

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ADİYAMAN İÇİN BİR MONORAY ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Günay TÜMEN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

OCAK 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ADİYAMAN İÇİN BİR MONORAY ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Günay TÜMEN
(501131417)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN

OCAK 2017

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501131417 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Günay TÜMEN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ADİYAMAN'DA BİR MONORAY ÇALIŞMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez danışmanı: **Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr.İlgın GÖKAŞAR
Bogaziçi Üniversitesi

Teslim tarihi : 31 Ocak 2017
Savunma Tarihi : 31 Ocak 2017

ÖNSÖZ

Bu tezi hazırlamamda yardımcı olan danışman hocam Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN'a, Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK'e ve Yrd.Doç.Dr.Ilgın GÖKAŞAR'a desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerinden dolayı kıymetli Ailem'e teşekkür dileklerimi sunarım.

Kasım 2015

Günay TÜMEN
Araştırma Görevlisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1.GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	4
1.2 Literatür Araştırması	4
1.2.1 Dünya genelinden monoray çalışmaları ile örnekler	6
1.2.1.1 Suudi Arabistan Cidde Monoray Sisteminin konsept dizaynı	6
1.2.1.2 Kum monoray projesi.....	7
1.2.1.3 Neden Monoray sistemleri metropoller için büyük bir çözüm sağlar?	9
1.2.1.4 Kent içi trafik için yeni çözüm: Küçük tip monoray sistemi	12
1.2.1.5 ABD’de yaşam alanlarının şekillenmesinde monoray etkileri.....	13
1.3 Hipotez	14
2.KENT İÇİ ULAŞTIRMA	17
2.1 Kent İçi Ulaşım Çeşitleri	18
2.1.1 Yaya ve bisikletliler	18
2.1.2 Özel otomobiller	19
2.1.3 Minibüs-taksi dolmuş	19
2.1.4 Otobüs.....	20
2.1.5 Hafif raylı sistemler	20
2.1.6 Monoraylar.....	21
3.MODERN VE AKILLI BİR ULAŞIM SİSTEMİ: MONORAY	25
3.2 Monorayların Özellikleri ve Tipleri	28
3.2.1 Bindirme tip monoray	29
3.2.2 Askı tip monoray sistemi	31
3.2.3 Kılavuzlama yapısı	33
3.2.4 Güvenlik ve Konfor	35
3.2.5 İtiş gücü ve frenleme sistemleri	36

3.2.6 Makaslama sistemi.....	37
3.2.7 Kontrol ve güvenirlilik.....	38
3.2.8 Çevre ve enerji konuları.....	40
3.2.8.1 Emisyonuz bir sistem.....	40
3.2.8.2 Çevreyi ağaçlandırır	40
3.2.8.3 Doğal yaşam dostudur.....	41
3.3 Şehir İçi Ulaşım İçin Akıllı Bir Ulaşım Sistemi: Monoraylar.....	41
3.3.1 Teknik planlama.....	42
3.3.2 Sürdürülebilirlik özellikler	42
3.3.3 Çevre dostu ulaştırma	42
3.3.4 Verimli-etkili alan kullanımı.....	44
3.3.5 Yüksek güvenli bir sistem	45
3.3.6 Sosyal değeri.....	45
3.3.7 Monoray sisteminin ekonomik özellikleri	45
3.3.8 Dünya genelinde monoray çalışmaları.....	46
3.3.8.1 Sentosa monorayı	46
3.3.8.2 Shonan monorayı.....	47
3.3.8.3 Kitakyushu monorayı	48
3.3.8.4 Moskova monorayı.....	48
3.3.8.5 Wuppertal monoray.....	49
3.3.8.6 Kuala Lumpur monorayı	50
3.3.8.7 Palmiye Adası monorayı	50
3.3.8.8 Las Vegas Monorayı	51
3.3.8.9 Seattle monorayı.....	52
3.3.8.10 Walt Disney World monorayı	53
3.3.8.11 Chongqing monorayı.....	54
3.3.9 Türkiye’de monoray çalışmaları	55
3.3.9.1 Libadiye monoray sistemi projesi	55
3.3.9.2 Sefaköy Halkalı monoray projesi hattı.....	55
3.3.9.3 Tuzla monoray projesi.....	55
3.3.9.4 Mersin monoray hattı projesi	56
4. ADIYAMAN ATATÜRK BULVARI İÇİN TEZ KAPSAMINDA ÖNERİLEN MONORAY ÇALIŞMALARI	57
4.1 Adıyaman İli Trafik Bilgileri.....	60
4.2 Monoray Sistemi Kurulması.....	62
4.3 Güzergah Belirleme	62
4.4 Adıyaman Atatürk Bulvarı Monoray Sisteminin Sağlayacağı Yararlar	66
4.4.1 Maliyet çalışmaları.....	66
4.4.1.1 Monoray hattının inşaat ve araç yatırım maliyetleri	67
4.4.1.2 Monoray hattı işletme ve bakım giderleri	68
4.4.1.3 Monoray hattı işletme gelirleri.....	69
4.4.1.4 Reklam gelirleri.....	69
4.4.2 Tahmini maliyet fayda analizi	70
4.4.2.1 Doğrudan faydalar.....	70
4.4.2.2 Dolaylı faydalar.....	70

