TEKNOFEST

HAVACILIK UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

AKILLI ULAŞIM YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: MagnetMode

BAŞVURU ID: 426199

PROJE KAPSAMI: HAVA

2022

İÇİNDEKİLER

Proje Özeti **3**

Problem/ Sorun **3**

Çözüm **4**

Kılavuz Yol 4

Kabin Tasarımı 5

Ölçeklendirilmiş Model 5

Yöntem **5**

Yenilikçi Yönü **7**

Uygulanabilirlik **8**

Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması **9**

Proje Fikrinin Hedef Kitlesi **9**

Riskler **9**

Kaynakça **10**

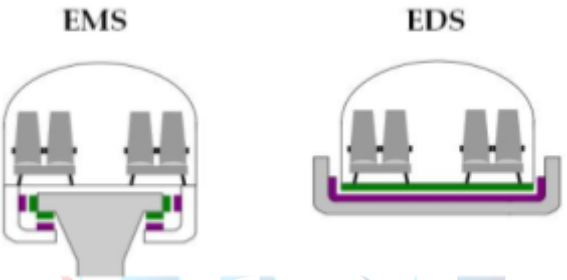
TEKNOFEST İSTANBUL HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

1. Proje Özeti

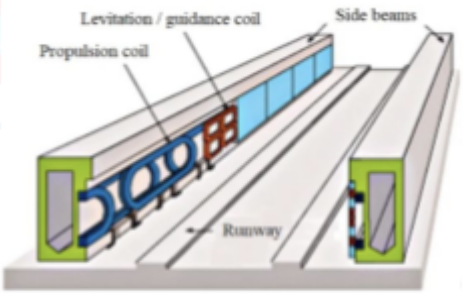
Günümüzde trafik önüne geçilemez bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya genelinde trafikte harcanan zaman bakımından yıllık ortalama kişi başı 200 saat ile beşinci sırada İstanbul yer almaktadır [1]. Hazırlanan bu proje ile alternatif ulaşım araçları geliştirilerek bu süreyi azaltmak amaçlanmıştır. Maglev teknolojileri üzerine yapılan literatür taramasında fark edilen eksik nokta olan kılavuz yol entegrasyonu üzerine yoğunlaşmıştır. Günümüzde var olan bu problem Maglev teknolojilerini yeni bir güzergah oluşturmadan şehiriçi kullanımının önüne geçer. Yapılan tasarımsal değişiklik sayesinde kılavuz yollar şehir içi ana caddeler ve otobanlara ciddi altyapı değişimine gerek duymadan entegre edilebilecektir. Bunun yanında kabin tasarımının teknolojisinde gidilen değişiklik ile geç hızlanma ve kritik hız sınırı gibi problemlerinde önüne geçilmiştir. Toplu taşıma yöntemi olarak geliştirilen proje, bireysel amaçlı ulaşım sağlayacak tüm halkı hedef kitlesi olarak görmektedir. %46 yerlilik oranı bulunan projemiz günümüz teknolojisiyle uygulanabilir bir projedir. Görece uygulaması benzer Maglevlerin aksine daha kolay ve görece daha ucuzdur. Bu çalışmada sistemin en ilkel halini ölçeklendirilmiş model üzerinden de gösterilmesi sağlanmıştır. CAD programından tasarlanan parçalar 3D yazıcı ile üretilerek gerekli donanımsal parçalar ve yazılımlar ile hazır hale getirilmiştir. Bunun yanında simülasyonlarda yapılmıştır.

2. Problem/ Sorun

Trafiği oluşturmak için sayısız sebep vardır ve bizim bu sebeplerden birkaç tanesini çözmemiz trafiğin oluşmasının önüne geçemeyecektir. "Şehir İçi A dan B ye en fazla 15 dakikada" vizyonu ile hareket ettiğimiz bu projede ilhamımızı şehirlerarası hızlı ulaşım araçlarından aldık. Taşıma kapasitesi, enerji tüketimi ve hızından dolayı trenler şehirler arası kara ulaşımı açısından en iyi araç tipi olarak karşımıza çıkmaktadır. Manyetizma sayesinde havalanıp hareket eden trenler son dönemlerin popüler konularındandır. Bu trenler kara ile teması bulunmadığından çok daha hızlı gidebilmektedirler ve taşıma kapasiteleri ihtiyaca bağlı olarak rahatça arttırılabilir. Manyetizmadan yararlanılan trenler iki ana kategoride incelenir (Şekil.1). Bunlar EMS (Electromagnetic Suspension) ve EDS (Electrodynamic Suspension) (Şekil.2) dir [2].



