İstenmeyen sinyal dalgası olarak isimlendirilen artefactların eliminasyonu için, yazılım teknik şartnamesinin 5. maddesinde belirtilmiş olan "Artifact rejection", "Averaging", "Averaged cross correlation", "Band-rejection filters", "DC-Detrend", "Ocular artifact correction regression and ICA based PCA", "RMS and GFP" filtreleri yardımcı araç olarak kullanılacaktır

İstatistiksel veri analizi; yapılacak istatistiksel çalışmada, incelenen parametrelerin normal dağılması beklenmektedir, deneylerin insan üzerinde yapılacağından dolayı, katılımcı sayısının artırılmasına rağmen normal dağılıma uymayan sonuçlar elde edilebilir. Katılımcı sayısının artırılmasına rağmen normal dağılıma sahip olmayan parametreler oluşursa, istatistiksel yöntemlerden normal dağılmayan parametre testleri yapılacaktır. Ayrıca analiz edilecek sonuçlarda göre, beklentinin aksine durumda oldukça yeni olan bu sistemi ilk kullanmada zorluktan dolayı zihinsel yük artabilir. Bu durumda, kullanıcılara alışma süresi tanınacak ve bu süre aşıldıktan sonra yeniden deney yapılacaktır.

### ***Çalışmanın orijinalliği ve pratikte uygulama alanı hakkında bilgi verildi mi?***

Ülkemiz için çok yeni bir konu olan artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanılarak bazı çalışmalar yapılmasına rağmen otomotiv montaj difüzyon hattında artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanılarak operatör üzerinde oluşan bilişsel yüklerin belirlenmesine dair herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu proje ile montaj hattında artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımının sayısallaştırılmış bilişsel yük değerleri ile ilgili çalışmayı sektöre sunarak daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Yapılacak bilimsel çalışma sonrasında, elde edilecek sonuçlara göre, artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımıyla ilgili durumlar değerlendirilecektir ve zihinsel yükün azaldığı tespit edilirse, pilot bölgede uygulanan sistem yaygınlaştırılarak otomotiv sektörünün diğer hatları başta olmak üzere, birçok sektörde sistemin yaygınlaştırılmasında önemli rol oynayacaktır. Bu sistem ile birlikte, operatör kaynaklı hataların ortadan kalkması ve raf sırasında uyma zorunluluğundan kaynaklanan fazla yürüme süresi ve dolayısıyla üretim maliyetlerinde azalma gerçekleşecektir.

TOFAŞ A.Ş.'nde montaj hattı difüzyon bölgesinde gönüllü montaj hattı çalışanları üzerinde yapılacak olan projemizde kullanımı kolay olan ve herhangi iş güvenliği riski taşımayan artırılmış gerçeklik gözlüğü rahatlıkla üretim hatlarında uygulanabilecektir. Endüstri 4.0 teknolojisi ile birlikte önem kazanan bilişsel yük kavramı, artırılmış gerçeklik gözlüğününün operatör üzerinde oluşturdu-



ğu etki EEG yöntemi kullanılarak belirlenecektir. Projede amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olarak uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri belirgin ve tutarlı bir şekilde pilot çalışmalar yapılmıştır. Gerçek üretim ortamında yapılacak deneylerin sonucunda başta pilot bölgede uygulanmasında ve ilerleyen zamanlarda yaygınlaştırmada herhangi bir risk öngörülmemiştir.

Bu proje, otomotiv montaj hattında artırılmış gerçeklik gözlüğünün bilişsel yüke etkisinin belirlenmesi hakkında henüz gerçekleştirilmiş bir çalışma olmadığından kendinden sonra yapılacak araştırmalara liderlik edeceği için ve tüm sektörlerin en büyük hedefleri olan etkinlik verimliliğinin ar.....

## **SONUÇ**

Ülkemizin uluslararası dünyada rekabet etme gücünü artıracak olan projemizin esas amacı artırılmış gerçeklik gözlüğünün, çalışan üzerinde oluşan zihinsel yük etkisinin araştırılması ve elde edilen araştırma sonuçlarında negatif bir etki gözlemlenmediğinde gözlüğün kullanımının yaygınlaştırılmasıdır.

Teknolojinin gelişmesi ile sistemlerin karmaşıklığı artmakta ve kullanımı zorlaşabilmekte ve gelişen teknolojinin insan hayatını ciddi derecede etkilemektedir. Otomotiv montaj hattında çalışanların artırılmış gerçeklik gözlüğü ile çalışırken operatörün zihninde oluşan bilişsel yük değerleri EEG yöntemi kullanılarak nümerik olarak belirlenecektir. EEG yöntemi ile elde edilen verilerin analizi sonucunda gerçeklik gözlüğünün otomotiv fabrikasına ve çalışan üzerinde oluşturduğu etkinin olumlu ve olumsuz yönleri belirlenecektir.

Mevcut durumda, difüzyon hattı başta olmak üzere birçok üretim hattında operatör insatifinde gerçekleşen prosesler mevcuttur. Üretim hatlarında difüzyon işlemi olarak adlandırılan, montaj üretim sırasına göre sıralama proseslerin yapılması sırasında kullanılan SAG sistemi çalışanların hangi parçayı seçeceğini elektronik sistemle göstermesine rağmen insan odaklı olması sebebiyle yeni bir arayış içerisine girilmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte hızlı bir şekilde hayatımıza giren Artırılmış gerçeklik gözlüğünün endüstri alanında kullanılması ile birlikte sürecin çalışanlar tarafından yönetebilmesinin önüne geçilecek ve böylece çalışanların üretimi olumsuz yönde etkileyebileceği kalite hataları gibi problemler ortadan kaldırılarak maliyetlerde ciddi oranda kar sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında, artırılmış gerçeklik gözlüğünün çalışanlar üzerinde oluşturduğu bilişsel yük EEG tekniği kullanılarak sayısallaştırılmış olarak belirlenecektir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak artırılmış gerçeklik gözlüğünün otomotiv montaj hatlarında aktif olarak kullanılması ve daha sonra yaygınlaştırılması ile birlikte proseslerin çalışanlar tarafından yönetebilmesinin önüne geçilerek dijital dönüşümün üretim ortamına hızla adapte edilmesinde önemli rol oynayacaktır.

## VIII. KAYNAKÇA

1. Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., Ocak, M. A., 2016, "Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories", *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
2. Akdemir, A., Örsel, S. D., Dağ, İ., İşcan, N., Özbay, H., 1996, "Hamilton depresyon derecelendirme ölçeğinin geçerliliği-güvenilirliği ve klinikte kullanımı", *Psikiyatri Psikoloji ve Psikofarmakoloji Dergisi*, 4, 251-259.
3. Alonso, L. F. N., Gil, J. G., 2012, "Brain computer interfaces, a Review", *Sensors*, 12, 1211-1279.
4. Anderson, E. W., Potter, K. C., Matzen, L. E., Shepherd, J. F, Preston, G. A., Silva, C. T., 2011, "A user study of visualization effectiveness using EEG and cognitive load", *Eurographics / IEEE Symposium on Visualization*, Volume 30, Number 3.
5. Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R., Gog, T., 2010, "Using electroencephalography to measure cognitive load", *Educ Psychol Rev*, 22, 425-438.
6. Armağan, H., Yiğit, T., 2015, "E-studio model and ergonomics training", *Journal of Engineering Sciences and Design*, 3(3), SI:Ergonomi, 2015, 149-155.
7. Ayaz, H., Onaral, B., Izzetoglu, K., Shewokis, P.A., McKendrick, R., Parasuraman, R., 2013, "Continuous monitoring of brain dynamics with functional near infrared spectroscopy as a tool for neuroergonomic research: Empirical examples and a technological development", *Frontiers in Human Neuroscience*, Volume 7, Article 871.
8. Ayaz, H., Shewokis, P. A., Bunce, S., Izzetoglu, K., Willems, B., Onaral, B., 2012, "Optical brain monitoring for operator training and mental workload assessment", *NeuroImage*, 59, 36-47.
9. Aydın, A. O., Kurt, M., 2002, "Software ergonomics", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 17(4), 93-114.
10. Baddeley, A., 1986, "Working memory", Oxford University Press, London.
11. Baddeley, A., 1992, "Working memory", *Science*, 255, 556-559.
12. Beckers, N., chreiner, S., Bertrand, P., Mehler, B., Reimer, B., 2017, "Comparing the demands of destination entry using Google Glass and the Samsung Galaxy S4 during simulated driving", *Applied Ergonomics*, 58, 25-34.
13. Berka, C., Levendowski, D. J., Cvetinovic, M. M., Petrovic, M. M., Davis, G., Lumicao, M. N., Zivkovic, V. T., Popovic, M. V., Olmstead, R., 2010, "Real-time analysis of EEG indexes of alertness, cognition, and memory acquired with a wireless EEG headset", *International Journal Of Human-Computer Interaction*, 17(2), 151-170.

14. Bıyıklı, Ö., Aydoğan, E. K., 2015, "Nouroergonomics and basic applications", *Journal of Engineering Sciences and Design*, 3(3), SI:Ergonomi, 2015, 173-179.
15. Bishop, S. C., 2008, "Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention", *Nature Neuroscience* 12, 92-98.
16. Braver, T. S., Cohen, J. D., Nystrom, L. E., Jonides, J., Smith, E. E., Noll, D. C., 1997, "A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory", *Neuroimage*, 5, 49-62.
17. Chandler, P., Sweller, J., 1991, "Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*", 8, 293-332.
18. Cirulis, A., Brigmanis, K. B., 2013, "3D Outdoor augmented reality for architecture and urban planning", *Procedia Computer Science* 25, 71-79.
19. Cobanoglu, M. C., Kindiroglu, A. A., Balcisoy, S., 2009, "Comparison of mobile device navigation information display alternatives from the cognitive load perspective" *Engin. Psychol. and Cog. Ergonomics*, 149-157.
20. Constantinidis, C., WANG, X. J., 2004, "A neural circuit Basis for spatial working memory", *The Neuroscientist*, 10(6):553-565.
21. Çakır, M. P., Ayaz, H., İzzetoğlu, M., Shewoki, P. A., İzzetoğlu, K., Onaral, B., 2011, *Bridging Brain and Educational Sciences: "An optical brain imaging study of visuospatial reasoning"*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 29, 300-309.
22. Çakır, M. P., Şenyiğit, A. M., Akay, D. M., Ayaz, H., İşler, V., 2012, "Evaluation of UAS camera operator interfaces in a simulated task environment: An optical brain imaging approach", *BICS 2012, LNAI 7366*, pp. 62-71, 2012.
23. Dirican, A.C., Göktürk, M. 2012, "Involuntary postural responses of users as input to Attentive Computing Systems: An investigation on head movements", *Computers in Human Behavior*, 28, 1634-1647.
24. Eraslan, E., 2005, "E-ticaret web siteleri tasarımının ergonomik açıdan değerlendirilmesi", 11. Ulusal Ergonomi Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 83-90.
25. Fisch, B. J., Spehlmann, R., 1999, *Fisch and Spehlmann's EEG primer: Basic principles of digital and analog EEG (3.Baskı)*. Elsevier, London.
26. Formaggio, E., Masiero, S., Bosco, A., Izzi, F., Piccione, F., Felice, A.D., 2015, "Quantitative EEG evaluation during robot-assisted foot movement", *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 14(8), 1-8.
27. Güler, İ., Kiyimik, M. K., Akin, M., Alkan, A., 2001, "AR spectral analysis of EEG signals by using maximum likelihood estimation", *Computers in Biology and Medicine*, 31, 441-450.
28. Gundel, A., Wilson, G. F., 1992, "Topographical changes in the ongoing EEG related to the difficulty of mental tasks", *Brain Topography*, 5:17-25.

29. Hamilton, M., 1959, "The assessment of anxiety states by rating", *Psychology and Psychotherapy*, 32(1), 50-5.
30. Hamilton, M., 1960, "A rating scale for depression", *Journal of Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 23, 56-62.
31. Hart, S. G., Staveland, L. E., 1988, "Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research", [Advances in Psychology](#), 52, 139–183.
32. Ikehara, C. S., Crosby, M.E., 2005, "Assessing Cognitive Load with Physiological Sensors", *Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences – 2005*, 1-9.
33. Kalyuga, S., 2006, "Assessment of learners organised knowledge structures in adaptive learning environments", *Applied Cognitive Psychology*, 20, 333–342.
34. Kipper, G., Rampolla, J., 2012, *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. 1st Edition, Syngress.
35. Klimesch, W., 1998, "EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis", *Brain Research Reviews*, 29,169–195.
36. Liao, K., Xiao, R., Gonzalez, J., Ding, L., 2014, "Decoding individual finger movements from one hand using human EEG signals", *PLoS One* 9(1): e85192.
37. Michalos, G., Karagiannis, P., Makris, S., Tokçalar, Ö., Chryssolouris, G., 2016, "Augmented reality (AR) applications for supporting human-robot interactive cooperation", *Procedia CIRP* 41, 370–375.
38. Miller, G. A., 1994, "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information", *Psychological Review*, 101(2), 343-352.
39. Neuper, C., Wörtz, M., Pfurtscheller, G., 2016, "ERD/ERS patterns reflecting sensorimotor activation and deactivation", [Progress in Brain Research](#), 159, 211-222.
40. Paas, F., Tuovinen, J.,E., Pascal, H.,T., Gerven, W., M., V., 2003, "Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory", *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71.
41. Pekcan, B., Oğulata, S.,N., 2008, "Yazılım ergonomisi ve bir işletme yazılımı üzerine uygulanması", *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 76-83.
42. Proakis, J. G., Manolakis, D, G., 1996, *Digital Signal Processing Principles Algorithms and Applications*. Prentice-Hall, New Jersey.
43. Putz, G. R. M., Zimmermann, D., Graitmann, B., Nestinger, K., Korisek, G., Pfurtscheller, G., 2007, "Event-related beta EEG-changes during passive

- and attempted foot movements in paraplegic patients”, *Brain Research*, 84-91.
44. Ramadan, R., A., Vasilakosc, A. V., 2016, “Brain computer interface: control signals review”, *Neurocomputing*, 223, 26-44.
  45. Schnotz, W., Kürschner C., 2007, “A Reconsideration of cognitive load theory”, *Educ Psychol Rev*, 19, 469–508.
  46. Sharma, N., Gedeon, T., 2012, “Objective measures, sensors and computational techniques for stress recognition and classification: A survey”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 108, 1287–1301.
  47. Subha, D. P., Joseph, P. K., U, R. A., Lim, C. M., 2010, “EEG signal analysis: A survey”, *Springer Science* 34:195–212.
  48. Sun, S., Yu, R., 2014, “The feedback related negativity encodes both social rejection and explicit social expectancy violation”, *Frontiers in Human Neuroscience*, Volume 8, Article 556.
  49. Sweller, J., 1988, “Cognitive load during problem solving: Effects on learning”, *Cognitive Science*, 12, 257–285.
  50. Ulutaş, B., Özkan F., 2011, “Cep telefonlarından internete erişiminin ergonomik açıdan incelenmesi”, 17. Ulusal Ergonomi Kongresi, Eskişehir, 63-70.
  51. Uysal, M. P., 2016, “Evaluation of learning environments for objectoriented programming: measuring cognitive load with a novel measurement technique”, *Interactive Learning Environments*, 24, 7, 1590–1609.
  52. Wascher, E., Heppner, H., Stefan, S. O., Stephan, A., Getzmann, S., Möckel, T., 2016, “Age-sensitive effects of enduring work with alternating cognitive and physical load. A study applying mobile EEG in a real life working scenario”, *Frontiers in Human Neuroscience*, Volume 9, Article 711.
  53. Yazıcı, M. K., Demir, B., Tanrıverdi, N., Karağaoğlu, E., Yolaç, P., 1998, “Hamilton Anksiyete Değerlendirme Ölçeği, değerlendiriciler arası güvenilirlik ve geçerlik çalışması”, *Türk Psikiyatri Dergisi*, 9, 114-7.
  54. Zarjam, P., Epps, J., Chen, F., 2011, “Spectral EEG Featuresfor Evaluating Cognitive Load”, 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS, Boston, Massachusetts USA, August 30 - September 3, 2011, 3841-3844.
  55. Zoubir, M., Boashash, B., 1998, “Seizure detection of newborn EEG using a model approach”, *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 45(6):673-85

---

**ENDÜSTRİ 4.0 KAPSAMINDA İNSAN-ROBOT  
ORTAK ÇALIŞMALARINDA OLUŞAN BİLİŞSEL  
YÜKÜN “GENİŞLETİLMİŞ BİLİŞ “YAKLAŞIMIYLA  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**TÜLİN GÜNDÜZ**

tg@gmail.com

**ZEYNEP ÜSTÜNEL**

zeynep.ustunel.6@gmail.com

---

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **Tülin Gündüz (Doç. Dr.)**

Tülin Gündüz, Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü 1995 yılı mezunudur. Aynı yıl yüksek lisansa başlayarak araştırma görevlisi kadrosuna kabul edilmiştir. Mukavemet alanında 1998 yılında bitirdiği yüksek lisans çalışmasından sonra, aynı yıl ergonomi alanında doktora yapmaya başlamıştır. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Ergonomi alanındaki doktora çalışmasını 2005'de tamamlamıştır. Doktora çalışması esnasında Darmstadt Teknik Üniversitesi Ergonomi Anabilim Dalında 1 yılı aşkın süreyle araştırmacı olarak çalışmış ve Ford firmasının üniversite ile ortaklaşa gerçekleştirdiği 2 ayrı projesinde araştırmacı olarak yer almıştır. Türkiye'ye döndükten sonra da Tofaş A.Ş.'de doktoradaki araştırma konusu olan sürücü termal konforu ile ilgili yapılan projede araştırmacı olarak çalışmıştır. Doktora sonrası TÜBİTAK-DFG araştırma bursu kazanan Tülin Gündüz, 2008 yılında Münih Teknik Üniversitesi Ergonomi Anabilim Dalında Antropometri alanında doktora sonrası araştırmacı olarak çalışmıştır. Türkiye'ye döndükten sonra 2009'da Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne Yardımcı Doçent olarak atanmış ve antropometri alanında Türkiye'de ilk defa gerçekleştirilen 2 projeyi başarıyla tamamlamıştır. 2012 yılında ÜAK Ergonomi temel alanından Doçent ünvanı almıştır. 2013 yılında, Birmingham Üniversitesi Bilgisayar Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölüm başkanı tarafından bilişsel ergonomi çalışmak üzere İngiltere'ye davet edilmiştir. YÖK bursu ile 6 ay süreyle İngiltere'de bilişsel ergonomi alanında uygulamalı-deneysel çalışma yapan Tülin Gündüz, bu alanda Türkiye'ye döndükten sonra bilişsel ergonomi alanında çalışmalarına devam etmektedir. Tülin Gündüz, ayrıca T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından verilen İşyeri Hekimliği ve İş Güvenliği Uzmanlığı Eğitici Belgesine sahiptir. Bunun yanı sıra Almanya'da 80 saatlik eğitim ve sınav sonrası elde edilen MTM profesyonel uzman-uygulayıcı belgesine sahiptir. Aynı zamanda Milli Prodüktivite Merkezi (MPM)'nin dış eğitim havuzunda yer almaktadır. Tülin Gündüz ergonomi ve iş güvenliği alanında olmak üzere, 2 projede yürütücü olarak, 3 projede danışman olarak ve 5 projede araştırmacı olarak yer almıştır. Aynı zamanda sanayiye katkı olarak,



## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

2006 yılından beri BUSİAD İş Güvenliği Uzmanlık gurubunda çalışarak, sanayiye ergonomi ve iş güvenliği alanında gönüllü destek vermektedir. Bir üst kuruluş olan TÜRKONFED'in de İş Güvenliği Uzmanlık gurubunda da yer almaktadır. Tülin Gündüz'ün İngiltere'deki bilişsel ergonomi çalışması, Türkiye'ye döndükten sonra bu alanda büyük çaplı bir proje gerçekleştirme için yüksek motivasyon sağlamıştır. Aynı zamanda bilişsel ergonomi alanında üzere Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi (BAP)'nde değerlendirme aşamasında olan 3 projesi bulunmaktadır. Tülin Gündüz'ün ergonomi alanında bu güne kadar 16'sı uluslararası olmak üzere 22 makale ve 60 kongre bildirisi bulunmaktadır.

### **Zeynep ÜSTÜNEL (Endüstri Yük. Müh.)**

2011 yılında Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. Özel bir üniversitede araştırma görevliliği yapmakta iken, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği alanında 2017'de yüksek lisansını tamamlamıştır. Yüksek lisans çalışma alanı, robotla imalat sistemlerinde genişletilmiş/dağıtık biliş üzerinedir. 2017'de YÖK 100/2000 bursunu kazanan Zeynep Üstünel, halen Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği anabilim dalında doktora öğrencisidir.

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **İçindekiler**

Özet

Giriş

Projenin Yenilikçi Yönü

Projenin Maliyeti

Projenin Kullanım Alanı

Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği

Literatür Araştırması

Tartışma Ve Sonuç

Kaynakça

### **Tablolar**

Tablo 1

### **Şekiller**

Şekil 1

## ÖZET

Bu projede insan ve robotun birlikte çalışmasından kaynaklanan bilişsel yükün genişletilmiş biliş yaklaşımlarıyla incelenmesi ve cinsiyet ve robot kolu hızı faktörleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışanın belleğini kullanımı sırasında gösterdiği toplam zihinsel çaba, bilişsel yükü oluşturur. Bilişsel yük, fiziksel yüke benzer olarak; insanın aletler, cihazlar, makineler ve hatta çalışma alanları ile etkileşiminden ortaya çıkmaktadır. Ürün veya hizmet kalitesi ve iş güvenliği açısından dikkate alınan olan bir konudur.

Günümüzde modern üretim alanlarında robotlar güvenlik çitleriyle çevrelenmiştir ancak Endüstri 4.0 kapsamında insan ve robotların güvenlik sensörlerinin bulunmadığı aynı hacimde çalışması söz konusudur. Proje amaçları doğrultusunda insanın robotlarla birlikte çalıştığı bir iş yerinde küçük parçaların montajı işinde kadın ve erkekler üzerinde oluşan bilişsel yükün, farklı robot kolu hızlarıyla ve genişletilmiş etkisi altında nasıl değişim göstereceği incelenecektir.

Sübjektif ve objektif ölçüm yöntemleri birlikte kullanılarak bilişsel yükün ölçüleceği bir deneysel çalışma gerçekleştirilecektir. İnsan ve robotun aynı anda ve aynı hacimde çalıştığı bir deney ortamı hazırlanacaktır. Kadın ve erkek katılımcılarla bu işyerinde belirlenen parametrelere göre deneysel tasarım ilkelerine uygun olarak bilişsel yük ölçümleri gerçekleştirilecektir.

Yapılacak olan istatistiksel analizlerin ardından robot koluyla işbirliği içinde çalışılan montaj işlerinde kadın ve erkekler üzerinde oluşan bilişsel yük seviyesinde birbirlerine göre farklılıklar oluşup oluşmayacağı ortaya çıkarılacaktır. Böylece otomotiv sanayinde düşük seviyede olan kadın çalışan sayısının elde edecek sonuçlar ile yükseltilebilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, projenin sonuçları, uygun robot kolu hızı ile insan-robot birlikte çalışmalarının, sanayide uygulamalı olarak seri hatlarda nasıl gerçekleştirilebileceğine dair belirleyici olacak ve el-göz-beyin koordinasyonu açısından önemli olan robot kolu hızı incelenmiş olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Bilişsel ergonomi, genişletilmiş biliş, insan-robot birlikte çalışması, işbirlikçi robotlar, insan-robot etkileşimi.

## I. GİRİŞ

Önerilen proje “İnsan Makina Etkileşimi” ve “İşbirlikçi Robotlar (cobot)” konuları ve Endüstri 4.0 kapsamında; robotlarla işbirliği içinde küçük parçaların montaj işleri yapılırken, insan üzerinde oluşan bilişsel yükün robot kolu hızı, cinsiyet ve genişletilmiş/dağıtık biliş (extended/distributed cognition) yaklaşımı faktörlerine göre değerlendirilmesini kapsamaktadır.

İnsan ve robotların işbirliği içinde aynı anda ve aynı hacimde bir montaj işi üzerinde çalışması sırasında;

- İnsan üzerinde oluşan bilişsel yükü etkileyen birçok özelliklerden robot kolu hızı faktörünün insan üzerindeki etkisinin belirlenmesi,
- Oluşan bilişsel yükün cinsiyetler arasında bir fark oluşturup oluşturmadığının tespit edilmesi ve bu sayede montaj hatlarında daha fazla kadın istihdam edilebilmesi,
- Oluşan bilişsel yük genişletilmiş/dağıtık biliş (extended/distributed cognition) yaklaşımıyla ölçülmesi ve genişletilmiş/dağıtık bilişin (extended/distributed cognition) bilişsel yük üzerindeki etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

## II. PROJENİN YENİLİKÇİ YÖNÜ

Bu projenin yenilikçi yönü, bilişsel yükün insan ve robotun aynı anda çalışarak montaj işlemini yerine getirmesi esnasındaki etkisinin ortaya çıkarılacak olmasıdır. İnsanın çalışması esnasında oluşan bilişsel yükün araştırılması konusunda yeni bir yaklaşım olan genişletilmiş/dağıtık biliş (extended/distributed cognition) kavramı, montaj alanında robotla insanın aynı anda çalışması sırasında deneysel olarak ölçülecektir. Bilişsel yük konusu 1980’lerden beri çalışılmakta olsa da, insan zihninin çevresiyle olan etkileşimini inceleyen genişletilmiş/dağıtık biliş (extended/distributed cognition) konusu literatüre yeni girmiş bir konudur. Sanayideki kullanımı açısından ülkemiz için yeni bir alandır. Özellikle Endüstri 4.0 ile birlikte robotlar ve insanların üretim alanlarındaki etkileşimlerinin artmasıyla birlikte bilişsel yük konusunun da önemi artmaktadır.

Önerilen bu projenin literatürdeki diğer çalışmalardan farkı aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Çalışanın belleğini kullanımı sırasında gösterdiği toplam zihinsel çaba, bilişsel yükü oluşturur. Bilişsel yükün öğrenmeye ilişkisi üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Ancak bu projede, bilişsel yükün insan ve robotun aynı anda çalışarak montaj işlemini yerine getirmesi esnasındaki etkisi ortaya çıkarılacaktır. Çünkü bilişsel yük, iş güvenliğinden ürün kalitesine ve verimliliğe kadar tüm konularda, imalat süreçlerinin etkin işleminde aktif rol oynayan bir etmendir.

- İnsanın çalışması esnasında oluşan bilişsel yükün araştırılması konusunda yeni bir yaklaşım olan genişletilmiş/dağıtık biliş (extended/distributed cognition) kavramı, montaj alanında robotla insanın aynı anda çalışması sırasında deneysel olarak ölçülecektir.
- Ayrıca çalışma hayatında kadın istihdamının artırılmasına yönelik olarak montaj departmanlarında robotla birlikte çalışma esnasında Türk kadınının bu alanda çalışabilmesi konusunda araştırma yapılmış olacaktır.

### **III. PROJENİN MALİYETİ**

Projenin yaklaşık 60.000 TL maliyeti bulunmaktadır. Bu ana maliyetin içindeki alt maliyet kalemleri şu şekildedir:

- Reaksiyon ölçüm cihazı ve yazılımı
- Ölçüm yapılması için gerekli giderler
- Eğitim giderleri
- İlgili kongre ve etkinliklere katılım
- Yardımcı personel giderleri

### **IV. PROJENİN KULLANIM ALANI**

Endüstri 4.0 kapsamında kullanımı yoğunlaşmaya başlayan işbirlikçi robotlar (cobotlar) montaj, boyama, paketlenme, yükleme, indirme gibi birçok üretim adımında kullanılabilir. Bunun yanı sıra tehlikeli uygulamalarda, depolama ve lojistik alanlarında ve hatta cerrahi alanında da kullanılmakta olan bu robotların birlikte çalıştığı insanlar üzerinde oluşturacağı bilişsel yük de önemli bir konu haline gelmiştir. İşbirlikçi robotların insan üzerinde oluşturduğu bilişsel yükün incelenmesi ülkemiz için oldukça yeni olmakla birlikte genişletilmiş biliş yaklaşımının sanayide uygulamalarının araştırılması konusunda yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu sebeple seçilen işbirlikçi robot çalışması ve buna genişletilmiş biliş kavramının etkisi hakkında bu proje çalışması hazırlanmıştır. Ayrıca cinsiyet faktörü de fiziksel kuvvet gerektirmeyen kadınların da erkeklerle aynı verim düzeyinde çalışabileceği küçük parçaların montaj işinde, cinsiyetler arasında bilişsel yük açısından bir farklılık oluşup oluşmayacağı da kontrol edilecektir.

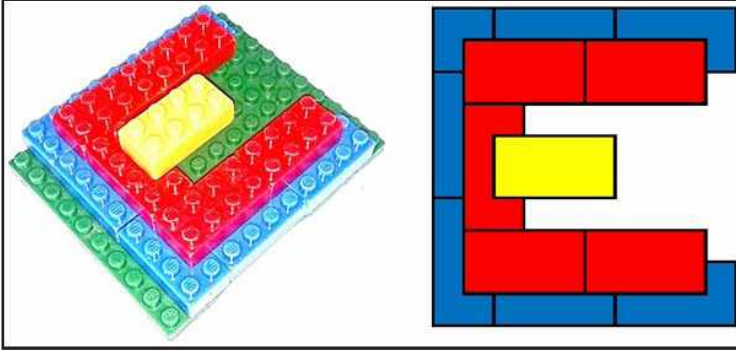
Böylece projeden elde edilen sonuçların aşağıdaki gibi kullanılması beklenmektedir:

- Otomotiv sanayinde insan ve robotun birlikte çalıştığı görevlerde kadın çalışanların istihdamının artırılması,
- Genişletilmiş biliş yaklaşımı ve farklı hız seviyelerinde yapılacak deneyler sonucu otomotiv sanayinde çalışma alanı tasarımına yeni bir bakış açısı getirilmesiyle, iş zamanlarının kısaltılması ve ürün hatalarının azaltılması,

- İnsan ve robotun aynı hacimde ve birlikte çalıştığı işlerde zihinsel yükü azaltacak önerilerle iş güvenliği konusunda katkı sağlanması.

## V. PROJENİN YAPILABİLİRLİĞİ / UYGULANABİLİRLİĞİ

Projenin uygulanabilmesi için Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği laboratuvarında yer alan robottan faydalanılması planlanmaktadır. Bölüm öğrencilerinin katılımcı olarak deneylerde yer alması hedeflenmiştir. Yapılması istenecek montaj işi Şekil 1’de gösterilmektedir. Bunun yanı sıra kullanılacak olan bilişsel yük ölçüm teknikleri uygulama açısından robot ile işbirliği içinde montaj yapma işine uygun olacak şekilde öznel yöntem olarak NASA-RTLX ve ikili-görev yöntemi olarak PASAT yöntemleri seçilmiştir.



Şekil 1. Montaj ürünü

## VI. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu projenin araştırma konusuyla birebir ölçüşen bir çalışma olmamakla beraber bilişsel yük ölçümü ve genişletilmiş/dağıtık biliş (extended/distributed cognition) ile ilgili yapılan çalışmalar şu şekilde derlenebilir:

### 1. Bilişsel Yük Ölçüm Yöntemleri

Bilişsel yük öznel ve nesnel olarak ölçülebilmektedir. Öznel ölçümler için tek boyutlu ve çok boyutlu anketlerden faydalanılmaktadır (Miller, 2001). Nesnel ölçümler ise doğrudan ve dolaylı teknikler olarak sınıflandırılmaktadır (Martin, 2015). Doğrudan tekniklere göz izleme, ikili-görev, reaksiyon zamanı ölçümü ve beyin aktivite ölçümleri gibi teknikler girerken; dolaylı ölçümlere öğrenme çıktıları, görev zamanı, yardım arama davranışları gözlemi gibi teknikler girilmektedir. Tablo 1’de bu yöntemlerin sınıflandırması gösterilmektedir.

**Tablo 1. Bilişsel Yük Ölçüm Yöntemlerinin Sınıflandırılması**

Veri Tipi	İlişki Tipi	Bilişsel Yük Ölçüm Yöntemleri
Öznel		Tek boyutlu ölçekler
		Çok boyutlu ölçekler
Nesnel	Doğrudan	Göz izleme (Eye-tracking)
		İkili görev yöntemi
		Beyin aktivite ölçümleri (ör. MRI, fNIRS)
	Dolaylı	Öğrenme çıktıları
		Görev süresi
		Yardım arama davranışları
		EEG veya kardiyovasküler ölçüleri kullanan fizyolojik yaklaşımlar
		Etkililik ölçümleri

Göz izleme yöntemi bilişsel yük ölçümü ve kullanılabilirlik testi için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Sharma ve Dubey, 2014). Genellikle gözbebeği odaklanma süresi ve sayısı, gözbebeği çapı, göz kırpması süresi ve sayısının ölçülerek bilişsel yükün ölçümü için kullanılır (Ahlstrom ve Freidman-Berg, 2006; Van Gog ve ark., 2009; De Koning ve ark., 2010; Liu ve Chuang, 2011; Wang ve ark., 2014; Huang ve Chen, 2015; Jiang ve ark., 2015; Majooni ve ark., 2015).

Öğrenme çıktıları yöntemi bireyin görevde başarılı olup olmasını kontrol eden bir yöntemdir. (De Koning ve ark., 2010; Huang ve Chen, 2015; Majooni ve ark., 2015; Evans ve Gibbons, 2007; Austin, 2009; Van Cauwenberge ve ark., 2014; Van Gog ve ark., 2009a; Galy ve ark., 2012).

İkili-görev yöntemi ise bilişsel yükü bir ana görev ve bir ikincil görevin kombinasyonu ile ölçüm yapmayı amaçlamaktadır. Bu yöntemle, eğer ana görev ile yüksek bir bilişsel yük oluşuyorsa ikincil görev performansında düşüş yaşanmaktadır (Sweller ve ark., 2011). İkili-görev yöntemi işitsel veya görsel sinyaller yardımıyla farklı şekillerde kullanılabilir (Chevalier ve Kicka, 2006; Wästlund ve ark., 2008; Horrey ve ark., 2009; Cierniak ve ark., 2009).

Reaksiyon zamanı ölçüm yöntemi ise katılımcıya bir uyarıcının sunulması ile söz konusu uyarıcıya katılımcının verdiği kas tepkisi arasında geçen sürenin ölçüldüğü bir yöntemdir. Bu yöntemle bilişsel süreç araştırılmaktadır (Stevens ve ark., 2011; Schoor ve ark., 2012).

Bu yöntemler içinden nesnel yöntem olarak ikili-görev yöntemi ile öznel yöntem olarak çok boyutlu bir anket kullanılması planlanacaktır.



## 2. Genişletilmiş/Dağıttık Biliş (Extended/Distributed Cognition)

Clark ve Chalmers'ın (1998) beynin sadece deri ve kemiklerin arasında olmadığını belirtmesiyle ortaya çıkarılmış bir konudur. Bilişsel süreçlerde dışsal varlıkların aktif rol oynamasıyla beynin aslında dışsal objelere genişlediğini belirtmişlerdir. Gallagher (2013) rnek bir deneysel çalışma ile bilişsel süreçlerde teknolojinin yerini belirtmiştir.

Genişletilmiş biliş hipotezine (the hypothesis of extended cognition) göre çevresel fonksiyonlar sadece görev sırasında ilgi çekmekle ve biliş de basitçe çevreye genişlemekle kalmaz; aynı zamanda evre bilişsel süreçleri şekillendirir (Sprevak, 2010; Gallagher, 2013). Zihin evreye nedensel ve kurucu bir biçimde bağımlıdır. Çevresel koşullar sadece “zihinsel olmayan” araçlar olarak dşnlemez ve evre bireyin zihnini kısmen şekillendirdiği kabul edilemez (Sprevak, 2010).

Clark (2008) bireyin bilişsel sürecinin bir parçası olacak harici fiziksel süreçler için bir kriterler dizisi belirlemiştir. Aynı konuda yapılan diğer çalışmalara göre (Michaelian, 2012; Nakayama, 2013; Gallagher, 2013; Anderson, 2015; Greif, 2015) genişletilmiş biliş'e konu olan (extended cognition) evresel etmenler için kriterleri aşağıdaki gibi sıralamışlardır:

1. Dışsal kaynak “güvenilir, uygun ve genellikle çağrılabilir” olmalıdır.
2. Dışsal kaynak “kısmen uygun bulunmuş” olmalıdır.
3. Dışsal kaynak “kolayca erişilebilir” olmalıdır.