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR	77

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Metro, hafif metro ve monoray sistemlerinin karşılaştırılması	23
Çizelge 2.2: Dünyada ki bazı metro ulaşım sistemi maliyetleri	24
Çizelge 2.3 : Dünyanın farklı bölgelerinde monoray ulaşım sistemleri maliyeti	24
Çizelge 3.1: Bazı monoray hatları ve açılış yılları	26
Çizelge 3.1(devamı): Bazı monoray hatları ve açılış yılları	27
Çizelge 3.2: Küçük monoray özellikleri.	29
Çizelge 3.3: Orta monoray özellikleri.	30
Çizelge 3.4: Büyük monoray özellikleri.	30
Çizelge 3.5: Asya kıtasının çeşitli bölgelerinden monoray hattı maliyetleri.	46
Çizelge 3.6: Dünyanın bazı bölgelerinden monoray hatlarına örnekler.	54
Çizelge 4.1:Adıyaman trafik kaza bilgileri.	61
Çizelge 4.2:Adıyaman'da yakıt türlerine göre araçlar verilmiştir.	61
Çizelge 4.3:Adıyaman'da trafik araçlarının egzoz emisyon ölçümü bilgileri.	62
Çizelge 4.4:Monoray hattı istasyonlar arasındaki mesafe.	63
Çizelge 4.5: Atatürk Bulvarı güzergahı üzerinde yolcu sayısı.	64
Çizelge 4.6: Farklı ulaşım sistemlerinin maliyeti.	67
Çizelge 4.7: Monoray işletme ve bakım maliyetleri (Euro).	67

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Adıyaman'ın uydu harita görüntüsü.	15
Şekil 3.1: Bindirme tip monorayın kesit görüntüsü.	31
Şekil 3.2: Bindirme tip 4 vagonlu monoray aracı.	31
Şekil 3.3: Askı tip monoray,(Grava, 2004).	32
Şekil 3.4: Almanya'da "Schwebenbahn" ismiyle anılan monoray hattı, Wuppertal.	33
Şekil 3.5: Bindirme tip monoray aracının kılavuz yapısı.	34
Şekil 3.6: Chongging monorayı araç ölçüleri.	34
Şekil 3.7 : Bir monoray aracının iç görüntüsü.	35
Şekil 3.8: Otomatik araç işletim sistemi konfigürasyonu.	36
Şekil 3.9 : Expo Memorial Park monoray birleşimi.	37
Şekil 3.10: Monorayların taşıyıcı tekerlekleri ve kılavuz tekerlekleri.	38
Şekil 3.11: Malezya Kuala Lumpur Monorayı, otonom entegre kontrol sistemlerinin bilgisayar kontrol odası.	39
Şekil 3.12: Araç kontrolünün sağlanmasını sağlayan birincil ve ikincil iletim ağları.	39
Şekil 3.13: Las Vegas monorayı.	40
Şekil 3.14: Disneyland monorayı.	41
Şekil 3.15: Yolcu ulaşımında CO ₂ karşılaştırması (Hellinger, 2009).	43
Şekil 3.16: Ulaşım araçları ulaşım kapasiteleri.	44
Şekil 3.17: Alan kullanımı karşılaştırması (Hellinger,2009).	45
Şekil 3.18: Sentosa monorayı.	47
Şekil 3.19: Shonan monorayı.	47
Şekil 3.20: Kitakyushu monorayı.	48
Şekil 3.21: Moskova monorayı.	49
Şekil 3.22: Wuppertal monorayı.	49
Şekil 3.23 : Kuala Lumpur monorayı.	50
Şekil 3.24: Palmiye Adası monorayı.	51
Şekil 3.25: Las Vegas Monorayı.	52
Şekil 3.26 : Seattle' da şehir merkezi ile 'Space Needle' ile birleştiren monoray sistemi.	53
Şekil 3.27: Walt Disney World monorayı.	53
Şekil 3.28 : Çin Halk Cumhuriyeti Chongqing monorayı.	54
Şekil 4.1: Atatürk Bulvarı'ndaki trafik akışı.	58
Şekil 4.2:Atatürk Bulvarı'ndaki trafik akışı önden görünümü.	59
Güzergaha ait trafik akışının arkadan görüntüsü Şeki 4.3'ten görünmektedir.	59
Şekil 4.3:Atatürk Bulvarı güzergahında trafik akışının arkadan görüntüsü.	59
Şekil 4.4: Monoray hattının geçeceği güzergah.	65