Şekil.1 EMS ve EDS Tipi Maglev Şeması [3]



Şekil.2 EDS Tipi Maglev Kılavuz Yol Örneği

Bu en yaygın iki tip ve diğer farklı tipler literatür taraması ile incelendiğinde ortak bir noktada eksiklik fark edilmiştir. Bu eksiklik bu tiplerin yüksek performans sağlayacak şekilde şehir içinde halihazırda bulunan otobanlara kolayca entegre edilemeyecek olmasıdır. Bunun sebebi tamamen tasarımsaldır. Bu Maglevlerin hareketi için gerekli klavuz yolların sahip olduğu donanım ve şekli bu klavuz yolları kompakt yapmaktan alıkoyar ve otobanların çok ciddi

altyapı değişimine sebep olur. Yapılan proje ile bu entegrasyon problemi çözülerek trafik yükünü hafifletmek hedeflenmiştir.

Günümüzde Asya bölgesi dışında hiç bir bölgede aktif çalışan bir Maglev sistemi bulunmamaktadır. Maglevlerin bu denli az olmasının sebebi incelendiğinde en başta yüksek maliyeti karşımıza çıkar. Yapılan araştırmalara göre 240 km ila 800 km lik bir Maglev hattı ekonomik olarak en idealidir [4]. Ayrıca Maglevler pik hızlarına çok geç ulaşırlar. Bunlardan dolayı günümüz yüksek performans Maglevleri şehir içi kullanıma uygunluğu çok düşüktür.

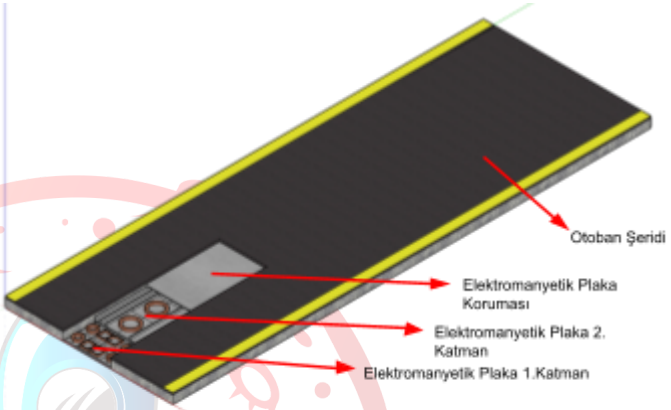
3. Çözüm

3.1. Kılavuz Yol

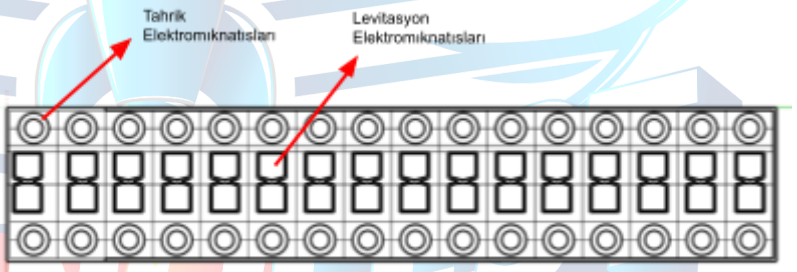
Amaç ve problemler doğrultusunda EDS tipi üzerinde tasarımsal yenilikler yapılmıştır. Kılavuz yolun sağ ve solunda yer alan, bobinlerin yer aldığı bölümler şekillerde görüldüğü hale getirilmiştir ve benzer Maglevlere kıyasla daha az manyetik kuvvet ihtiyacı bulunduğundan ,bunun sebebi yolcu kapasitesi ve hızıdır, daha kompakt bir Kılavuz Yol olmuştur (Şekil.3). Tasarım, SketchUp üzerinden yapılmıştır.

Tüm şekillerde gerçek ölçüler kullanılmıştır. Elektromanyetik plaka genişliği 1000 mm dir. Anlaşılabileceği üzere Elektromanyetik Plaka yollarda az bir alan kaplamakla beraber oldukça kompakttır. Şekilde katman katman gösterim yapılmıştır, şerit uzunluğu boyunca katmanın uzunluğu devam etmektedir. 1. Katman (Şekil.4) ve 2. Katman (Şekil.5,6) ayrı ayrı görselleştirilmiştir.