## VII. TARTIşMA VE SONUÇ

Önerilen bu proje henüz hazırlık aşamasındadır. Deneysel alışma başlatılmıştır. Ancak deneysel çalışma sonunda elde edilecek ham veriler istatistiksel olarak analiz edilecek ve sonuçlar değerlendirilecektir.

Analiz aşamasının sonunda literatürde olduğa yeni bir kavram olan genişletilmiş biliş yaklaşımı ile işyeri tasarımı yapıldığında birey üzerinde oluşan bilişsel yükteki değişimler gözlenecek ve yorumlanacaktır.

Farklı robot kolu hızlarının bilişsel yük üzerindeki etkisinin ortaya çıkarılmasıyla verim ve kalite gibi konulara yapılacak katkının yanı sıra el-göz-beyin koordinasyonu incelenmiş olacak ve literatüre bu konuda katkı sağlanacaktır.

Verilerin kadın ve erkekler için ayrı ayrı değerlendirilmesi ile birey üzerinde oluşan bilişsel yükün cinsiyeti ile bağlantılı olup olmadığı ortaya çıkarılacaktır. Bunun otomotiv sektöründe düşük bir yoğunlukta çalışmakta olan kadınların sayısını artırması beklenmektedir.

Yapılan alışma sonucunda sanayide verim, kalite, çalışan motivasyonu gibi önemli etmenlere olumlu etki verecek sonuçlara ulaşılması ve özellikle geniş-

letilmiş biliş ve işbirlikçi robotların bilişsel yük üzerindeki etkileri konularında literatüre önemli bir katkı sağlanması hedeflenmektedir.

## VIII. KAYNAKÇA

1. Ahlstrom, U., Friedman-Berg, F J. 2006. "Using eye movement activity as a correlate of cognitive workload", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 623-636.
2. Anderson, M. 2015. "The Extended Mind: The Renaissance Extended Mind", Palgrave Macmillan, Hampshire, UK, 285 pp.
3. Chevalier, A., Kicka, M. 2006. "Web designers and web users: Influence of the ergonomic quality of the web site on the information search", *International Journal of Human-Computer Studies*, 64, 1031-1048.
4. Cierniak, G., Scheiter, K., Gerjets, P. 2008. "Explaining the split-attention effects: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? " *Computers in Human Behavior*, 25, 315-324.
5. Clark, A., Chalmers, D. J. 1998. "The extended mind", *Analysis*, 58, 7-19.
6. Clark, A. 2008. "Memento's revenge: The extended mind, extended".
7. De Koning B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., Paas, F. 2010. "Attention guidance in learning from a complex animation: Seeing is understanding? " *Learning and Instruction*, 20, 111-122.
8. Evans, C., Gibbons N. J. 2007. "The interactivity effect in multimedia learning", *Computers & Education*, 49, 1147-1160.
9. Gallagher, S. 2013. "The socially extended mind", *Cognitive Systems Research*, 25-26, 4-12.
10. Galy, E., Cariou, M., Mélan, C. 2012. "What is relationship between mental workload factors and cognitive load types? " *International Journal of Psychophysiology*, 83, 269-275.
11. Greif, H. 2015. "What is the extension of the extended mind? " *Synthese*, 1-26.
12. Horrey, W. J., Lesch, M. F, Garabet, A. 2009. "Dissociation between driving performance and drivers' subjective estimates of performance and workload in dual-task conditions", *Journal of Safety Research*, 40, 7-12.
13. Huang, P. S., Chen, H. C. 2015. "Gender differences in eye movement in solving text-and-diagram science problems", *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-20.

14. Jiang, X., Zheng, B., Bednarik, R., Atkins, M. S. 2015. "Pupil responses to continuous aiming movements", *International Journal of Human-Computer Studies*, 83,1-11.
15. Liu, H. C., Lai, M. L., Chuang, H. H. 2011. "Using eye-tracking technology to investigate the redundant effect of multimedia web pages on viewers' cognitive processes" *Computers in Human Behavior*, 27, 2410-2417.
16. Majooni, A., Masood, M., Akhavan, A. 2015. "Scientific visualizations based on intergrated model of text and picture comprehension via eye-tracking" *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176, 52-59.
17. Martin, S. 2015. "Measuring cognitive load and cognition: metrics for technology-enhanced learning, *Educational Research and Evaluation*";: An International Journal on Theory and Practice, 20, 592-621.
18. Michaelian, K. 2015. "Is external memory memory? Biological memory and extended mind" *Consciousness and Cognition*, 21, 1154-1165.
19. Miller, S. 2001. "Literature Review: Workload Measures" *University of Iowa Document (ID: N01-006)*.
20. Nakayama, Y. 2013. "The extended mind and the extended agent", *The 9th International Conference on Cognitive Science*, 27-30 August, 2013, Kuching, Sarawak, Malaysia.
21. Schoor, C., Bannert, M., Brünken, R. 2012. "Role of dual task design when measuring cognitive load during multimedia learning", *Education Tech Research Dev*, 60, 753-768.
22. Sharma, C., Dubey, S., K. "Analysis of eye tracking techniques in usability and HCI persperctive" *Computing for Sustainable Global Development. IEEE*, pp. 607-612.
23. Sprevak, M. 2010. "Inference to the hypothesis of extended cognition", *Studies in History an Philosophy of Science*, 41, 353-362.
24. Stevens, C. J., Gibert, G., Leung, Y., Zhang, Z. 2011. "A flexible dual task paradigm for evaluating an embodied conversational agent: Modality effects and reaction time as a index of cognitive load", *The 11 th International Conference on Intelligent Virtual Agents*, September 2011, Reykjavik, Iceland.
25. Sweller, J., Ayres, P., Kalyuga, S. 2011. "Measuring Cognitive Load: Cognitive Load Theory", Ed.: Spector, J. M., Lajoie, S. P., Springer, New York, USA, pp: 71-85.

26. Van Cauwenberge, A., Schaap, G., van Roy, R. 2014. "TV no longer commands our full attention: Effects of second-screen viewing and task relevance on cognitive load and learning from news "Computers in Human Behavior, 38, 100-109.
27. Van Gog, T., Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P., Paas, F. 2009. "Attention guidance during example study via the model's eye movements "Computers in Human Behavior, 25, 785-791.
28. Wang, Q., Yang, S., Liu, M., Cao, Z., Ma, Q. 2014. "An eye-tracking study of website complexity from cognitive load perspective",. Decision Support Systems, 62, 1-10.
29. Wästlund, E., Norlander, T., Archer, T. 2008. "The effect of page layout on mental workload: A dual-task experiment", Computers in Human Behavior, 24, 1229-1245.



---

## ANTIEMBOLİ PNÖMATİK ÇORAP

**CEVAT AKINCI**

cankapol@gmail.com

**MEHMET AKINCI**

fzt.mehmetakinci@hotmail.com

**SİNAN APAYDIN**

dr.sinanapaydin@yahoo.com

**KAAN AKTAŞ**

kaanaktas2@gmail.com

**ABDÜLHAMİT DÖNDER**

abdulhamitdonder@gmail.com

---

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

**Cevat AKINCI (Uzm. Dr. Beyin Cerrahisi)**

1984 Ankara doğumlu. 2003-2009 Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde tıp eğitimini aldı. 2009-2011 Diyarbakır Silvan'da acil serviste pratisyen hekim olarak görev yapmıştır. Ardından 2011-2017 yılları arasında Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Beyin ve Sinir Cerrahisi ihtisasını tamamlamış ve şu an Karabük Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Beyin ve Sinir Cerrahisi'nde görev yapmaktadır.

**Mehmet AKINCI (Bobath Terapisti Fzt.)**

1977 yılı Ankara doğumludur. 2001 yılında Hacettepe Üniversitesi'nde Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü'nden mezun olmuştur. Hali hazırda Diyarbakır'da Bobath Terapisti olarak görev yapmaktadır.

**Aydın Sinan APAYDIN (Dr.)**

(Beyin Cerrahisi Alanında uzmanlığını yapmaktadır.)

1985 Mardin doğumlu. 2004-2011 Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde tıp eğitimini aldı. 2012-2014 Çankırı Ortallı Devlet Hastanesi'nde pratisyen hekim olarak görev yapmıştır. Ardından 2014-2015'de Özel Magnet Hastanesi Acil Servis'inde ve 2015-2016'da Bilkent Üniversitesi Kurum Hekimliğinde görev yaptı. 2016'dan bu yana ise Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Beyin ve Sinir Cerrahisi ihtisasını tamamlama sürecindedir. Bununla beraber 2015 yılında girdiği Gazi Üniversitesi Farmakoloji Anabilim Dalı Doktora Programında doktora eğitimini devam ettirmektedir. Beyin ve Sinir Cerrahisi alanında çeşitli çalışmalarını devam ettirmekte ve bu alanda 7 adet çalışması yayınlanmış veya yayınlanma sürecindedir.

**Kaan AKTAŞ (Mekatronik Mühendisi, Sanayi ve Teknoloji Uzmanı)**

1985 Konya doğumludur. 2008 yılında Kocaeli Üniversitesi Mekatronik Mühendisliğinden mezun olmuş ve ardından 1,5 yıl boyunca Kocaeli'nde çeşitli sektörlerde seri üretim faaliyeti sürdüren bazı fabrikalar(Pirelli, Yıldız En-



## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

tegre vb.) için makine tasarımı ve imalatı yapan Emesis Ltd. Şti.'nde, Ford fabrikasında yenileşme süreçlerinde robot otomasyonu altında çalıştı. 2011 yılında başladığı İTÜ-Mekatronik Mühendisliği yüksek lisans eğitiminde 2012 yılında derslerini bitirmesine rağmen tez aşamasında devam etmektedir. 2013 yılından bu yana ise Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nda uzman olarak görev yapmaktadır. İlgili alanları arasında küçük teknoloji firmaları ve girişimcilik faaliyetleri yer almakta olup bu konu 2 adet çalışması bulunmaktadır.

### **Abdülhamit DÖNDER (Yüksek Makina Mühendisi, Araştırma Görevlisi)**

1991 Bursa doğumludur. 2014 yılında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden fakülte birinciliği ile mezun olmuştur. Lisans öğrenimi sürecinde Erasmus değişim öğrencisi olarak bulunduğu Politecnico di Torino üniversitesi Policumbent Team (yatık bisiklet tasarım grubu) öğrenci grubunda 5 ay teknik tasarımcı olarak çalışmıştır. 2013 – 2014 akademik yılında Uludağ Üniversitesinde 4 bacaklı robot projesinde çalışmıştır. Yüksek Lisans eğitimini 2017 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesinde tamamlamıştır. Yüksek Lisans öğrenimi esnasında 2 yıl boyunca TÜBİTAK destekli “Yüksek Hassasiyetli Hibrit Robotik Çapak Alma Sistemi Geliştirilmesi projesi”nde çalışmış, şekli bilinmeyen bir parçanın robot tarafından taşlanabilmesini sağlayan kontrolcüyü takım eğilme kompanzasyonunu da dikkate alarak geliştirmiştir. Son 3 yıldır ODTÜ de Araştırma Görevlisidir. 2017 Eylül ayında başlamış olduğu doktora eğitimine halen devam etmektedir. Bahsedilen alanlarda 6 adet çalışması yayınlanmış veya yayınlanma sürecindedir.

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **İçindekiler**

- I. Giriş
- II. Sistemin Genel Görünüşü ve İşleyişi
- III. Projenin Yenilikçi Yönü
- IV. Projenin Maliyeti
- V. Projenin Kullanım Alanı
- VI. Projenin Yapılabilirliği Uygulanabilirliği
- VII. Literatür Araştırması
- VIII. Tartışma ve Sonuç

### **Şekiller**

- Şekil 1- Tasarlanan sistemin genel görünümü
- Şekil 2 - Tasarlanan sistemin bazı kısımları
- Şekil 3 - Anti-emboli pnömatik çorabın önden görünüşü

## ÖZET

Güç kaybı olan hastalara, pasif egzersiz fizik tedavi yöntemi yeterli düzeyde yapılmadığında hastaların ayak bileklerinde kalıcı kontraktürler (eklem katılığı) gelişmektedir. Bu çalışmanın yeterli düzeyde yapılamamasının sebebi hastanelerde yeterli sayıda fizik tedavi uzmanı olmayışıdır. Bu sebeple birtakım anti-emboli çoraplar geliştirilmiştir. Mevcut antiemboli çorapları emboli (damar içi kan pıhtısı hareketi) riskini efektif bir şekilde ortadan kaldırmadığı için faydası çok az olmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen yöntem ile bu fayda maksimum düzeye çıkarılmıştır. Projenin amacı ayak dorse fleksiyonunda (ayağı bilekten vücuda doğru çekme hareketi) güç kaybı olan hastalarda pasif egzersiz hareketini sağlamak, emboli riski olan hastalar ve yatağa bağlı olan hastalarda emboli riskini azaltmaktır.

Tasarlanan cihaz 360 derece bacağı saran ve distalden (bacağın alt seviyesi) başlayıp proksimale (bacağın üst seviyesi) kadar sıralı sistemle şişen tam sızazlama hareketi yaparak emboli oluşumunu minimuma indiren pnömatik bir çoraptır. Bir kompresör vasıtası ile sıkıştırılan gaz kontrollü bir şekilde bacağı saran balonlara verilir. Ayrıca ayak tabanında ki pnömatik sistemle dorsofleksiyon hareketine hastayı zorlayarak hem kontraktür gelişmesinin engellemesi hem de bu fleksiyon hareketiyle yeterli kas stimülasyonunu (uyarımı) yaparak mevcut olan motor defisitini (güç kaybı) azalmasını sağlamaktadır. Bu giyilebilir pnömatik sistemle hasta istediği zaman istediği sürede fizyoterapist yardımına gerek kalmadan fizik tedavi yardımı almaktadır.

Projenin yakın gelecekte alanında bir numara olacağı düşünülmektedir. Bu sebepten dünya genelinde kullanımı yaygınlaştığında artan ihracattan dolayı ülkemize ekonomik katkısı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Anti-emboli, fizik tedavi, pasif egzersiz, kontraktür.

## I. GİRİŞ

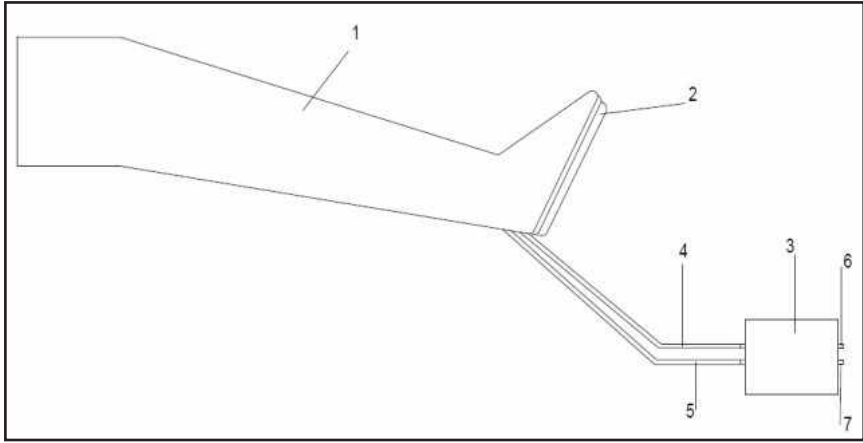
Güç kaybı olan hastalara, pasif egzersiz fizik tedavi yöntemi yeterli düzeyde yapılmadığında hastaların ayak bileklerinde kalıcı kontraktürler (eklem katılığı) gelişmektedir. Bu çalışmanın yeterli düzeyde yapılamamasının sebebi hastanelerde yeterli sayıda fizik tedavi uzmanı olamayışıdır. Bu sebeple birtakım anti-emboli çoraplar geliştirilmiştir. Mevcut antiemboli çorapları emboli (damar içi kan pıhtısı hareketi) riskini efektif bir şekilde ortadan kaldırmadığı için faydası çok az olmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen yöntem ile bu fayda maksimum düzeye çıkarılmıştır.

Projenin amacı; ayak dorse fleksiyonunda (ayağı bilekten vücuda doğru çekme hareketi) güç kaybı olan hastalarda pasif egzersiz hareketini sağlamak, emboli (damar içi kan pıhtısı hareketi) riski olan hastalar ve yatağa bağlı olan hastalarda emboli riskini azaltmaktır. Kan pıhtısının bu hareketi damarın incelendiği noktalarda damar tıkanıklıklarına sebep olup ciddi sonuçlar doğurabilmektedir.

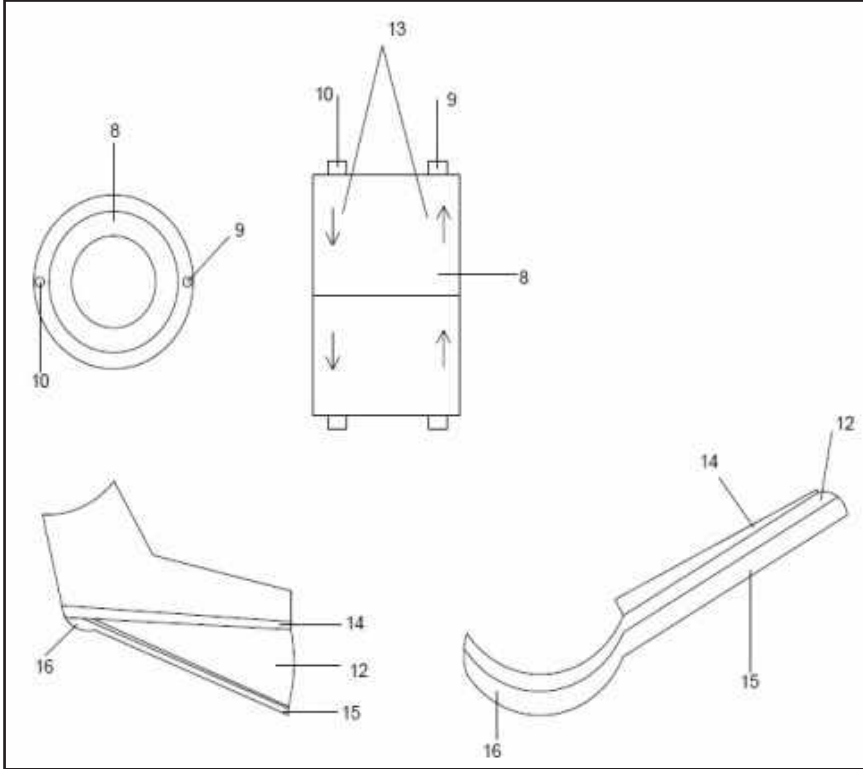
## II. Sistemin Genel Görünüşü ve İşleyişi

Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3 de numaralandırılan kısımlar şu şekildedir:

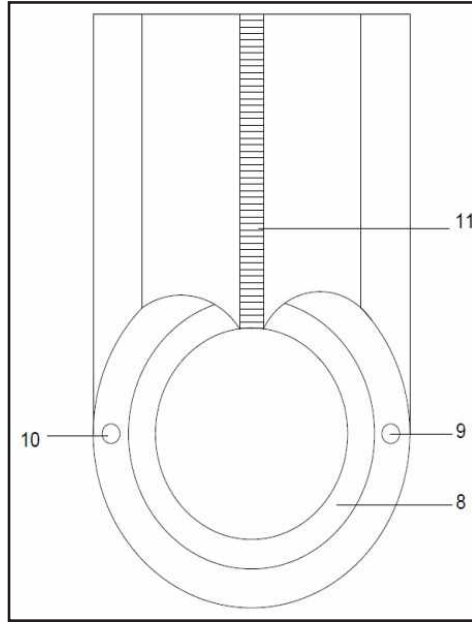
1. Çorabın iki boyutlu genel görünümü
2. Ayağın temas ettiği tabanlık bölümü
3. Akışkan basmayı sağlayan makine (pompa, komprasör vb)
4. Pozitif basıncın olduğu kanal
5. Negatif basıncın olduğu kanal
6. Diğer bacak pozitif basınç kanalı
7. Diğer bacak negatif basınç kanalı
8. Tek bir boğumun izometrik görüntüsü
9. Tek bir boğumdaki pozitif basınç kapak sistemi (yada belli bir basıncın üzerinde akışkan geçişine izin veren emniyet vanaları)
10. Tek bir boğumdaki negatif basınç kapak sistemi
11. Tek bir boğumun fermuarlı versiyonunun izometrik görüntüsü
12. Dorsofleksiyon balon sisteminin yandan görünüşü
13. Çorap boğumlarındaki hava hareketi
14. Ayağın tabanına temas eden silikon tabanlık
15. 14 ile gösterilen silikon tabanlığın çorap vakum halindeyken temas ettiği sert tabanlık
16. Pozitif basınç verildiğinde ayak dorsofleksiyon hareketine izin veren, topuktaki, kayan, sert tabanlık sistemi



Şekil 1- Tasarlanan sistemin genel görünümü



Şekil 2 - Tasarlanan sistemin bazı kısımları



Şekil 3 – Anti-emboli pnömatik çorabın önden görünüşü

3 numaralı cihaz çalıştığında ilk etapta 4 ve 6 numaralı kanallardan pozitif basınç oluşmaya başlar. Pozitif basınç ilk etapta 12 numaradaki balonu şişirir. Bu şişme esnasında ayak dorsofleksiyon hareketi yapar. Bu hareketin kolay yapılmasını 16 numara ile gösterilen kayan sert tabanlı sistem sağlar. Ardından 8 veya 11 ile gösterilen izometrik görüntülerdeki balonlara pozitif basınç kapak sisteminden (4, 6) akışkan girişi olur. Basınç diğer balon boğumlarına 9 numaralı kapaklar yardımı ile aktarılır. Bu sayede balonlar sırayla şişmeye başlar. Bu da sıvazlama hareketini sağlar. Belli bir süre sonra (bu süre ayarlanabilir) vakum sistemi çalışır. 5 ve 7 ile gösterilen kanallar mevcut basıncı azaltır. Bu basınç düşmesi akışkanın, 10 numara ile gösterilen kapaklardaki hareketi ile sağlanır. Bu döngü istenildiği müddetçe devam eder.

### III. Projenin Yenilikçi Yönü

Piyasada bulunan antiemboli çorap, Kendall pnomatic socks, recovery pump socks benzer ürünlerdir. Klinik kullanım amaçlı antiemboli çoraplarındaki sıvazlama hareketi olmadan sadece sıkma hareketi yeterli düzeyde fayda sağlamamaktadır. Bugün bu çorabın kullanılmasına rağmen emboli sıkıntısının giderilmediği görülmektedir. Bizim tasarladığımız cihaz bacağı sıralı sistem ile sıkıldığı için (sıvazlama hareketi) emboli oluşumunu minimuma indirecek bir cihazdır.

Bir başka cihaz, Kendall pnomatic socks ise giyilebilir olmayan, bacağı sarıp

cırtcirtlar ile tutulan, 3 ayrı manşon sistemi ile bacağı sıkı, alt balon sisteminde daha fazla basınç, üst balon sisteminde daha az basınç kullanarak yeterli miktarda kanın yukarı aktarılma işlemini (sıvazlama işlemini yeterli düzeyde yapamadığı için) yapamayan bir cihazdır. Pnömatik balon sistemi şişmeye başladığı zaman birbirine tutulan cırtcirtların açılabilir oluşu ve 3 kademeli sistemde şişirme yaptığı için yetersiz etki etmesi dezavantajlarından. Bununla beraber, hareketsiz hastalarda pasif egzersiz hareketi ve kontraktürü engelleyememektedir. Bizim tasarlamış olduğumuz sistemin daha etkili oluşunun sebebi giyilebilir oluşundan dolayı bacağı tamamen sarması ve küçük gaz odalarının şişip sönmeye ile tam manada bir sıvazlama hareketinin yapılabilir oluşudur. Ayrıca bir diğer önemli özellik gaz baloncuklarının dış kısımlarının (bacak ile temas etmeyen kısımlar) rijit olması sebebiyle şişme gerçekleştiği zaman baskının bacağına doğru olmasıdır.

Recovery pump socks fermuarlı giyilebilir ve bacakları tek hamlede sıkabilen bir cihazdır. Bu cihaz da Kendall pnomatic socks dezavantajlarına benzer eksikliklere sahiptir.

#### **IV. Projenin Maliyeti**

Bir çorabın maliyeti seri üretimde yaklaşık 200 TL olacaktır.

#### **V. Projenin Kullanım Alanı**

Projenin ele alınış nedeni; yukarıda bahsedilen sıkıntıları yaşayan hastaların daha konforlu bir yaşama kavuşmalarını sağlamaktır. Hastanelerin yoğun bakım ünitelerindeki yatalak hastalar, fizik-tedavi ve rehabilitasyon merkezlerindeki hastalar, evlerde tedavi olmak durumunda olan hastalar, her türlü yatağa bağımlı yaşayan hastalar, yatağa bağımlı olmayıp damarla ilgili yetmezlik problemi olan hastalar projenin kullanım alanındadır.

#### **VI. Projenin Yapılabilirliği Uygulanabilirliği**

Bahsedilen cihazın imalatı yöntemleri belli olup günümüz teknolojisi ile rahat bir şekilde üretilebilecektir. İçerisinde ilgili akışkanın hareketine izin veren kanal ve vanaların olduğu, bacağı saran bölmeli çorabın imalatı dikiş yöntemleri ile yapılacaktır. Bölmeler arası emniyet vanaları hazır olarak alınacak, bu vanalar belli bir değer üzerinde basınçlarda akışkan geçişine izin verilecek şekilde çalışacaklardır. Kompresör ve ilgili akışkan kanalları hazır alınıp çorap ile entegrasyonları sağlanacaktır. Kontrolcü kartı hazır alınarak gerekli şekilde programlanacaktır. Gerekli tuşların ve ekranın olduğu kontrol paneli komponentleri hazır olarak alınıp kontrolcü kartı ile olan bağlantıları sağlanacaktır. Uzaktan kumandalı olursa ayrıca alıcı ve verici de hazır olarak alınıp sisteme bağlanacaktır. Ayrıca çorabın giyimini kolaylaştırmak için çorabın ön tarafına fermuar (cırt-cırt, kemer vs. de olabilir) eklenecektir. Hastanın ihtiyacına göre çoraplar boyutlandırılabilir.(diz altı, diz üstü)



## VII. Literatür Araştırması

Piyasada bulunan antiemboli çorap, Kendall pnomatic socks, recovery pump socks benzer ürünlerdir. Klinik kullanım amaçlı antiemboli çoraplarında sıvazlama hareketi olmadan sadece sıkarak etki etmesi yeterli düzeyde fayda sağlamamaktadır. Bugün bu çorabın kullanılmasına rağmen emboli sıkıntısının giderilmediği görülmektedir. Bizim tasarlamış olduğumuz cihaz bacağı sıralı sistem ile sıkıldığı için (sıvazlama hareketi) emboli oluşumunu minimuma indirecek bir cihazdır.

Bir başka cihaz, Kendall pnomatic socks ise giyilebilir olmayan, bacağı sarıp cırtcirtlar ile tutulan, 3 ayrı manşon sistemi ile bacağı sıkın, alt balon sisteminde daha fazla basınç, üst balon sisteminde daha az basınç kullanarak yeterli miktarda kanın yukarı aktarılma işlemini (sıvazlama işlemini yeterli düzeyde yapamadığı için) yapamayan bir cihazdır. Pnömatik balon sistemi şişmeye başladığı zaman birbirine tutulan cırtcirtların açılabilir oluşu ve 3 kademeli sistemde şişirme yaptığı için yetersiz etki etmesi dezavantajlarından. Bununla beraber, hareketsiz hastalarda pasif egzersiz hareketi ve kontraktürü engelleyememektedir. Bizim tasarlamış olduğumuz sistemin daha etkili oluşunun sebebi giyilebilir oluşundan dolayı bacağı tamamen sarması ve küçük gaz odalarının şişip sönmeye ile tam manada bir sıvazlama hareketinin yapılabiliyor oluşudur. Ayrıca bir diğer önemli özellik gaz baloncuklarının dış kısımlarının (bacak ile temas etmeyen kısımlar) rijit olması sebebiyle şişme gerçekleştiği zaman baskının bacağı doğru olmasıdır.

Recovery pump socks fermuarlı giyilebilir ve bacakları tek hamlede sıkabilen bir cihazdır. Bu cihaz da Kendall pnomatic socks dezavantajlarına benzer eksikliklere sahiptir.

## VIII. Tartışma ve Sonuç

Tasarlanan cihaz 360 derece bacağı saran ve distalden (bacağın alt seviyesi) başlayıp proksimale (bacağın üst seviyesi) kadar sıralı sistemle şişen tam sıvazlama hareketi yaparak emboli oluşumunu minimuma indiren pnömatik bir çoraptır. Bir kompresör vasıtası ile sıkıştırılan gaz kontrollü bir şekilde bacağı saran balonlara verilir. Ayrıca ayak tabanında ki pnömatik sistemle dorsofleksiyon hareketine hastayı zorlayarak hem kontraktür gelişmesinin engellemesi hem de bu fleksiyon hareketiyle yeterli kas stimülasyonunu (uyarımı) yaparak mevcut olan motor defisitini (güç kaybı) azaltmasını sağlamaktadır. Bu giyilebilir pnömatik sistemle hasta istediği zaman istediği sürede fizyoterapist yardımına gerek kalmadan fizik tedavi yardımını almaktadır.

Projenin yakın gelecekte alanında bir numara olacağı düşünülmektedir. Bu sebepten dünya genelinde kullanımı yaygınlaştığında artan ihracattan dolayı ülkemize ekonomik katkısı olacaktır.

---

## YENİ BİR FİKSATÖR TEKNOLOJİSİ

**İBRAHİM DENİZ AKÇALI**

idakcali@gmail.com

**ERCAN AVŞAR**

ercanavsar@gmail.com

**HÜSEYİN MUTLU**

huseyinmutlu@yahoo.com

**AHMET AYDIN**

aydins03@gmail.com

---

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **İbrahim Deniz AKÇALI (Prof. Dr.)**

21.11.1950 yılında, Adana'da doğdu. 1968'de ODTÜ, Ankara, makina mühendisliği bölümüne girdi; 1972'de aynı kurumdan makina mühendisi olarak mezun oldu. 1416 sayılı yasa ile sınav kazanarak ABD'ye gitti. Kansas State Üniversitesi, Manhattan, ABD'den 1974'te Master, 1977'de Doktora, (Ph. D.) derecelerini aldı. 1977-1982 yılları arasında Ege Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü'nde Asistan Dr. olarak çalıştı. 1980 yılında Alexander Von Humboldt Vakfı bursuyla 8 ay Almanya'da Aachen Teknik Üniversite'sinde araştırmacı olarak bulundu. Askerliğini Y. subay olarak M.S.B Nato Enfrastrüktür Dairesi'nde yaptı. 1982'den beri Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. 1990 yılında profesörlüğe yükseldi. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü yapısı içinde Makina Alet Cihaz Tasarım İmalat Araştırma ve Uygulama Merkez'ini (MACTİMARUM) kurdu, 1994'ten beri müdürlüğünü yapmaktadır. 44 adet kitap, 32 adet makale (17'si yurtiçi 15'i yurtdışı), 45 adet bildiri (36'sı yurtiçi 9'u yurtdışı), 2 adet patent, 1 adet tasarım tescil, inceleme altında da 3 adet patent başvurusu olmak üzere, toplam 127 adet yayın yaptı. İngilizce ve Almanca bilmektedir. Akademik ilgisi Makina Teorisi, Tasarım ve İmalatı, Robotik ve Biyomekanik üzerinedir.

### **Ercan AVŞAR (Dr.)**

10.02.1985 yılında, Adana'da doğdu. 2003'de Çukurova Üniversitesi, Adana, Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2007'de aynı kurumdan elektrik - elektronik mühendisi olarak mezun oldu. 2009 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği alanında Yüksek Lisansını tamamladı. 2010-2011 yılları arasında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi'nde, 2012-2016 yılları arasında da Çukurova Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi'nde, Arş. Gör olarak çalıştı. 2016 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden, Doktora, (Ph. D.) deresini aldı. 2016'dan beri Çukurova Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde Asistan Dr. olarak çalışmaktadır.

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

Askerliğini Kars Digor'da 2. Hudut Bölüğü'nde yaptı. 2 adet kitap, 3 adet makale (2'si yurtiçi 1'i yurtdışı), 9 adet bildiri (6'sı yurtiçi 3'ü yurtdışı), 1 adet tasarım tescil, inceleme altında da 2 adet patent başvurusu olmak üzere, toplam 17 adet yayın yaptı. İngilizce ve Almanca bilmektedir. Akademik ilgisi Makina Teorisi, Tasarım ve İmalatı, Robotik ve Biyomekanik üzerinedir.

### **Hüseyin MUTLU (Yrd. Doç. Dr.)**

25.03.1964 yılında, Hekimhan'da doğdu. 1982'de Çukurova Üniversitesi, Adana, Makine Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 1986'da aynı kurumdan, Makine mühendisi olarak mezun oldu. 1990 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, makine mühendisliği alanında yüksek lisansını tamamladı. 1988-1994 yılları arasında Çukurova Üniversitesi'nde Arş. Gör olarak çalıştı. 1994 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü'nden, Doktora, (Ph. D.) derecesini aldı. 1995 yılından beri Mersin Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü'nde Yrd. Doç. Dr. olarak çalışmaktadır. Askerliğini Y. subay olarak Kara Kuvvetlerinde bilgisayarçı olarak tamamladı. 3 adet kitap, 13 adet makale (6'sı yurtiçi 7'si yurtdışı), 28 adet bildiri (17'i yurtiçi 11'i yurtdışı), 1 adet tasarım tescil, inceleme altında da 3 adet patent başvurusu, 10 adet proje, 1 adet ulusal ölçekli proje yarışmasında 1.cilik ödülü, olmak üzere, toplam 34 adet yayın yaptı. Akademik ilgisi Katı Cisimler Mekaniği, Makine Dinamiği, Mekanizmalar, Programlama Dilleri, Robotik, Sonlu Elemanlar Yöntemi, Tarım Makineleri, Tekstil Makineleri, İş Makinaları, Sayısal Yöntemler, Mekanizmaların Kinematik Sentezi, Bilgisayar Destekli Tasarım, Makinaların Bilgisayar Destekli Simülasyonu ve Analizi, Mekanik Titreşimler üzerinedir.

### **Ahmet AYDIN (Yrd. Doç. Dr.)**

02.05.1985 yılında, Antakya'da doğdu. 2003'de Çukurova Üniversitesi, Adana, Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2007'de aynı kurumdan elektrik - elektronik mühendisi olarak, ayrıca aynı yıl Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nden çift anadal programı kapsamında mezun oldu. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elekt-

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

ronik Mühendisliği alanında yüksek lisansını tamamladı. 2008-2015 yılları arasında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi'nde Arş. Gör. olarak çalıştı. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden, Doktora, (Ph. D.) derecesini aldı. 2016'dan beri Çukurova Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü'nde Yrd. Doç. Dr. olarak çalışmaktadır. 2 adet kitap, 8 adet makale (3'ü yurtiçi 5'i yurtdışı), 11 adet bildiri (5'i yurtiçi 6'sı yurtdışı), 1 adet tasarım tescil, inceleme altında da 3 adet patent başvurusu olmak üzere, toplam 24 adet yayın yaptı. İngilizce bilmektedir. Akademik ilgisi Gömülü Sistemler, Görüntü İşleme, Sayısal Sinyal İşleme ve Makina Öğrenmesi'dir.