ADİYAMAN İÇİN BİR MONORAY ÇALIŞMASI

ÖZET

Modern yaşamın en önemli öğelerinden biri olan ulaştırma, tüm toplum için can alıcı öneme sahiptir. Modern yaşamın gerekleri ve sunumları arasında en önemlilerinden birinin seyahat etme özgürlüğü olduğu düşünülürse ve bu da insanların istedikleri zaman istedikleri yerde olması gerektiği anlamına gelirse; ulaştırmanın nasıl bir öneme sahip olduğu daha iyi anlaşılır. Bu da şehir yaşantısında etkili, planlı, verimli bir ulaştırma ağının nasıl bir değere sahip olduğunu gözler önüne serer

Ulaştırma sistemlerinin kritik bir şekilde artan bir talep olması ve teknolojiyle, çevreyle iç içe bir ilişkiye sahip olması, planlama uzmanlarının sürekli artan bu ulaşım ihtiyacını, nasıl projelendirecekleri konusunda, büyük zorluk çekmelerine sebep olmaktadır. Lastikli karayolu taşıtlarına, gün geçtikçe artan talep ve bu talep hızına yetişemeyen karayolu ağları, şehir içi trafiğin özellikle zirve saatlerinde, tıkanıklığında büyük rol oynamıştır. İlk olarak şehir içi trafik tıkanıklığı çözüm metodunun yeni yapılacak yollarla olacağı düşünülmüştür. Bu çözüm kısa vadeli olsa da işe yaramış, sorunu çözer gibi gözükmüştür. Ancak zamanla, artan yeni yolların, lastikli karayolu araçlarına olan talebi arttırdığı gözlenmiştir. Tıkanıklık değişmemiş zamanla artmıştır. Uzmanlar çözümü farklı ulaşım seçeneklerinde aramaya başlamışlardır. Şehir içi ulaşımında, tıkanıklığa en iyi çözümün raylı sistemler olduğu anlaşılmıştır. Dünyada, özellikle gelişmiş ülkelerde, bu trafik-yolcu yükünü taşıyabilen yegâne sistemin raylı sistemler olduğu zamanla öğrenilmiş ve bu raylı sistemler gün geçtikçe, artan ulaşım ağlarıyla şehirleri nefes alacak bir konuma getirmişlerdir. Raylı sistemler içerisinde en fazla ağı sahip olan metrolar yüksek maliyetli olduklarından ve uzun süreli yapımlarından dolayı, şehir içi ulaşımında daha ekonomik ulaşım tercihleri gündeme gelmiştir. Bu tercihlerden biri hafif raylı sistemlerdir ancak hafif raylı sistemler ayrı bir ulaşım platformuna gereksinim duymakta, bu da zaten şehir içinde kısıtlı olan alanların tüketilmesi anlamına gelmektedir.

Alan tüketimi konusunda fazlasıyla tasarruf sağlayan monoray sistemi tam bu noktada devreye girmektedir. Monoray sistemi, yerden yükseltili olması, elektrikle çalışması sebebiyle şehir içi toplu taşıma sistemi anlayışında yeni bir dönem açmıştır. Monoraylar, çevreci olması ve modern görünümüyle şehir içi ulaşımında, mevcut sistemlere alternatif bir çözüm olmaktadır. Monoraylar hızı 80 km/saat kadar olabilen, vagon sayısı kapasite ihtiyacına göre değişebilen, tek ray üzerinde seyir halinde olan, yükseltili hatlarda çalışabildiği gibi tünellerde ve yeryüzünde de çalışabilen, alan tasarrufu yapan araçlardır.