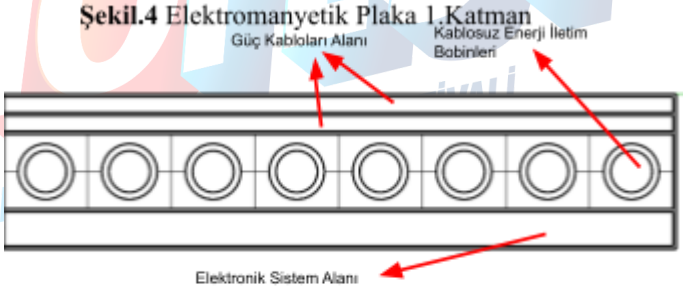
Bu sayede daha kompakt hale gelen aynı işleve sahip kılavuz yol şekilde görüldüğü hale benzer bir şekilde yollara entegre edilecektir (Şekil.7). 1 numaralı araç gerekli ebatlarda bir derinlik kazarken, 2 numaralı araç "Elektromanyetik Plaka" adını verdiğimiz kılavuz yolu döşemektedir.



Şekil.3 Elektromanyetik Plaka Birebir Gösterimi



Şekil.4 Elektromanyetik Plaka 1.Katman

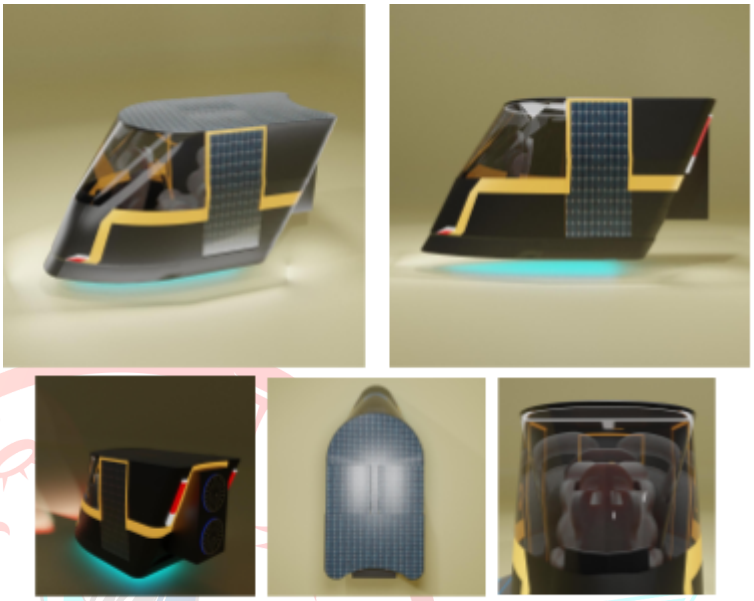


Şekil.5,6 Elektromanyetik Plaka 2.Katman

Şekil.7 Kılavuz Yol Otobanlara Entegrasyonu Şeması

3.2. Kabin Tasarımı

Kılavuz Yol hazır hale getirildikten sonra bir diğer önemli nokta kabin tasarımıdır. Bu kabini günümüz Maglev sistemlerindeki trenin kendisi olarak düşünebiliriz. Kabin 20 kişilik bir toplu taşıma aracı olarak tasarlanmıştır. Günümüzde pahalı kabul edilebilecek süperiletken mıknatıs bulundurur ve bu mıknatısın yapım malzemesi YBCO (İtriyum baryum bakır oksit) -196 Celsius a kadar sıvı azot yardımıyla soğutlacaktır [5]. Kapalı döngü sistemi sayesinde sıvı azot tüketimi oldukça düşüktür. Süperiletken mıknatıs kullanımının temel sebebi geniş perspektifte bakıldığında operasyon ücreti diğer elektormıknatıslara kıyasla oldukça düşük olduğundan, enerji tüketiminin sıfır olmasından ve kayba uğramadan uzun süre yüksek akımlar taşıyabileceğinden büyük bir masraf yükü olarak gözükmemektedir. Kabin görsellerde gösterildiği şekliyledir (Şekil.8). Kabin tasarımlarının yapılmasından sonraki aşamada 20 kişilik olmasına karar verildiği için tasarım birebir gerçeği yansıtmamaktadır. Fakat, görsellerdeki aracın daha uzun versiyonu şeklinde düşünmek doğru olacaktır. Konsept tasarım, Blender üzerinden gerçekleştirilmiştir.



Şekil.8 MM Maglev Kabin Görüntüleri

3.3. Ölçeklendirilmiş Model

Proje kapsamında hazırlanan ölçeklendirilmiş model ile tasarımımızın ana unsurları gösterilmek istemiştir. Bu model kapsamındaki alt bileşenler listelenmiştir (Tablo.1).