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### İçindekiler

#### I. Giriş

1. Lambda Fiksatörünün Tanıtılması
2. Yeni Cihaz Mimarilerini Geliştirilme Yöntemleri
3. Yeni Cihaz Mimarilerinin Teknik Tanımlamaları
4. Yeni Tasarımı Özgün Kılan Özellikleri
5. Ters Kinematik Modeller Ve Arayüz Planlaması
6. İleri Kinematik Modeller
7. Bilgisayar Donanımı Ve İlgili Yazılımlar
  - 7.1. Lambda Fiksatörü için Ters Kinematik Arayüzü
  - 7.2. Lambda Fiksatörü için İleri Kinematik Arayüzü
    - 7.2.1. (3-6) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü
    - 7.2.2. (6-3) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü
    - 7.2.3. (5-4) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü
    - 7.2.4. (4-5) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü
8. Lambda Fiksatörünün İmalat Modelleri

#### II. Projenin Yenilikçi Yönü

#### III. Projenin Kullanım Alanı

#### IV. Projenin Yapılabilirliği/Uygulanabilirliği

#### V. Literatür Araştırması

#### VI. Tartışma Ve Sonuç

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### Tablolar

Tablo 1 Modül Parametreleri

### Şekiller

- Şekil 1. (6-6) tipi eksternal fiksator
- Şekil 2. Sistemin sanal ve fiziki uzayda işleyişi
- Şekil 3. Birinci tür  $\lambda$ -modülünün birinci çeşidi
- Şekil 4. İkinci tür  $\lambda$ -modülünün birinci çeşidi
- Şekil 5. Birinci tür  $\lambda$ -modülünün ikinci çeşidi
- Şekil 6. İkinci tür  $\lambda$ -modülünün ikinci çeşidi
- Şekil 7. Birinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte üç altta altı bağlantı modeli
- Şekil 8. İkinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte üç altta altı bağlantı modeli
- Şekil 9. Birinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte dört altta beş bağlantı modeli
- Şekil 10. İkinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte dört altta beş bağlantı modeli
- Şekil 11. Birinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte beş altta dört bağlantı modeli
- Şekil 12. İkinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte beş altta dört bağlantı modeli
- Şekil 13. Birinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte altı altta üç bağlantı modeli
- Şekil 14. İkinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte altı altta üç bağlantı modeli
- Şekil 15. Lambda fiksatorünün montaj şekli
- Şekil 16. Lambda fiksatorünün farklı bir modülle montaj şekli
- Şekil 17. Lambda modülünün 8 farklı bağlantı şekli
- Şekil 18. (3-6) Sistemi
- Şekil 19. (6-3) Sistemi
- Şekil 20. (5-4) Sistemi
- Şekil 21. (4-5) Sistemi
- Şekil 22. Lambda Fiksator hesap arayüzü
- Şekil 23. Hesap modeli seçimi
- Şekil 24. (3-6) Arayüz ana penceresi
- Şekil 25. (6-3) Arayüz ana penceresi
- Şekil 26. Arayüz ana penceresi
- Şekil 27. "Simulation" sekmesi ve altında bulunan "Star Simulation" düğmesi
- Şekil 28. "Treatment" sekmesi ve altında bulunan düğmeler
- Şekil 29. Arayüz ana penceresi
- Şekil 30. "Simulation" sekmesi ve altında bulunan "Start Simulation" düğmesi
- Şekil 31. "Treatment" sekmesi ve altında bulunan düğmeler.



## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

- Şekil 32. (3-6) Tipi biyomekanik model
- Şekil 33. (6-3) Tipi biyomekanik model
- Şekil 34. (5-4) Tipi biyomekanik model
- Şekil 35. (4-5) Tipi biyomekanik model
- Şekil 36. AP röntgen görüntüsü ( Birinci deney)
- Şekil 37. Lateral röntgen görüntüsü (Birinci deney)
- Şekil 38. Üst görünüm (Birinci deney)
- Şekil 39. Modüllerin bağlanma biçimleri
- Şekil 40. Örnek arayüz girdi ve çıktıları (Birinci deney)
- Şekil 41. Sağlıklı fiksator kurgusu (Birinci deney)
- Şekil 42. Simülasyon başlangıç konumu (Birinci deney)
- Şekil 43. Simülasyon son konum (Birinci deney)
- Şekil 44. AP röntgen görüntüsü (İkinci deney)
- Şekil 45. Lateral röntgen görüntüsü (İkinci deney)
- Şekil 46. Üst görünüm (İkinci deney)
- Şekil 47. Örnek 2 arayüz girdi ve çıktıları
- Şekil 48. Sağlıklı fiksator kurgusu (ikinci deney)
- Şekil 49. Sağlıksız ilk konum (İkinci deney)
- Şekil 50. Sağlıklı son konum (İkinci deney)
- Şekil 51. AP röntgen görüntüsü (Üçüncü deney)
- Şekil 52. Lateral röntgen görüntüsü (İkinci deney)
- Şekil 53. Üst görünüm (Üçüncü deney)
- Şekil 54. Örnek 3 arayüz girdi ve çıktıları
- Şekil 55. Sağlıklı fiksator kurgusu (Üçüncü deney)
- Şekil 56. Sağlıksız ilk konum (Üçüncü deney)
- Şekil 57. Sağlıklı son konum (Üçüncü deney)
- Şekil 58. AP röntgen görüntüsü (Dördüncü deney)
- Şekil 59. Lateral röntgen görüntüsü (Dördüncü deney)
- Şekil 60. Üst görünüm (Dördüncü deney)
- Şekil 61. Örnek 4 arayüz girdi ve çıktıları
- Şekil 62. Sağlıklı fiksator kurgusu (Dördüncü deney)
- Şekil 63. Sağlıksız ilk konum ((Dördüncü deney)
- Şekil 64. Sağlıklı son konum (Dördüncü deney)
- Şekil 65. Birinci deneye ilişkin SOLIDWORKS görüntüleri
- Şekil 66. İkinci deneye ilişkin SOLIDWORKS görüntüleri
- Şekil 67. Üçüncü deneye ilişkin SOLIDWORKS görüntüleri
- Şekil 68. Dördüncü deneye ilişkin SOLIDWORKS görüntüleri

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### Ön Söz / Teşekkür

Bu proje, TÜBİTAK desteğiyle yürütülen 112M406 nolu 1001 araştırma projesinin ortaya koyduğu sonuçların bir bölümünden, yaşam kalitesine doğrudan etki yapacak tarzda, çıkarılmış bir çalışmadır. Bu projeye konu olan ve “Lambda Fiksatorü” adı verilen robotik sistemlerle ilgili birisi ulusal diğeri Japonya, Çin ve Avrasya’yı kapsayan, 2017 yılı içinde yapılmış uluslararası patent inceleme başvuruları bulunmaktadır. Çok esnek bir yapıya sahip olup 32768 adet kurgulama olanağı bulunan “Lambda Fiksatorü”nün bu çalışmada sadece dört farklı tipine ait uygulamalar gösterilmektedir. Doğrusal olmayan bir hesap modeline dayalı bir yazılımla “Lambda Fiksatorü”nün kullanımı desteklenmektedir. Proje, yazılım ve donanım bütünlüğü içinde “Lambda Fiksatorü”nün gerçek ortamlarda uygulanmasına yönelik yeni projeler üretmeye aday bir çalışmadır. Proje ekibi olarak dileğimiz, bu sistemin ait olduğu ortopedi alanındaki çalışanlarca kolay ve rahat kullanabilme olanağının yaratılmasıdır.

Son söz olarak bu projedeki verilerin çıktığı çalışmalarını destekleyen TÜBİTAK kurumuna teşekkür ederiz.

Aralık 2017  
İbrahim Deniz AKÇALI  
Ercan AVŞAR  
Hüseyin MUTLU  
Ahmet AYDIN

## ÖZET

Projemiz, robotik sistemlerin tıbbi alandaki uygulamalarına ilişkindir.

Projenin yer aldığı tıbbi cihaz sektöründeki patent başvuru sayılarının, katma değerün üretim değerine oranı bakımından ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu alanda %85 oranında dışa bağımlı olduğu ifade edilen Türkiye'nin 1,9 milyar dolarlık pazar büyüklüğüyle Dünya'da 19. sırada bulunduğu belirtilmekte ve 2018'de yerli üretimle karşılama oranının %30'a çıkarılacağı öngörülmektedir.

Tıpta ortopedik sorunların yönetiminin vazgeçilmez araçlarından birisi de eksternal fiksator adı verilen mekanik cihazlardır. Bu projeye, ortopedik hizmet kalitesinin iyileştirilmesi geliştirilmiş bir biyomekanik sürecin izlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Yumuşak doku ve kemik koşullarını dikkate alan uygun bir çerçevenin karmaşık planlama gerektirmeksizin kırık bölgesine kolayca uygulanması ve daha sonra da ortaya çıkan kalıcı yer değiştirmelerin geliştirilen bir matematik kurama göre düzeltilmesi sağlanmıştır. Uygun çerçeve olarak kemik parçalarına üç dönme ve üç öteleme hareket yeteneği sağlayan lambda fiksatorü adı verilen yeni bir robotik cihaz geliştirilmiştir. Kemik kırıklarını kararlı, güvenceli dengede tutan, kırık görüntülerinin filmlerde net çıkmasını sağlayan ve 32768 farklı kurgulanma olanakları yaratan yapısal potansiyel ve esnekliğe sahip kullanıcı dostu eksternal fiksatorü robotik cihaz seçenekleri oluşturulmuştur. Öncelikle, kırık parçalarının anatomik bakımdan doğru birleşme konumlarına getirilebilmesi için robotik çerçevenin nasıl konuşlandırılması gerektiği gösterilmiştir. Bu süreçte, klinik, röntgen inceleme ve/veya görüntülerden alınarak bilgisayara kaydedilen sayısal veriler işlenerek geliştirilmiş matematik kuramın standart girdileri haline dönüştürülmüşlerdir. Çıktıların ortopedik cerrah tarafından kolayca algılanabilmesi için kuramla kullanıcı arasında arayüzler tasarlanmıştır. Ortopediste yardımcı olmak üzere film verileri otomatik süreçlerle okutulmuştur. Lambda fiksatorü cihazları tasarlanıp imal edilerek uygulamalar yapılmış ve kurulan sistemin işlerliği gösterilmiştir. Simülasyon uygulamaları ile ortopediste biyomekanik kurgunun tüm işleyişi görünür hale getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Robotik sistem, tıbbi uygulamalar, lambda fiksatorü, otomatik süreçler, simülasyon.

## I. GİRİŞ

“Yeni Bir Fiksator Teknolojisi” başlıklı proje, kullanım açısından, teknolojinin hızla geliştiği ve yüksek düzeyde bir teknolojinin kullanıldığı sağlık alanında yer almaktadır. Bazı kaynaklara göre sağlık alanında hizmet ve bakım talep edenlerin başında ortopedik sorunları olanlar gelmekte ve her yedi kişiden birinin ortopedik sorunu olduğu bildirilmektedir, (Cluett, J., www.ortopedics.about.com, 2016; www.600bn.com, 2016). Endüstriyel sektörler açısından bakıldığında, tıbbi cihazların ve medikal teknolojinin, katma değerinin üretim değerine oranı ve teknoloji alanında Avrupa temelli patent başvuru sayılarında, tüm sektörler arasında ilk sırada yer aldığı görülmektedir (Kiper, 2013). 2006 yılı rakamları bakımından ise ithalat ve ihracata konu olan tıbbi cihazların toplam değeri bağlamında ortopedik cihazlar ikinci sırada gelmektedir, (Sargutan, E., 2009). Yüzde 85 oranında dışa bağımlı olduğu ifade edilen Türkiye’nin 1,9 milyar dolarlık tıbbi cihaz pazar büyüklüğüyle Dünya’da 19. sırada bulunduğu belirtilmekte ve 2018’de yerli üretimle karşılama oranının %30’a çıkarılacağı öngörülmektedir (www.kobiden.com, 2015). Bu nedenlerle, ortopedik sorunların çözümünde, ortopedik hizmet kalitesine ve ortopedik cihaz yelpazesinin genişlemesine getirilebilecek önemli katkılarla, insanın uzun vadede yaşam kalitesindeki iyileştirmeler üzerinden sosyal ve ekonomik anlamda önemli kazanımlar elde edilebilecektir.

Dünya’da ve Türkiye’de tıbbi cihaz sektörünün önemli bir grubunu oluşturan ortopedik cihaz alanı içindeki cihazlardan birisi de eksternal fiksatorlerdir. Eksternal fiksatorler; kırıklar, şekil bozuklukları, kemik uzatmaları gibi pek çok ortopedik sorunun çözülmesinde ortopediste insanın kas-iskelet sistemine dışarıdan müdahalesiyle tedaviye yardımcı olan vazgeçilmez araçlardır.

106M466 nolu TÜBİTAK projesiyle gerçekleştirilen (6-6) tipi Stewart-Gough Platformu’na dayalı eksternal fiksatorün (Şekil 1) esas olarak robotik yapısından kaynaklandığı ve genel olarak tekil durumlar olarak adlandırılabilir bazı koşulların hesaplamaları sonuçsuz bırakabileceği gözlemlenmiştir (Akçalı İ. D. ve ark., 2010a). 106M466 nolu projede ortaya konan robotik yapının (Akçalı İ. D. ve ark. 2010b) tamamıyla değiştirilerek bu durumlara girmeyen bir robot düzenlenmesine gitme gerek-



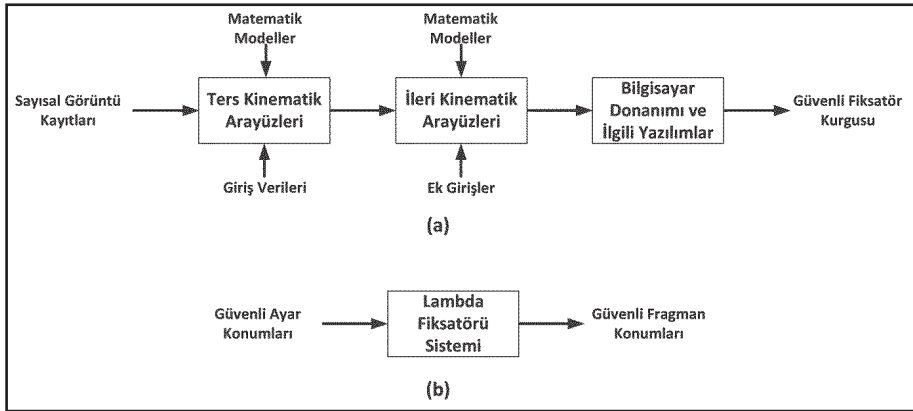
Şekil 1. (6-6) tipi eksternal fiksator

sinmesi de ortaya çıkmıştır, (Akçalı İ. D. ve ark. 2015a). İşte bu proje tüm bu gereksinimleri karşılamak üzere gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla bu projedeki temel amaç yapısal olarak tekillikten uzak alternatif yeni bir cihaz mimarisinin geliştirilmesidir.

## 1. LAMBDA FİKSATÖRÜNÜN TANITILMASI

Burada gerçekleştirilen eksternal fiksator mimarisi bundan sonra lambda fiksatorü olarak anılacaktır. Donanım ve yazılım bütünlüğünü içeren sistemin işleyişi şu şekildedir.

Gerçek ortopedi pratiğinde cerrahi girişimle fragmanlara yerleştirilen eksternal fiksator cihazı ile ya da bir ortopedi senaryosu kapsamında eksternal fiksatorü takılan kemik fragmanlarıyla oluşturulmuş biyomekanik sistemin tanımlanması anlamına gelen birbirine dik üç doğrultudaki sayısal nitelikte görüntü kayıtlarının alınması yoluyla başlatılan analitik süreç güvenli fiksator kurgulama parametrelerinin saptanmasıyla sonlandırılır, Şekil 2a. Esas itibarıyla sanal uzayda gerçekleştirilen bu sürecin ana öğeleri ile belli başlı adımları Şekil 2a'da gösterilmiştir. Fiziki uzayda yapılan ise sanal uzayda sonuçlanan kurgulama parametre değerlerinin eksternal fiksatorü uygulanarak fragmanların ortopedik bakımdan gerekli olan konumlarına getirilmesinden ibarettir, Şekil 2b.



Şekil 2. Sistemin sanal ve fiziki uzayda işleyişi

Şekil 2'deki sayısal görüntü kayıtları, fragmanlarla onlara takılı fiksator cihazı arasındaki ilişkileri içeren ve tıbbi standartlarla kuramsal varsayımlara uygun şekilde çekilmiş ön-arka (antero-posterior, AP) ve dış yan (lateral, L) röntgen filmleri ile üst fiksator halkasına dik olarak merkezinden geçen doğrultuda alınmış sayısal kamera görüntülerinden oluşmaktadır. Zorunlu röntgen filmlerinin dışında, klinikte saptanabilecek örneğin üst-alt halka üzerindeki mafsal açısız

konum parametrelerine ilişkin veriler klinik inceleme sonuçlarıyla da kolaylıkla hesap akış sürecine girdirilmektedir. Ayrıca imalattan gelen, cihazın yeniden ayarlanması sırasında değiştirilemeyecek bazı fiziki cihaz parametrelerinin de veri olarak sisteme girilmesi gerekmektedir. İlk ve son konum değerleri geliştirilen ters kinematik yazılımla belirlenmiş fiksatorün, tıbbi gereksinmelere ve kısıtlara bağlı olarak ortopedistlerce belirlenecek sayıdaki, ara konum değerleri ileri kinematik arayüzler tarafından saptanmaktadır. Matematik modellere dayanan arayüzlere ayrıca seçimli parametrelerle ilgili ek girişler yapılmaktadır. Tüm bu ara katmanlardan oluşan yazılım-arayüz kümesi bilgisayar ortamında değerlendirilerek içeriğinde fragman yörüngelerini de kapsayan fiksator konumlarına ulaşılmaktadır.

Lambda fiksatorü olarak anılan yeni biyomedikal cihaz mimarilerinin tanıtımı 3 kısım halinde yapılacaktır.

## 2. YENİ CİHAZ MİMARİLERİNİN GELİŞTİRİLME YÖNTEMLERİ

Yeni cihaz mimarilerinin geliştirilmesi çalışmalarının temelinde üç-boyutlu uzayda belli sayıda uzvu, nitelikleri ve nicelikleri belli mafsallarla kapalı geometrik yapılar elde edecek biçimde, birleştirmek ve bu yapıda ortaya çıkacak hareket serbestliğinin araştırılması yatmaktadır. Böylelikle ürün geliştirirken izlenen yöntemde temel öge, seçilen çeşitli sayılardaki dönel (R), küresel (G), üniversal (U) ve vida ya da kayar (P) çiftlerle belli sayıda parça ile oluşturulacak üç-boyutlu paralel yapılarda sonuçlanacak serbestlik derecesinin (F) hesaplanmasıdır. Bu hesaplama aşağıdaki parametre ve formüllerle yapılmıştır, (Akçalı İ. D. ve Mutlu H., 2017):

$$F = d(n-1) - \sum_{i=1}^g (d - f_i) \quad (1)$$

Burada d hareket uzayının serbestliği (üç boyutlu uzay için d= 6), n uzuv sayısı,  $f_i$  bağlama noktasındaki mafsal serbestlik derecesi, g toplam mafsal adedidir. Özel olarak, kullanılan R ( $f_i = 1$ ), P ( $f_i = 1$ ), U ( $f_i = 2$ ), G ( $f_i = 3$ ) mafsallarının özellikleri değerlendirildiğinde, ilgili semboller (R, P, U, G) mafsal sayılarını göstermek üzere, şu formül bulunur:

$$F = 6(n-1) - 5R - 5P - 4U - 3G \quad (2)$$

Ayrıca P mafsalı yerleştirilerek ikiye bölünen yapılarda,  $n_p$  çubuk sayısını simgelemek üzere uzuv sayısı için şu formülden yararlanılır:

$$n = 2n_p + 2 \quad (3)$$

Yukarıda açıklanan yöntem uygulandığında ortaya çıkan üç boyutlu paralel yapılara ilişkin kinematik zincirler saptanmıştır.

Yukarıda oluşturulan kinematik zincirlerden aşağıdaki kriterlere uygun olanlar

seçilerek yeni cihaz mimarileri oluşturulmuştur:

- i. Etkin serbestlik derecesi 6 olmalıdır.
- ii. Parça sayısı az, dolayısıyla ekonomik olmalıdır.
- iii. Kitleleme kontrolü olmalıdır.
- iv. Basit yapıda olmalıdır.
- v. Röntgen çekildiğinde fragman çerçeve elemanı örtüşme olasılığı düşük olmalıdır.
- vi. Tekillikten uzak olmalıdır.
- vii. Hesap hacmi düşük olmalıdır.
- viii. Ortopediste uygulamada kolaylık sağlamalıdır.

### **3. YENİ CİHAZ MİMARİLERİNİN TEKNİK TANIMLAMALARI**

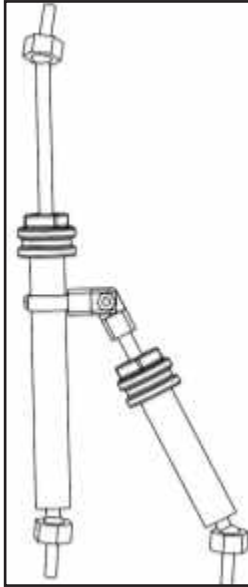
Ortopedide kemik fragmanlarını anatomik eksenlerinde hizalamak için öngörülen eksternal fiksator cihazının mimarisi, temelde düzgün sıralı çok delikli üst ve alt halka ile özel olarak oluşturulan  $\lambda$ -modülü adı verilen üç adet uzuv grubundan meydana gelmektedir. Halkaların özelliği, tercihen birden çok çember üzerine sıralanmış eşit yarıçaplı deliklere sahip olarak, nominal çapları verildiğinde, delik merkezlerinin konumları hesaplanabilen hafif ve mukavim halka olmalarıdır.  $\lambda$ -modülü başlıca iki türlü oluşturulabilmektedir. Birinci tür, büyük çaplı somun şeklinde uzun ve küçük çaplı üzerinde vida dişleri açılmış kısa silindirlerin iç içe geçtiği, kısa ve uzun vida-silindir çubuklarının tek serbestlik dereceli bir adet basit döner mafsalla birleştirilmesi suretiyle oluşturulur (Şekil 3). İkinci türde, kısa ve uzun vida-silindir çubukları bir adet iki serbestlik dereceli universal mafsalla birleştirilmiştir (Şekil 4). Ayrıca birinci türde serbest kalan üç ucun her birinde üç serbestlik dereceli küresel mafsal bulunmaktadır. İkinci türde ise kısa vida-silindir çubuğunun her iki ucunda birer adet iki serbestlik dereceli universal mafsal yer almaktadır. Her iki tür  $\lambda$ -modülünde gerek küresel ve gerekse universal mafsalların uzantılarında halkalara uygun somunlarla bağlanmak üzere vida dişli açılmış silindirik kısımlar mevcuttur.

$\lambda$ -modülünde kullanılan üç serbestlik dereceli küresel mafsallar da çeşitlendirilebilir. Bir çeşidinde küresel mafsal, bir altıgen vidanın başına açılan küresel oyuğa, içinden çıkmayacak biçimde birbirine dik üç eksen etrafında dönme hareketi sağlayan bir bilyanın yerleştirilmiş olmasıyla elde edilmiştir. İkinci bir çeşidinde ise halkaya birleştiği noktadaki silindirik kısımda, eksen etrafında ekstra bir dönme sağlayacak biçimde, vida dişleri bulunmayan üç serbestlik dereceli universal tipte bir küresel mafsal söz konusudur. Ayrıca birinci tür modülde kısa uzun vida-silindir çubuklarını birleştiren tek serbestlik dereceli basit dönel mafsalin dönme ekseninin konumu değiştirilmek suretiyle de birinci modül çeşitlendirilebilir. Uzun vida-silindir çubuk ekseninde alınan silindirik koor-

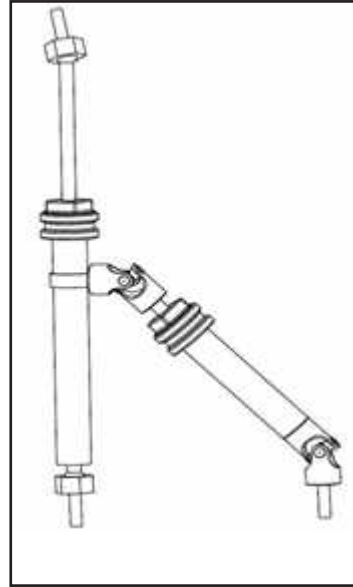


dinat eksen takımına göre basit dönel mafsalın dönme eksenini, silindir eksenine dik ve teğetsel doğrultuda yapılabildiği gibi (Şekil 3), yine silindir eksenine dik olmak üzere ancak eksenden dışarıya uzanan radyal doğrultuda da konumlandırılabilir (Şekil 5). Bu türde radyal doğrultuda alınan dönme ekseninin, kısa vida-silindir çubuğuna daha fazla hareket alanı bırakması gibi bir avantajından söz edilebilir. Aynı şekilde ikinci tür  $\lambda$ -modülünde de niversal mafsalın, iki ekseninin de değişik doğrultularda seçilmesi söz konusudur (Şekil 6). Her iki tür  $\lambda$ -modülünde de dönme eksen doğrultularının uygunca seçilmesi ile uzun kısa vida-silindir eksenlerinin ara bağlantı dönme eksenini üzerinde kesitişirilmesi sağlanabilir.

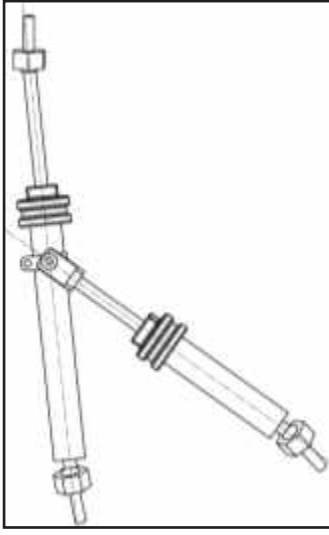
$\lambda$ -modül seçenekleri kullanılarak halkalar birbirlerine farklı biçimlerde bağlanmak yoluyla değişik geometrik formda paralel robotik düzenlemeler yapılabilir. Örneğin, st halkada  bağlantı alt halkada altı bağlantı (Şekil 7, 8); st halkada dört bağlantı alt halkada beş bağlantı (Şekil 9, 10); st halkada beş bağlantı alt halkada dört bağlantı (Şekil 11, 12); st halkada altı bağlantı alt halkada  bağlantı (Şekil 13, 14) oluşturacak şekilde değişik yapı kombinasyonları elde edilebilir.  $\lambda$ -modülü, robotik yapıyı oluşturmada tersine çevrilerek ya da alt üst değişikliği (alttaki iki mafsal bağlantısı yukarı halkaya, yukarıdaki tek mafsal bağlantısı da aşağıdaki halkaya) yapılarak konumlandırılabilir gibi  $\lambda$ -modülünün kısa vida-silindir çubuğu sağ yandan ya da sol yandan üst ya da alt halkaya birleşme olanağına sahiptir. Böylelikle  $\lambda$ -modülü sayesinde çk farklı ve çk yönlü geometrik biçimlerdeki cihaz mimarileri oluşturulabilir, (Akçalı İ. D. ve ark. 2014).



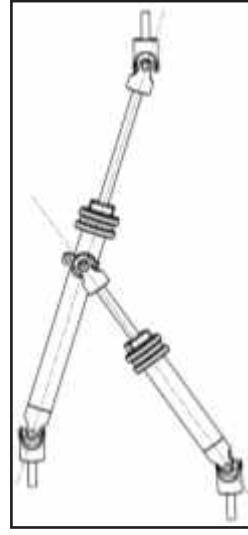
Şekil 3. Birinci tür  $\lambda$ -modülünün birinci çeşidi



Şekil 4. İkinci tür  $\lambda$ -modülünün birinci çeşidi

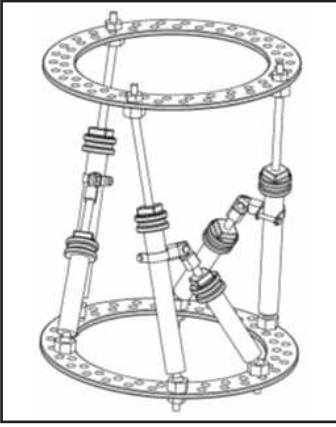


Şekil 5. Birinci tür  $\lambda$ -modülünün ikinci çeşidi

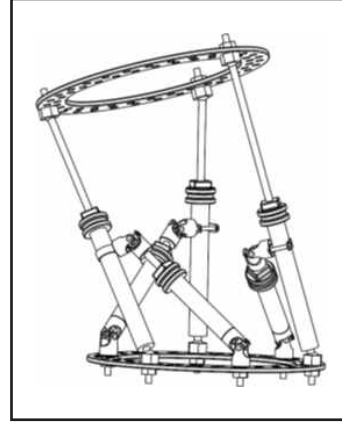


Şekil 6. İkinci tür  $\lambda$ -modülünün ikinci çeşidi

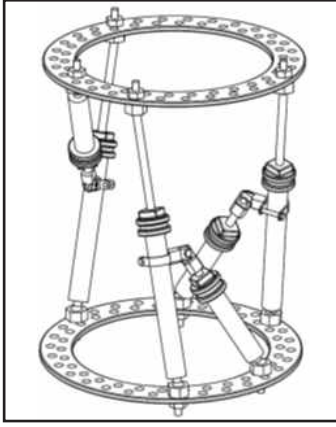
Sonuç olarak, eksen değişiklikleri ve mafsalların konstrüktif ayrıntıları bir tarafa bırakılarak sadece mafsalların nitelik ve nicelikleri ile serbestlik dereceleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, yeni cihaz mimarisini oluşturan temel  $\lambda$ -modül yapısında bir türde üç serbestlik dereceli üç adet küresel mafsala ile bir serbestlik dereceli iki adet vida çifti (kayar çift) bulunurken ikinci türde üç serbestlik dereceli iki adet küresel mafsala ile iki serbestlik dereceli iki adet üniversal mafsala ve iki adet bir serbestlik dereceli vida çifti (kayar çift) yer almaktadır. İlk modülden türetilen paralel robotik yapıda toplamda esas olarak dokuz adet üç serbestlik dereceli küresel mafsala ile altı adet tek serbestlik dereceli vida çifti ve üç adet tek serbestlik dereceli dönel çift vardır. İkinci modülden türetilen robotik düzenlemede ise altı adet üç serbestlik dereceli küresel mafsala ile altı adet vida çifti (kayar çift) ve altı adet de iki serbestlik dereceli üniversal mafsala bulunmaktadır. Böylelikle temelde her iki modülle de oluşturulan yeni cihaz mimarilerinde alt ve üst halkalar arasında üçü öteleme üçü de dönme hareketi olan altı serbestlik dereceli bir bağlı hareket sonuçlandırılmaktadır. Bu sonuçtan da her iki halkaya yerleştirilen kemik fragmanlarının istenen konumları almasına olanak sağlanır.



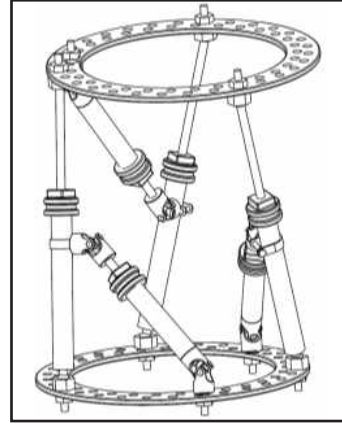
Şekil 7. Birinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte üç altta altı bağlantı modeli



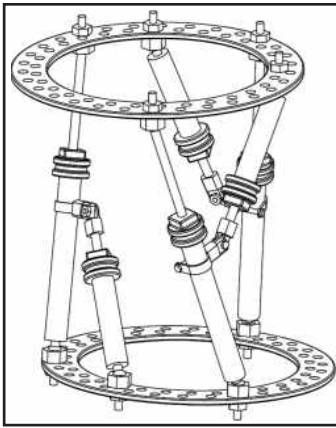
Şekil 8. İkinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte üç altta altı bağlantı modeli



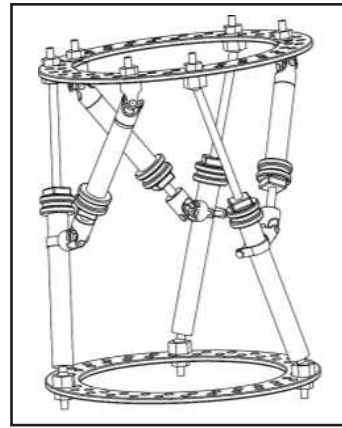
Şekil 9. Birinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte dört altta beş bağlantı modeli



Şekil 10. İkinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte dört altta beş bağlantı modeli



Şekil 11. Birinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte beş altta dört bağlantı modeli



Şekil 12. İkinci tür  $\lambda$ -modülüyle oluşturulan üstte beş altta dört bağlantı modeli

#### 4. YENİ TASARIMI ÖZGÜN KILAN ÖZELLİKLERİ

Tasarımı özgün kılan özellikler, patent başvuru kalıpları içinde ve Şekil 15-16'ya bakılarak, aşağıdaki istem maddeleri halinde sıralanmıştır (Akçalı İ. D. ve ark., 2015b).

1. Buluş bir eksternal fiksator cihazı olup temel özelliği;
  - a. Eş merkezli, tercihen en az iki adet çember üzerine sıralanmış düzgün delikleri bulunan, birisi üstte (1) diğeri altta (2) iki adet düz, sade hal-kanın,
  - b. Üçten fazla değil, üçten az değil, tam üç adet  $\lambda$ (lambda) biçiminde oluşturulmuş  $\lambda$ -modülü adı verilen yapı elemanının birleştirilmesinden meydana getirilen altı serbestlik dereceli modüler bir paralel robotik düzenleme olmasıdır, öylesine ki  $\lambda$ -modülünde, iki temel türde:
    - i. Birisi uzun bacak ve diğeri kısa bacak olarak tanımlanan, her ikisinin de sabit-uzunluk (10) ve hareketli değişken-uzunluk (11) bölümleri olan iki silindirik parça,
    - ii. Ya bir adet tek serbestlik dereceli basit dönel mafsallarıyla,
    - iii. Ya da bir adet iki serbestlik dereceli üniversal mafsallarıyla birbirine bağlanmıştır.
2. Bir başka buluş  $\lambda$ (lambda)-modülü olup yapı elemanı olarak başlıca özelliği:
  - a. Uzun bacak olarak tanımlanan, sabit-uzunluk (10) ve hareketli değişken-uzunluk (11) bölümleri olan bir silindirik parçanın,
  - b. Kısa bacak olarak tanımlanan, sabit-uzunluk (10) ve hareketli değişken-uzunluk (11) bölümleri olan silindirik parçayla,
    - i. Ya bir adet tek serbestlik dereceli basit dönel mafsallarıyla,
    - ii. Ya da bir adet iki serbestlik dereceli üniversal mafsallarıyla, uzun bacağın sabit bölümündeki bir noktadan, bağlanmasıyla oluşturulmasıdır.
3. İstem 2'de geçen  $\lambda$ -modülünün bir başka özelliği:
  - a. Uzun bacağın değişken-uzunluk (11) bölümünün üstte, sabit-uzunluk (10) bölümünün altta olacağı,
  - b. Uzun bacağın sabit-uzunluk (10) bölümünün üstte, değişken-uzunluk (11) bölümünün altta olacağı,
  - c. Kısa bacağın uzun bacağına sol taraftan bağlanabileceği,
  - d. Kısa bacağın uzun bacağına sağ taraftan bağlanabileceği,

e. Kısa bacağı diğer, serbest ucunun üst halkaya (1) bağlanabileceği,  
f. Kısa bacağı diğer, serbest ucunun alt halkaya (2) bağlanabileceği,  
şekilde düzgün delikli üst halkaya (1) düzgün delikli alt halkayı (2) birbirine toplam sekiz farklı biçimde bağlayabilmesidir.

4. Birinci temel  $\lambda$ -modül türü temel bir yapı elemanı olup ana özelliği,
  - a. Uzun bacağı iki ucunda da üç ortogonal eksen etrafında dönme serbestliği olan birer küresel mafsalsın (7, 8) bulunması,
  - b. Kısa bacağı uzun bacakla birleştiği noktada bir serbestlik dereceli basit dönel mafsalsın bulunması,
  - c. Kısa bacağı açıkta kalan serbest ucunda da üç serbestlik dereceli bir küresel mafsalsın bulunması,
  - d. Uzun ve kısa bacakların her birinin hareketli değişken-uzunluk bölümlerinde de birer adet vida-somun çiftinin yer almasıdır.
5. İkinci temel  $\lambda$ -modül türü temel bir yapı elemanı olup ana özelliği:
  - a. Uzun bacağı iki ucunda da üç ortogonal eksen etrafında dönme serbestliği olan birer küresel mafsalsın (7, 8) bulunması,
  - b. Kısa bacağı uzun bacakla birleştiği noktada iki serbestlik dereceli üniversal mafsalsın bulunması,
  - c. Kısa bacağı açıkta kalan serbest ucunda da iki serbestlik dereceli bir üniversal mafsalsın bulunması,
  - d. Uzun ve kısa bacakların her birinin hareketli değişken-uzunluk bölümlerinde de birer adet vida-somun çiftinin yer almasıdır.
6. İstem 5 ile uyumlu olmak üzere, birinci temel  $\lambda$ -modül türünün ikinci çeşidinin özelliği, birinci temel  $\lambda$ -modül türünde aynı düzlemde yer alan uzun ve kısa bacak ekseninin, dönel mafsalsın dönme eksenini üzerinde bir noktadan geçen ve uzun bacak eksenine dik olan radyal doğrultuda kaydırılması suretiyle geniş bir manevra alanı kazandırmasıdır.
7. İstem 6 ile uyumlu olmak üzere, ikinci temel  $\lambda$ -modül türünün ikinci çeşidinin özelliği, ikinci temel  $\lambda$ -modül türünde uzun ve kısa bacakları birbirine bağlayan iki serbestlik dereceli üniversal mafsalsın, uzun bacak eksenine dik, radyal doğrultuda dışa doğru kaydırılması suretiyle kısa bacağın manevra alanını genişletmesidir.
8. İstem 1'deki eksternal fiksator cihazının bir özelliği de:
  - a. Üst (1) halkadaki üç noktada üç mafsalsın,
  - b. Alt (2) halkadaki altı noktada altı mafsalsın bulunduğu, (3-6) tipi olarak adlandırılan, fiksator kurgusunun oluşturulabilmesidir.

