

# TEKNOFEST İSTANBUL

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİLER YARIŞMASI

#### PROJE DETAY RAPORU

#### PROJE KATEGORİSİ: Ulaşım

#### PROJE ADI: Maglev Hızlı Tren Prototipi

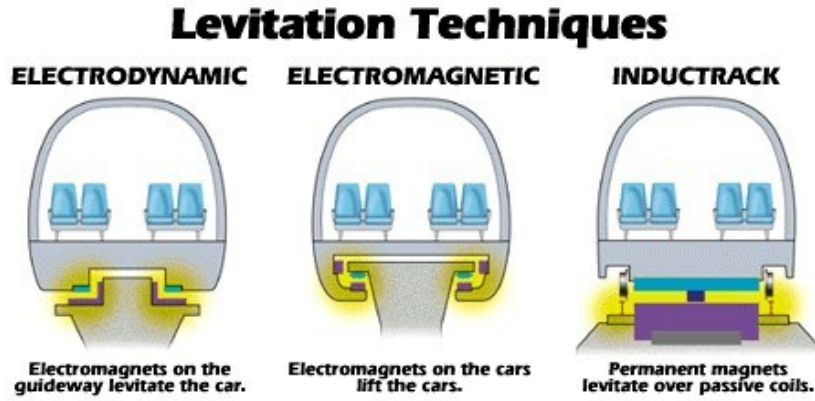
**PROJE KONUSU: Yüksek hızlı, mekanik temassız (elektromanyetik), enerji verimli maglev treninin, tasarımı modellenmesi kontrolü ve prototip üretimi**

#### İçindekiler

1. Proje Özeti .....	2
2. Problem Tanımı ve Çözüm.....	2
3. Yöntem .....	3
4. Yenilikçi Yönü ve Uygulanabilirliği .....	4
5. Projenin Hedef Maliyet Planlaması .....	5
6. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi .....	6
7. Proje Ekibi.....	6
8. Ön Görülen Üst Düzey Riskler.....	6
9. Referanslar.....	6

## 1. Proje Özeti

Manyetik levitasyon teknolojisi zamanımızın en popüler araştırma konularından biridir. Manyetik levitasyon ile sürtünme, titreşim, yağlama ve diğer tüm hareketli parça kısıtlamalarının kaldırılması sayesinde enerji verimli, sessiz ve temiz çalışabilen sistemler tasarlanabilir. Uygulama alanlarından en meşhuru yüksek hızlı maglev trenleridir. Bu projede küçük ölçekli bir maglev tren prototipi üretilecektir. Maglev trenler çalışma prensibine göre iki gruba ayrılabilir: süper-iletkenlerin kullanıldığı sistemler ve elektromanyetik kuvvetlerin kontrolü ile ilgili sistemler [1]. Süper-iletken adı verilen maddelerin kritik sıcaklığın altında -180 derecelere soğutulmasıyla ortaya çıkan, maddenin elektriksel direncinin sıfır olması ve manyetik değişim alanlarının ortadan kalkması şeklinde görülen bir fenomendir. Bu teknoloji hem çok maliyetli hem de uygulama da zorluklara yol açan bir yöntemdir. Projede kullanılacak elektromanyetik alan yönlendirmesiyle oluşacak manyetik kuvvetlerin kontrolü prensibine dayanan yöntem hem daha ucuz hem de daha uygulanabilir [2].