Alt Bileşen	Unsur	Açıklama
Levitasyon (Havalanma)	YBCO Süperiletken	Kuantum kilitlenmesi olayını gerçekleştirerek kabinin kılavuz yol üzerinde asılı kalmasını sağlar [6].
Tahrik (Hareket)	Elektromıknatıslar	Kılavuz yolda bulunmaktadır. Akım kontrolü sağlanarak kabinin hareket hızını belirler.
Tahrik (Hareket)	Neodyum mıknatıs	Kabinde bulunmaktadır. Model maliyetini düşürmek amacıyla tercih edilmiştir. Kılavuz yoldaki elektro mıknatıslar ile tahriki sağlar.
Güç Aktarımı	Resonant Inductive Coupling bobini	Kabin içinde ihtiyaç duyulan gerekli enerjiyi kılavuz yol üzerinden kablosuz olarak aktarmak için kullanılır [7].
Levtasyon (Havalanma)	Sıvı Azot Tankı	YBCO nun kritik sıcaklığına inilmesi amacıyla kullanılan sıvı azotu depolar.
Kabin	3D Yazıcıdan basılan parçalar	Kabin şeklini ortaya çıkarmak için 3D yazıcıdan basılmış olan parçalardır.
Kabin	Sensör	Kabin içerisinde bulunan mesafe sensörünü içerir. Bu sensör ile kabin önündeki nesneye çok yaklaştığında görsel uyarı verilir.

Tablo.1 Alt Bileşenler Açıklamaları

4. Yöntem

Öncelikli olarak Maglev teknolojileri üzerinde literatür taraması yapılmıştır. Bunun sonucunda bulunan sorunu çözmek amacıyla konsept tasarımlar geliştirilmiştir. Her bir tasarımın uygulanabilirliği üzerinde araştırmalar yapılarak bu raporda bahsi geçen nihai tasarım seçilmiştir. Seçilen nihai tasarım üzerinden erişebileceği maksimum hız, tahrik kuvveti,

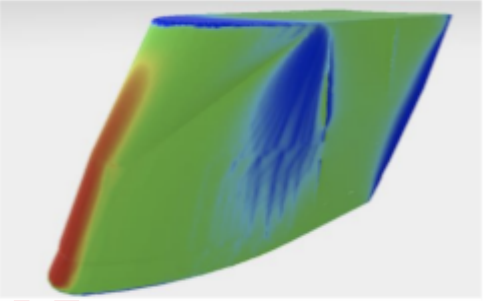
sürtünme vb. alanlarda hesaplamalar yapılmıştır (Tablo.2). Bu hesapalama birebir ölçekli bir tasarım üzerinden yapılmıştır ve toplam sistem ağırlığı 1 Ton olarak varsayılmıştır.

Sonuçların tatmin edici olması üzerinde bu tasarım Fusion 360 programı üzerinden detaylandırılmıştır. Statik stres simülasyonu ve aerodinamik simülasyon (Şekil.9) gerçekleştirilmiştir. Aerodinamik simülasyon da anlaşılabileceği üzere tasarımın ön kısımdaki sivriliğin hafifletilmesi gerekmektedir. Bu simülasyonlarda birebir ölçekli tasarım üzerinden gerçekleşmiştir. Kullanılan elektromıknatıs sayısını azaltmak maksadıyla "8" şeklinde elektro mıknatıslar tasarlanarak bunun deneyi (Şekil.10) ve FEMM programı üzerinden manyetik alan simülasyonları gerçekleştirilmiştir (Şekil.11). Simülasyon ve deney gösteriyor ki bu şekle sahip bir elektromıknatısın üretilip kullanılmasında olumsuz bir taraf bulunmamaktadır.

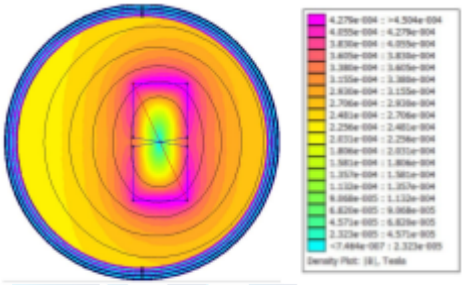
Hesaplanacak [8]	Değeri
Tahrik Kuvveti	5305 Newton
100 metre sonundaki hız	199 km/h
0-100 km/h süresi	1.5 saniye
Maksimum hız	235 km/h
Kaldırma kuvveti (levitasyon kuvveti)	10000 Newton
Sürtünme kuvveti	1922 Joule
Elektromıknatısların tükettiği enerji	1692 Joule