9. İstem 1'deki eksternal fiksator cihazının bir başka özelliği de:
  - a. Üst (1) halkadaki dört noktada dört mafsalsın,
  - b. Alt (2) halkadaki beş noktada beş mafsalsın bulunduğu, (4-5) tipi olarak adlandırılan, fiksator kurgusunun oluşturulabilmesidir.
10. İstem 1'deki eksternal fiksator cihazının bir başka özelliği de:
  - a. Üst (1) halkadaki beş noktada beş mafsalsın,
  - b. Alt (2) halkadaki dört noktada dört mafsalsın bulunduğu, (5-4) tipi olarak adlandırılan, fiksator kurgusunun oluşturulabilmesidir.
11. İstem 1'deki eksternal fiksator cihazının bir başka özelliği de:
  - a. Üst (1) halkadaki altı noktada altı mafsalsın,
  - b. Alt (2) halkadaki üç noktada üç mafsalsın bulunduğu, (6-3) tipi olarak adlandırılan, fiksator kurgusunun oluşturulabilmesidir.
12. İstem 1'deki eksternal fiksator cihazının bir özelliği de içyapısında toplam olarak:
  - a. Dokuz adet üç serbestlik dereceli küresel mafsalsın,
  - b. Altı adet vida-somun çiftinin,
  - c. Üç adet bir serbestlik dereceli basit dönel mafsalsın yer aldığı paralel robotik düzenleme olarak kurulabilmesidir.
13. İstem 1'deki eksternal fiksator cihazının bir başka özelliği de yapısında toplam olarak:
  - a. Altı adet üç serbestlik dereceli küresel mafsalsın,
  - b. Altı adet iki serbestlik dereceli universal mafsalsın,
  - c. Altı adet vida-somun çiftinin yer aldığı paralel robotik düzenleme olarak kurulabilmesidir.
14. İstem 1'deki eksternal fiksator cihazının bir başka özelliği:
  - a. Cihaz kurgusundaki üç  $\lambda$ -modülünün her birinin de aynı türden olması halinde, toplam beşyüzoniki (512) adet farklı kurgulama yapmanın,
  - b. Cihaz kurgusundaki  $\lambda$ -modüllerinin uzun ve kısa bacalarının birleştiği noktada
    - i. Ya bir serbestlik dereceli basit dönel mafsalsın,
    - ii. Ya da iki serbestlik dereceli universal mafsalsın kullanıldığı çeşitli türlerin bileşimi olması halinde, toplam otuzikibinyediyüztümsekiz (32768) adet farklı kurgulama yapmanın, mümkün olmasıdır.

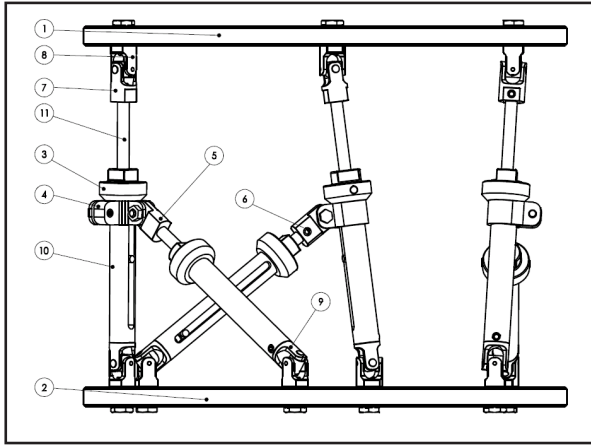
15. İstem 2'deki yapı elemanı olan  $\lambda$ -modülünün özelliği:

- a. Uzun ve kısa bacakların yapılarındaki sabit-uzunluklu (10) silindirik parçanın hareketli değişken-uzunluklu (11) silindirik parçaya bir somun (3) yardımıyla bağlanması,
- b. Somunun (3), en dar yerinde üzerine uyumlu dış açılmış silindirik parçayla (11) birlikte vida-somun çiftinin oluşturulması,
- c. Somunun (3) basit döndürme yoluyla bacak uzunluğunu değiştirmek için kullanılması,
- d. Somunun (3) dış tarafının en büyük çaplı üst kısmında elle döndürmeye uygun tırtıllı yüzeyinin olması,
- e. Somunun (3) dış tarafının üst kısmında anahtarla döndürmeye uygun standart anahtar ağız genişliğinde yanları kesik bölümünün bulunması,
- f. Somunun (3) kesik bölüm düzlemine ve kendi eksenine dik bir deliğin bulunması,
- g. Somunun (3) içerde alt kısmında onu içi boş silindirik parçaya (10) bağlayacak segman yuvasının bulunması,
- h. İçi boş silindirik parçanın (10), alt kısmındaki ucuna
  - i. Ya iki serbestlik dereceli bir üniversal mafsalın,
  - ii. Ya da üç serbestlik dereceli bir küresel mafsalın kolaylıkla bağlanabilmesi amacıyla konulan bir set-screw deliğinin olması,
- i. İçi boş silindirik parçanın (10) üst kısmının yanlarında bir bilyenin yerleşebileceği uygun boyutlarda karşılıklı birer küresel oyuğun bulunması,
- j. İçi boş silindirik parçanın (10), somunun (3) uygunca bağlanabileceği şekilde açılmış bir segman yuvasının bulunması,
- k. İçi boş silindirik parçanın (10),  $\lambda$ -modül bacağına uzunluğunu ölçmeye yarayan, doğrusal skalalı, kendi eksenine paralel bir yarığın bulunması,
- l. İçi boş silindirik parçanın (10), üst ucundaki bölümünün somun (3) ve segmanın rahatlıkla takılabilmesi amacıyla konik yapılmış olması,
- m. İçi boş silindirik parça (10) montajının:
  - i. Dönebilecek ama aksenal yer değiştirmeye izin vermeyecek şekilde somunun (3) segman yoluyla yuvasına yerleştirilmesi,
  - ii. Somuna (3) ait silindirik boşluk içinde bir ucunda kapak bulunan helezon yay tarafından diğer ucundaki bir bilyenin silindirik parça (10) yüzeyindeki küresel oyuğa bastırılması işlem adımlarının atılmasıyla yapılmasıdır.

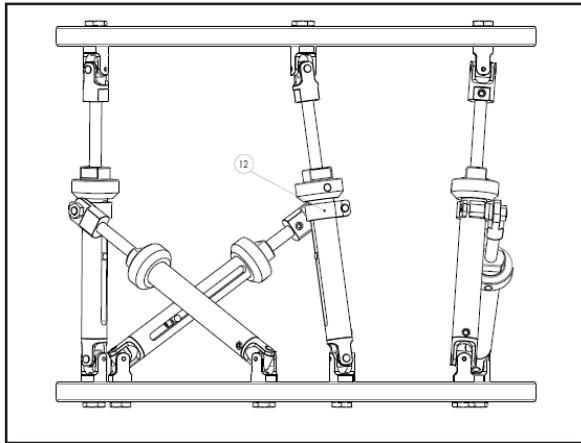


- n. Her yarım tur dönmesinde yay etkisi altındaki bilyenin küresel oyuğa oturarak  $\lambda$ -modülünün bacak boyunun sabitlenmesini sağlayan bir kilit mekanizması görevi yapmasıdır.
16. İstem 2'deki  $\lambda$ -modülünün bir başka özelliği üst (1) ve alt (2) halkaları birbirine bağlayan uzun bacağının montaj şeklinin:
- Bir üç serbestlik dereceli küresel mafsalin (7) üstte bir set-screw yardımıyla vidaya (11) takılması,
  - Bir üç serbestlik dereceli küresel mafsalin (7) da altta bir set-screw yardımıyla uzunluk skalalı içi boş silindirik parçaya (10) takılması,
  - Somunun (3) bir segmanla bağlanması,
  - Ana bağlama parçasının
    - Ya (4) nolu parça,
    - Ya da (12) nolu parça olabilecek şekilde bir cıvata-somun yardımıyla bacağa birleştirilmesi,
  - (12) nolu ara bağlama parçasının silindirik çıkıntı ekseninin,
    - Ya iki serbestlik dereceli üniversal mafsalin sabit bağlama eksenini olmak üzere,
    - Ya da bir serbestlik dereceli basit dönel mafsalin dönme eksenini olmak üzere, bağlanabilmesi,
  - (12) nolu ara bağlama parçasının silindirik çıkıntı ekseninin içi boş silindirik parça (10) eksenine dik olacak şekilde bir cıvata-somun yardımıyla bağlanması yoluyla gerçekleştirilmesidir.
17. İstem 5'deki birinci temel  $\lambda$ -modülünün bir özelliği de:
- $\lambda$ -modülünün uzun ve kısa bacaklarının birbirlerine (4) nolu ara bağlama parçası yardımıyla bağlanması,
  - (4) nolu ara bağlama parçasının kısa bacağın ucuna ara parça (5) üzerindeki set-screw deliği (6) kullanılarak uygun set-screws yardımıyla bağlı dönmeyecek biçimde birleştirilmesi,
  - (4) nolu ara bağlama parçasının, üzerinde dönel mafsal piminin geçeceği deliği taşıması,
  - (4) nolu ara bağlama parçasının  $\lambda$ -modülünün uzun ve kısa bacak eksen çizgilerini dönel mafsal eksenine dik tek bir düzlemde tutması,
  - (4) nolu ara bağlama parçasının dönel mafsalin yerini uzun bacak ekseninin sabit-uzunluk bölümündeki (10) bir noktada, bağlama cıvata-somun kullanmak suretiyle, sabitlemesidir.

18. İstem 7 ile uyumlu olmak üzere, birinci temel  $\lambda$ -modülünün bir özelliği de
- Uzun bacağıyla kısa bacağının ara bağlama parçası (12) kullanılarak birleştirilmesi yoluyla meydana getirilmesi,
  - (12) nolu ara bağlama parçasının kısa bacağın ucuna ara parça (5) üzerindeki set-screw deliği (6) kullanılarak uygun set-screwlar yardımıyla bağlı dönmeyecek biçimde birleştirilmesidir.
19. İstem 15 ile uyumlu olmak üzere, eksternal fiksator cihazının bir özelliği de kısa bacağın ucundaki mafsalsın uygun set-screwlar yardımıyla ara bağlama parçalarının (4), (5), (6), (12) değerlendirilmesi yoluyla değiştirilebilmesi ve böylelikle  $\lambda$ -modülü türünde birinden diğerine geçmenin mümkün olmasıdır.



Şekil 15. Lambda fiksatorünün montaj şekli



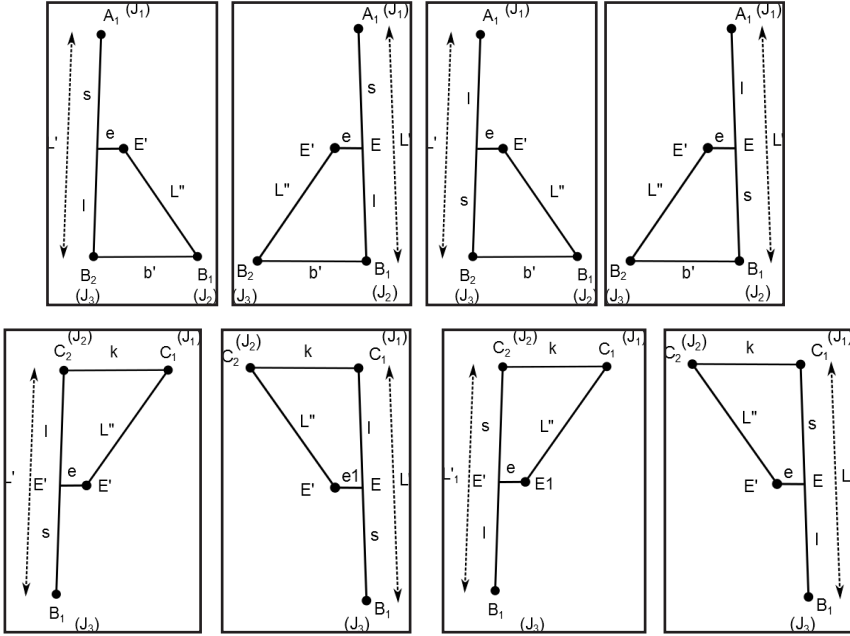
Şekil 16. Lambda fiksatorünün farklı bir modülle montaj şekli

## 5. TERS KİNEMATİK MODELLER VE ARAYÜZ PLANLAMASI

Ters kinematik modeller kapsamında yürütülen çalışmalar özetle şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

Fiksatorün üst ve alt halka merkezlerinde seçilen eksen takımlarının birbirine göre konumları AP ve lateral olarak adlandırılan röntgen filmlerinden çıkarıldıktan sonra robotik yapının üst ve alt bağlantı noktalarındaki açısal veriler değerlendirilerek fiksator konumunu belirleyen bacak uzunlukları hesaplanmaktadır. Şöyle ki:

Arayüz planlaması çerçevesinde, her bir lambda modülü, Şekil 17'de gösterildiği gibi 8 farklı şekilde iki halka arasına bağlanabilmektedir. Böyle bir durumda çubuk uzunluklarını bir bütün olarak düşünüp hesap yapmak zorlaşmaktadır. Çünkü böyle bir durumda her modül 8 farklı biçimde bağlanırken ve her bir sistem 3 lambda modülünden oluştuğu için  $8*8*8 = 512$  farklı hesap kombinasyonu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 17. Lambda modülünün 8 farklı bağlantı şekli

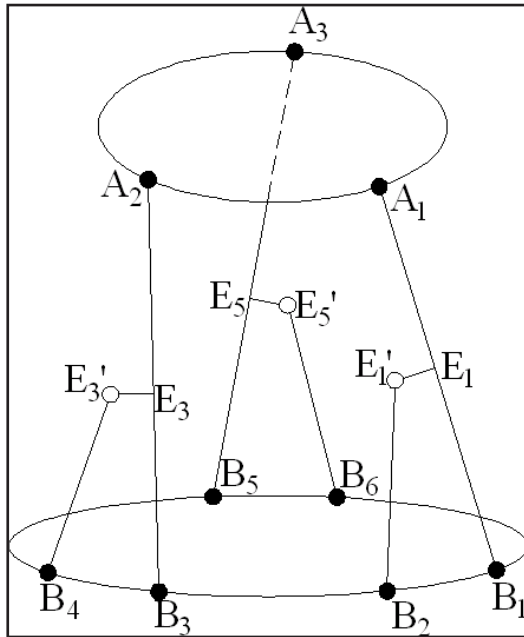
Doktoru hiçbir şekilde kısıtlamadan tüm kombinezonlarda fiksatorü bağlamaasına izin vererek kullanım esnekliği sağlanabilmektedir. Bu esneklikten hiçbir şey kaybetmemek adına, tüm bu kombinezonları içerebilecek bir hesap arayüzü oluşturulması gerekmektedir. Fakat tüm bu farklı bağlantı durumları farklı hesaplar gerektiren fiksator kombinezonları oluşturmaktadır. Bu karmaşanın önüne geçmek için, çubuk uzunluk hesapları, diğer hesaplardan soyutlanarak

modül bazında yapılmıştır. Böylece farklı olarak yapılması gereken hesap sayısı 512'den 8'e düşmüştür.

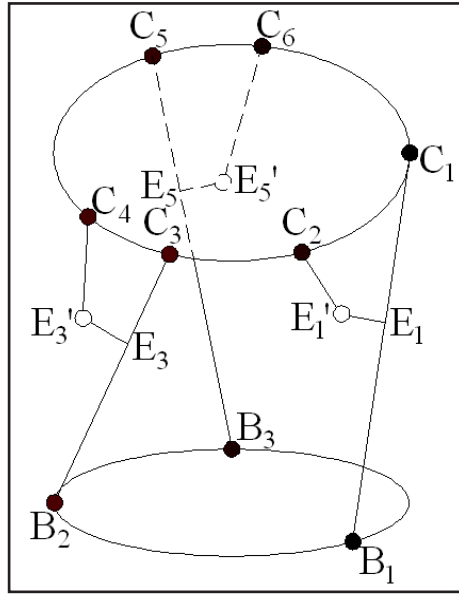
Bu hesapların yapılabilmesi için her modül ile ilgili ihtiyaç duyulan girdiler; kısa çubuk ile uzun çubuğu birbirine bağlayan mafsalin boyu, bu mafsalin uzun çubuk üzerinde nerede bağlandığını hesaplamada kullanılacak uzun çubuk üzerindeki sabit kısım uzunluğu ve çubuk uçlarının, halkalara hangi konumlarda bağlandığını gösteren açısız mafsali konumlarıdır.

## 6. İLERİ KİNEMATİK MODELLER

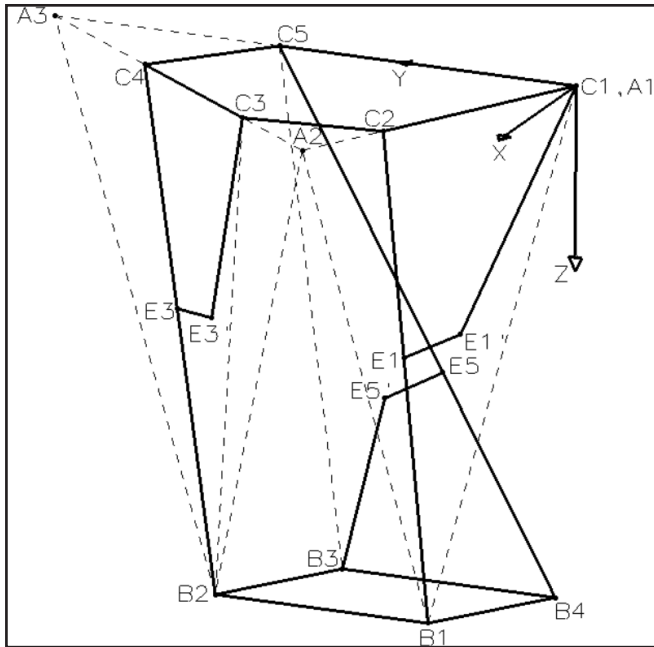
İleri kinematik modeller kapsamında yapılan çalışmalar iki ana stratejiyi izlemektedir. Bunlardan birisinde verilen sistem daha önce çözümü yapılmış (3-3) Stewart Platform modeline dönüştürme şeklindedir (Akçalı İ. D. ve Mutlu H. 2006). Bu tür bir strateji, üst halkada 3 adet, alt halkada 6 adet üç serbestlik dereceli küresel mafsalları içeren ve (3-6) sistemi (Şekil 18) olarak adlandırılan Lambda fiksatorüyle üst halkada 6 adet, alt halkada 3 adet küresel mafsali bulunan ve kısaca (6-3) sistemi (Şekil 19) olarak adlandırılan sisteme uygulanmıştır. Öte yandan diğer strateji, üst halkada 5 adet, alt halkada 4 adet mafsali noktasının bulunduğu (5-4) tipi (Şekil 20) ile üst halkada 4, alt halkada 5 mafsali noktasının bulunduğu (4-5) tipi (Şekil 21) için uygulanmıştır. İkinci tür strateji, proje çalışmaları içerisinde geliştirilmiş olan ve uzaysal ikili makas adı verilen yeni bir yapısal birim üzerinden, hesap hacmini önemli ölçüde küçültecek biçimde gerçekleştirilmiştir (112M406 Sonuç Raporu: Akçalı İ. D. ve Ark. 2015 a).



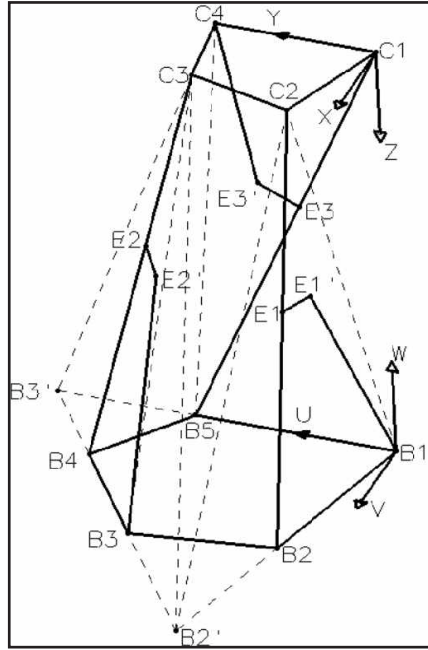
Şekil 18. (3-6) Sistemi



Şekil 19. (6-3) Sistemi



Şekil 20. (5-4) Sistemi



Şekil 21. (4-5) Sistemi

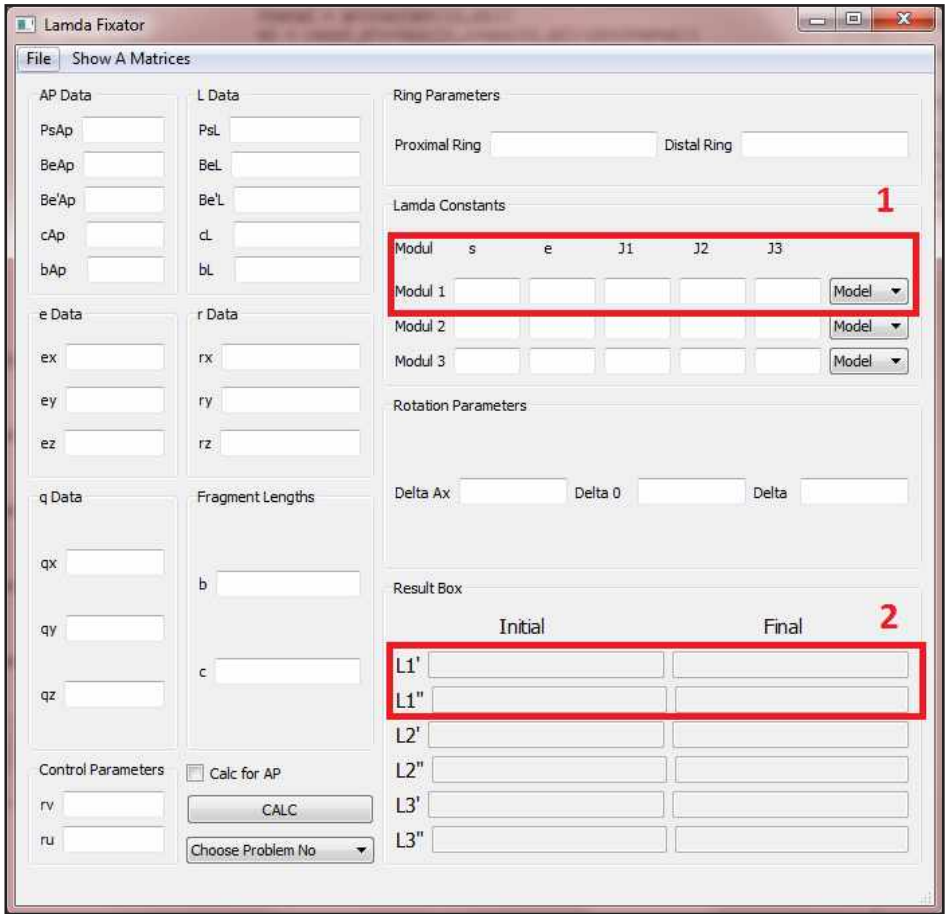
## 7. BİLGİSAYAR DONANIMI VE İLGİLİ YAZILIMLAR

Geliştirilmiş olan yazılımların biyomedikal hizmetin standartlarına uygun biçimde ve gerekli hızda etkili olarak çalıştırılabilmesi için minimum bilgisayar donanımı şöyle öngörülmektedir: 2,0 GHz işlemci frekansı, 2 GB Bellek, 1 GB bellekli ekran kartı.

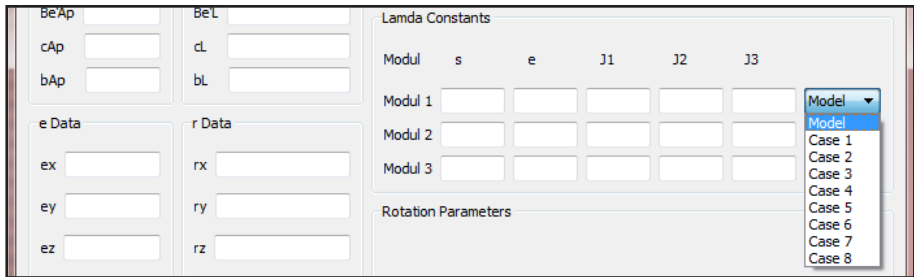
Söz konusu ters kinematik ve ileri kinematik yazılımları aşağıda açıklanmaktadır.

### 7.1. Lambda Fiksatorü için Ters Kinematik Yazılımı

Lambda fiksatorü hesabının yapılması için Şekil 22'de gösterilen arayüz hazırlanmıştır. Lambda modüllerinin hesabı ayrı şekilde yapılacak şekilde hazırlanan programda 1 numaralı kırmızı çerçeve modülle ilgili girilmesi gereken parametreleri göstermektedir. Burada s ve e parametreleri modülün fiziksel yapısına özgü parametreler olup, her modül için değişebilmektedir.  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$  kutuları da modülün üst halka ve alt halkaya bağlandığı 3 bağlantı mafsalinin açılma konumlarını girmek için kullanılmaktadır. Model açılır kutusu da, Lambda fiksatorünün, hesapları gösterilmiş olan durumlar arasından seçim yaparak gerekli hesabın yapılabilmesi için kullanılmıştır (Şekil 23). Hesaplanan sonuçlarda Şekil 22'de gösterilen 2 numaralı kırmızı çerçevedeki gibi her bir modülün kısa ve uzun çubukları için ayrı ayrı gösterilmiştir.



Şekil 22. Lambda fiksator hesap arayüzü



Şekil 23. Hesap modeli seçimi



## 7.2. Lambda Fiksatorü için İleri Kinematik Yazılımı

Daha önce kurulan algoritmalara uygun olarak (3-6), (6-3), (5-4) ve (4-5) sistemleri için hazırlanan arayüzler aşağıda verilmiştir.

### 7.2.1. (3-6) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü

(3-6) sistemine ilişkin tasarlanan arayüzün ana penceresi Şekil 24'de görülmektedir.

The screenshot shows a software window titled "MainWindow" with a "Solutions" menu. The interface is divided into several sections: "Input" on the left, "Connection" in the center, and "Output" on the right. The "Input" section contains 33 input fields arranged in a grid, including variables like  $B_{1u}$ ,  $B_{1v}$ ,  $L_1''$ ,  $B_{2u}$ ,  $B_{2v}$ ,  $L_2''$ ,  $B_{3u}$ ,  $B_{3v}$ ,  $L_3''$ ,  $B_{4u}$ ,  $B_{4v}$ ,  $L_4''$ ,  $B_{5u}$ ,  $B_{5v}$ ,  $L_5''$ ,  $B_{6u}$ ,  $B_{6v}$ ,  $L_6''$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ ,  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ ,  $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_3$ ,  $A_{1x}$ ,  $A_{1y}$ ,  $A_{2x}$ ,  $A_{2y}$ ,  $A_{3x}$ , and  $A_{3y}$ . The "Connection" section has a dropdown menu set to "Left" and two buttons: "Load" and "Calculate". The "Output" section contains 12 output fields:  $L_1$ ,  $a_1$ ,  $L_2$ ,  $a_2$ ,  $L_3$ ,  $a_3$ ,  $L_4$ ,  $b_1$ ,  $L_5$ ,  $b_2$ ,  $L_6$ , and  $b_3$ .

Şekil 24. (3-6) Arayüz ana penceresi

Arayüzün ana penceresinin sol tarafı veri girişleri için, sağ tarafı da çıktılar için ayrılmıştır. Orta kısımda da bağlantı türünü seçmeye yarayan bir liste, verileri yüklemek amacıyla kullanılan bir düğme (Load) ve hesaplamaları başlatmak için kullanılan başka bir düğme (Calculate) bulunmaktadır. Sol üst kısımdaki menüden (Solutions) ise hesaplama sonucunda elde edilen çubuk bağlantı noktalarının koordinatlarına ulaşmak mümkündür.

Arayüzün ana penceresinde veri girişi için toplam 33 adet alan bulunmaktadır. Bunlardan  $B_{iu}$  ve  $B_{iv}$  alt platform çubuk bağlantı noktalarının uvw sistemindeki koordinatlarını;  $L_i''$ , ( $i=1-6$ ) lambda modülünün hareketli ucunun mafsala bağlandığı nokta ile üst veya alt platforma bağlandığı nokta arasındaki uzunluğunu; çubuğun alt veya üst platforma bağlandığı ucundan mafsala kadar olan uzunluklardan,  $l_i$ , ( $i=1-3$ ) hareketli olanını,  $s_i$  ( $i=1-3$ ) ise sabit olanını;  $e_i$ , ( $i=1-3$ ), lambda modülünün hareketli ucunun, hareketsiz kısma bağlandığı yerdeki mafsalin uzunluğunu;  $A_{ix}$  ve  $A_{iy}$ , ( $i=1-3$ ), üst platform çubuk bağlantı noktalarının koordinatlarını temsil etmektedir.  $L_i''$ , ( $i=1-6$ ), girdisinin 6., 2. ve 4.sü sol

bağlantı türü seçildiğinde, 1., 3. ve 5.'si sağ bağlantı türü seçildiğinde pasif hale gelmektedir. Bunun sebebi ise sol ve sağ bağlantı türleri için hesaplamaların farklı şekilde yapılıyor olmasıdır. Hesaplama çıktılarının 12 adedi de ana pencerede gösterilmektedir. Bunlardan  $L_i$ , ( $i= 1-6$ ), çubuk boylarını;  $a_i$ , ( $i= 1-3$ ), üst platform çubuk bağlantı noktalarının oluşturduğu üçgenin kenar uzunluklarını;  $b_i$ , ( $i= 1-3$ ), altıgenin kenar uzantılarının kesişim noktalarının oluşturduğu üçgenin kenar uzunluklarını temsil etmektedir. Bu çıktıları sağlayan ve alt platform çubuk bağlantı noktalarının oluşturduğu altıgenin kenar uzantılarının kesişim noktalarının oluşturduğu üçgenin köşe noktalarının xyz sistemindeki koordinatlarını gösteren  $B_{ix}$ ,  $B_{iy}$  ve  $B_{iz}$ , ( $i= 1-3$ ), değerlerine "Solutions" sekmesinden ulaşmak mümkündür. Bu sekme vasıtasıyla açılan pencerede ana sayfadaki çıktıları sağlayan çözüm sayısı kadar satır içeren tablolar bulunmaktadır ve her satırın en sağ tarafında "draw solution" düğmesi bulunmaktadır. Bu düğmeler, ait olduğu satırdaki verilere göre sistemin üç boyutlu modelinin ekrana çizilmesini sağlar.

### 7.2.2. (6-3) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü

(6-3) sistemine ilişkin tasarlanan Arayüzün ana penceresi Şekil 25'te görülmektedir.

Şekil 25. (6-3) Arayüz ana penceresi

Arayüzün ana penceresinin sol tarafı veri girişleri için, sağ tarafı da çıktılar için ayrılmıştır. Orta kısımda da bağlantı türünü seçmeye yarayan bir liste, verileri yüklemek amacıyla kullanılan bir düğme (Load) ve hesaplamaları başlatmak için kullanılan başka bir düğme (Calculate) bulunmaktadır. Sol üst kısımdaki menüden (Solutions) ise hesaplama sonucunda elde edilen çubuk bağlantı noktalarının koordinatlarına ulaşmak mümkündür.

Arayüzün ana penceresinde veri girişi için toplam 33 adet alan bulunmaktadır. Bunlardan  $C_{ix}$  ve  $C_{ix}$ , ( $i= 1-6$ ) üst platform çubuk bağlantı noktalarının koordinatlarını;  $L_i$ , ( $i= 1-6$ ), lambda modülünün hareketli ucunun mafsala bağlandığı nokta ile üst veya alt platforma bağlandığı nokta arasındaki uzunluğunu;  $l_i$ , ( $i= 1-3$ ), üst platformdan mafsal bağlantı noktasına kadar olan çubuk uzunluğunu;  $e_i$ , ( $i= 1-3$ ), lambda modülünün hareketli ucunun, hareketsiz kısma bağlandığı yerdeki mafsalın uzunluğunu;  $s_i$ , ( $i= 1-3$ ), mafsal bağlantı noktasından alt platforma kadar olan çubuk uzunluğunu;  $B_{iu}$  ve  $B_{iv}$ , alt platform çubuk bağlantı noktalarının uvw sistemindeki koordinatlarını temsil etmektedir.  $L_i$ , ( $i= 1-6$ ), girdisinin 2., 4. ve 6.sı sol bağlantı türü seçildiğinde, 1., 3. ve 5.si sağ bağlantı türü seçildiğinde pasif hale gelmektedir. Bunun sebebi ise sol ve sağ bağlantı türleri için hesaplamaların farklı şekilde yapılıyor olmasıdır. Hesaplama çıktılarının 12 adedi de ana pencerede gösterilmektedir. Bunlardan  $L_i$ , ( $i= 1-6$ ), çubuk boylarını;  $a_i$ , ( $i= 1-6$ ), altıgenin kenar uzantılarının kesişim noktalarının oluşturduğu üçgenin kenar uzunluklarını;  $b_i$ , ( $i= 1-6$ ), alt platform çubuk bağlantı noktalarının oluşturduğu üçgenin kenar uzunluklarını temsil etmektedir. Bu çıktıları sağlayan ve alt platform çubuk bağlantı noktalarının xyz sistemindeki koordinatlarını gösteren  $B_{ix}$ ,  $B_{iy}$  ve  $B_{iz}$ , ( $i= 1-3$ ), değerlerine “Solutions” sekmesinden ulaşmak mümkündür. Bu sekme vasıtasıyla açılan pencerede ana sayfadaki çıktıları sağlayan çözüm sayısı kadar satır içeren tablolar bulunmaktadır ve her satırın en sağ tarafında “draw solution” düğmesi bulunmaktadır. Bu düğmeler, ait olduğu satırdaki verilere göre sistemin üç boyutlu modelinin ekrana çizilmesini sağlar.

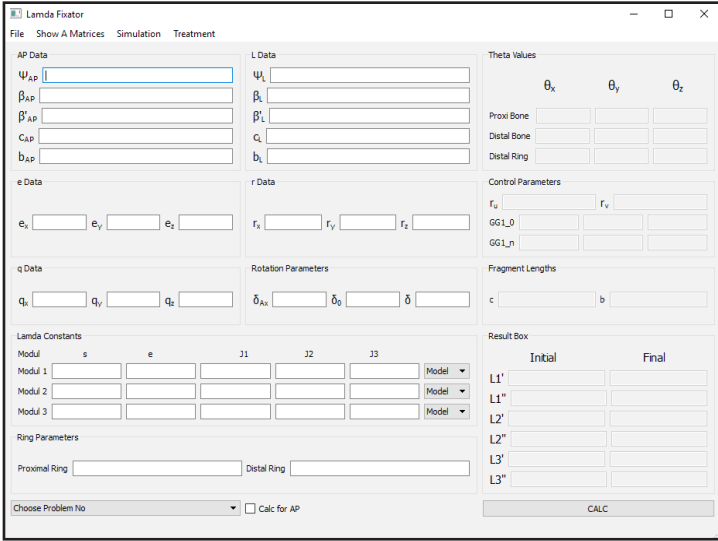
### 7.2.3. (5-4) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü

(5-4) sisteminin ileri kinematik hesapları, ters kinematik için tasarlanmış olan arayüze entegre edilmiş olup, ileri kinematik için ayrıca bir arayüz oluşturulmamıştır (Şekil 26). Ters kinematik hesabının çıktılarının ileri kinematik hesapları için girdi olarak kullanılmasından dolayı, ilgili hesapların peşi sıra yapıldığı bir program oluşturulmuştur.

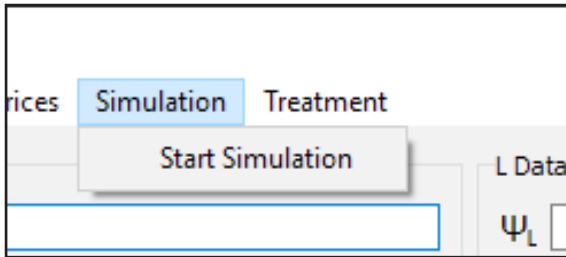
İleri kinematik hesabının ana çıktılarına ulaşmak için arayüz penceresinin üst kısmına “Simulation” ve “Treatment” isimli iki adet sekme eklenmiştir. “Simulation” sekmesinin altında bulunan “Start Simulation” düğmesine basıldığında (Şekil 27), mevcut girdiler için hesabı yapılmış olan sistemin simülasyonu yeni bir pencerede gösterilir.