Adıyaman nüfus ve sosyo-ekonomik yapı dikkate alındığında özel araç kullanım oranının yüksek olduğu bir şehirdir. Nüfus çeşitli sebeplerden dolayı son zamanlarda hızla artmakta, tarım arazileri dâhil olmak üzere, şehirde boş kalmış alanların çoğu beton yapılarla dolmaktadır. Nüfus artışının etkilediği hizmetlerin başında ulaşım gelmektedir. Şehrin ana arteri sayılan Atatürk Bulvarı, anahtar noktaları dolaşmakta, şehrin tüm mahallelerine girişleri ve şehirlerarası bağlantıyı sağlamaktadır. Ancak bu ana arteri boyu boyunca dolaşan bir ulaşım sistemi mevcut değildir. Atatürk Bulvarı

zerinde, karayolu trafiğini kesintiye uğratmayacak, tıkanıklığı önleyecek, evre dostu ve sürdürülebilir bir ulaşıma çözümü gerekmektedir. Bu tezde, karayolu trafiğini aksatmayacak, kesintiye uğratmayacak, alandan tasarruf sağlayacak, ekonomik bir ulaşıma sistemi olan monoray hattının iyi çözüm olacağı dşınlmektedir.

Bu tezde ilk olarak monoray sistemleri ile ilgili literatür çalışması yapılmış, sonrasında kent içi toplu taşıma sistemlerinden bahsedilmiştir. nc bölümde monorayların genel özelliklerinden bahsedilmiş; dünya üzerinde bulunan örneklerinden ve Türkiye’de bulunan projeler ile ilgili bilgi verilmiştir. Tezin dördüncü bölümünde Adıyaman ile ilgili monoray çalışmalara yer verilmiştir. Son bölümde sistemin kurulması halinde beklenen sonuçlardan ve önerilerden bahsedilmiştir.

Kurulması dşnlen monoray sistemi ile özel araç kullanımı ve karayolu toplu taşıma sistemi kullanıcılarını monoray sistemine çekmek hedeflenmektedir. Görüşü alınan şehir sakinlerine göre karayolu ulaşıma sistemlerinden monoray sistemine geçiş azımsanmayacak oranda olacaktır.

A MONORAIL STUDY FOR ADIYAMAN

SUMMARY

Transport is one of the most important elements of modern life and it has a crucial importance to all community. From the beginning of civilization, transportation has been one of the most vital need for all human kind. Travel freedom is one of the most important requirements and presentations of modern life. Travel freedom means that it should be allowed that people can be anywhere when and where they wanted. This shows us in the city life, how value is to have an efficient, productive and planned transportation network.

Transportation systems have a demand that critically growing by the time. Also, those systems have an interbedded relationship with environment and technology. Therefore transport planning experts have a great difficulty capturing about how they are going to designed the need for this ever-increasing transport demand. Although growing demand to rubber wheeled road vehicles, road networks do not keep up with the rate of the demand especially in inner-city traffic peak hours. Hence this situation played a big role in traffic congestion. At first it was thought that the problem of urban traffic congestion would be solved by the new motorways that opened to service. This solution has worked for short term, it solves the problem in the beginning. But over time it has been observed that increasing of new highways brings with increasing in rubber wheeled vehicles. Contrary to anticipated and planned, traffic congestion has not decreased over time it has increased by the time. Urban planners have begun to search different transportation options for the solution of traffic congestion problem.

It is seen that the best solution for urban transportation is railways systems. In developed countries, it is understood that the only system that can carry the load of traffic passenger is railway systems by the time. The increasing railway systems networks make cities have a position to breathable. There are some species of railway systems. Metro is one of them and it has the highest cost and long-lasting due to the construction time. So metro has the biggest transport network in the railway systems. Because of thhis expensive cost , more economical transportation preferences have come to the fore in urban transportation options. One of these preferences are light rail systems. However light rail systems require a separate area and infrastrcture which vehicle can move through it. So it means that limited area in the city is being consumed by light rail systems. Monorail systems which is exellent for saving space is become irreplaceable at this point. Monorail system, due to elevated from the ground and electricity powered has led to a new understanding of the urban public transport system period. Monorail systems are environmentalist and it has modern appearance which proves to be an alternative solution for the urban transportation. The system operated automatically, it has high technological properties that make the system safest public transit vehicle. The system can be used as a connection transit system to other urban transportation system. This situation is the one of the important purpose of transportation systems which is contact all the transport systems to each othersThis purpose means that transport systems should not have been compare each others all the time, all the systems must have an integrity and connection in the transportation network. Therefore this integrated transport system make easier life for society by its complementary feature.