Tablo.2 Teorik Hesaplamaların Sonuçları

Şekil.10 "8" Şekli Elektromıknatıs Deney Görseli

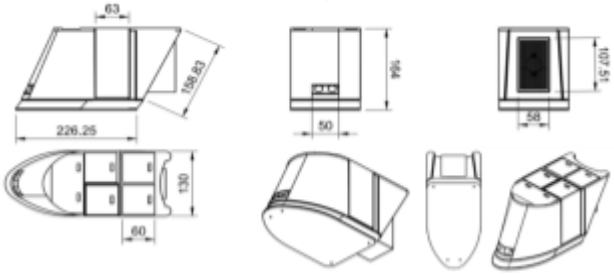


Şekil.9 Kabin Aerodinamik Simülasyon Analizi

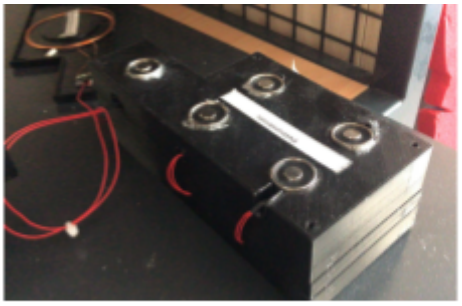


Şekil.11 "8" Şekli Elektromıknatıs FEMM Simülasyon Analizi

Kabin tasarımının renderları alındıktan sonra 3D yazıcı üzerinden basılabilecek ölçeklendirilmiş modele uyumlu hale getirilmiştir (Şekil.12). Kabin ve Kılavuz Yolun baskıları alındıktan sonra gerekli parçalar tedarik edilmiştir. Öncelikli olarak kılavuz yolun oluşturulması sağlanmıştır. Elektromıknatıslar 3D parça üzerindeki uygun noktalara güçlü yapıştırıcılar ile monte edilmiştir. Devamında güç aktarım devresi yerleştirilerek gerekli bağlantıların yapılması sağlanmıştır. Kılavuz yolun çalışma testi bir güç kaynağı üzerinden sağlanmıştır. Kılavuz yolun tamamlanması sağlanmıştır (Şekil.13).



Şekil.12 Kabin Ölçeklendirilmiş Model Tasarımı (Ölçüler mm dir)



Şekil.13 Kılavuz Yol Ölçeklendirilmiş Modeli

Bunun ardından kabin parçaları bir araya getirilmiştir. Mesafe sensörü ile Arduino Uno kabinin içine yerleştirilmiştir. Sensör

Şekil.14 Levitasyon Sağlayan YBCO

yazılımı yapıldıktan sonra test edilmiştir. Kablosuz güç aktarım bobinin alıcı tarafı bu kabinin zeminine yerleştirilmiştir. Yapılan testlerde güç aktarım bobinleri arasında 2 cm lik bir boşluk bıraklıldığında en verimli güç aktarımın gerçekleştirgi görülmüştür. Neodyum mıknatıslar uygun noktalara sabitlenmiştir.

Son olarakta YBCO süperiletkenler (Şekil.14) uygun yerlerine yerleştirilecektir. YBCO süperiletkenlerin taşıma kapasiteleri sebebi ile ölçeklendirilmiş model kabininde olabildiğince az parça kullanılmıştır. Sıvı azot tankına daldırılan YBCO lar kabindeki uygun yerlerine tekrar getirildiğinde levitasyonun sağlanıp sağlanmadığı gözlemlenecektir.Ölçeklendirilmiş modele ait bazı görseller paylaşılmıştır (Şekil.15).

Şekil.15 Ölçeklendirilmiş Model Görselleri

Maglev İsimleri	SCMaglev [9], [10]	MM Maglev	Shanghai Maglev [11]	Virgin Hyperloop [12]
Ülke	Japonya	Türkiye	Çin	ABD
Teknolojisi	EDS	EDS	EMS	
Max. Hız	500 km/h	235 km/h (teorik)	431 km/h	1080 km/h (teorik)
Yolcu Kapasitesi	728	20	574	28
Kılavuz Yol Maliyeti	40 Milyon $/km	5 Milyon $/km	40 Milyon $/km	20 Milyon $/km
Havalanma	9 cm	15 cm	~4 cm	
Menzil	Yol Boyunca (Sınırsız)	Yol Boyunca (Sınırsız)	Yol Boyunca (Sınırsız)	Yol Boyunca (Sınırsız)
Kritik Hız*	150 km/h	0 km/h	0 km/h	
Max Hıza Erişene Kadar Geçen Yol	14 km	<0.5 km		
Hat (Örnek)	Tokyo-Nagoya (286 km)	Üsküdar-Sarıyer (19 km)	30 km	Washington DC - NYC (328 km)
Hat İnşa Süresi	18 Yıl	0.5 Yıl**	3 Yıl	
Toplam Bütçe İhtiyacı	55 Milyar $	120 Milyon $	1.4 Milyar $	
Kısa Mesafe	Uygun Değil	Uygun	Uygun	Uygun Değil

* → Havalanabilmek için gerekli minimum hızdır.
** → Potansiyel olarak 0.5 yıldır, bir çok etkenden dolayı uzayabilir.