“Treatment” sekmesinin altında ise tüm tedavi adımlarında değişen çeşitli verilerin gösterilmesine olanak sağlayan dört adet düğme bulunmaktadır (Şekil 28). Bu düğmelerden “Instant Displacement Values”, alt halka merkezinin üst referans halka merkezine göre öteleme ve dönme değerleri olan vektörünün gösterilmesini sağlar. “Relative Displacement of Fragment Ends” düğmesi ile ise distal ve proximal kemik uçlarını birleştiren vektörün bileşenleri gösterilir. Her modülün ve uzunluklarının değişimine “Rod Lengths” düğmesi vasıtası ile

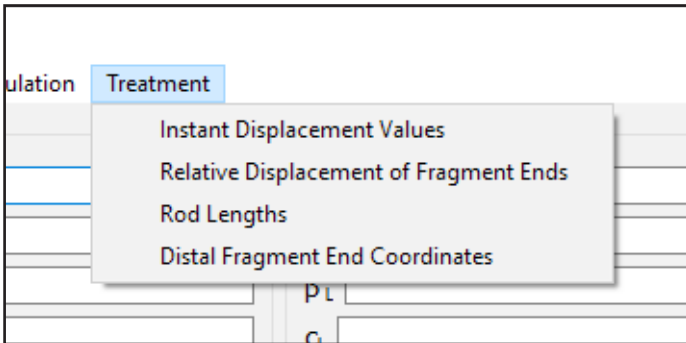
ulaşılır. Son olarak da “Distal Fragment End Coordinates” düğmesi, distal kemik fragman ucunun koordinatlarını ve iki tedavi adımı arasında ne kadar yol kat ettiğini gösterir.



Şekil 26: Arayüz ana penceresi



Şekil 27: “Simulation” sekmesi ve altında bulunan “Star Simulation” düğmesi



Şekil 28: “Treatment” sekmesi ve altında bulunan düğmeler

## 7.2.4. (4-5) Sistemi için İleri Kinematik Arayüzü

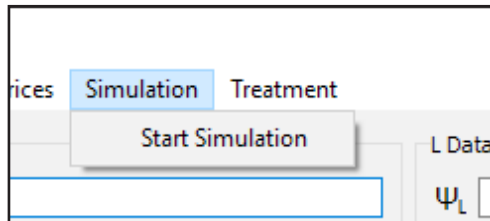
(4-5) sisteminin ileri kinematik hesapları, ters kinematik için tasarlanmış olan arayüze entegre edilmiş olup, ileri kinematik için ayrıca bir arayüz oluşturulmamıştır (Şekil 29). Ters kinematik hesabının çıktılarının ileri kinematik hesapları için girdi teşkil ediyor olması tek bir arayüz oluşturmayı mümkün kılmıştır. Bu sebeple ilgili hesapların peşi sıra yapıldığı bir program oluşturulmuştur.

The screenshot shows the 'Lamda Fixator' software window. The interface is divided into several sections for data entry:

- AP Data:**  $\Psi_{AP}$ ,  $\beta_{AP}$ ,  $\beta'_{AP}$ ,  $C_{AP}$ ,  $b_{AP}$
- L Data:**  $\Psi_L$ ,  $\beta_L$ ,  $\beta'_L$ ,  $C_L$ ,  $b_L$
- Theta Values:**  $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_z$
- e Data:**  $e_x$ ,  $e_y$ ,  $e_z$
- r Data:**  $r_x$ ,  $r_y$ ,  $r_z$
- q Data:**  $q_x$ ,  $q_y$ ,  $q_z$
- Rotation Parameters:**  $\delta_{Ax}$ ,  $\delta_0$ ,  $\delta$
- Lamda Constants:** Modul 1, 2, 3 with columns for s, e, J1, J2, J3 and a Model dropdown.
- Ring Parameters:** Proximal Ring, Distal Ring
- Control Parameters:**  $r_u$ ,  $r_v$ , GG1\_0, GG1\_n
- Fragment Lengths:** c, b
- Result Box:** Initial and Final columns for L1', L1'', L2', L2'', L3', L3''
- Buttons:** 'Choose Problem No' dropdown, 'Calc for AP' checkbox, and a large 'CALC' button.

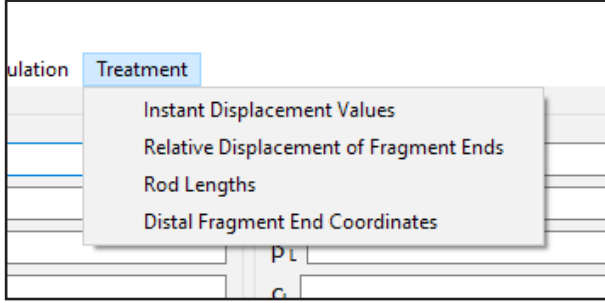
Şekil 29: Arayüz ana penceresi

5-4 sisteminde de olduğu gibi, ileri kinematik hesabının ana çıktılarına ulaşmak için arayüz penceresinin üst kısmında "Simulation" ve "Treatment" isimli iki adet sekme bulunmaktadır. "Simulation" sekmesinin altında bulunan "Start Simulation" düğmesine basıldığında (Şekil 30), mevcut girdiler için hesabı yapılmış olan sistemin simülasyonu yeni bir pencerede gösterilir.



Şekil 30: "Simulation" sekmesi ve altında bulunan "Start Simulation" düğmesi

“Treatment” sekmesinin altında ise dört adet düğme bulunmaktadır (Şekil 31). Bu düğmeler vasıtasıyla tüm tedavi adımlarında değişen çeşitli verilere ulaşmak mümkündür. Bu düğmelerden her birinin hangi veriyi gösterilmesine olanak sağladığı hakkındaki açıklama 5-4 sisteme ait olan arayüzün anlatıldığı bölümde açıklandığı için burada ayrıca anlatılmamıştır.



Şekil 31: “Treatment” sekmesi ve altında bulunan düğmeler

## 8. LAMBDA FİKSATÖRÜNÜN İMALAT MODELLERİ

Lambda fiksatorünün 4 adet modeli imal edilmiştir. Bunlara birebir ölçekli yapay kemikler takılarak sırasıyla (3-6), (6-3), (5-4), (4-5) sistemlerine ilişkin biyomekanik modeller oluşturulmuştur, Şekil 32, 33, 34, 35.



Şekil 32. (3-6) Tipi biyomekanik model



Şekil 33. (6-3) Tipi biyomekanik model



Şekil 34. (5-4) Tipi biyomekanik model





Şekil 35. (4-5) Tipi biyomekanik model

## **II. PROJENİN YENİLİKÇİ YÖNÜ**

Burada öne sürülen fikirler, TÜBİTAK proje seçim sürecinden geçerek 112M406 kodlu araştırma projesi olarak tescil edilmiş; başarıyla, çıktılarının değişik ortamlarda gösterildiği şekilde, sonlandırılmıştır, (Akçalı İ.D . ve ark. 2015 a).

Bu projenin çıktılarından birisi olarak geliştirilen lambda fiksatorü adı verilen robotik sistem, Türkiye’de ulusal (Akçalı İ. D., 2015 b), Dünya’da uluslararası patent süreçleri kapsamında Avrasya (Akçalı İ. D., 2017 a), Japonya (Akçalı İ. D., 2017 b) ve Çin (Akçalı İ. D., 2017 c)’de incelenme evresindedir.

## **III. PROJENİN MALİYETİ**

-

## **IV. PROJENİN KULLANIM ALANI**

Ortopedi

## **V. PROJENİN YAPILABİLİRLİĞİ VE UYGULANABİLİRLİĞİ**

Gerçekleştirilmesi için gereken insan gücü teknoloji ve malzemeler günümüz koşullarında Türkiye’de bulunmaktadır. Proje tamamıyla yapılabilir ve uygulanabilir.

## **VI. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

Bu projeye, yeni patent alımı hedeflendiği için, bu alandaki literatüre değinilecektir. Bu alanda bugün dünyada öncü olarak yaygınlık kazanmış olan “Taylor Uzaysal Çerçevesi” (Taylor Spatial Frame) benzeri bir çok patent vardır(Taylor vd.,1999; Taylor,2011; Koo vd.,2002; Austin vd.,2004). Bu patentlere yöneltilen eleştiriler, fiksator cihaz yapısının (3–3) Stewart tipiyle sınırlı olması ya da mafsal yerlerinin sabit olması ayrıca cihazın fragmanlara konuşlandırıldığı ilk konumdaki çubuk uzunluklarının klinikte ortopedist tarafından ölçülerek hesaplara ya da programlara girilmesi, cihazın platformlarının tedavinin ilk ya da son konumlarından birinde paralel olmasının sağlanması gibi ortopedist için zorlayıcı ve kısıtlayıcı koşulların bulunması şeklinde özetlenebilir. Bu projeye önerilen cihazlar yapısal farklılıklar gösterdiği gibi hesaplama yöntemlerinin de farklı yollar izleyeceği tespit edilmekte, bu durumun ise bu proje ile ortopedi alanına yeni kavramları getirmesi planlanmaktadır.

Önyüklemeye içeren, röntgen görüntülerinde boş alanlar sağlayan bazı özel cihazların da patentlerde (Karidis ve Stevens,2009; Karidis,2009) yer aldığı gözlenmiştir. Bu projeye bu cihazlardan farklı, tekillik sorunlarını çözen, kırık hattındaki fragman görüntülerini engellemeyecek geometrilere sahip, kullanıcı dostu yeni cihaz mimarileri geliştirildiğinden, bu alanda yeni cihazların ortopedi alanına kazandırılması sağlanmıştır.

## VII. TARTIŞMA VE SONUÇ

Burada geliştirilen sisteme ilişkin 4 farklı deney örneği verilecektir. Bu örnekler, sırayla yeni cihazın imal edilen dört farklı modelinde; (3-6),(5-4),(4-5),(6-3) şeklinde anılan türleriyle ilgili dört adet biyomekanik sistem deneylerini kapsayacaktır. Aşağıda bu örneklerle ilgili ayrıntılı bilgiler sunulmaktadır.

### 1. Birinci Deney

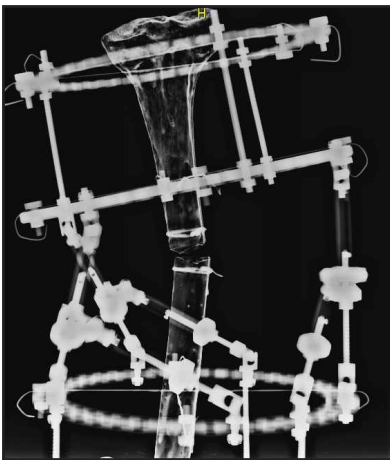
İmal edilen ve oluşturulan (3-6) tipi biyomekanik sistemiyle ilgili olarak yapılan deneye ilişkin ayrıntılar aşağıda gösterilmiştir.

Lateral (L), Antero-Posterior (AP) filmleriyle aksel görüntü ve klinik tespitleri verilen (3-6) sistemine dayalı  $\lambda$ -fiksatorünün fragmanlarının ayrı ve hizalanmış konumlarındaki uzun ve kısa çubuk uzunlukları istenmektedir.

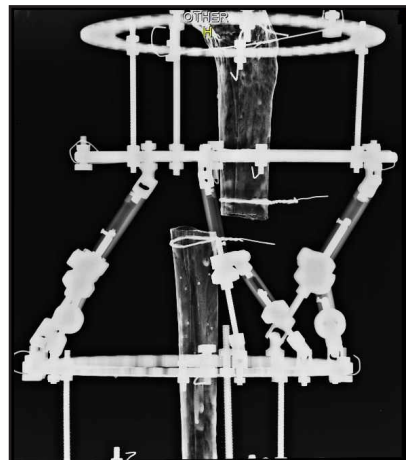
Şekil 36, Şekil 37 ve Şekil 38 de, oluşturulan (3-6) tipi biyomekanik sisteminin sırasıyla AP, L ve aksel görüntüleri sergilenmiştir. 3 adet 1. temel  $\lambda$ -modülünün kullanıldığı fiksatorde, modüllerin halkalara nasıl bağlandığına ilişkin tespit ve gözlemler Tablo 1 ile Şekil 39 de gösterilmiştir.

Filmler ve klinik tespitler ilgili arayüze girilerek çalıştırıldığında, elde edilen arayüz girdi ve çıktıları Şekil 40 de görülmektedir. Sağlıklı konumda arayüzden bulunan  $\lambda$ -modül uzunlukları ile fiksator kurgulanırsa, Şekil 41'deki görünüm elde edilmektedir ki bu da tıbbi açıdan onaylanan bir oluşumu temsil etmektedir.

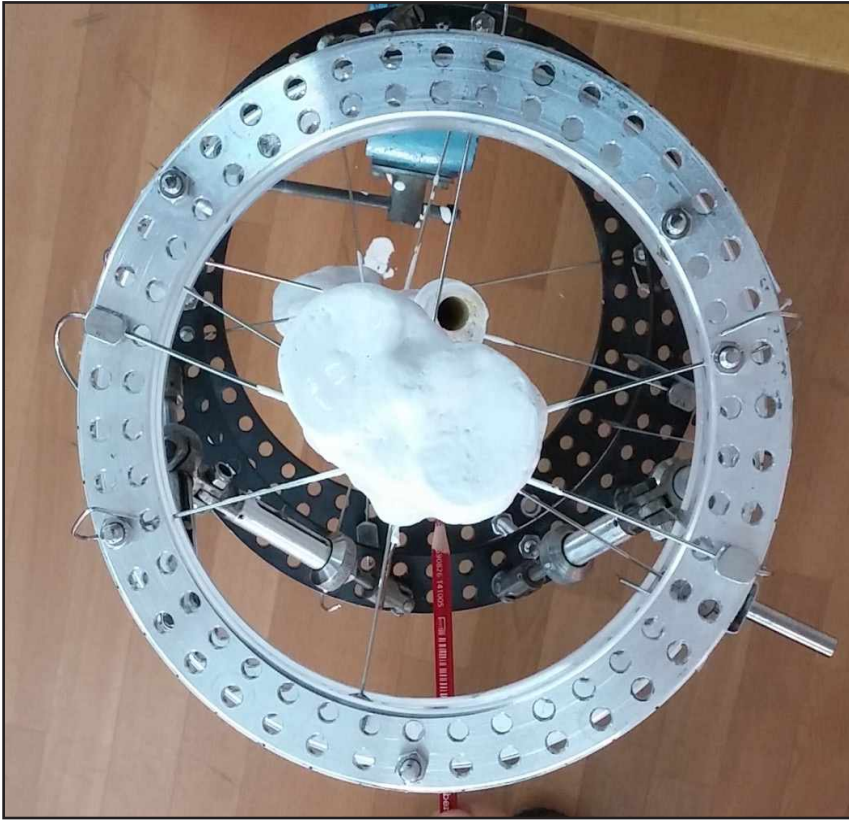
Birinci deneye ilişkin arayüz çıktıları kullanılarak, sistemin başlangıç konumundan sağlıklı son konuma gelişini gösteren simülasyonu oluşturulmuş ve Şekil 42 ve 43'de gösterilmiştir. Şekil 43'de alt kemik ucunun izlediği yörünge de açıkça görülebilmektedir.



Şekil 36. AP röntgen görüntüsü (Birinci deney)



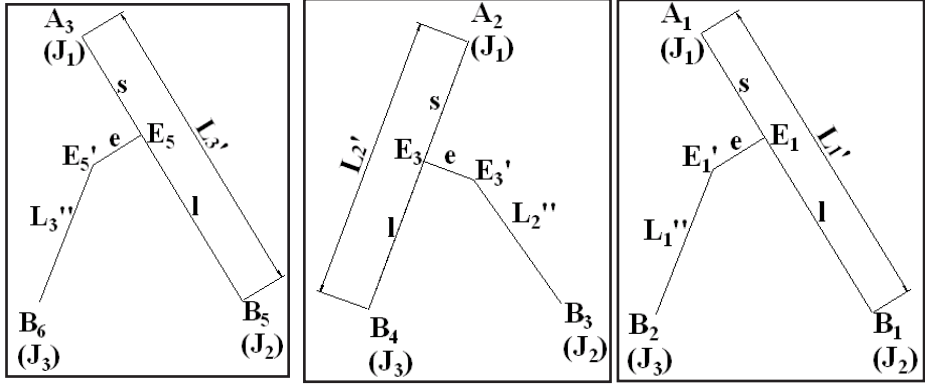
Şekil 37. Lateral röntgen görüntüsü (Birinci deney)



Şekil 38. Üst görünüm (Birinci deney)

**Tablo 1 Modül Parametreleri**

Modül No	s (mm)	e (mm)	$J_1(^{\circ})$	$J_2(^{\circ})$	$J_3(^{\circ})$
Modül 1	75	15	346	26	58
Modül 2	75	15	122	82	154
Modül 3	75	15	210	250	298



Şekil 39. Modüllerin bağlanma biçimleri

Lamda Fixator

File Show A Matrices

AP Data

PsAp -12.437739f  
BeAp -17.242677f  
Be'Ap -2.2140568  
cAp 89.494927f  
bAp 31.187870f

L Data

Psl 0.0620273454961  
Bel -2.58148021097  
Be'l 0.325869163855  
dL 89.366318298  
bL 28.7254538038

Ring Parameters

Proximal Ring 115.5 Distal Ring 115.5

Lamda Constants

Modül	s	e	J1	J2	J3	
Modül 1	75	15	346	26	58	Case 2
Modül 2	75	15	122	82	154	Case 1
Modül 3	75	15	210	250	298	Case 2

Rotation Parameters

Delta Ax -14 Delta 0 -6.9 Delta 0

Result Box

	Initial	Final
L1'	156.712366927	148.046185204
L1''	102.40900409	112.367365109
L2'	140.577575665	149.259502556
L2''	110.242387691	102.330063124
L3'	144.784221775	152.846190406
L3''	127.649884601	134.75421468

Control Parameters

rv 7.9449629747f  
ru -11.47735229f

Fragment Lengths

b 28.7469135912  
c 93.5632903853

q Data

qx -4.487305473f  
qy 5.2752945064  
qz 0

e Data

ex -0.036554567f  
ey -36.29789629f  
ez 9.7583831486

r Data

rx -10.719347476  
ry 9.23459339977  
rz 0.00999720300449

Calc for AP

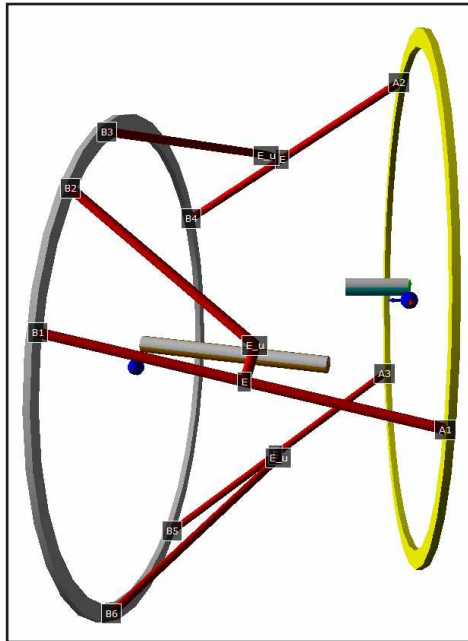
CALC

Choose Problem No

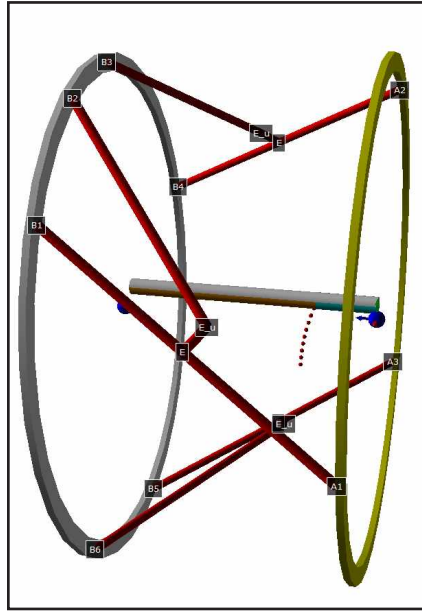
Şekil 40. Örnek arayüz girdi ve çıktıları (Birinci deney)



Şekil 41. Sağlıklı fiksator kurgusu (Birinci deney)



Şekil 42. Simülasyon başlangıç konumu (Birinci deney)



Şekil 43. Simülasyon son konum (Birinci deney)

## 2. İkinci Deney

İmal edilen ve oluşturulan (5-4) tipi biyomekanik sistemiyle ilgili bir deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneye ilişkin ayrıntılar aşağıda gösterilmiştir.

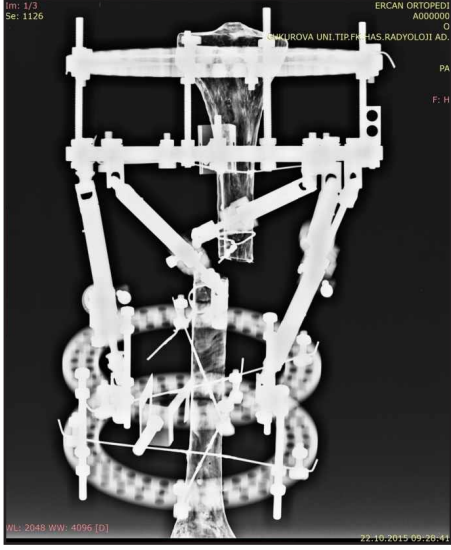
Lateral (L), Antero-Posterior (AP) filmleriyle aksel görüntü ve klinik tespitleri verilen (5-4) sistemine dayalı  $\lambda$ -fiksatorünün fragmanlarının önce ayrı ve hizalanmış konumlarındaki uzun ve kısa çubuk uzunlukları; daha sonra da simülasyon sürecinin görüntülenmesiyle buna ilişkin ayrıntılar istenmektedir.

Şekil 44, Şekil 45 ve Şekil 46'da, oluşturulan (5-4) tipi biyomekanik sisteminin sırasıyla AP, L ve aksel görüntüleri sergilenmiştir. 3 adet 1. temel  $\lambda$ -modülünün kullanıldığı fiksatorde, modüllerin halkalara nasıl bağlandığına ilişkin tespit ve gözlemler ile filmler ve klinik veriler ilgili arayüze girilerek çalıştırıldığında, elde edilen arayüzün temel girdi ve çıktıları Şekil 47'de görülmektedir. Sağlıklı konumda arayüzden bulunan  $\lambda$ -modül uzunlukları ile fiksator kurgulanırsa, Şekil 48'deki görünüm elde edilmektedir ki bu da tıbbi açıdan onaylanan bir oluşumu temsil etmektedir.

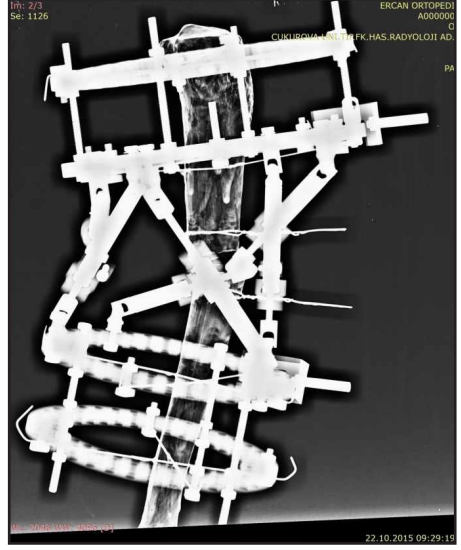
Simülasyon sürecinin sonunda ise sağlıklı konumdan sağlıklı konuma geçen biyomekanik sistemin görüntüleri Şekil 49 ve Şekil 50'de verilmiştir.

Yukarıdaki simülasyon verileri incelendiğinde alt ve üst fragman uçları arasındaki yer değiştirme miktarının tedavinin bitiminde sıfır değerini aldığı ve bu durumunda video ve şekillerde gözlemlendiği saptanmaktadır ki bu da tıbbi açıdan hedeflenen bir durumdur.

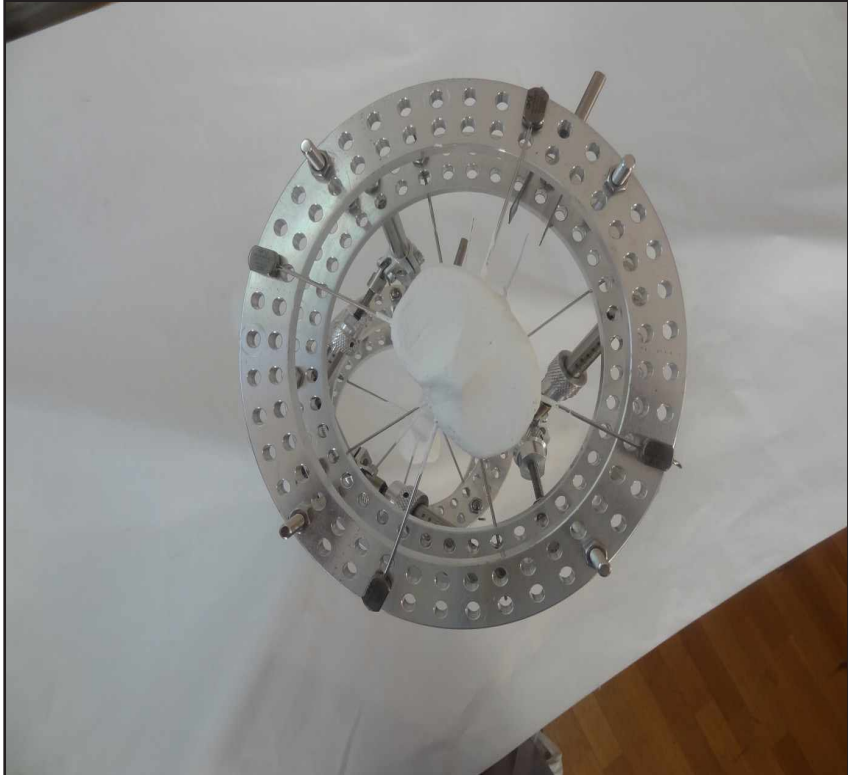




Şekil 44. AP röntgen görüntüsü (İkinci deney)



Şekil 45. Lateral röntgen görüntüsü (İkinci deney)



Şekil 46. Üst görünüm (İkinci deney)



Lamda Fixator

File Show A Matrices Simulation

AP Data

$\Psi_{AP}$  -0.203979162494

$\beta_{AP}$  1.52409340299

$\beta'_{AP}$  0.126561768709

$C_{AP}$  41.1432189057

$b_{AP}$  49.5640716964

L Data

$\Psi_L$  19.6882904498

$\beta_L$  21.6769711158

$\beta'_L$  8.47743757626

$C_L$  50.9172392751

$b_L$  51.0744124903

Theta Values

$\theta_x$   $\theta_y$   $\theta_z$

Proxi Bone 8.477417194 0.126561768 0.0

Distal Bone 20.857940761 6.201804435 -12.0

Distal Ring 19.467827915 3.002943201 -9.0

e Data

$e_x$  16.64404744  $e_y$  4.929147955  $e_z$  13.07764697

r Data

$r_x$  -12.02812592  $r_y$  19.07041618  $r_z$  6.8238007961

Control Parameters

$r_u$  -15.2003806432  $r_v$  17.9963231391

GG1\_D 22.7350977115 -43.721477089 104.086647805

GG1\_n 9.28593431256 -35.153483512 99.3933530633

q Data

$Q_x$  -7.30759758  $Q_y$  -3.24335447  $Q_z$  0

Rotation Parameters

$\delta_{Ax}$  -12  $\delta_{Ay}$  -9  $\delta_{Az}$  0

Lamda Constants

Modul	s	e	J1	J2	J3	Case
Modul 1	75	20	135	207	140	Case 5
Modul 2	75	20	234	324	270	Case 7
Modul 3	75	20	27	340	70	Case 1

Ring Parameters

Proximal Ring 97.5 Distal Ring 82.5

Lamda Numeric Sağlıksız  Calc for AP

Fragment Lengths

c 50.9328005621 b 51.0745343869

Result Box

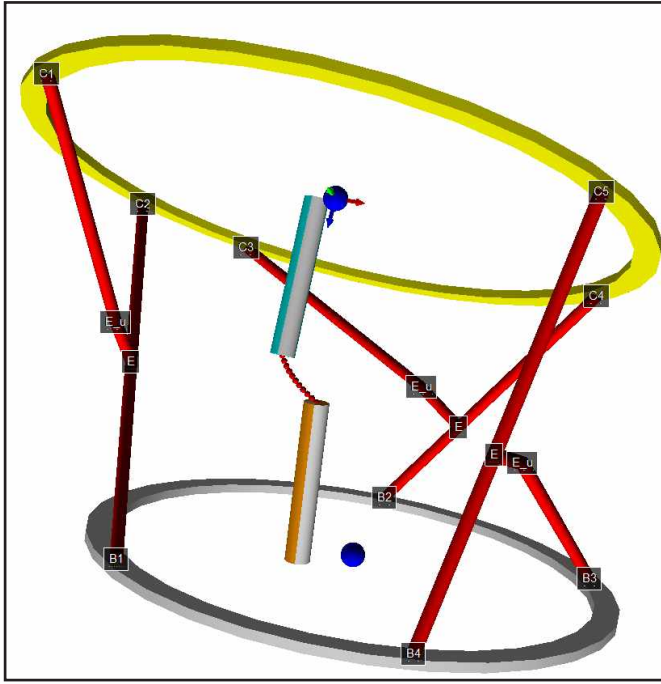
	Initial	Final
L1'	149.43965812	121.739605845
L1''	85.2213910226	79.6681979457
L2'	121.266455873	125.25960814
L2''	86.1049978484	92.5209651639
L3'	132.135534812	122.563614069
L3''	98.8202323537	92.709167773

CALC

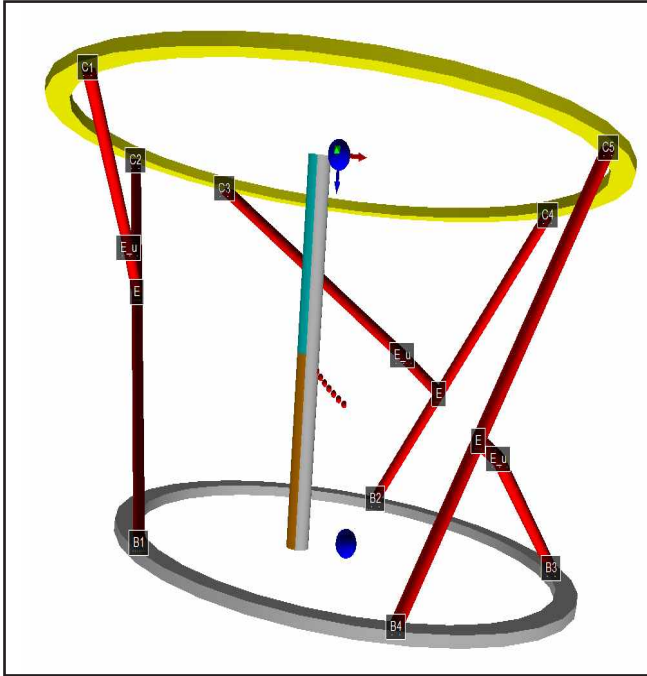
Şekil 47. Örnek 2 arayüz girdi ve çıktıları



Şekil 48. Sağlıklı fiksator kurgusu (ikinci deney)



Şekil 49. Sağlıksız ilk konum (ikinci deney)



Şekil 50. Sağlıklı son konum (ikinci deney)

### 3. Üçüncü Deney

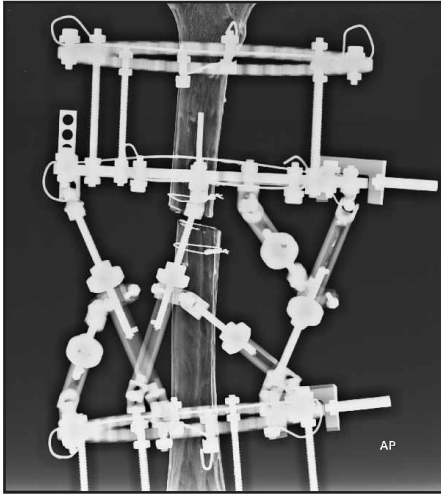
İmal edilen ve oluşturulan (4-5) tipi biyomekanik sistemiyle ilgili bir deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneye ilişkin ayrıntılar aşağıda gösterilmiştir.

Lateral (L), Antero-Posterior (AP) filmleriyle eksenel görüntü ve klinik tespitleri verilen (4-5) sistemine dayalı  $\lambda$ -fiksatorünün fragmanlarının önce ayırık ve hizalanmış konumlarındaki uzun ve kısa çubuk uzunlukları; daha sonra da simülasyon sürecinin görüntülenmesiyle buna ilişkin ayrıntılar istenmektedir.

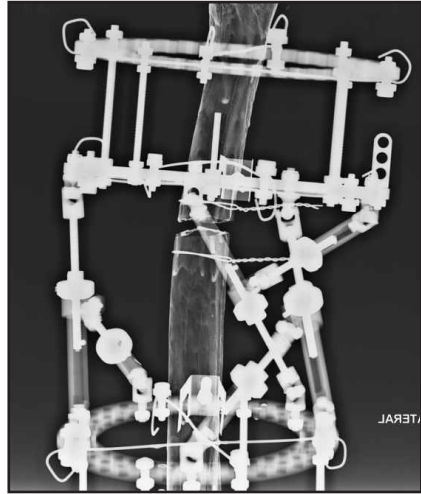
Şekil 51, Şekil 52 ve Şekil 53’de, oluşturulan (4-5) tipi biyomekanik sisteminin sırasıyla AP, L ve eksenel görüntüleri sergilenmiştir. 3 adet 1. temel  $\lambda$ -modülünün kullanıldığı fiksatorde, modüllerin halkalara nasıl bağlandığına ilişkin tespit ve gözlemler ile filmler ve klinik veriler ilgili arayüze girilerek çalıştırıldığında, elde edilen arayüzün temel girdi ve çıktıları Şekil 54 görülmektedir. Sağlıklı konumda arayüzden bulunan  $\lambda$ -modül uzunlukları ile fiksator kurgulanırsa, Şekil 55’deki görünüm elde edilmektedir ki bu da tıbbi açıdan onaylanan bir oluşumu temsil etmektedir.

Simülasyon sürecinin sonunda ise sağlıksız konumdan sağlıklı konuma geçen biyomekanik sistemin görüntüleri Şekil 56 ve Şekil 57’de verilmiştir.

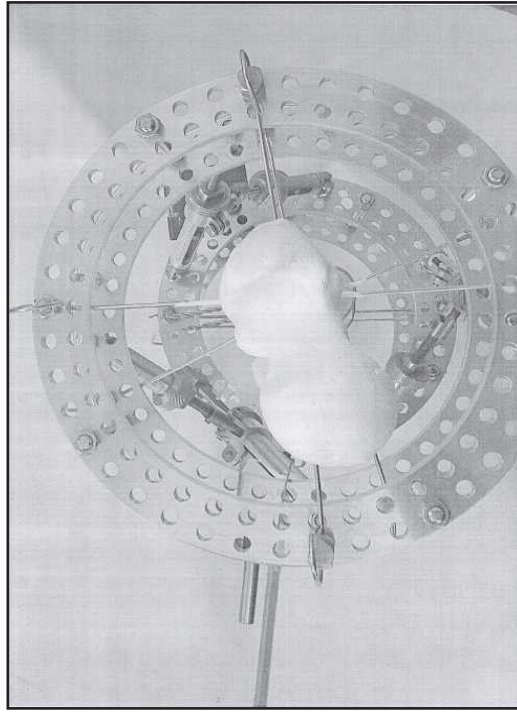
Yukarıdaki simülasyon verileri incelendiğinde alt ve üst fragman uçları arasındaki yer değiştirme miktarının tedavinin bitiminde sıfır değerini aldığı ve bu durumunda video ve şekillerde gözlemlendiği saptanmaktadır ki bu da tıbbi açıdan hedeflenen bir durumdur.