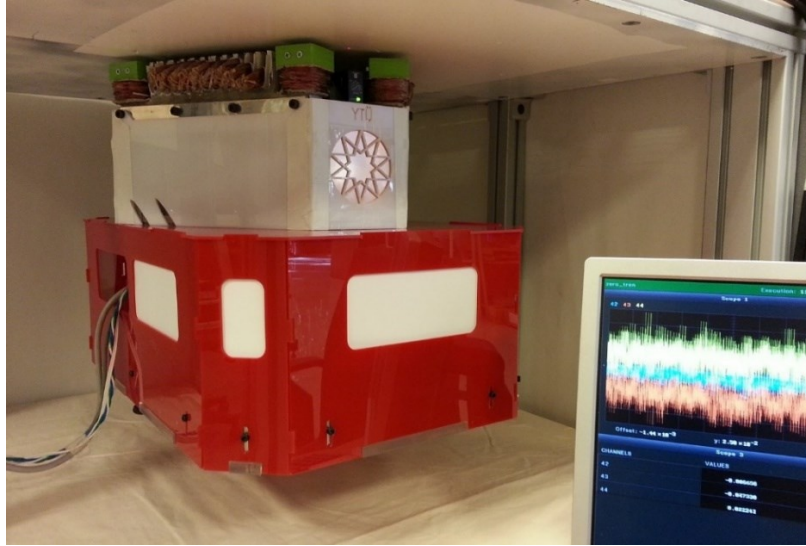


Şekil 1: Maglev tren levitasyon teknikleri [1]

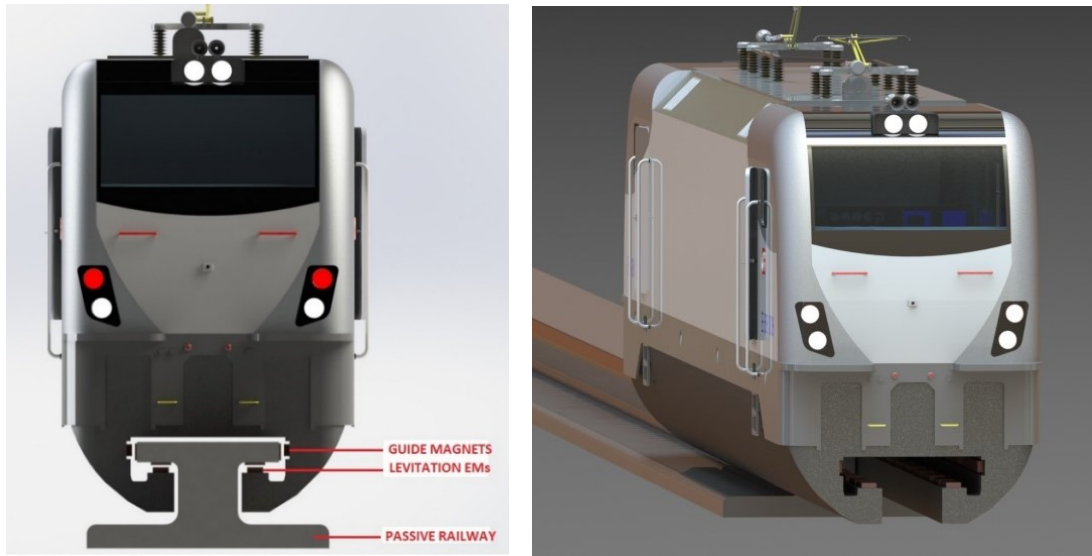
## 2. Problem Tanımı ve Çözüm

Elektromanyetik levitasyonla ilgili Şekil 1’den de görüleceği üzere pasif ve aktif sistemler vardır. Pasif sistemlerde sadece kalıcı mıknatıslar kullanılır [3]. Aktif sistemlerde ferromanyetik gövde üzerine bobin sarılarak elektromıknatıs elde edilir [4]. Hem kalıcı mıknatıs hem de elektromıknatıs kullanılan hibrit sistemler de mevcuttur [5]. Bu projede kullanacağımız yapı tren üzerinde hibrit elektromıknatıs ve pasif raylarda kalıcı mıknatıslar olacak şekilde tasarlanmıştır. Tren ağırlığını havada tutacak olan kalıcı mıknatısların enerji tüketmeyen doğal mıknatıslık özelliği sayesinde enerji verimli bir sistem ortaya konulmuş olacaktır. Bu bakımdan muadillerinden ayrılan projemizle benzer yapıların kullanıldığı başka bir uygulamamız olan esnek taşıma sistemi projemizle ilgili görsel Şekil 2’de görülmektedir.