Tablo.3 Maglev Karşılaştırmaları

5. Yenilikçi Yönü

Projemiz kılavuz yolda yaptığı düzenleme sayesinde yollara entegrasyonu kolaylaştırarak şehir içi trafiğinde, özellikle ana cadde ve otobanlarda, yüksek performans sergileyecek Maglev sistemleri ile ulaşımı sağlama bakımından yenilik sağlamıştır. Gerçekleştirilen yenilikler şu şekildedir;

- Özgün kılavuz yol tasarımı, Özgün entegrasyon yöntemi, özgün kabin tasarımı ve özgün Maglev kullanım modeli.

Günümüz Maglevleri ile olan karşılaştırma tablo halinde verilmiştir (Tablo.3). MM Maglev bizim projemiz olan Maglev dir. Bu tabloda en dikkat çekici özellik maliyet ve bütçe kısımlarıdır. MM Maglevin (MagnetMode Maglev) rakipleri arasına bu denli ucuz kalmasının en önemli sebebi yeni bir ulaşım ağı sistemi kurma gereksinimine sahip olmayış oluşudur. Örneğin SCMaglev kendi kılavuz yolu için yeni bir ulaşım ağı ihtiacı duyduğundan, yani halihazırda bulunan ulaşım ağlarına entegre edilemeyecek olmasından dolayı tamamen kendine özgü yolu oluşturduğundan ve tüneller açtığından dolayı bütçesi oldukça yüksektir. Benzer şekilde Shanghai Maglev hernekadar şehir içine uygun olarak kullanılsa da kendine özgü yeni bir hat ihtiyacından dolayı kendisi için üst geçitler ve köprüler inşa etmesi gerekmesi bu Maglevi

pahalı kılmaktadır. Aynı şekilde Virgin Hyperloop ta kendine özgü vakum ortamı barındıran tüneller oluşturmak durumundadır.

MM Maglevin bunlara ihtiyaç duymadan olabilecek en sade ve kompakt tasarım ile oluşturulmuş olması maliyetini oldukça düşürür. Maliyetini düşüren bir diğer etmende maksimum hız noktası ve yolcu kapasitesi dir. Benzerlerine kıyasla düşük kalan maksimum hız, onu maliyet açısından daha uygun kılar. Yolcu kapasitesinin de düşük olması tahrik kuvvetini düşük tutmamızı sağlar, bu durumda maliyeti düşürür. Maliyet açısından karşılaştırma yapacak isek İstanbul'da yapılan metroların bir kısmının maliyeti kilometre başı 100 Milyon TL yi aşmaktadır. MM Maglev, bu metrolara çok yakın bir maliyetle hayata geçirilebilecektir.

Alt Bileşen	Ürün Adı	Üretici	Üretim Yeri
Kabin	Karbon Elyaf	DowAksa	TÜRKİYE
Kabin	Çelik		TÜRKİYE
Kabin İçi	YBCO Süperiletken	Theva	ALMANYA
Merkezi Kontrol	NVIDIA Drive Kit	NVIDIA	ABD
Kabin İçi	VCU	ASELSAN	TÜRKİYE
Kabin İçi	Sürücü Ekran Paneli	ASELSAN	TÜRKİYE
Kabin İçi	Kamera	BüyüTech	TÜRKİYE
Kabin İçi	LiDAR	Velodyne Lidar	ABD
Merkezi Kontrol	C-V2X İletişim	Quectel	ÇİN
Kılavuz Yol	Bakır		TÜRKİYE
Kabin İçi	Sıvı Azot Döngü Sistemi	Oxford Cryosystems	BİRLEŞİK KRALLIK
Kılavuz Yol	Kılavuz Yol Entegre Araçları		
Kılavuz Yol	Kablosuz Enerji Aktarım Sistemi	Electreon	İSRAİL

Tablo.4 Birebir Araç Yerlilik Oran Hesabı Tablosu

Birebir ölçekli modelin önemli kısımlarının yerlilik oranı düşünüldüğünde ve oluşturulan tablo baz alındığında (Tablo.4) yerlilik oranının %46 olduğu ortaya çıkmaktadır. Zamanla geliştirilecek yeni yerli teknolojiler ile bu oran artabilecektir.