Şekil 51. AP röntgen görüntüsü (Üçüncü deney)



Şekil 52. Lateral röntgen görüntüsü (İkinci deney)



Şekil 53. Üst görünüm (Üçüncü deney)

Lamda Fixator

File Show A Matrices Simulation Treatment

AP Data

$\Psi_{AP}$  7.92924928665

$\beta_{AP}$  -0.1222332865

$\beta'_{AP}$  -2.66878604889

$C_{AP}$  116.163421631

$b_{AP}$  8.97544002533

L Data

$\Psi_L$  -4.67466926575

$\beta_L$  -1.2873415947

$\beta'_L$  5.37295103073

$c_L$  118.575073242

$b_L$  10.81084066067

Theta Values

	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
Proxi Bone	5.3671575224	-2.668786048	0.0
Distal Bone	-1.289010282	-0.103119295	0.85
Distal Ring	-4.850444342	7.796989366	-1.61

e Data

$e_x$  6.3279576  $e_y$  -1.250179  $e_z$  9.0885553

r Data

$r_x$  1.38901257  $r_y$  -3.6309216  $r_z$  0.2969000

q Data

$q_x$  -12.50982  $q_y$  -10.61688  $q_z$  0.0

Rotation Parameters

$\delta_{Kx}$  0.85  $\delta_{Ky}$  -1.61  $\delta$  0.0

Lamda Constants

Modul	s	e	J1	J2	J3	Case
Modul 1	78.0	17.0	153	100	180	Case 4
Modul 2	78.0	17.0	261	240	330	Case 4
Modul 3	78.0	17.0	342	72	50	Case 8

Ring Parameters

Proximal Ring 97.5 Distal Ring 82.5

Lamda Numeric  Calc for AP

Control Parameters

$r_u$  1.43642095334  $r_v$  -3.61957389562

GG1\_0 -8.3254860509 -6.5844841634 138.100140736

GG1\_n -19.830626555 -19.066716676 128.949154915

Fragment Lengths

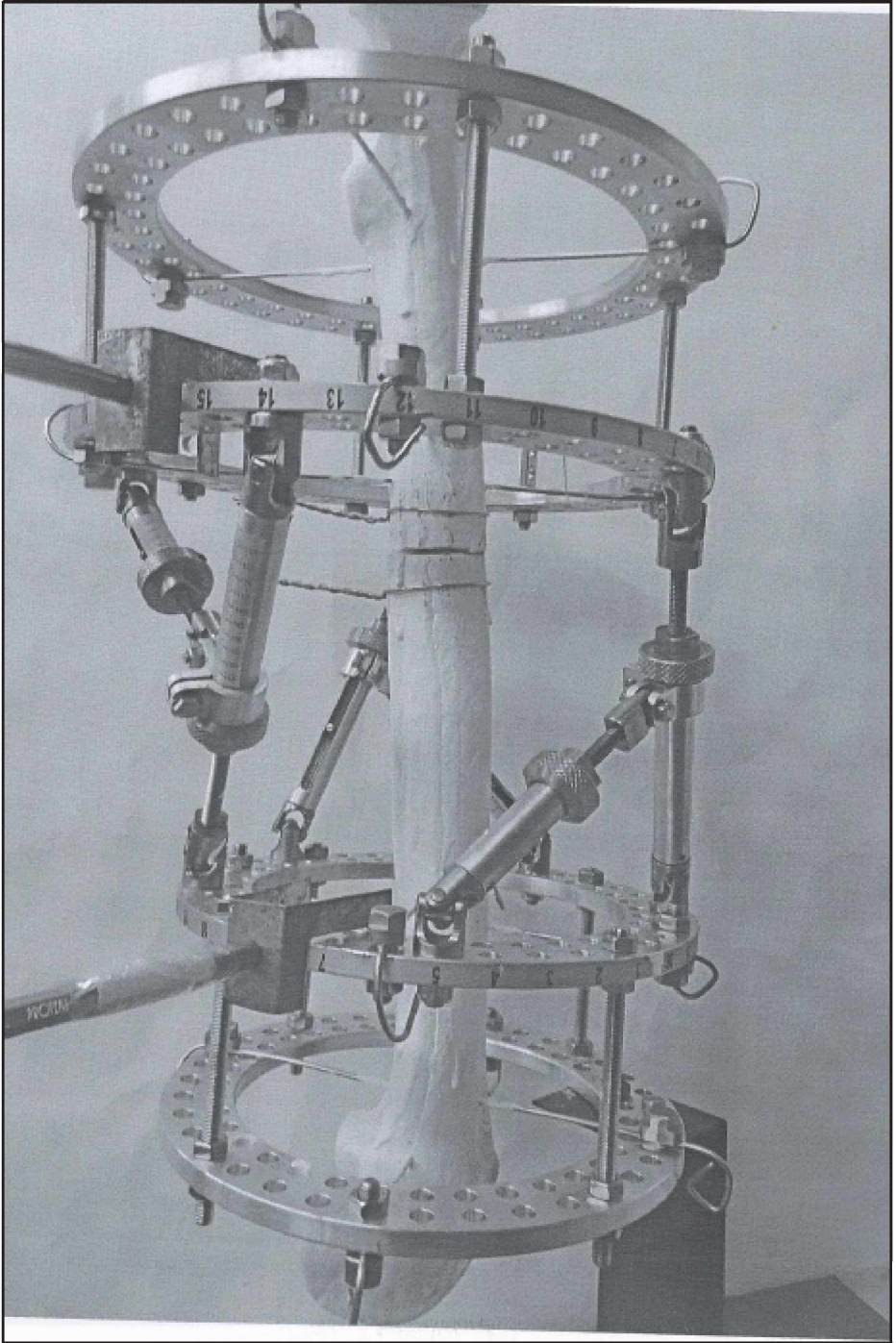
c 118.575342941 b 10.8224760741

Result Box

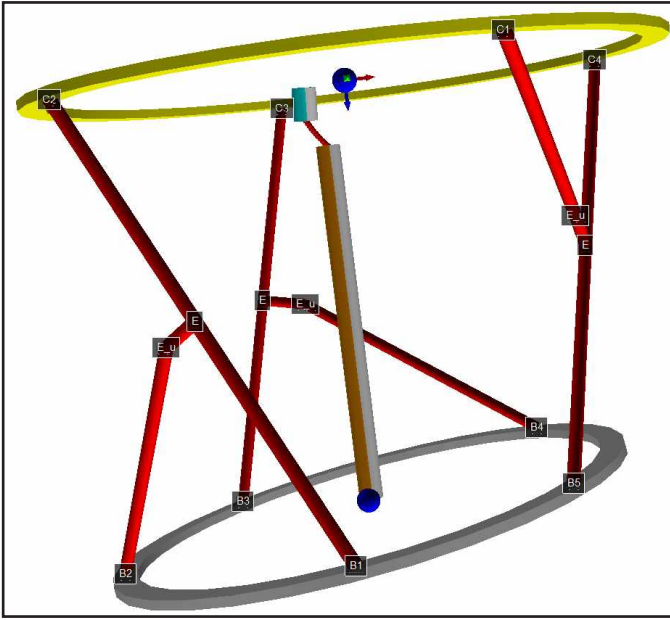
	Initial	Final
L1'	151.655152335	145.103980988
L1''	96.1564371477	94.9505821258
L2'	154.997597653	139.110342366
L2''	100.683040511	95.3208437975
L3'	158.948838186	156.640665507
L3''	92.2380991405	95.1562646959

CALC

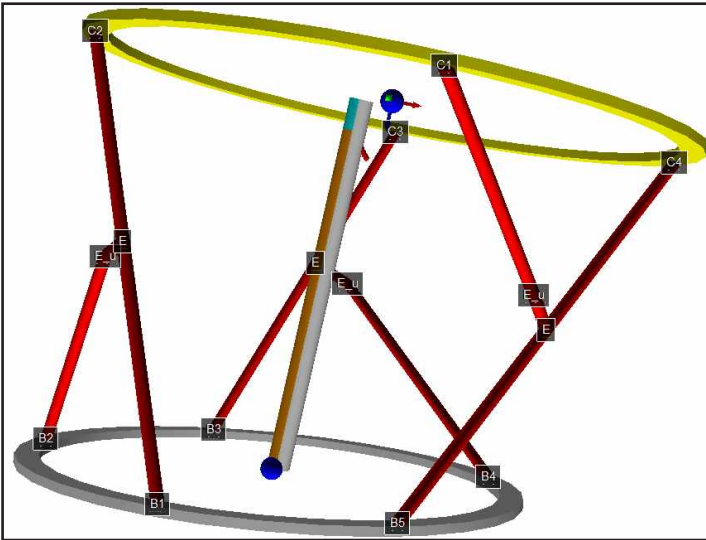
Şekil 54. Örnek 3 arayüz girdi ve çıktıları



Şekil 55. Sağlıklı fiksator kurgusu (Üçüncü deney)



Şekil 56. Sağlıksız ilk konum (Üçüncü deney)



Şekil 57. Sağlıklı son konum (Üçüncü deney)



#### 4. Dördüncü Deney

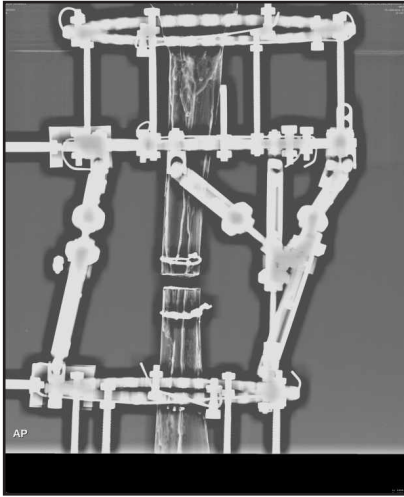
İmal edilen ve oluşturulan (6-3) tipi biyomekanik sistemiyle ilgili bir deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneye ilişkin ayrıntılar aşağıda gösterilmiştir.

Lateral (L), Antero-Posterior (AP) filmleriyle eksenel görüntü ve klinik tespitleri verilen (6-3) sistemine dayalı  $\lambda$ -fiksatorünün fragmanlarının önce ayırık ve hizalanmış konumlarındaki uzun ve kısa çubuk uzunlukları; daha sonra da simülasyon sürecinin görüntülenmesiyle buna ilişkin ayrıntılar istenmektedir.

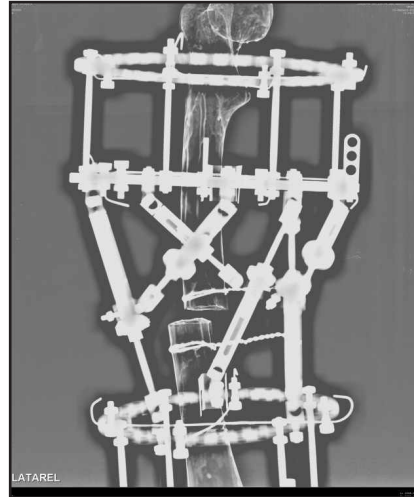
Şekil 58, Şekil 59 ve Şekil 60'da, oluşturulan (6-3) tipi biyomekanik sisteminin sırasıyla AP, L ve eksenel görüntüleri sergilenmiştir. 3 adet 1. temel  $\lambda$ -modülünün kullanıldığı fiksatorde, modüllerin halkalara nasıl bağlandığına ilişkin tespit ve gözlemler ile filmler ve klinik veriler ilgili arayüze girilerek çalıştırıldığında, elde edilen arayüzün temel girdi ve çıktıları Şekil 61'de görülmektedir. Sağlıklı konumda arayüzden bulunan  $\lambda$ -modül uzunlukları ile fiksator kurgulanırsa, Şekil 62'deki görünüm elde edilmektedir ki bu da tıbbi açıdan onaylanan bir durumu temsil etmektedir.

Simülasyon sürecinin sonunda ise sağlıksız konumdan sağlıklı konuma geçen biyomekanik sistemin görüntüleri Şekil 63 ve Şekil 64'de verilmiştir.

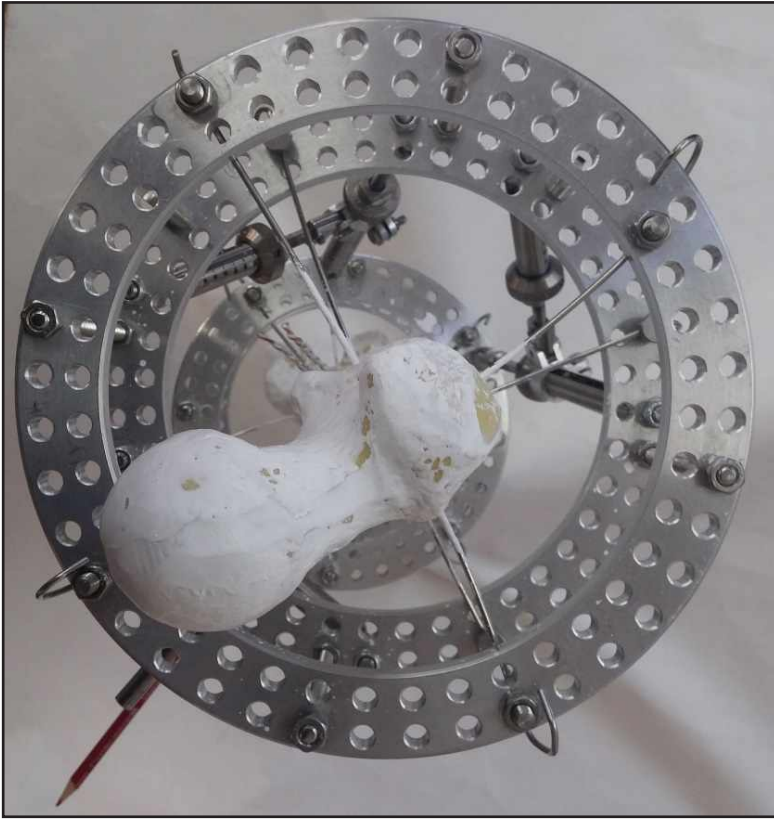
Yukarıdaki simülasyon verileri incelendiğinde alt ve üst fragman uçları arasındaki yer değiştirme miktarının tedavinin bitiminde sıfır değerini aldığı ve bu durumun da video ve şekillerde gözlemlendiği saptanmaktadır ki bu da tıbbi açıdan hedeflenen bir durumdur.



Şekil 58. AP röntgen görüntüsü  
(Dördüncü deney)



Şekil 59. Lateral röntgen görüntüsü  
(Dördüncü deney)



Şekil 60. Üst görünüm (Dördüncü deney)

3 Lambda Fixator

File Show A Matrix Simulation Treatment

AP Data

$\psi_{AP}$  0.0447746123  $\psi_1$  6.4170697375  
 $\beta_{AP}$  2.1264774026  $\beta_1$  4.22162046074  
 $\beta'_{AP}$  1.43361733992  $\beta'_1$  0.16824903807  
 $C_{AP}$  59.692278599  $C_1$  25.4426847220  
 $\delta_{AP}$  76.864991197  $\delta_1$  76.838322194

c Data

$\phi_1$  -1.82269402  $\phi_2$  -11.829212  $\phi_3$  10.62362302  $\phi_4$  6.06909627  $\phi_5$  22.81833962  $\phi_6$  1.4915795204

g Data

$Q_1$  15.02836612  $Q_2$  -5.27936673  $Q_3$  0.0  $Q_4$  9.82299964  $Q_5$  -0.59499942  $Q_6$  0.0

Substitution Parameters

$\beta_{AP}$  14.82299964  $\beta_1$  -0.59499942  $\beta$  0.0

Lambda Constants

Modül	$\alpha$	$\alpha$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	Case
Modül 1	70.0	35.0	75.0	140.0	140.0	Case 3
Modül 2	70.0	35.0	171.0	334.0	334.0	Case 7
Modül 3	70.0	35.0	224.0	36.0	0.0	Case 8

Ring Parameters

Avustral Ring 127.5 Shell Ring 82.5

1  Calc the AP

Result Values

$\theta_1$   $\theta_2$   $\theta_3$

Post Bone -0.00247702 5.4302171209 0.0  
 DMM Bone 0.20208202 2.24720870 9.01109804  
 Datal Ring -0.46121462 2.70299474 -0.20299994

Control Parameters

$F_1$  -0.024945271  $F_2$  0.229599122  
 $M_{L1}$  26.12702828 0.99422202 141.00220012  
 $M_{L2}$  29.26745807 143.07946302 224.00220012

Ring Lengths

$L_1$  30.47460462  $L_2$  30.55470007

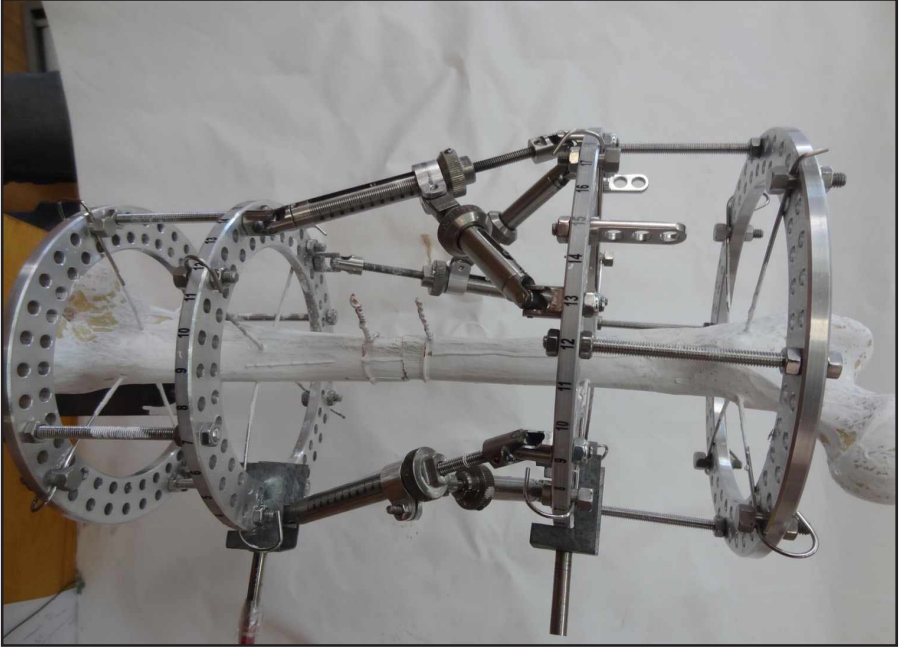
Result Box

	Initial	Final
$L_1^*$	144.34112000	148.49220200
$L_2^*$	70.94620600	87.74620600
$L_3^*$	171.47000000	171.47000000
$L_4^*$	37.00000000	36.00000000
$L_5^*$	141.00000000	140.00000000
$L_6^*$	82.50000000	82.50000000

DMC

Şekil 61. Örnek 4 arayüz girdi ve çıktıları

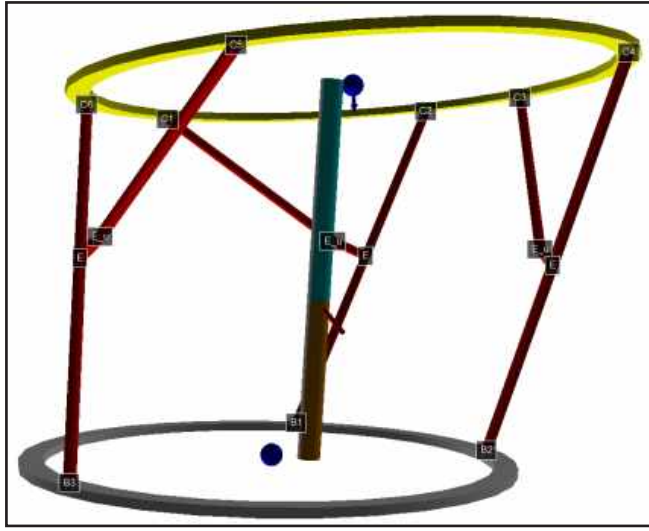




Şekil 62. Sağlıklı fiksator kurgusu (Dördüncü deney)



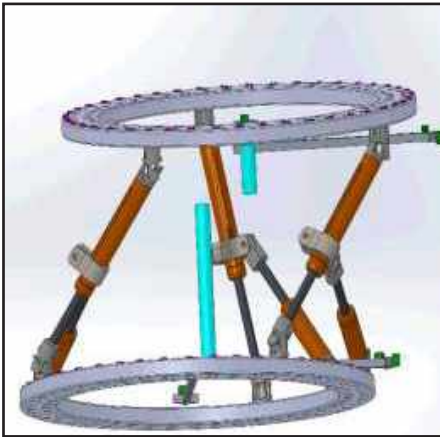
Şekil 63. Sağlıksız ilk konum (Dördüncü deney)



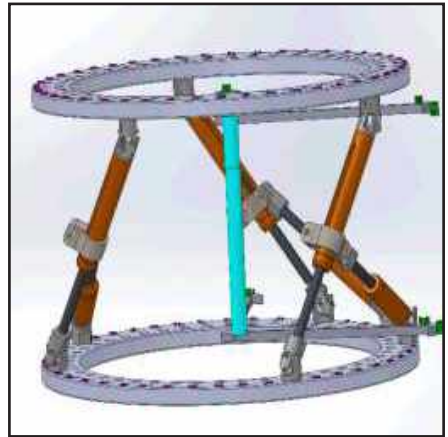
Şekil 64. Sağlıklı son konum (Dördüncü deney)

## 5. DeneYlerin Doğrulaması

Yukarıdaki deneylerde elde edilen sonuçların bağımsız bir yazılım olan SOLIDWORKS ile doğrulaması yapılmaktadır. Daha önce elde edilen arayüz çıktılarıyla SOLIDWORKS modeli oluşturulup çalıştırıldığında, her deneyde fiksatorün ayırık ve hizalanmış fragman konumlarına ilişkin görünümlemler sırasıyla Şekil 65, 66, 67, 68'de sonuçlandırılmıştır. Söz konusu deneylerdeki konumlar arasındaki fiksator hareketleri Video 1, 2, 3, 4 den izlenebilir.

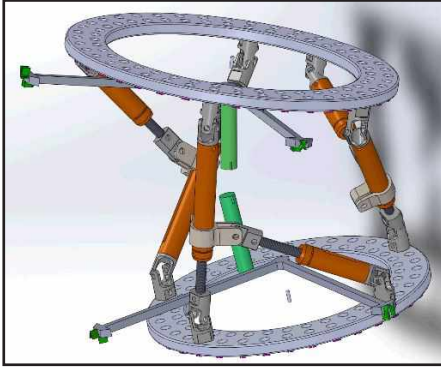


a) Ayrık Konum

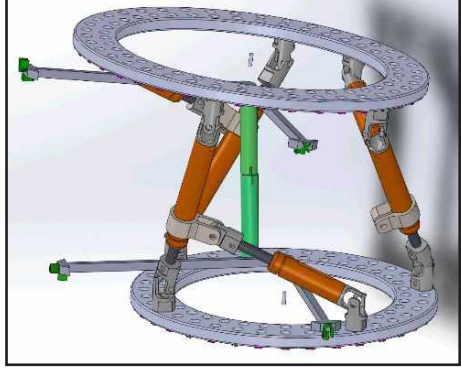


b) Hizalanmış Konum

Şekil 65. Birinci deneyeye ilişkin SOLIDWORKS görünümlemleri



a) Ayrık Konum



b) Hizalanmış Konum

Şekil 66. İkinci deneye ilişkin SOLIDWORKS görüntüleri

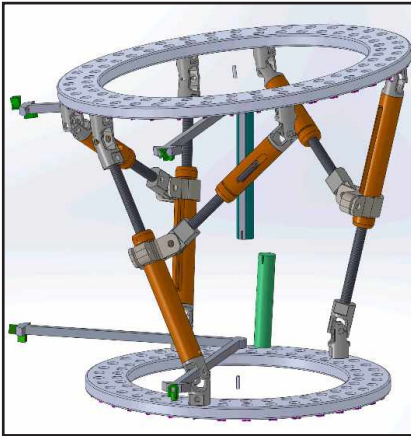


a) Ayrık Konum

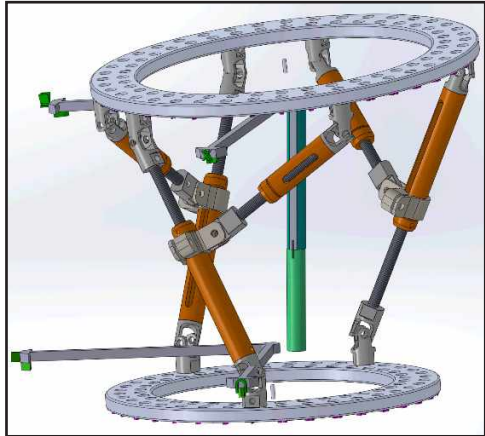


b) Hizalanmış Konum

Şekil 67. Üçüncü deneye ilişkin SOLIDWORKS görüntüleri



a) Ayrık Konum



b) Hizalanmış Konum

Şekil 68. Dördüncü deneye ilişkin SOLIDWORKS görüntüleri

Gerek Şekil 63-66'dan gerekse Video 1-4'ten gözleneceği üzere kemik fragmanlarının ilk ayrık sağlıklı konumundan son konumdaki hizalanmış sağlıklı konumuna getirildiği saptanmaktadır. Böylelikle ortopedik amacın yerine getirildiği söylenecektir.

## **SONUÇ**

Bu proje, esas itibarıyla kırıklar, şekil bozuklukları ve kemik uzatmaları vb. gibi ortopedik sorunların gerektiği gibi çözülmesinde ortopedik cerraha yardımcı olacak araçların geliştirilmesi temel hedefi etrafında yapılan çalışmaların ileri bir adımıdır.

Bu projeye gerçekleştirilen önemli sonuç tekillik sorunları en aza indirilmiş lambda fiksator adı verilen yeni eksternal fiksator modellerinin ortaya konmasıdır. Söz konusu modellerin olası 32768 çeşit kurgulanmasından 512 çeşidine ilişkin ters ve ileri kinematik çalışmalarla ilgili algoritma ve arayüzler sonuçlandırılmıştır. Söz konusu modellerin imalatı yapılarak fiziki ve görsel araçlarla ortopedik amaçlar için doğrulamaları yapılmıştır. Sonuçta ortopedik cihazlar kapsamındaki eksternal fiksator ürün yelpazesi önemli ölçüde zenginleştirilmiştir.

Bu proje, sonuçlarından yola çıkılarak, bir çok yeni öneri çıkarılmasına çok elverişlidir. Söz konusu sonuçlardan birisinin yeni fiksator modellerinin çok çeşitli kurgulama olasılıkları olduğu belirtilmişti. Bu proje kapsamında ele alınan 512 çeşit kurgulamanın dışındaki haller dikkate alınarak karşılaştırmalı olarak incelenebilir ve bunlardan ortopediste en fazla yardımcı olabilecek optimum kurgulamalar saptanabilir.

Bu projede 8 farklı modele göre değiştirilerek fragman uçlarında 86 mertebesinde yörünge elde etme olasılığı bulunmaktadır. Bu durum, ortopediste analiz yoluyla yörünge tasarımı yapmasına olanak tanır. Oysa, sentez yoluyla yörünge tasarımı da bir seçenek olarak araştırma konusudur. Bu durumda temel problem uzayda yeri belli ya da tıbbi gereksinmelere uygun bulunan yörünge üretilebilmesi için çubuk uzunluklarını deneme yanılmaya bağlı olmadan nasıl bir somut stratejiye göre değiştirmek gerektiğidir.

Bu projede ortopediste daha fazla yardımcı olacak, hazırlanan yazılımların daha kolay ve daha hızlı öğrenilebileceği koşullar; örneğin, lambda fiksatoründe seçilmesi gereken modül tiplerinin pratik olarak belirlenmesi, reçete hazırlanması, klinik verilerin otomatik toplanması, reçeteye göre denetimlerin yapılması, tedavi süresince periyodik denetimlerde, duruma bağlı olarak röntgen çekimine ihtiyaç duyulmaksızın güncelleme gibi iyileştirmeler bağlamında, bu proje sonuçlarının değerinin artırılması doğrultusunda yeni proje olanakları yaratacaktır.

## VII. KAYNAKÇA

1. Akçalı, İ. D., Esen R., İbrikçi T., Ün K., “Fiksator Otomasyonu” TÜBİTAK 106M466 numaralı Proje Sonuç Raporu,, 132p, Temmuz 2010 a.
2. Akçalı, İ. D., K. Ün, M. O. Şahlar, A. Aydın, T. İbrikçi, Redüksiyon Sistemi T.C. Türk Patent Enstitüsü, Kayıt No: 2010/08979, 01.11.2010 b.
3. Akçalı İ. D., Aydın A., Ün M. K., Mutlu H., Avşar E., “Ortopedik Cihaz Tasarımları” TPE Bülteni no 214, 01.02.2014
4. Akçalı İ. D. ve ark., “Yeni Bir Fiksator Teknolojisi”, TÜBİTAK, 112M406 numaralı Proje Sonuç Raporu, Aralık 2015 a.
5. Akçalı İ. D., Mutlu H., Aydın A., Avşar E., Ün M. K.,” Lambda Fiksatorü”, TPE Kayıt No 2015/04070, 04.08.2015 b
6. Akçalı İ.D. ve Mutlu H., Mekanizma Tekniği, Karahan Kitabevi, Adana, 320 s, 2017.
7. Akçalı İ. D., Patent Application No: 201790793 in Eurasia, October, 19, St. Petersburg, 2017 a.
8. Akçalı İ. D., Japanese Patent Application No: 2017-544772, National Phase of PCT/R2015/000301, Lambda Fixator, October, 2, Tokyo, 2017 b.
9. Akçalı İ. D., Issue Number: 2017101702110790, State Intellectual Property Office of China, Lambda Fixator, October, 20, Beijing, 2017 c.
10. Austin E., Schneider, J., Mullaney, M. W., Patent No: US2004/0073211A1, 15 April 2004.
11. Cluett, J., “Orthopedics statistics and Demographics”, [www.orthopedics.about.com/cs/orthonews/a/statistics.htm](http://www.orthopedics.about.com/cs/orthonews/a/statistics.htm), 18.01.2016.
12. Frame Fixator, retrived from: <http://www.jcharlestaylor.com/tsfliterature/01TSF-mainHO.pdf>, 12.05.2002.
13. Karidis, J. P., Stevens, P. M., Patent No: US2009/0036892A1, 05 Feb. 2009.
14. Karidis, J. P., Patent No: US2009/0036890A1, 05 Feb 2009.
15. Kiper, M., Dünyada ve Türkiye’de Tıbbi Cihaz Sektörü ve Stratejisi Önerisi, (1. Baskı) TTGV, Yayın No: TTGV-T/2013/002, Ankara, 2013.
16. Koo, J. K., Han, J. S., Han, C. S., Chol, I. H., Sim, J. H., Park, B. S., Kim, J. S., Kim, B. S., Kim, K. T., Shin, C. S., Cha, I. H., 05 Feb 2009, Patent No: US2002/0010465A1, 24 Jan 2002.
17. Sargutan, E., Tıbbi Cihaz ve Malzeme İthalatı, Yarattığı Kayıplar ve Çözüm Önerileri, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 2009-43, İstanbul, 2009.

18. Taylor, J. C., Austin, E. G., Taylor, S. H., Patent No: US5971984A, 26 Oct 1999.
19. Taylor, J. C., Correction of General Deformity with Taylor Spatial, 17 Nov 2011.
20. [www.kobiden.com/tıbbi-cihaz-pazarının-büyüklüğü-2015te-35-milyar-dolaraulaşır-19963h.htm](http://www.kobiden.com/tıbbi-cihaz-pazarının-büyüklüğü-2015te-35-milyar-dolaraulaşır-19963h.htm), 18.01.2016.
21. [www.600bn.com](http://www.600bn.com), 18.01.2016.





---

**BÜKÜM PRESLERİNDE İLAVE ALGILAYICI  
KULLANMADAN GERİ YAYLANMA ETKİSİNİN  
GİDERİLMESİ İÇİN AKILLI ALGORİTMA DİZİSİ**

**RASİM AŞKIN DİLAN**  
r.askindilan@gmail.com  
**R. TUNA BALKAN**  
balkan@metu.edu.tr

---

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

**Rasim Aşkın DİLAN**

1984 yılında Ankara’da doğdu. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü’nden 2007 yılında Bölüm Birincisi ve Üniversite İkincisi olarak “Lisans”, 2010 yılında “Yüksek Lisans” derecelerini aldı. Eylül 2007 – Aralık 2014 tarihleri arasında ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalıştı. Aralık 2017 tarihinden beri ASELSAN Servo ve Stabilizasyon Teknolojileri Tasarım Müdürlüğü’nde mühendis olarak çalışmaktadır ve ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü’nde “Doktora” çalışmalarını sürdürmektedir. Çalışmaları sistem dinamiği, kontrol sistemleri tasarımı, makine öğrenmesi, yapay sinir ağları, sistem modellenmesi ve benzetimi ve elektro-mekanik servo sistemler üzerine yoğunlaşmıştır.

**R. Tuna BALKAN (Prof. Dr.)**

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

**İçindekiler**

Özet

I. Giriş

1. Önerilen Akıllı Algoritma Dizisi

2. Önerilen Yapının Büküm Preslerine Uygulanması

II. Projenin Yenilikçi Yönü

III. Projenin Maliyeti

IV. Projenin Kullanım Alanı

V. Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği

VI. Literatür Araştırması

VII. Tartışma Ve Sonuç

VIII. Kaynakça

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **Tablolar**

Tablo 1. Normalize Öznitelik Vektör Elemanları [2]

Tablo 2. Algoritmalar dizisi sonucu edilen sonuçlar

### **Şekiller**

Şekil 1. Konvansiyonel Büküm Presi Kontrol Prensibi

Şekil 2. Sac Metal Bükümü için Önerilen Akıllı Algoritma Dizisi

Şekil 3. (a) Standart bir büküm prosesi (b) Büküm fazı sırasında çıkarılan öznitelik vektör elemanları

Şekil 4. (a) Üç Farklı Malzemenin Gruplanması (b) Anomali Tespiti

Şekil 5. Önerilen Büküm Açısı Ölçüm Yönteminin Gerçek Aç Değerleri ile Karşılaştırılması

Şekil 6. Akıllı Algoritma Dizisi Gerçekleme Senaryosu

## ÖZET

Bu çalışma kapsamında, sac metal bükümü sırasında geri yaylanma gibi büküm performansını olumsuz etkileyen etkilerin en aza indirilmesi için malzeme özelliklerin büküm sırasında kendi kendine öğrenilmesini sağlayan bir algoritma dizisi geliştirilmiştir. Bu algoritma dizisi, konvansiyonel büküm preslerinin kontrolcüsünün referans komutunun şekillendirerek yapılması istenen büküm açısına minimum kayıp sac metal harcanarak ulaşılması hedefiyle tasarlanmıştır. Algoritma dizisi konvansiyonel büküm preslerinde bulunan iki algılayıcı (silindirlerdeki basıncı ölçen basınç ölçerleri ve büküm presi koç başının pozisyonunu ölçen lineer cetveller) dışında ek bir algılayıcıya ihtiyaç duymamaktadır. Bu sayede kontrolcü kartı üzerinde yapılacak bir ekleme ile bütün konvansiyonel büküm preslerine uygulanabilme potansiyeli bulunmaktadır.

## I. GİRİŞ

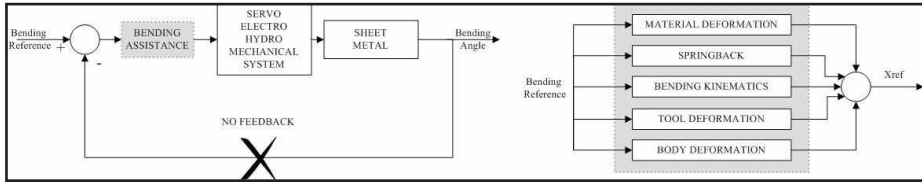
Büküm presleri endüstride yaygınca kullanılan üretim makinelerindedir. Özellikle sac metal işleyen büküm presleri ise otomotiv ve uçak sanayii başta olmak üzere birçok endüstri dalına üretim parçası sağlayan ana üretim makinelerindedir ve seri üretim gerektiren ürünler için kullanılmaktadır. Fakat, büküm sırasında karşılaşılan en temel sorunlardan biri geri yaylanma gibi etkiler nedeniyle üretim için alımı yapılan hammaddenin önemli bir kısmının üretim kalibrasyonu sırasında hurdaya çıkmasıdır. Kullanılan sac metalin fiziksel özellikleri, malzeme aynı tip olsa bile hammadde sağlayıcıdan alınan partiden partiye farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılıkların nedeni malzemenin çekim yönü olduğu gibi malzemenin sahip olduğu homojenlik miktarı da olabilir. Aynı malzemeye sahip hammaddenin bu şekilde farklılık göstermesi nedeniyle her parti malzeme alımında üretici doğru büküm açısını bulmak için kalibrasyon bükümü yaparak malzemenin bir kısmını hurdaya ayırmak zorunda kalmaktadır. Proje, temel olarak büküm öncesi kalibrasyon sayısını minimize ederek hurda miktarını azaltmak ve üretim hızını arttırmak için konvansiyonel büküm preslerine uygulanabilir bir akıllı algoritmalar dizisini kapsamaktadır.