Bu şekildeki sistem yukarıdaki demir ray ile arasında 1 cm hava boşluğu bulunan ve üzerindeki lineer motorlar ile yatay hareketi sağlayan bir yapıdadır. Başarılı bir şekilde sonuçlandırdığımız projemiz, maglev treni prototipi üretimi için gerekli birikime sahip olduğumuzun kanıtıdır.



Şekil 2: Aynı teknikle çalışan, yukarıdan manyetik askılanmış bir başka projemiz [5]

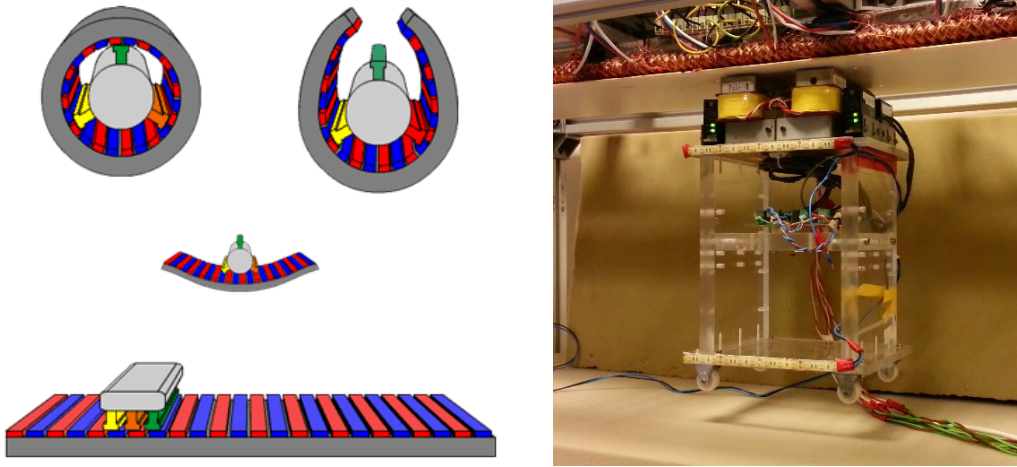


Şekil 3: Önerilen sistem görselleri (maglev tren konsepti)

### 3. Yöntem

Üniversitemizde sıfır güç algoritması üzerinde yoğun olarak çalışıyoruz ve çeşitli proje tasarımları gerçekleştiriyoruz. Bu projede önerdiğimiz yapıda, özel hibrit elektromıknatıslar kullanılır. Kalıcı mıknatısların tüm taşıyıcıyı ve yüklü kütleyi havada tutabileceği bir denge nokta vardır. Bu, "sıfır güç" noktası olarak tanımladığımız modelleme ve analiz noktasıdır. Prensip olarak, taşıyıcı nominal konuma getirildiğinde, sistem hiç enerji tüketmeksizin havada kalır. Ancak bu noktada mıknatısların ve dış bozucuların doğası nedeniyle herhangi bir kontrol

olmadan durmak zordur. Bu nedenle hibrit elektromıknatıslar kullanılır ve sistem sensörler ile aktif geri besleme yapar ve kontrol cihazları ile denge noktası çevresinde stabilize edilir. Doğrusal hareketi sağlamak amacıyla lineer indüksiyon motoru kullanılacaktır. Bu motor tipi, yaygın olarak bilinen dönel motorların boyuna açılmış hali gibidir [6, 7]. Bu motorun vektör kontrol yöntemi ile alan yönlendirmesiyle doğrusal hareketi sağlayacaktır. Başka bir projede kullandığımız lineer indüksiyon motora ilişkin görsel Şekil 4’ de verilmiştir.