6. Uygulanabilirlik

Projenin günlük hayata entegrasyonu için öncelikli olarak kılavuz yolların entegre edilebileceği ana caddeler, otobanlar belirlenerek bir simüle ulaşım ağı tasarlanacaktır. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafınca verilen onay ve destek ile beraber ihtiyaç duyulan parçaların tedariği sağlanarak çalışmalar hız kazanacaktır. Kabinler ve kılavuz yol parçaları sanayi tesislerinde oluşturularak yollara entegrasyona başlanacaktır. Şekil.7 te gösterilmiş olan araçlara benzer bir sistem ile trafik yoğunluğunun en az olduğu zaman dilimlerinde kılavuz yol parçaları yollardaki bir veya iki şeride entegre edilecektir. Bu şeritler metrobüs hatlarına benzetilebilir. Halihazırda bulunan durak ve istasyonlarda altyapı güncellemelerine gidilerek MM Maglev sistemi toplu ulaşım hizmetine başlayabilecektir. Yollardaki altyapı güncellemesi yani Kılavuz Yol yerleştirilmesi tamamlandıktan sonra eklenecek her bir kabin çok daha uyguna gelmiş olacaktır. Sistemi kullanan şehirlerin belli bir noktasına merkezi kontrol istasyonu kurularak MM Maglevlerin uzaktan yönetimi sağlanacaktır.

Projenin hemen bugün ticari olarak hayata geçirilebileceği konusunda teorik olarak bir engel bulunmasa da uygulanabilirlikteki en büyük risklerden olan "entegrasyonun yarıda kalması" durumunun yaşanma olasılığının maliyetinden dolayı yüksek olması bu durumu zorlamaktadır. Bu durumun yüksek risk barındırmasının sebebi, belirlenen güzergah üzerine kılavuz yol entegrasyonu sağlanamaz ise aynı tekerlekli trenlerin rayları yarı yolda kesilmiş gibi bir durumla karşı karşıya kalınacaktır. Bu da trafik yükünü hafifletme hedefimize erişememek anlamına gelmektedir. Bu hedefe erişmek için toplam kılavuz yol uzunluğunun

çok fazla olması ve çok fazla kabinin bulunması gerekmektedir. Daha uygun maliyetli olduğundan ilk etapta devletlerin teşvikleri ile oluşturulabilecek kılavuz yollardan sonra kabin kısmı ticarileştirilebilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Ocak 2022 den Mayıs 2022'ye olan 5 aylık sürecin Proje-Zaman Planlaması tablo halinde sunulmuştur (Tablo.5). Ölçeklendirilmiş modelin hayata geçmesi için gerekli malzemeleri içeren tablo üzerinden yaklaşık maliyet anlaşılabilir (Tablo.6). Bu parçaların bazıları halihazırda elimizde bulunmaktadır. 5,6 ve 7 numaralı harcamalar Mart ayı döneminde yapılmıştır. 3 ve 4 numaralı harcamalar Mayıs ayı içerisinde gerçekleşmiştir. 1 ve 2 numaralı harcamalar ise Haziran ayında yapılacaktır.

No	Malzeme	Adet	Toplam Fiyat
1	DIY Maglev Kit	1	8090 ₺
2	2L Sıvı Azot Tankı	1	4995 ₺
3	150N Elektromıknatıs	4	404 ₺
4	0-15V Güç Kaynağı	1	565 ₺
5	12V Kablosuz Güç Aktarım Kiti	2	850 ₺
6	Arduino UNO	1	160 ₺
7	Mesafe Sensörü	1	22 ₺
	TOPLAM	11 PARÇA	15086 TL

Tablo.6 Malzeme-Fiyat Listesi

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Literatür Taraması	X	X		X	X
Problem ve Çözüm Belirlemesi	X	X			
Tasarım Oluşturulması		X		X	X
Analiz Yapılması			X	X	
Prototipleştirme			X	X	X
Raporlama			X (ÖDR)		X (PDR)

Tablo.5 Proje-Zaman Tablosu

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi

Bu sürecin hedef kitlesi T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı olmakla beraber sadece İstanbulda aylık toplu ulaşım yolculuğu sayısı 85 Milyonun üzerinde olduğundan bireysel yolculuk yapacak olan tüm halkı kullanıcı hedef kitlesi olarak tanımlayabiliriz [13]. Özellikle çok hızlı ulaşım sağlaması ve ilgi çekici bir ulaşım aracı olduğundan bu sisteme olan rağbetin oldukça fazla olmasını beklemekteyiz. Ayrıca çok sık yapılabilecek seferler ile yıllık yolcu taşıma kapasitesini arttırması sağlanacaktır.

9. Riskler

Riskler ve alınabilecek tedbirler tablo halinde paylaşılmıştır (Tablo.7). Aynı riskler numarasına göre olasılık-etki matrisi üzerinde gösterilmiştir (Tablo.8).