### 1. ÖNERİLEN AKILLI ALGORİTMA DİZİSİ

Konvansiyonel büküm presleri mekanik bir yapı, yüksek kuvvet gerektiren tipleri hidrolik daha az kuvvet gerektirenleri elektronik bir sürücü ve bunu kontrol eden bir elektronik denetim biriminden oluşur. Büküm presi üzerinde işlenen sac metal ise büküm presinin mekanik modelini tamamlayan bir parça olup presin performans ve işleyişini önemli derecede etkilemektedir. Bu nedenle malzemenin davranışının oldukça doğru bir şekilde tespit edilmesi büküm işlemlerinde önemli bir yere sahiptir. Üretim prosesleri sırasında malzemenin (çoğu zaman aynı tip malzemelerin farklı partilerinde bile) doğrusal olmayan fiziksel özellikleri nedeniyle büküm öncesi doğru büküm açısını belirlemek için bir çok kalibrasyon ve büküm iterasyonu yapılması gerekmektedir. Bunun ne-

deni malzeme özelliklerinin partiden partiye küçük de olsa farklılıklar göstermesi olduğu gibi, konvansiyonel büküm preslerinde sonuçta ulaşılan büküm açısını anlık ölçen bir geri besleme mekanizmasının da olmamasından kaynaklanmaktadır. (Şekil-1). Geri besleme mekanizması olmaması nedeniyle büküm prosesinin gerçekleşmesi için verilen büküm deplasman referansının ek veriler toplanarak güncellenmesi gerekmektedir.

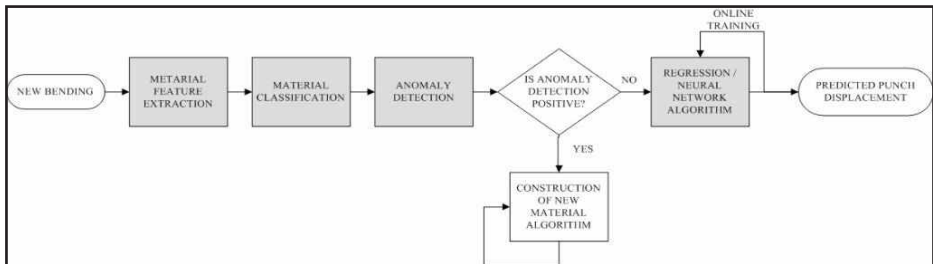
Bu çalışma kapsamında önerilen akıllı algoritma serisi herhangi basınç algılayıcısı ve lineer cetveli bulunan herhangi bir konvansiyonel büküm presine entegre edilebilecek yapıda olup, ek bir algılayıcıya ihtiyaç duymamaktadır. Akıllı algoritma dizisini, büküm presinin işleyiş anlayışını değiştirmeden önerdiği bir senaryolar bütünü takip ederek doğru büküm açısının sağlanması için verilen referans komutunun güncellenmesini sağlamaktadır. Bu senaryolar bütünü bir şematığıne bu özetin ilerleyen kısımlarında yer verilecektir.



Şekil 1. Konvansiyonel Büküm Presi Kontrol Prensi

Önerilen akıllı algoritma serisi dört kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar aşağıda listelenmiştir. Bu kısımların birbirleri ile olan etkileşimi ise Şekil-2'de gösterilmiştir.

1. Malzeme Öznitelik Çıkarımı (Feature Extraction)
2. Malzeme Klasifikasyonu
3. Anomali Tespiti
4. Yapay Sinir Ağları Bazlı Büküm Deplasman Tahmini

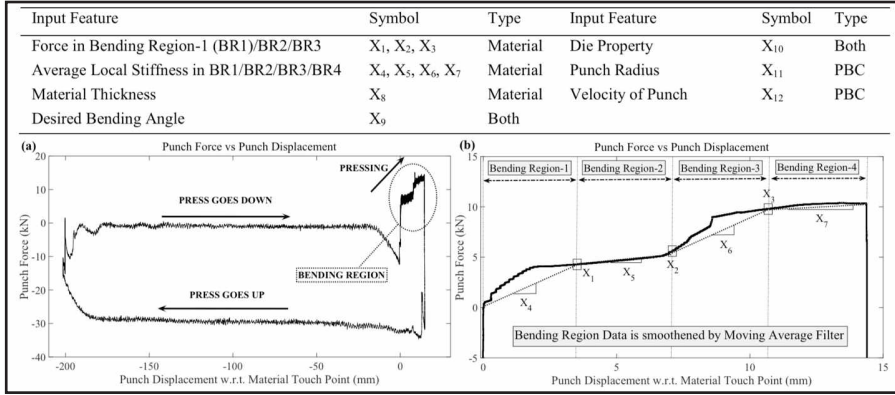


Şekil 2. Sac Metal Bükümü için Önerilen Akıllı Algoritma Dizisi

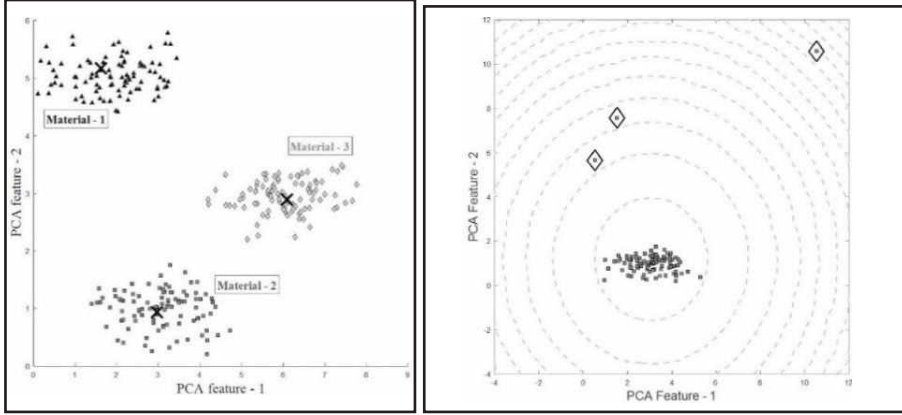
Sac metalin bükümü sırasında, sac metale ait birçok fiziksel özellik (belirli büküm deplasmanlarındaki reaksiyon kuvvetleri, malzeme kalınlığı, vb.) ve büküm presinin operasyonel durum ve özellikleri (kalıp genişliği, kalıp yarıçapı, koçbaşı hızı, vb.) toplanarak sac metal özelliklerini yansıtmaları için bir öznel vektör oluşturulmaktadır. Bu öznel vektör elemanlarından bazıları direkt toplanan verilerden oluşabildiği gibi aynı zamanda bu verilerin kombinasyonlarına da işlenmiş halleri de olabilmektedir. Malzeme özellik çıkarımına dair yöntemi araştırmacının bir çalışmasında ayrıntılı olarak verilmiştir[1]. Bu vektörün elemanlarının kısa bir özeti ve hangi büküm bantlarında çıkarıldığını gösteren bir şematik Şekil-3'te ve bu elemanların isimleri Tablo-1'de verilmiştir. Bu adımı takip eden adımda sistem, bükülen malzemenin, gerçek zamanlı toplanan veriler üzerinden oluşturulan öznel vektörü kullanarak, daha önceki bükümler sırasında oluşturulan malzeme veritabanı içindeki malzemelerden hangisine yakın olduğunu tanımlar ve malzemenin tipine karar verir (Şekil 4-a). Bir sonraki adımda anomali tespiti yapılarak belirli bir malzeme tipine atanan bu malzemenin özelliklerinin gerçekten veritabanındaki bu malzemeye ait olup olmadığı kontrol edilerek, eğer anomali testinin sonucu negatif ise bunun yeni bir malzeme olduğu sonucuna varılır (Şekil 4-b). Bu durumda bu yeni malzeme türü için ard arda çeşitli açılarda bükümler yapılarak veritabanı yaratılır. Eğer anomali testi sonucunda zaten veritabanında olan bir malzeme olduğuna karar verilirse bir sonraki adım olan büküm adımına geçilir. Büküm için o malzemeye ait sinir ağı modeline malzemeye ait öznel vektörü beslenerek doğru büküm deplasmanı çıktısı alınarak büküm referansı güncellenir. Bu sisteminin genel bir görünüşü Şekil-2'de görülmektedir.

Büküm verisi toplarken önemli bir noktada geri yaylanma etkisinden sonra ortaya çıkan son büküm açısıdır. Bu açının ölçülmesi sinir ağının eğitilmesi için en önemli donelerden biridir. Bu açının ek bir algılayıcı kullanılmadan ölçülmesi için bir yöntem geliştirilmiştir ve bu açının ölçümünün oldukça tutarlı şekilde ölçüldüğü doğrulanmıştır. Bu yöntem ile yapılan 100 ayrı ölçümün gerçek değerleri ile karşılaştırılmasını gösteren bir grafik Şekil-5'te verilmiştir.

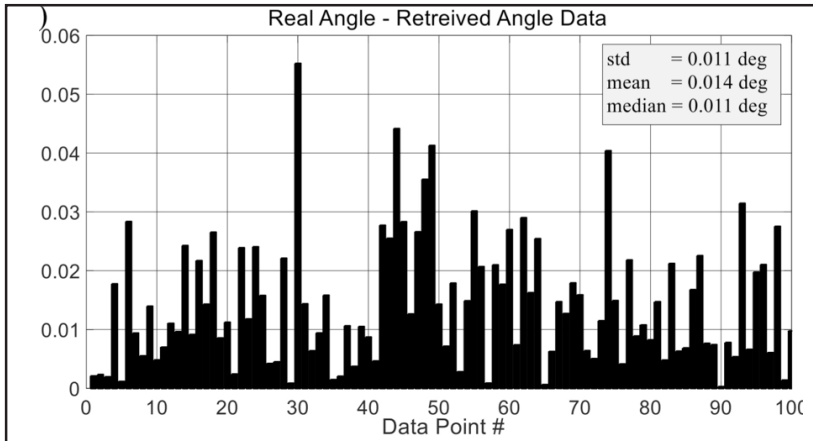
**Tablo 1. Normalize Öznitelik Vektör Elemanları [2]**



Şekil 3. (a) Standart bir büküm prosesi (b) Büküm fazı sırasında çıkarılan öznitelik vektör elemanları



Şekil 4. (a) Üç Farklı Malzemenin Gruplanması (b) Anomali Tespiti



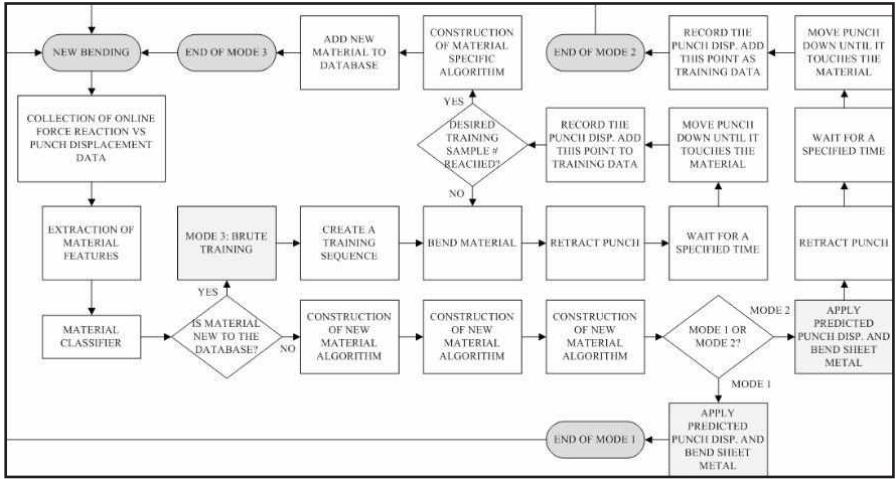
Şekil 5. Önerilen Büküm Açısı Ölçüm Yönteminin Gerçek Aç Değerleri ile Karşılaştırılması



## 2. ÖNERİLEN YAPININ BÜKÜM PRESLERİNE UYGULANMASI

Bu algoritma dizisinin çalışması için oluşturulan senaryolar bütünü ise Şekil-6'da verilmiştir. İlgili sistemin şekilde de görüldüğü gibi 3 ayrı çalışma modu görülmektedir. Bunlar açıklamaları ile aşağıda listelenmiştir:

1. ÇALIŞMA MODU – 1 (Öğrenme Deaktif Çalışma Modu): Bu modda sistem daha önceden sahip olduğu malzeme modelini baz alarak sadece büküm yapmaktadır.
2. ÇALIŞMA MODU – 2 (Öğrenme Aktif Çalışma Modu): Bu modda sistem daha önceden sahip olduğu malzeme modelini her büküm sırasında güncelleyerek büküm yapmaktadır.
3. ÇALIŞMA MODU – 3 (Sadece Öğrenme Modu): Bu modda sistem yeni bir malzeme modelini oluşturmak için öğrenme modu dahilinde tanımlanan hükümleri gerçekleştirmektedir.



Şekil 6. Akıllı Algoritma Dizisi Gerçekleme Senaryosu

Önerilen algoritma serisi için performans testleri daha önce oluşturulan ve doğrulaması yapılmış olan bir sanal büküm presi modeli üzerinde tamamlanmıştır. Testler için 3 ayrı malzemenin (ST37-2, ST41, ST52-3), 3 farklı kalınlıktaki (1-1,5-3 mm) numuneleri 4 ayrı büküm presi kalıbı (V=16-22-35-50 mm) konfigürasyonunda bükümleri gerçekleştirilmiştir. Bu bükümler rastgele sıra ile yapılmıştır. Bu bükümler sonucu farklı sinir ağları konfigürasyonlarında elde edilen sonuçlar Tablo-2'de verilmiştir. Bu tablodaki verilerin açıklamaları aşağıda listelenmiştir:

1. Cumulative Training Time: Saniye cinsinden sinir ağı eğitilmesi için toplam harcanan süre
2. MAE (Mean Absolute Error): Doğru büküm deplasmanı ile tahmin edilen

büküm deplasmanı arasındaki hatanın salt ortalaması

3. ME (Maximum Error): Doğru büküm deplasmanı ile tahmin edilen büküm deplasmanı arasındaki hatanın en fazla olarak gözlemlendiği değer
4. HNs (Hidden Neurons): Sinir ağındaki gizli nöron sayısı
5. Type of Features: Öznitelik vektör tipi

Bir büküm presinin kontrol hassasiyetinin 1000 nanometre civarında olduğu düşünüldüğünde lineer öznitelik vektörü dışındaki seçimlerde hatanın hep bu hassasiyetin altında kaldığı görülmektedir. Bu da önerilen akıllı algoritma dizisinin ek bir sensör ihtiyacı olmanda doğru büküm açısının elde edilmesinde başarılı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 2. Algoritmalar dizisi sonucu edilen sonuçlar**

Type of Features	HNs	Input Feature vectors	Cumulative Training Time (s) – MAE (nm) – ME (nm)		
			ST37-2	ST41	ST52-3
Linear	10	$[x_1, \dots, x_{12}]_{1 \times 12}$	4.7 – 3320 – 4212	4.3 – 3620 – 4912	5.1 – 3710 – 3997
	25		5.0 – 2810 – 4102	4.8 – 3112 – 4803	5.2 – 2912 – 4239
	50		5.2 – 2722 – 3921	5.4 – 3001 – 4395	5.7 – 2831 – 4571
2 <sup>nd</sup> order polynomial	10	$[x_1, \dots, x_{12}, x_1^2, \dots, x_{12}^2, x_1x_2, \dots, x_{11}x_{12}]_{1 \times 90}$	12.1 – 532 – 692	12.3 – 501 – 718	12.8 – 485 – 578
	25		17.6 – 312 – 452	17.1 – 331 – 427	16.2 – 299 – 452
	50		21.7 – 291 – 397	20.2 – 278 – 360	19.5 – 264 – 389
3 <sup>rd</sup> order polynomial	10	$[x_1, \dots, x_1^2, \dots, x_1^3, \dots, x_1x_2, \dots, x_1x_2x_3, \dots]_{1 \times 322}$	42.9 – 196 – 304	66.4 – 202 – 361	38.4 – 125 – 277
	25		75.9 – 53 – 138	81.1 – 77 – 151	62.2 – 47 – 101
	50		142.9 – 42 – 111	163.7 – 40 – 98	127.5 – 36 – 87

## II. PROJENİN YENİLİKÇİ YÖNÜ

Konvansiyonel büküm preslerinde istenilen büküm açısında büküm için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan biri her yeni parti sac malzemesinin bükümüne başlamadan önce yapılan kalibrasyon bükümü ile doğru açıda büküm için gerekli olan büküm deplasmanının bulunmasıdır. Bu yöntem her farklı büküm açısı için ayrı ayrı yapıldığı gibi, her top sac malzemesi için de ayrı ayrı yapılmak durumundadır. Ankara Ostim Bölgesi'nde yapılan saha araştırması ile 15'in üzerinde konvansiyonel büküm presi kullanan üreticilerle yapılan görüşmelerde belirtilen sebeple hurdaya ayrılan sac metal oranının %5 ile %7 arasında değiştiği öğrenilmiştir. Bu oranın önerilen sistem ile %1'in çok altına indirilmesi öngörülmektedir. Bunun yanı sıra Bursa'daki bir çok büyük üreticiden de benzer bilgiler talep edilmiştir, fakat yanıt alınamamıştır.

Bunun yanı sıra büküm açısını büküm sırasında ek bir algılayıcı ile ölçen büküm presleri de bulunmaktadır. Bu sistemler genelde dış bir kamera aracılığı ile büküm açısını eş-zamanlı olarak ölçmektedir. Bu preslerin de maliyeti kamerasız benzerlerine göre oldukça yüksektir.

Tüm bu avantajlar göz önüne alınırsa, önerilen sistem hurdaya ayrılan ham-

madde oranını hatırı sayılır miktarda azaltacağı gibi kalibrasyon fazını neredeyse ortadan kaldıracak olması nedeni ile de üretim hızını önemli derecede arttıracaktır.

Literatürdeki çalışmaların bir çoğu tek ya da birkaç malzemenin modellenmesi üzerine yapılmış olup geniş bir malzeme yelpazesine yönelik bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Sunulacak bu çalışmada geniş bir malzeme yelpazesinin kapsanması hedeflenmektedir.

### **III. PROJENİN MALİYETİ**

Yapılan çalışma sonucunda sac metal bükümü yapılan standart tüm büküm preslerinde ek bir algılayıcı ihtiyacı olmadan sadece kontrol ünitesine eklenecek bir program ve tanımlanacak ek bir senaryo ile piyasadaki tüm büküm preslerine uygulanabilecektir. Hali hazırdaki büküm preslerinin sahip olduğu donanım ek bir donanım ihtiyacı bulunmadığı için ek bir maliyet de getiremeyecektir.

### **IV. PROJENİN KULLANIM ALANI**

Bir önceki kalemde de yazıldığı üzere yapılan çalışma sonucunda sac metal bükümü yapılan standart tüm büküm preslerinde ek bir algılayıcı ihtiyacı olmadan sadece kontrol ünitesine eklenecek bir program ve tanımlanacak ek bir senaryo ile piyasadaki tüm büküm preslerine uygulanabilecektir.

### **V. PROJENİN YAPILABİLİRLİĞİ / UYGULANABİLİRLİĞİ**

Bir önceki kalemde de yazıldığı üzere yapılan çalışma sonucunda sac metal bükümü yapılan standart tüm büküm preslerinde ek bir algılayıcı ihtiyacı olmadan sadece kontrol ünitesine eklenecek bir program ve tanımlanacak ek bir senaryo ile piyasadaki tüm büküm preslerine uygulanabilecektir.

### **VI. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

Malzeme özellikleri büküm kalitesini ve hassasiyetini önemli derecede etkilemektedir. Bükümün gerçekleşmesi için malzemeler için sisteme verilen girdiler, genellikle hammadde üreticisinin kataloglarına, malzeme sertifikalarına ve standartlara göre yapılmaktadır. Fakat bu belgelerde kesin değerler yerine bir değer aralığı verilmektedir. Bu da sistemin büküm modeli için hatırı sayılır bir belirsizlik yaratmaktadır ve ilgili büküm açısına ulaşmak için hesaplanan büküm deplasmanını etkilemektedir [3].

Büküm performansını etkileyen fiziksel malzeme özelliklerinden biri Young Modülü'dür. Young Modülü büküm deplasmanını etkilemektedir. Elastik ve plastik deformasyonlarının birbirine oranı bunun önemli bir kanıtıdır. Sonuç olarak bu da geri yaylanma miktarını belirleyen önemli faktörlerdendir [4]. Bunların yanı sıra akma dayanımının [5], malzemenin anizotropik özelliklerinin [5], plastik malzeme davranışının [6-8], ve pres kalıbı ile malzeme arasındaki

sürtünme miktarının [9] büküm performansına olan etkileri bir çok çalışmada değinilmiştir. Bunun yanı sıra geri yaylanma etkisi de büküm performansını etkileyen en önemli etkilerden biridir [9]. Bunu olumsuz etkileri yenmek için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda belirli malzemeler için ampirik formülasyonlar oluşturulduğu gibi malzemeler çeşitli şekillerde modellenmeye de çalışılmıştır [9-15]. Fakat bu çalışmaların hiçbiri genel olarak farklı malzemelere yayılamamış, ya tek malzeme tabanlı kalmış ya da look-up table seviyesinde kalmıştır.

Bunun yanı sıra yapay sinir ağları ile malzeme davranışlarının tahmin edilmeye çalışıldığı çalışmalarda literatürde mevcuttur. Bu çalışmalardan bir tanesinde geri yaylanma etkisinin giderilmesi için yapılan bir çalışmada sadece tek tip bir malzeme için sonuçlar elde edilebilmiştir [16-17]. Bir başka çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak 5 farklı fakat fiziksel özellikler olarak yakın olan malzemeler için bir çalışma yapılmış, fakat bu çalışmada da bükümler yapılmadan önce oldukça yüksek miktarda veri toplanması ve ağı eğitilmesi için çok fazla süreler harcadığı görülmüştür [18-19] Bir başka çalışmada genetik algoritma ve yapay sinir ağları birleştirilerek bir yöntem sunulmuş fakat önerilen yöntem çok büyük ve hassas veri toplanması gereksinimini beraberinde getirmiştir [20]. Başka bir çalışmada da genetik algoritma, yapay sinir ağları ve sonlu eleman analizi birleştirilmiş ve bu sayede geri yaylanma etkisinin giderilmesi amaçlanmıştır [21].

## **VII. TARTIŞMA ve SONUÇ**

Büküm presleri için ek bir algılayıcı ihtiyacı olmadan sac metal bükümü performansını arttırmak için hazırlanan bu projenin benzerlerine göre aşağıdaki avantajları bulunmaktadır:

Konvansiyonel bir büküm presinin sahip olduğu algılayıcılarını kullanarak, büküm açısını ölçmek için kamera gibi, büküm kuvvetini ölçmek için gerinim ölçer gibi ek bir algılayıcı içermediği için piyasadaki tüm büküm preslerine ek bir maliyet gerektirmeden uygulanabilir.

Literatürde olduğu gibi tek bir malzeme ya da tek bir sınıf malzeme için geçerli olmayıp, bir çok çeşit malzeme için kullanabilecek yapıdadır.

Bükümün başarılı olarak gerçekleştirilmesi için literatürdeki diğer çalışmalar gibi ön bir kalibrasyon, ek bir malzeme bilgisi girilmesine olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır.

Bükülen her bir malzeme için bir sinir ağları veri tabanı oluşturulur ve malzeme her büküldüğünde bu veri tabanı güncellenir böylece kendini geliştiren bir yapıdadır.

Bükülen malzeme daha önce veri tabanında olmayan bir yapıdaysa malzeme hakkında yeni bir sinir ağı veri tabanı oluşturmak için kullanıcıyı yönlendirir

ama tek bir malzemeyi ardışık birden fazla açığa sırayla bükerek veri tabanını oluşturur. Benzerlerinden farklı olarak birden fazla sacı hurdaya ayırmak yerine sadece bir sacı bükerek bu veritabanını oluşturur.

Bu proje sayesinde literatürdeki çoğu çalışmada önerilen kısıtlı uygulanabilir yöntemlerin kısıtlı bir malzeme grubuna yönelik olan ya da büyük miktarda veri toplama ve işleme ihtiyacı nedeniyle benzer projelerinin açıklığı kapatılmaktadır. Çalışmaların konvansiyonel büküm preslerine uygulanması durumunda hem atk sac metal miktarında büyük bir kazanç sağlanacak, hem de doğru büküm açısına ulaşmak için her yeni top sac malzemesi için yapılan büküm kalibrasyonları ve iterasyonları yapılmak zorunda kalınmadığı için üretim hızının artırılması sağlanacaktır.

### **VIII. KAYNAKÇA**

1. Dilan, R.A., Balkan, T., Platin B.E., Application of Multivariate Adaptive Regression Splines to Sheet Metal Bending Process for Springback Compensation, NUMIFORM 2016, Troyes, France (2016).
2. Dilan, R.A., Balkan, T., Platin B.E., An Online Intelligent Algorithm Pipeline for the Elimination of Springback Effect During Sheet Metal Bending, ICTP 2017, Cambridge, United Kingdom (2017).
3. P. Koc, B. Štok, Computational Materials Science, 31, 155 (2004).
4. B.K. Chun, J.T. Jinn, J.K. Lee, International Journal of Plasticity, 18, 571 (2002).
5. Zhao, K. M., Lee, J. K., Numerical Methods in Engineering, 20, 105 (2004).
6. P. Becker, H.J. Jeon, C.C. Chang, A.N. Bramley, CIRP Annals - Manufacturing Technology, 52, 209 (2003).
7. A.H. Streppel, D. Lutters, E. Brinke, H.H. Pijlman, H.J.J. Kals, Journal of Materials Processing Technology, 115 (1), 76 (2001).
8. A. Anderla, D. Stefanović, M. Mirković, Machine Design, 3(3), 229 (2011).
9. H. Baseri, B. Bakhshi-Jooybari, B. Rahmani, Expert Systems with Applications, 38(7), 8894 (2011).
10. M. Tanbun, "Springback Prediction of Mild Steel on V-Bending", PhD Thesis, Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Malaysia Pahang, (2000).
11. J. Liao, C. Zhou, F. Ruan, Y. Zhu, Advanced Materials Research, 97-101, 130 (2010).
12. S.K. Panthi, N. Ramakrishnan, M. Ahmed, S.S. Singh, M.D. Goel, Materials & Design, 31(2), 657 (2010).

13. K. Yilamu, R. Hino, H. Hamasaki, F. Yoshida, *Journal of Materials Processing Technology*, 210(2), 272 (2010).
14. L.C. Zhang, Z. Lin, *Journal of Materials Processing Technology*, 63(1-3) 49 (1997).
15. M Samuel, *Journal of Materials Processing Technology*, 122(1), 94 (2002).
16. Stelson, K. a. & Gossard, D. C., An Adaptive Pressbrake Control Using an Elastic-Plastic Material Model, *J. Eng. Ind.*, 104, 389 (1982).
17. Forcellese, a., Gabrielli, F. & Ruffini, R. Effect of the training set size on springback control by neural network in an air bending process, *J. Mater. Process. Technol*, 80–81, 493–500 (1998).
18. Viswanathan, V., Kinsey, B. & Cao, J., Experimental Implementation of Neural Network Springback Control for Sheet Metal Forming, *J. Eng. Mater. Technol*, 125, 141 (2003).
19. Inamdar, M. V., Date, P. P. & Desai, U. B., Studies on the prediction of springback in air vee bending of metallic sheets using an artificial neural network, *J. Mater. Process. Technol*, 108, 45–54 (2000).
20. Casalino, G. & Ludovico, A. D. Parameter selection by an artificial neural network for a laser bending process, *Proc. Inst. Mech. Eng. Part B J. Eng. Manuf*, 216, 1517–1520 (2002).
21. Pathak, K. K., Panthi, S. & Ramakrishnan, N. Application of neural network in sheet metal bending process, *Def. Sci. J.* 55, 125–131 (2005).

---

**KONUŞMA DİLİNİ İŞARET DİLİNE TERCÜMEDE  
KULLANILACAK BİR ROBOTİK SİSTEMİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**ALP EMRE YAŞAR**  
aemreyasar@gmail.com

**MAHMUT TAŞAR**  
mahmut\_tasar@hotmail.com

**ERKİN GEZGİN**  
erkin.gezgin@ikc.edu.tr

---

VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI  
KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

**Mahmut TAŞAR (Makine Mühendisi)**

22.03.1995, Hatay, Türkiye

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü mezunudur. 2016-2017 Eğitim Dönemi Üniversite mezuniyet üçüncüsü olmuştur. Ege Bölgesi Üniversitelerarası Futbol Turnuvası Şampiyonluğu'nu kazanmıştır. TMMOB İzmir Şubesi'nin düzenlediği "2016-2017 Öğretim Yılı Bölgemiz Üniversitelerarası Bitirme Projeleri Sergisi ve Yarışması"nda Makina Mekatronik ve Enerji Sistemleri dalında Üçüncülük Ödülü'nü kazanmıştır.

**Alp Emre YAŞAR (Öğrenci)**

06.04.1994, Virginia, ABD

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nün son sinesini okumaktadır. TMMOB İzmir Şubesi'nin düzenlediği "2016-2017 Öğretim Yılı Bölgemiz Üniversitelerarası Bitirme Projeleri Sergisi ve Yarışması"nda Makina, Mekatronik ve Enerji Sistemleri dalında Üçüncülük Ödülü'nü kazanmıştır.

**Erkin GEZGİN (Yrd. Doç. Dr.)**

15.07.1981, İzmir, Türkiye

Lisans eğitimini İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde tamamlamıştır. Yüksek lisans eğitimini İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde tamamlamıştır. Doktora eğitimini İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde tamamlamıştır. Post. Doktora eğitimini DGIST'de (Güney Kore) tamamlamıştır.



## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### **İçindekiler**

Ön Söz / Teşekkür

I. Giriş

1. Robotik Sistemin Tanıtılması

II. Projenin Yenilikçi Yönü

III. Projenin Maliyeti

IV. Projenin Kullanım Alanı

V. Projenin Yapılabilirliği / Uygulanabilirliği

VI. Literatür Araştırması

VII. Tartışma Ve Sonuç

VIII. Kaynakça

### **Şekiller**

Şekil 1 Sağ El STL Görünümü

Şekil 2 Sağ Kol ve Bilek STL Görünümleri

Şekil 3 Arduino Mega 2560

Şekil 4 Arduino Mega Sensor Shield

Şekil 5 Andorid Tabanlı Uygulamanın Ekran Görüntüsü

Şekil 6 Makaraların Yeni Tasarımı

Şekil 7 Perspektif bakış açısından Yay ve Tendon Tutucular

Şekil 8 Sistemin Çalışma Şeması

## VIII. NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI KONTROL, OTOMASYON ve ROBOTİKTE YENİ TEKNOLOJİLER

### Ön Söz / Teşekkür

İşaret dilinin kolay konuşulabilen bir dil olmadığını, konuşulan ortamda bile anlaşılmasının zor olduğu dikkate alınmalıdır. İşitme engelli kişilerin toplumda, aramızda olduklarının bilincindeyiz, gündelik hayatlarını her insan gibi sürdürüyorlar. Önemli olan ne kadar sürdürebiliyorlar, ne kadar toplumla bağlantılılar.

Tasarım seçiminden sonra belirlediğimiz kriterler denenerek düzenlenmiş ve onarılmıştır. El ve kol tasarımlarının bir heykel sanatçısından alındığı göz önünde bulundurulmalıdır. Belirtmemizin sebebi ise insan eline benzerliği literatür araştırmalarında bulduklarımızdan daha iyidir. Sistem olarak en sağlam tasarım olmasa da insan eline en yakın hareketleri ve fonksiyonları göstermektedir. Maliyet düşüklüğü, kolay kurulumu ve yaygın kullanılan arayüzleri ile projemizin öne çıktığını düşünüyoruz. Sonuç olarak 3D yazıcıdan basılmış el işitme engelli insanlar için tercih edilebilir ve hayatlarını kolaylaştırabilir niteliktedir.

Öncelikle, en içten duygularımızla danışmanımız Assistant Professor Erkin Gezgin hocamıza lisans bitirme tezimizde bize sağladığı bitmeyen desteği, sabrı, motivasyonu, hevesi ve bilgi birikimi için sonsuz teşekkürlerimizi sunuyoruz. Tüm bu süreçteki rehberliği sayesinde tezimizin araştırmalarını ve tez raporumuzu bitirebildik. Daha iyi bir danışman ile çalışmayı hayal bile edemedik.

Ek olarak Proje Asistanı Mustafa Volkan Yazıcı'ya sabrı ve sürekli desteğinden ötürü teşekkür ederiz.

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesine, araştırma imkanlarını bizlere sunduğu için en içten teşekkürler.

Aralık 2017

Alp Emre YAŞAR

Mahmut TAŞAR

## ÖZET

Konuşma Dilini İşaret Diline Tercümede Kullanılacak Bir Robotik Sistemin Geliştirilmesi adlı proje, hem işaret dili bilmeyenler ile işitme engellilerin iletişimi ve hem de farklı işaret dili kullanan kişilerin iletişimi hedeflemektedir. Bu amaca yönelik olarak üretim tarafında 6 serbestlik dereceli iki adet el ve kol tasarımı yapılmıştır. Projenin yazılımı kapsamında, konuşma dilini kontrolcünün anlayacağı dile çevirecek android tabanlı yazılımı geliştirmek ve kontrolcü'nün (Arduino) gelen seriyi bölüp servo açılarına çevireceği kodu geliştirmek yer almaktadır. Projenin belirtilen üç temel tasarım aşaması aşağıda detaylandırılmıştır.

Sistemin üretimi 2 adet el ve koldan oluşan, tasarımı proje kriterlerine göre geliştirilen sistem 3D yazıcı ile üretilmiştir. Parmakların hareketi bağımsız eyleyiciler tarafından yapılmaktadır. Gergin montajlanan tendonlar parmak ucundan eyleyici başlarındaki makaralara kadar ilerlemektedir. İlgili parmaklardaki hareket, işaret diline göre istenilen açılarda sağlanmaktadır.

Proje ses tanıma sistemiyle çalışmaktadır. Açık kaynak kodlu MIT App Inventor'da geliştirilen Android uygulaması yardımıyla algılanan ve kodlanan ses, kontrolcüye iletilmektedir.

Uygulamadan gelen işaret diline eşleşmiş seri, arduino kodu tarafından bölünerek eyleyicilere açılı değerleri olarak yollanmaktadır. Sistemin çalışma prensibini sırasıyla:

Konuşmaların android tabanlı sistemde bulunan mikrofon tarafından algılanması, algılanan konuşmaların Google Ses Çevirici kullanılarak kelimelere çevrilmesi, işaret diline çevrilecek kelimenin program hafızasından seçilip ilgili servo açıları ile eşlenmesi, ilgili servo açılarının seri şeklinde kablosuz iletişim (bluetooth) yardımıyla kontrolcüye (arduino) iletilmesi, kontrolcüye iletilen serinin ayrıştırılarak istenilen eyleyici açılarına çevrilmesi hareketin gerçekleştirilerek, algılanan kelimenin işaret diline çevrilmesi.

**Anahtar Kelimeler:** Robotik el, işaret dili, tercüme, arduino.

## I. GİRİŞ

İletişim iki ünite arasındaki mesaj alışverişidir. Tarih boyunca insanlar çeşitli işaretler, sesler çıkararak resim çizerek birbirleriyle iletişim kurmaya çalışmışlardır. İnsanlar arasındaki iletişimin artması sembollerle temsil edilen sembolik, resmi bir araç olan dil kavramını ortaya koymuştur ancak herkes iletişimini sesli yollarla yerine getirememektedir. Dünya nüfusunun %5,3'ü (yaklaşık 360 milyon birey) işitme engellidir. İşitme kaybının başlıca olumsuzluklarından birisi kişinin başkalarıyla iletişim kurma zorluğudur. Günümüzde dünya üzerinde çok az insan işaret dilini konuşabilmektedir.

Önerilen proje, robotik bir sistem ile hem işaret dilini bilmeyenler ve işitme engelliler arasında, hem de farklı işaret dilini kullanan kişilerin kendi aralarında iletişim kurabilmesini hedeflemektedir.

1. El
2. Kol ve Bilek
3. Mikro Denetleyici
4. Android Tabanlı Uygulama
5. Geliştirmeler
6. Sistemin Çalışma Şeması

### 1. ROBOTİK SİSTEMİN TANITILMASI

Robotik sistem 2 adet el ve koldan oluşmaktadır. Parmakların hareketi için esnek- bağlantı iletimi kullanılmıştır.