Şekil 4: Lineer indüksiyon motoru [6, 7]

#### 4. Yenilikçi Yönü ve Uygulanabilirliği

Projede kullanılan elektromanyetik alan yönlendirmesiyle oluşacak manyetik kuvvetlerin kontrolü prensibine dayanan yöntem hem (kısmen) ucuz hem de uygulanabilirdir. Benzer yöntemleri içeren ve bitirmiş olduğumuz projelerimiz, maglev treni prototipi projesinin de uygulanabilirliğinin delilidir, bu projelerden çoğu faydalı model patentlidir:

- 3 ve 4 kutuplu hibrit elektromıknatıs ile esnek taşıma sistemleri
- Artı kutuplu hibrit elektromıknatıs ile esnek taşıma sistemleri
- Dikey manyetik yataklama ve kontrol sistemleri
- Manyetik yataklamalı rüzgar enerjisi sistemi
- Elektromanyetik titreşim sönümleyici sistemleri
- Temassız çelik plaka taşıma sistemleri
- Temassız (indüktif) mesafe ve hız ölçüm sensörleri
- Manyetik hoverboard

Projenin uygulama adımları kısmına daha detaylı değinilecek olup öncelikle küçük ölçek bir prototip üretilecek olup, konseptin çalışabildiğini göstermek gerekmektedir. Önerilen sistemde, doğrusal hareket için itme sağlayan doğrusal indüksiyon motorları trene yerleştirilir. Dolayısıyla, önerilen sistemin kılavuz hattı kısmı pasif, basit ve uygun maliyetli olacaktır

çünkü sadece demir ve bakır levhalardan oluşacaktır. Bu, uzun mesafeli demiryollarında düşük maliyetli kullanım sağlar.

Tekerlekli trenler gibi manyetik trenler, bir ray boyunca hareket özgürlüğüne sahiptir; ray trenin yanal olarak kaymasını önler ve taşıyıcıyı aktif bir kontrol cihazı olmadan yolda tutabilir. Bu avantaj, kontrol eksenini sayısını azaltır ve sistemin uygulanmasını kolaylaştırır. Şekil 2'de, üç motorlu taşıyıcı sistem, deney çalışması sırasında çekilmiş bir görüntüye sahiptir. Sıfır güç kontrol algoritması ile sistem 40 kg ağırlığında ve havada neredeyse sıfır akım / gerilim ile tutulur. Gerçekleştirilen deneylerde, sıfır güç kontrol algoritmasıyla benzer sistemlerin enerji tüketimi 10W'den azdır. Bu noktada, 40 kg'lık hareket ile tonlarca ağırlıkta trenin temassız hareketi arasında teorik bir fark olmadığını belirtmeliyiz. Ayrıca sistem bileşenlerimizden uygun maliyetli hava boşluğu ölçüm sensörlerini üretmek için çalışıyoruz.

## 5. Projenin Hedef Maliyet Planlaması

Projenin uygulama adımlarına ait 6 aylık iş planı aşağıdaki gibidir:

Planlanan Yöntem ve İşin Adı	1 Ay	2 Ay	3 Ay	4 Ay	5 Ay	6 Ay
Maglev treni sisteminin (küçük ölçek) yapısal optimal tasarımı	X	X				
Maglev treni sisteminin (küçük ölçek) dinamik modelleme ve kontrolcü tasarımları		X	X			
Ölçme, kontrolcü ve motor & aktüatör sürücü elektronik tasarımı			X	X		
Maglev treni sisteminin (küçük ölçek) prototip üretim ve montajı				X	X	
Yataklama testleri, sonuçların yorumlanması ve dokümantasyonu.					X	X

Proje için öngörülen maliyet 7.000 TL kadardır, fakat gerekli malzemelerden bazıları ekibimize ait atölyede mevcuttur. Proje için gerekli malzeme listesi aşağıdaki gibidir:

- 100 adet 40x15x3 mm Nedoyum Mıknatıs – 1000 TL
- Lineer İndüksiyon Motoru üretimi ve montajı – 1500 TL
- Elektrik Pano ve Elektronik Devre elemanları – 600 TL
- 4 adet Optik Hava Aralığı ölçüm sensörü – 2400 TL
- Motor Sürücü ve Kontrol Kartları – 1500 TL

## 6. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi

Projemiz, ülkemizin ihtiyaç duyduğu ileri teknolojik demiryolu taşımacılığı için kilit rol oynayacak ve oldukça inovatif bir projedir. Yılda ortalama 60 milyon yolcu taşınan demiryolu ağımız düşünüldüğünde projenin hedef kitlesi tüm halkımızdır. İnsanların özellikle bu tecrübeyi yaşamak için maglev trenleriyle seyahat etmek isteyeceklerini düşünüyoruz.

## 7. Proje Ekibi

Adı Soyadı	Görevi	Okul	Bölüm	Sınıf	Mezun ise
Ömer Faruk Güney	Sistem Tasarımı ve Kontrolcüler	Yıldız Teknik Üniversitesi	Mekatronik Mühendisliği	Tez	Doktora
Ahmet Fevzi Bozkurt	Mekanik ve Elektrik kısım	Yıldız Teknik Üniversitesi	Mekatronik Mühendisliği	Tez	Doktora
Gökşen Elpeze	Sistem Tasarımı ve Kontrolcüler	Yıldız Teknik Üniversitesi	Mekatronik Mühendisliği	Tez	Master
Mahmut Enes Göker	Mekanik ve Elektrik kısım	Yıldız Teknik Üniversitesi	Mekatronik Mühendisliği	Tez	Master
Ali Uğur	Sistem Tasarımı ve Kontrolcüler	Yıldız Teknik Üniversitesi	Mekatronik Mühendisliği	4	Lisans
Bayram Karaca	Mekanik ve Elektrik kısım	Yıldız Teknik Üniversitesi	Mekatronik Mühendisliği	4	Lisans

## 8. Ön Görülen Üst Düzey Riskler

Maglev trenleri insan taşıma amacıyla tasarlandığından akla gelen ilk problem güvenlikle ilgili olmaktadır. Bununla ilgili standartları ve alınabilecek önlemleri yeterli alan olmadığı için burada veremiyoruz fakat üzerinde çalıştığımız önlemler proje gösteriminde sunulacaktır.

## 9. Referanslar

- [1] Zhigang Liu, Zhiqiang Long ve Xiaolong Li, "MagLev Trains - Key Underlying Technologies", Springer Tracts in Mechanical Engineering, 2012
- [2] Hyung-Woo Lee, Ki-Chan Kim, ve Ju Lee, "Review of Maglev Train Technologies", IEEE Transactions On Magnetism, VOL. 42, NO. 7, 2006
- [3] Güney Ö. F., Bozkurt A. F., Erkan K., "Centralized Gap Clearance Control for Maglev Based Steel-Plate Conveyance System", Advances In Electrical and Computer Engineering, vol.17, 2017
- [4] Bozkurt A. F., Güney Ö. F., Erkan K., "Zero Power Control of a 3 DOF Levitated Multiple Hybrid Electromagnet Flexible Conveyor System", 2016
- [5] Bozkurt A.F., Güney Ö.F., Erkan K., "Multi Degrees of Freedom Robust MagLev Control of a Flexible Transport Mover with Disturbance Observer and State Feedback Control", Control Engineering and Applied Informatics, vol.20, 2018
- [6] Boldea, Ion. "Linear electromagnetic actuators and their control: A review." EPE Journal 14.1 (2004)
- [7] Ertuğrul H.F., Erkan K., Üvet H., "Magnetic levitation control of a three degrees of freedom 4-pole hybrid electromagnet", Journal of the Faculty of Engineering of Gazi University, vol.31, pp.631-643, 2016