Numara	Risk Yaratan Durum	B Planı
1	Altyapının yarıda kalması (Maddi sebep)	Yeni yatırımcı aranması
2	Merkezi kontrolde arıza	Sefer sayılarının azaltılması, merkezi kontrol güçlendirme çalışmaları.
3	Kılavuz Yola yabancı madde girmesi	Kabinin durdurulması ve ekiplerin bu maddeyi yoldan çıkarması.
4	Enerji kaybı/ kesintisi	Kabinlerin güneş panelleriyle donatılması ve bu sayede bir sonraki durağa kadar enerji ihtiyacın giderilmesi.
5	Kılavuz yolda yoğunluk yaşanması	Bu durum bir kılavuz yolun daha açılması gerektiğini gösterir.
6	Tehlike saçan yolcu tespiti	Kabin en kısa sürede durdurularak yolcular dışarı çıkarılır. İhbarda bulunulur.
7	Parça tedariğinde sıkıntı	Yeni üretim tesislerin açılması gerektiğini gösterir.
8	Yolcu kapasitesinin aşılması	Anons yapılması ve durağa yeni kabin yönlendirilmesi.
9	Kaza yaşanması	Üst düzey güvenlik unsurlarıyla (LiDAR, Kamera, Kızılötesi Sensör vb.) donatmak, otomatik acil yardım çağrısı

Tablo.7 Risk ve B Planı

Olasılık Yüksek	8	1	3
Olasılık Orta	4	6	7
Olasılık Düşük	5	2	9
	Etki Düşük	**Etki Orta**	**Etki Yüksek**

Tablo.8 Olasılık-Etki Matrisi

MagnetMode Takımı

10. Kaynakça

[1] İHA, İstanbul Dünyanın en yoğun trafiğine sahip 5'inci şehri oldu, 2022, Erişim tarihi: 2.05.2022, Erişim Adresi: https://www.trthaber.com/foto-galeri/istanbul-dunyanin-en-yogun-trafigine-sahip-5inci-sehri-oldu/43237/sayfa-1.html

[2] Liu, Z; Stichel, S; Berg, M, Technology and development of Maglev and Hyperloop Systems, 2022, Erişim Tarihi: 08.04.2022, Erişim Adresi: https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1631263/FULLTEXT01.pdf

[3] Thorat, A.M., Patil, D.S., & Nadge, Theory of Superconductivity and Use of Superconductors in Magnetic Levitation System, 2018, Erişim tarihi: 22.04.2022, Erişim Adresi: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:212513649

[4] Çodu, M.Y, Türkiye'de Maglev trenlerinin uygulanabilirliğinin araştırılması, 2017, Erişim tarihi: 01.05.2022, Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/418390

[5] Hackett, J., How Do They Do That? A Closer Look at Quantum Magnetic Levitation, 2015, Erişim Tarihi: 22.02.2022 17.00, Erişim Adresi: https://www.scientificamerican.com/article/how-do-they-do-that-a-closer-look-at-quantum-magnetic-levitation/

[6] Ababou, T., Quantum Levitation – Flying vehicles in the near future?, 2019, Erişim Tarihi: 05.01.2022 16.00, Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/342878087_Quantum_Levitation_-_Flying_vehicles_in_the_near_future

[7] Tablora, V., Resonant Inductive Coupling And Wireless Charging For Electric Cars, 2021, Erişim Tarihi: 28.02.2022, Erişim Adresi: https://medium.com/0xmachina/resonant-inductive-coupling-and-wireless-charging-for-electric-cars-6df10b36b67a

[8] Türköver, İ.K; Nakkaş, A, Süperiletkenlik Sayesinde Hareket Eden Taşımacılık Sisteminin Dünyada ve Uzayda Kullanılması, 2022, Erişim tarihi: 15.02.2022, Erişim Adresi: https://drive.google.com/file/d/1STgRo2BVC8mwAqsZXZ23aO7o7xCDNgRu/view?usp=sharing

[9] JRailpass, The Japanese Maglev: World's Fastest Bullet Train, 2022, Erişim tarihi: 03.05.2022, Erişim Adresi: https://www.jrailpass.com/blog/maglev-bullet-train

[10] Central Japan Railway Company, About SCMagLev, 2021, Erişim Tarihi: 03.01.2022 18.00, Erişim Adresi: https://scmaglev.jr-central-global.com/about/

[11] Pang, K, Shanghai Maglev train – The fastest train in the world, 2021, Erişim tarihi: 18.04.2022, Erişim Adresi: https://www.chinahighlights.com/shanghai/transportation/maglev-train.htm

[12] Virgin Hyperloop, 2022, Erişim Tarihi: 05.03.2022 15.00, Erişim Adresi: https://virginhyperloop.com/

[13] İBB, Toplu Taşıma Aylık Yüzde 8.4 Arttı, 2021, Erişim tarihi: 06.05.2022, Erişim Adresi:https://uym.ibb.gov.tr/kurumsal/haberler-ve-duyurular/toplu-taşıma-aylık-yüzde-8-4-arttı

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/ or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.