El için toplam bağlantı noktası  $N = 17$ 'dir (bilek dikkate alınmadan) ve eyleyici sayısı  $M=6$ 'dır.  $M < N$  eşitliğinden dolayı eyleyicilerimiz çift etkilidir. Bir el ve kol da toplam 33 farklı parça bulunmaktadır.

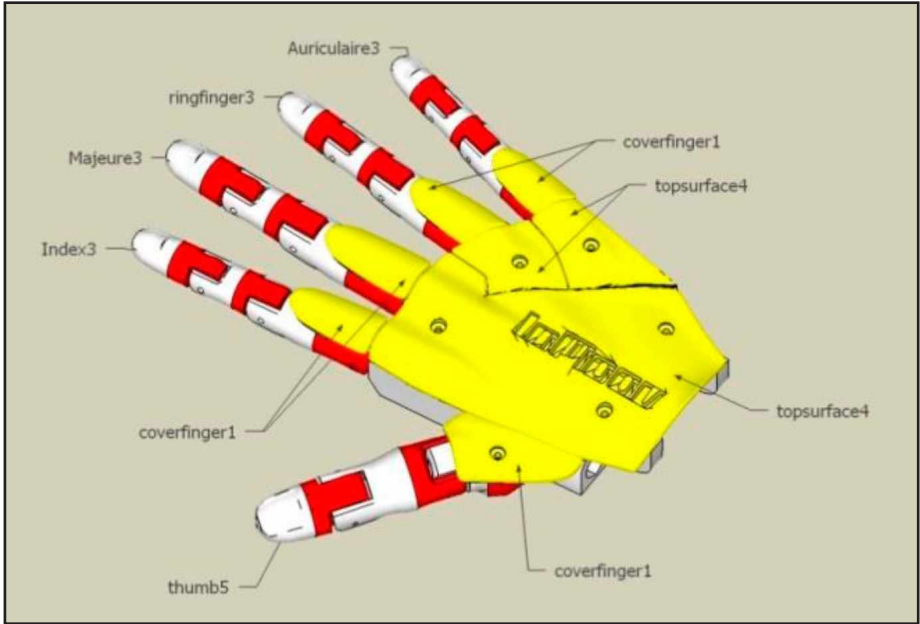
Şekil 1'de gösterilen eldeki tendon yollarından da görüleceği üzere, tendonun yolu parmak uçlarından bileğe, bilekten kol sonundaki eyleyicilere kadar ulaşmaktadır.

#### 1.1. El

Robot elin montaj parçaları Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu parçalar aşağıda detaylandırılmıştır.

- Thumb: Başparmak, 4 parçadan oluşmaktadır.
- Index: İşaret Parmağı, 4 parçadan oluşmaktadır.
- Majeure: Orta Parmak, 4 parçadan oluşmaktadır.
- Auriculaire: Yüzük Parmağı, 4 parçadan oluşmaktadır.

- Pinky: Serçe parmak, 4 parçadan oluşmaktadır.
- Bolt\_entretoise: Bağlantı elemanı olarak kullanılan 3D yazıcıdan basılan civata.
- Wristlarge: Elin iç yüzeyidir. Parmaklar ve bilek bu ana elemana bağlanır.
- Wristsmall: Serçe ve yüzük parmaklarının bağlandığı, parmakların el iç yüzeyinden daha fazla açı yapabilmesi için takılan parçalardır.
- Topsurface: Elin dış yüzeyine bağlanan kapaktır.
- Coverfinger: Parmakların dış yüzeylerine bağlanan kapaklardır.

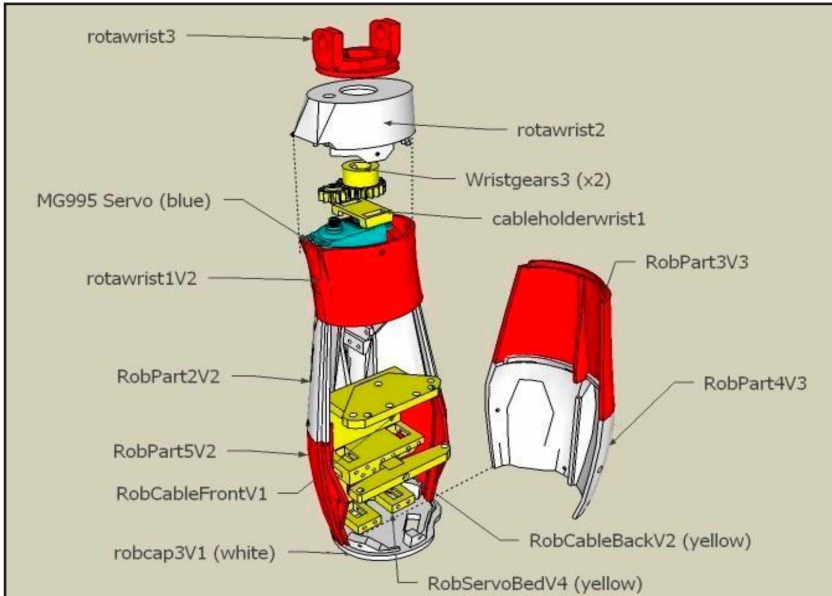


## 1.2. Kol ve Bilek

Sağ kolun parçaları ve görevleri aşağıda tanımlanmıştır. Bir sonraki sayfada tanımların eşlendiği figür bulunmaktadır.

- Rotawrist: El ve kolu birbirlerine bağlayan elemandır.
- Rotawrist2: Dişliler için kokpit görevindedir, Wristgear3'ü (eyleyici dişlisi) Rotawrist3'e (bilek dişlisi) bağlar.
- Wristgears3: Eş dişli setidir. Bir dişli eyleyiciye diğeri ise Rotawrist'e bağlıdır. Bu eşlenmiş dişliler bileğe 180 derece dönüş açısı vermekteler. Aşağıdaki sebeplerden ötürü projede 120 derece kullanılmıştır:
- Tendonların eyleyicileri fazla torkla zorlamaması için, eyleyicilerin düzgün çalışabilmesi için 120 derece seçilmiştir.

- İnsan fizyolojisi ele alındığı zaman işaret dili performe edebilmek için 120 derece yeterlidir.
- Cableholderwrist1: Bu parça 10 tendon geçiş yuvası barındırmaktadır. Ayrıca parça yapısı itibariyle tendonların birbirlerine karışmasını engellemektedir. (5 parmak için toplam 10 tendon olduğu ihmal edilmemelidir.)
- Rotawrist1V2: Bu parça eyleyiciler için yatak görevi görmektedir. Cableholderwrist bu yatağın içine vidalanmaktadır. 10 adet tendon geçiş yuvası bulundurmaktadır. (Cableholderwrist'ten gelen 10 tendonu karşılar)
- RobPart2v2 & RobPart5v2: Bu iki büyük parça birbirlerine yapıştırılarak kolun arka yüzünü oluşturmaktadırlar. Ayrıca RobServoBedV4 için yatak görevi görmektedirler.
- RobCableFrontV1: Bu parça RobServoBedV4'e yapıştırılmalıdır. Ayrıca diğer parçaya geçişte kullanılacak 10 adet tendon geçiş yuvası bulundurmaktadır. Tendonların 6 tanesi eyleyicilere bağlanacaktır kalan 4 adet tendon diğer parçalara aktarılacaktır.
- RobCableBackV2: RobCableFrontV1' dan gelen 4 adet tendon bu parçadan geçerek eşlendiği eyleyicilere bağlanacaktır.
- RobServoBedV4: Bu parça kolun arka yüzüne bağlanmaktadır ve 5 eyleyici bu parçaya bağlıdır. Her eyleyici 4 adet vida ile bu parçaya bağlıdır.
- RobPart3v3 & RobPart4v3: Kolun ön kapağıdır. Tüm aşamalar tamamlandıktan sonra bu parça vidalanarak yerine sabitlenir.
- RobCap3v1: Kolun alt yüzüne bağlanan parçadır.

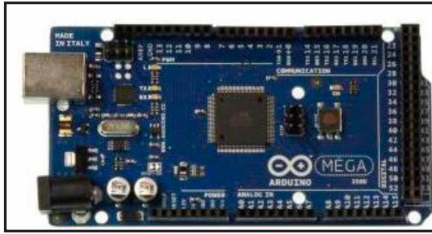


### 1.3. Mikro Denetleyici

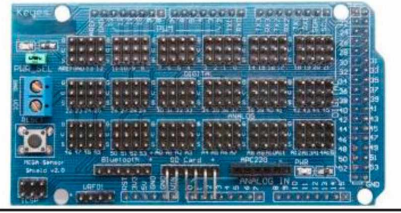
Mikro denetleyici olarak arduino kullanılmıştır. Bağlantımız bluetooth yoluyla. HC-06 aparatı kullanılmıştır. Akıllı telefonda gelen kodu arduino yazı haline almaktadır. Ardunionun eyleyicilere yazı gönderemeyeceği bilinen bir gerçek olduğu için numaralara çevrilmesi gerektiğine karar verdik. Eyleyicilerimizin çalışma aralıkları 180 derecedir, demektir ki her eyleyici için 3 haneli sayılar gerekmektedir. Toplam 12 eyleyici ile çalışıldığı için 48 haneli kod kullanılması gerekmektedir. (4 hane olmasının sebebi 3 hanesi rakamdan oluşmakta bir hanesi de diğer eyleyici açısına geçmek için boşluk niteliğinde kullanılmaktadır.)

12 adet eyleyici arduino Mega'ya Keyes 2.0 Shield ile bağlıdır. Arduino kodunun açıklamasını maddeler halinde özetlemek gerekirse:

1. Akıllı telefonda gelen okunmuş ses 48 basamaklıdır.
2. Arduino kodu 48 basamaklı seriyi 12'ye böler. (12 eyleyici açısı)
3. Bölünen 12 bağımsız 3 basamaklı seriler tam sayıya çevrilir.
4. Son olarak elde edilen tam sayılar yani eyleyici açılırları eyleyicilere gönderilir.



Şekil 3 Arduino Mega 2560

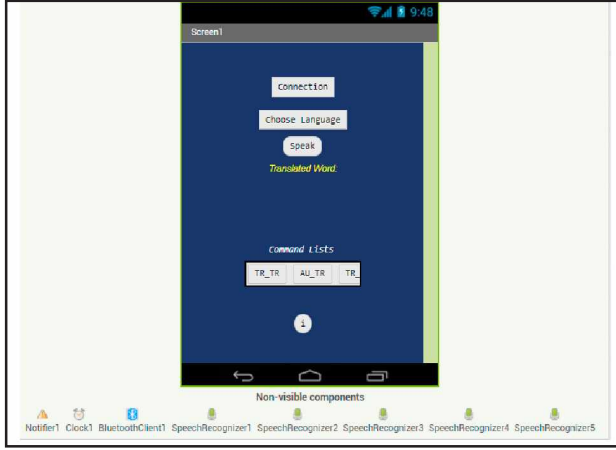


Şekil 4 Arduino Mega Sensor Shield

### 1.4. Android Tabanlı Uygulama

MIT App Inventor yazı tabanlı kompleks kodlamayı, görsel ve sürükle-bırak metoduyla uygulamaya çeviren başlangıç seviyesi bir programlama arayüzüdür. Uygulamanın kuruluş aşamaları birkaç sayfa dolusu olduğu için uygulamanın çalışma şeklinden devam edilecektir. Kısaca uygulamamızın kullanılması aşağıda sırayla listelenmiştir:

1. Uygulama bluetooth yoluyla arduino ile bağlantısını kurulmalıdır.
2. Dil seçimi yapılmalıdır.
3. Butona basarak ses tanıma açılmalıdır.
4. Çevrilen kelime ekrana görülmektedir, eğer listede var ise eşleşmiş olan seri arduinoya gönderilmektedir.
5. İstenmesi haline komut listelerinden ses tanıması yapmadan, listeden seçerek robota işaret dili yaptırılabilir.



Şekil 5 Andorid Tabanlı Uygulamanın Ekran Görünütüsü

## 1.5. Geliştirmeler

### 1.5.1. Tendon

- Projenin ilk aşamalarında 0,2 mm tendon denenmiştir. Listelenen problemlere neden olmuştur:
  - Parmak ucundan eyleyicilere kadar tüm bağlantılı iken, birkaç test sonrasında esneme problemleri gerçekleşmiştir. Bu durum parmakların pozisyonlarında kaymalara neden olmuştur.
  - Düşük kuvvetleri kaldırabildiği için parmakların hareketleri zorlanmıştır.
  - Parmak ucundan eyleyicilere kadar getirilen tendonun bağlanması gerekmektedir. İnce tendonla karışıklık yaşanmaktadır. Bunun sonucunda bir miktar gevşek bağlanması durumunda sonuçlar yanlış eyleyici açalarına kadar gitmektedir.
- İlerleyen aşamalarda örgü şeklindeki tendonlar denenmiştir. Listelenen problemlere neden olmuştur:
  - Sürtünme problemleri ile karşılaşmıştır. Eyleyicilerin torkundan yüksek torklar gerekmektedir. Sonuç olarak sürtünmeden dolayı parmaklar istenen konumlara gelememiştir.
  - Örgü yapılarından ötürü bozunmaya uğramaları kolaydır. Parmak ucundan eyleyici başına gelinceye kadar geçeceği yollar dar ve açılı olduğundan dolayı sürekli kullanımda iplerin dayanamayacağına karar verilmiştir.
- Son olarak 0,5 mm tendon denenmiştir.
  - Sürtünme problemleri ortadan kalkmıştır, bilek ve parmaklar tüm po-



zasyonlarında kusursuz hareket etmektedirler.

- Yeni tendon yüksek gerilim kuvvetleri taşıyabilmektedir. (30 kg gerilim kaldırabilmektedir.)
- Tendonda herhangi bir deformasyon oluşmamıştır.
- Proje tamamen kapatıldığında, bozunmaya uğraması ihtimal dışıdır.

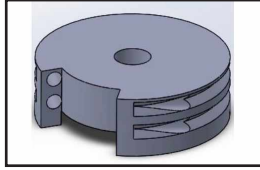
### 1.5.2. Parmak Ucu

Aşağıdaki nedenlerden ötürü parmak uçlarında vida civata bağlantısı yapılmıştır:

- Ayarlanabilir tendon gerilmeleri sağlamaktadır.
- Eyleyicilere dokunmadan bağlantılarda değişiklik yapılabilir.
- Düşük gevşemelerde tüm tendonu sökmek gereksinimi ortadan kalkmıştır.

### 1.5.3 Makaralar

Eski tasarımda eyleyiciler hareket halindeyken makaralar tendonları istendiği gibi tutamamaktaydı. Bu durumdan ötürü gerilme problemleri yaşanmakta idi, gerilme problemlerinde ötürü ise parmaklarda gevşeklik, salınım problemleri görülmekteydi. Yeni tasarımla makaraları 2 katlı yaparak gevşeme problemleri ve gerilim kaybı engellenmiştir.



Şekil 6 Makaraların Yeni Tasarımı

### 1.5.4 Yay ve Tendon Tutucular

Projenin ilk aşamalarında kullanılan yaylar sert ve kalındı. İstenilen seviyelerde esneme yapmamaktaydılar. Testler sonrasında ortaya çıkan sonuç, yayların tendonların yer değiştirmelerine yardım etmekten ziyade aksine tendonlarda sürtünmeye neden olmaktaydı.



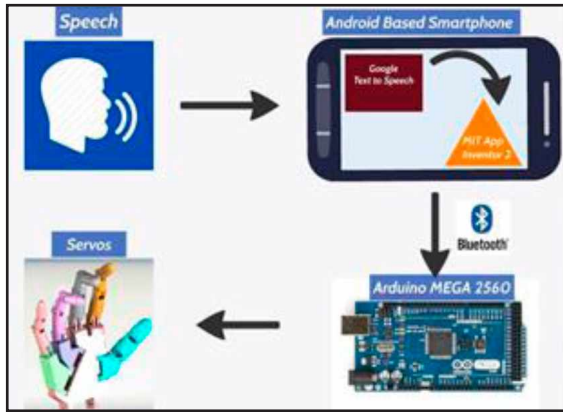
Şekil 7 Perspektif bakış açısından Yay ve Tendon Tutucular

Yeni yay ve tendon tutucuların yerdeğiştirmesine:

- Tendonun yerdeğiştirmesini engellemede yardımcı olmaktadır.
- Tendon tutucular sayesinde tendonların deforme olma ihtimali ortadan kalkmıştır.
- Tendonların çekilip bırakılması için gerekli tork değerini düşürmüştür.

### 1.6. Sistemin alışma Şeması

Yukarıdaki maddelerde belirtilen Konuşma dilini işaret diline çeviride kullanılacak olan robotik sistemin çalışma prensibinin Şeması aşağıdaki Şekilde gösterilmiştir.



Şekil 8 Sistemin alışma Şeması

## II. PROJENİN YENİLİKÇİ YÖNÜ

Literatür kısmında da belirtildiği gibi işaret diline yönelik farklı projeler geliştirilmektedir.

Önerilen projenin, literatürde bulunan projelere göre özgün yönleri aşağıda listelenmiştir:

- Konuşmaların işaret diline gerçek zamanlı çevrilebilmesi. (Gerekirse tercüme edilecek kelime komut listesinden de seçilebilir.)
- Alfabe bazında değil kelime ve cümle bazında tercümenin yapılması.
- Farklı işaret dillerini konuşan insanlar arasında da iletişimi sağlatabilmesi, evrensel iletişimi desteklemesi.
- Özel cihaz veya ekipman gerektirmeden herkesin kurabileceği ve yönetebileceği bir sistem olması.

### III. PROJENİN MALİYETİ

- Hızlı prototipleme malzemesi (2 Adet Z-Flament Series, Z-ABS): ~ USD 100
- 1 Adet Arduinio Mega 2560 : ~ USD 40
- Diğer Harcamalar (hırdavat,yol vb.): ~ USD 50
- Toplam: ~USD 190

### IV. PROJENİN KULLANIM ALANI

Önerilen proje geniş kullanım alanlarına sahiptir. Bu alanlar aşağıda listelenmiştir:

- Çevremizde, halka açık sosyal alanlarda, mahkemelerde, alışveriş merkezlerinde, devlet dairelerinde vb. birçok yerde işaret dili konuşan insanlar iletişim kuramamaktadır. Projemiz kapsamında önerilen sistem kolay kullanımı ve kurulumu sayesinde bu sorunu çözmeyi hedeflemektedir.
- Projemiz kapsamında önerilen sistem ile konuşma dilini konuşabilen ancak işaret dili konuşamayan bireylerin yalnızca işaret dili konuşabilen bireylerle iletişim kurabilmesi hedeflenmektedir.
- İşaret dili öğreniminin yaygınlaştırılması. Örneğin özel alanlarda kurulan bir sistemin ses komutlarıyla yönlendirilerek örgün eğitimin yaygınlaşması. (Bildiğimiz gibi işaret dili çok az insan tarafından biliniyor.)
- Odyoloji alanında ise doğuştan işitme kaybı olan çocuklar yaşları ilerledikçe işaret dili öğrenme zorunluluğuna girmektedirler. Uzmanlardan alınan bilgilere göre bazı çocuklar bu süreçte olumlu sonuç verememektedir ve rehabilitasyona ihtiyaç duymaktadırlar. Projemiz kapsamında önerilen sistem ie bu sürecin hızlandırılması ve kolaylaştırılması hedeflenmektedir.
- İşaret dili evrensel değildir, lehçeleri dahil bulunmaktadır. Bu nedenle iki farklı ülkenin işaret dili kullanan insanların anlaşması zordur. (Evrensel işaret dili vardır ancak sadece harfleri betimlemek için kullanılmaktadır.) Projemiz farklı dil seçeneği alternatifleri sunabilmektedir.

### V. PROJENİN YAPILABİLİRLİĞİ / UYGULANABİLİRLİĞİ

Önerilen proje ilk aşamadan itibaren geniş kitleye yönelik olarak geliştirilmiştir. İmalat ve yazılım olarak iki ana başlık altında ele alınırsa;

İmalat: Proje kapsamında kullanılan robotik el ve kollar açık kaynaklı (open-source) bir tasarıma sahiptir, ve tasarıma erişimin sağlanması kolaydır. Böylece üretimi yapmak isteyen herhangi bir kişi veya kuruluş kolaylıkla STL formatındaki dosyaları 3D yazıcı kullanarak üretimi gerçekleştirebilir.

Yazılım: Projede ihtiyacınız olan iki yazılım da günümüzün en yaygın kullanılan arayüzleridir. Geliştirdiğimiz program (application) android tabanlıdır. İos

işletim sistemlerine de çevrilmesi gayet kolaydır. Android bir telefonla QR kod okutularak internet üzerinden yükleme yapılabilir. Bir diğer taraftan da sistem kontrolcü olarak robotikte en sık kullanılan ve maddi olarak ekonomik olan arduino kullanılmaktadır.

- İleriki aşamalarda projemize tüm kol sisteminde bulunan serbestlik derecelerinin de eklenmesi hedeflenmektedir.

## **VI. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

Projemizi yaparken dahil olmak üzere bugüne kadar bulduğumuz ve kendi projemizle ilişkili olabileceğini düşündüğümüz projeler aşağıda listelenmiştir:

- Artwerp Üniversitesi'nin geliştirildiği bir kol Flemenkçe işaret dili ile iletişim kuruyor.
- Toshiba'nın geliştirdiği Aiko Chihira insansı robotu Japon işaret dilini konuşabiliyor.
- Texas A&M Üniversitesi'nin geliştirdiği cihaz giyilebilir şekilde el ve kolu sarmaktadır. Bu cihaz kullanıcının hareketlerini algılayarak işaret dilini konuşma diline çevirmede kullanılmaktadır.
- ASL (American Sign Language) çevirisinde geliştirilen kameralı projeler bulunmaktadır. Kameralar yardımıyla işaret dilini konuşan kişinin hareketleri yazı veya konuşma diline çevrilmektedir. Motion Savy firması örnek olarak verilebilir.
- İşaret dili ile iletişim kuran kişinin aynı anda birden fazla konuşmayı anlaması mümkün değildir. Geçtiğimiz yıllarda geliştirilen Transcense uygulaması birden fazla kişinin konuştuklarını farklı renklerle ekrana dökmektedir.

## **VII. TARTIŞMA ve SONUÇ**

Robotik sektörünün hızlanarak büyüdüğü göz önünde bulundurularak, işitme engelli insanların toplum arasında kendilerini daha rahat ifade edebilmeleri adına kullanılması kolay, maliyeti az ve çok amaçlı bir robotic system kurma motivasyonu ile proje başlangıcı verilmiştir.

Projenin gelişme evresinde fark edilmiştir ki benzerlik gösteren projeler gözlemlenmiştir, literatür araştırma kısmında bulunabilir. Ancak unutulmamalıdır ki literatürde bulunan projelere yenilikçi bir yönden katkıda bulunabilmesi projemizin kayda değer ve başarılı bir fikirden çıktığının yegane göstergesidir. Genel yönelim, günümüzde yenilikçilik hedefleyip sadece modifiyede kalmaktadır, projemiz bu monotonluğun üstündedir.

Çalışmamızın birden fazla fonksiyon için tasarlandığı göz önünde bulundurulmalıdır. Kolay üretim ve kurulumu ile tercih edilmesi muhtemel değerlerin üs-

tündedir. Kullanım alanı tekilleşmenin aksine gelecek çalışmalarıyla beraber sürekli çoğalma eğilimindedir. Gerekli zaman, maddi ve manevi motivasyon ile fikrimizin hedef kitlesinin dünya nüfusunun %5,3'üne tam anlamıyla hizmet edip, daha da yaygınlaşacağı bizce mümkündür.

Projemizin özgünlüğü bizleri referans almada dahil zorlamıştır. Fikir alma veya sorunların çözümü tamamen kendi bünyemizde beyin fırtınasıyla yapılmıştır. Üretimde ve montajda karşılaşılan zorluklar laboratuvarında ekip olarak çözülmüştür.

Gelecek çalışmaları olarak inMoov projesi insan boyutlarında bir robottur. Çalışmalar devam ettikçe 3 sağ, 3 sol olmak üzere toplam 6 serbestlik derecesi daha eklenecektir. Pazı ve omuz eklenmesi ile birlikte robot tüm işaret dili kelimelerini yapabilecektir.

İkinci olarak ise hali hazırda eklediğimiz ikinci yabancı dillere ek olarak daha fazla kelime hazinesi ve belki farklı diller eklemek hedeflerimiz arasındadır. Unutulmamalıdır ki herkes aynı dil bile olsa işaret dilini birebir yapmamaktadır, robotumuz farklı işaret dilleri arasında da köprü olma özelliğine sahiptir.

Eksik olarak görebileceğimiz problemler genellikle maliyet artmaması için yapılan önlemler sonucunda ortaya çıkmıştır ki bu durumu dahil projemizin kullanılabilirliği kısmına fayda olarak geçmiştir. Eyleyicilerimizin tork değerleri zayıf kalmaktadır. Testler sonucunda açık bir şekilde görülen eyleyiciler daha kuvvetli olabilir. Takım olarak robotumuzun insana en yakın hareketleri yapabileceğini düşünüyoruz.

Analiz ve testlerin büyük çoğunluğu gözle veya deneme yanılma ile yapılması ekip olarak istediğimiz bir yönelim olmasa da kısa sürede hızlanmak ve sonuca gitme yolunu uzatmamak adı altında prototipimizi bitirdik.

2016 yaz ayında aldığımız projemizin bir adet parmak ucundan bugünkü robotik bir sisteme dönüşümü ekibimizin duyarlılığı sayesinde olmuştur. Dünya genelinde az olarak görülen, toplumda bizlerle yaşayan işitme engelli bireylere günümüz teknolojisiyle ve elimizden geldiğince mühendis bakış açısıyla çözüm bulmayı hedefledik. Sistemimiz son hali ile her türlü eleştiriye ve eleştiriden doğacak gelişime açık pozisyonadadır.

## **SONUÇ**

Motivasyon kaynağımız olarak seçtiğimiz hedefimiz; geliştirilmiş bir el ile işitme engelli insanların problemlerini çözmektir.

İşaret dili ve konuşma dillerinin kullanımı farklı değildir. Her ikisi de bilgi sağlamak, paylaşmak, gerçek hikayeler anlatmak, şiirleri ifade etmek, bilimsel ve soyut konuları tartışmak, aynı zamanda da bir konuşma veya ders vermek için kullanılabilir. Küçük bir çocuğa kullanılan işaret dili ile yetişkinlere kullanılan işaret dili arasında farklılıklar olabilir. Ayrıca işaret lehçeleri de işaret dillerinde

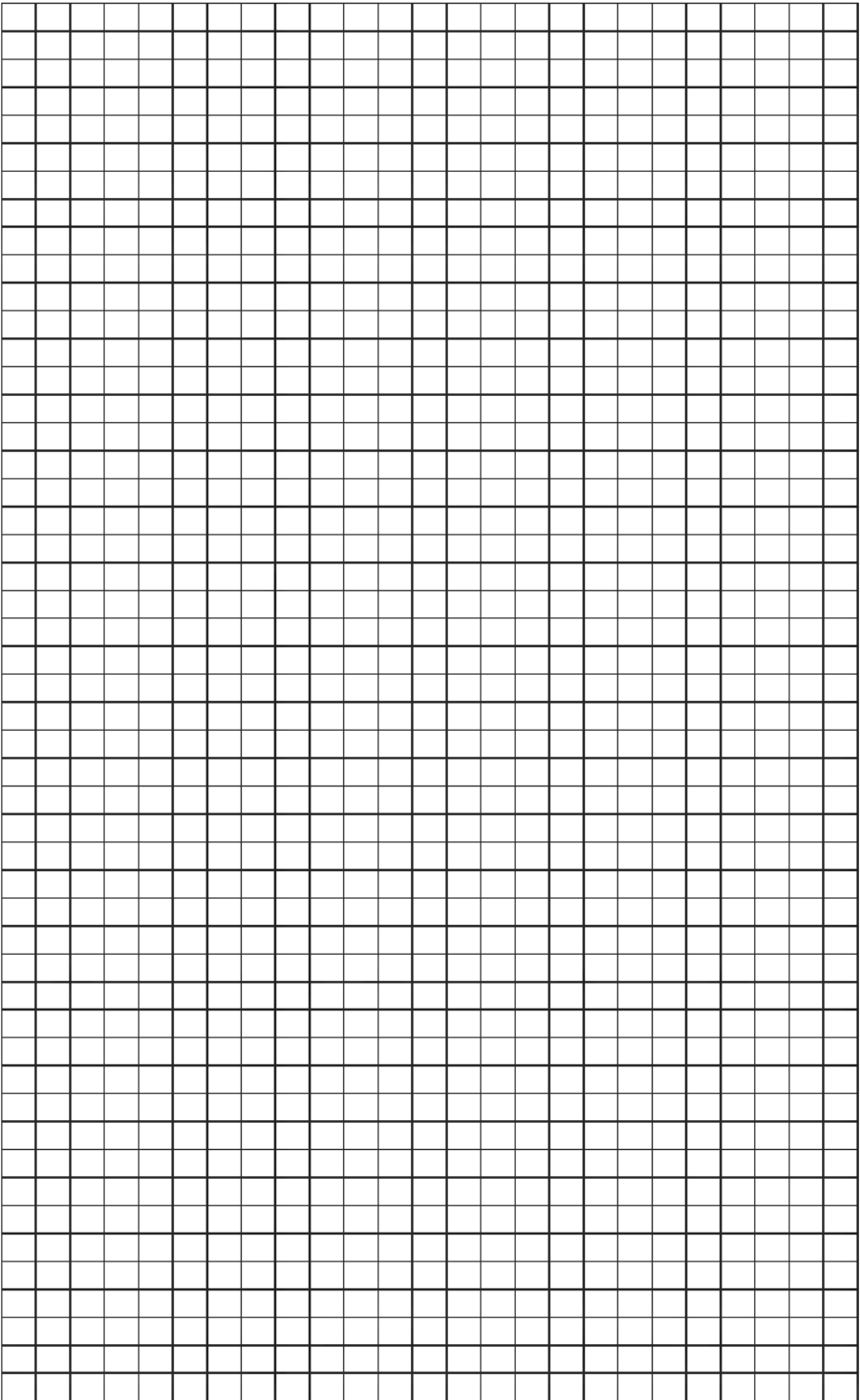
mevcuttur. Yeni işaretler, konuşulan dillerde yeni kelimelerde de olduğu gibi her zaman gelişir. Robotic sistemimiz işitme engelli insanların toplumda kendilerini daha rahat ifade edebilmeleri adına üretilmiştir.

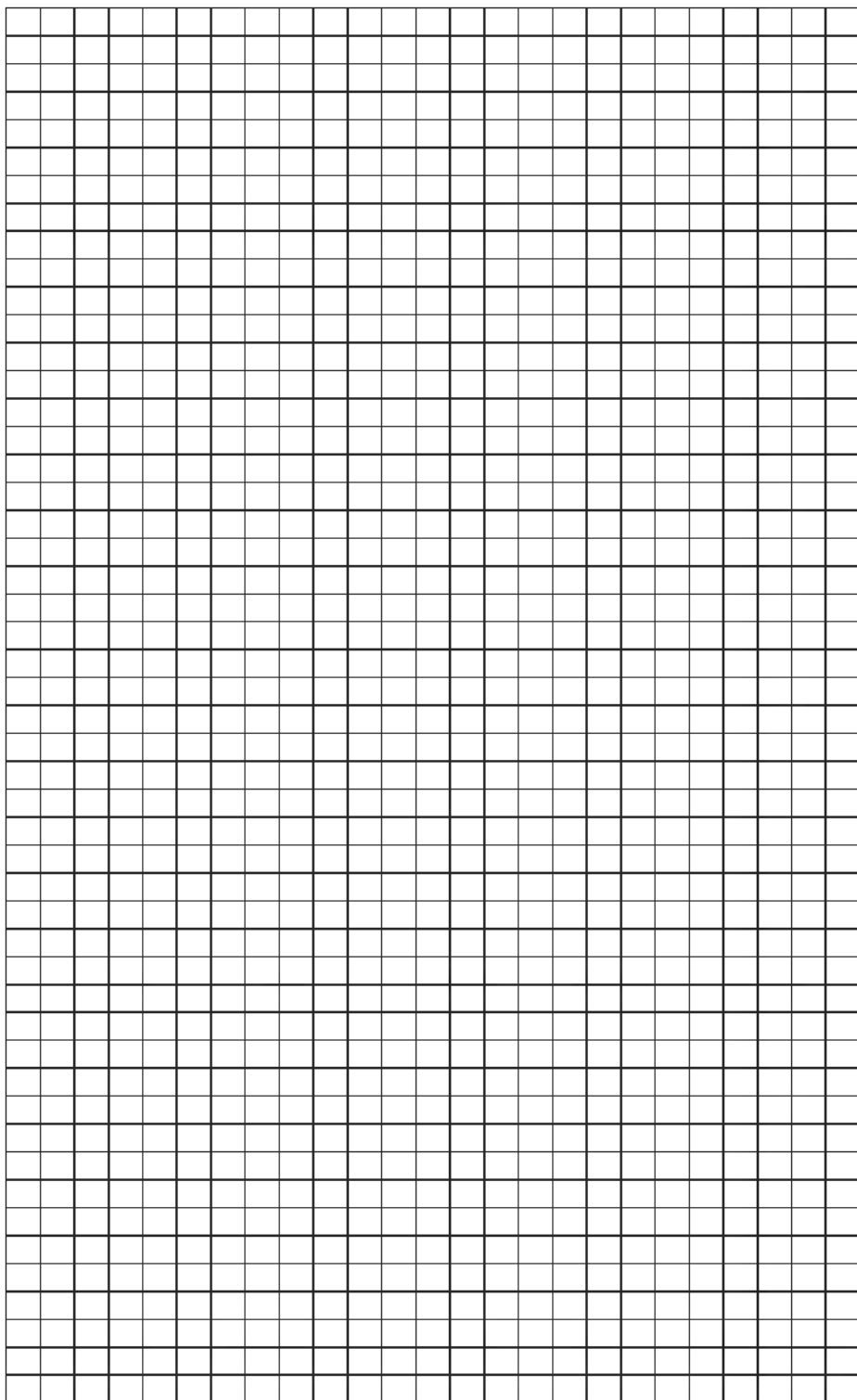
Sistem eyleyiciler, micro kontrolcü, akıllı telefon uygulaması ve 3D yazıcıdan çıkan parçalardan oluşmaktadır. Micro kontrolcü android tabanlı akıllı telefon ile bluetooth aracılığıyla iletişim kurmaktadır. Bu bağlantı sonucunda ses tanınması koordineli olarak eyleyicilerle çalışmaktadır.

İstenen özellikler ve fonksiyonları önceden belirlenmiş olan projemize uygun olan tasarım seçilerek üretilmiştir. Tasarım seçiminden sonra belirlediğimiz kriterler denenerek düzenlenmiş ve onarılmıştır. 3D yazıcıdan basılmış el işitme engelli insanlar için tercih edilebilir ve hayatlarını kolaylaştırabilir nitelikte hizmet etmektedir. Sistem olarak en sağlam tasarım olmasa da insan eline en yakın hareketleri ve fonksiyonları göstermektedir.

### **VIII. KAYNAKÇA**

1. Hasan Karal et al., The research about the usability of a visual dictionary developed for the hearing impaired students, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 9 (2010), 1624–1628.
2. Springer, *Handbook of Robotics*, Siciliano & Khatib, Unit 15.2 Design of Robot Hands.
3. N. Fukaya, S. Toyama., Design of the TUAT/Karlsruhe Humanoid Hand, *Intelligent Robots and Systems*, 2000, IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems.
4. J. Hirth et al., “Designing Arms and Hands for the Humanoid Robot ROMAN”, *Advanced Materials Research*, Vols. 463-464, pp. 1233-1237, 2012.









## Ve kazanan ... YuMi®

Uluslararası inovasyon ve girişimcilik ödülü IERA 2016, yeni bir çağ açan YuMi®'ye verildi.



ABB insan- robot işbirliği temelli, çift kollu, küçük parça montajı yapan robot sistemi geliştirdi. Bu robotun esnek kolları, parça besleme sistemi, kamera bazlı parça yeri tespit özelliği ve en gelişmiş teknoloji ürünü kontrolörü bulunmaktadır. YuMi® geleceğin vizyonunu bugüne getirerek montaj otomasyonu konusundaki tüm düşüncelerimizi değiştirecek. YuMi® ile “you and me”, yani sen ve ben çok farklı çalışma olanakları bulacağız. Müşteri İletişim Merkezi: 0 850 333 1 222

<http://new.abb.com/products/robotics/tr/endustriyel-robotlar/yumi>