There are two types of monorails mainly used which are straddle type and suspended type monorails. Straddle type monorails make its movement on the reinforced column structure. This type structure elevated by columns and supported by beams. Therefore it is a very durable and strengthened system. Suspended type system do not have columns below the vehicle. Monorails attached to beam above the system that able allow to movement of the vehicle. The suspended system used rarely because of its appearance and the system needs a bigger space for its construction. It is preferred mostly straddle type monorail system in public transportation because it is more convenient to city apperance.The straddle type monorail presents more reliable transit option and has a good harmony with city view. The straddle type monorail systems do not need a big space for its construction so the system makes space saving with this way. Monorails system does not effect from the weather condition(rain, wind, etc.) as much as the other transport vehicles. Monorails speed can be up to 80 km/h and the system has a variable capacity according to the number of wagons.

Monorails make the environment cleaner by use of electricity power for its operating system. Also the city air becomes cleaner with using this clean energy. In transportation systems for energy issues and for planet future, these kind of system are the best solution. Because monorail systems do not interrupt highway traffic nor damage wild life. Contrary this system can be used in jungle or forest to provide connection between other transport systems. Monorails have a structure that environmentally friendly so that emission of harmful gases such as carbon monoxide, nitrates very low degree. Because of its electricity power sources monorails can be counted emission zero.

All this significant properties of monorail system has an attractive impact on society. Monorail systems are an indispensable transportation systems for big cities. Even cities which are not cosmopolite or very crowded tend to use the monorail systems as a savior for their transport issues. Adıyaman could be one of these cities. Adıyaman is a historical place.It history goes to 40.000 BC. Earlier years of Rebuclic of Turkey it depends on Malatya City. Adıyaman becomes a city in 1954.The city is in the southeast in Turkey.It has borders with Gaziantep, Kahramanmaraş, Şanlıurfa, Diyarbakır and Malatya so the city has many big neighbourd cities makes the city stay small but it is still a developing region. With the influence of the industrial and economic ties with Gaziantep, the development of the city has shifted towards the west of the city. The city has many historical places like Mount Nemrut which take attention of tourists. This place is under protection of UNESCO. Adıyaman has very important reservoirs such as oil, natural gases and marble stone. The city has an old infrastructure system that has not been changed since early years of its establishment. The city has a crowded main boulevard which is called Atatürk Boulevard. This is the only main boulevard that open all the key point of city so it provides main highway traffic in city. Although Adıyaman has traditionally demographic and socio-economic structure; private car usage is high there in the city. The population increases rapidly due to various reasons such as including farmland, lately most of the empty fields get filled with construction of buildings in the city. Transportation is one of the top services affected by the increasing population. Considered the city's main artery Atatürk Boulevard, getting around the key points and all the city's neighborhoods and long distance trips feed the artery. Adıyaman University, one of the big hospitals such as Park Hospital and 82.yıl Hastanesi , Küçük Sanayi Sitesi as a business gate of many people. areIt is on the boulevard.This makes a lot of people travelling every day to go work,study and g oto hospitals on the boulevard. It is necessary for the transportation sector to be developed

in the city in order to be able to develop the city with such a rich history and natural beauties, to introduce itself and to appreciate the worth it deserves. However this main artery Atatürk Boulevard ,in the city, does not have a transportation system which throughout travel the city.

Different transportation systems can be considered to solve the traffic intensity coming to Ataturk Bulvar. Examples of these systems are metrobus, light rail systems, public transport system options such as trams, and ramp measurement. However, these public transport systems are in a situation where the city can take negative public reaction to this route. Because this region of the city is the most valuable part of the city in terms of real estate. An expropriation process that would be required for a different road transport vehicle and tracked rail systems will cause people to react. For this reason, the best solution for relieving traffic on Adıyaman Atatürk Boulevard will be monorail system, which needs less space than all other road and rail systems.

The monorail system which is clean ,nature friendly and scrupulous about covering the area will relieve the traffic congestion that the Atatürk Boulevard route has. It is not necessary to cut off road transportation for the installation of the monorail systems, but the highway traffic can easily continue with the monorail system. This is why the monorail systems are installed in an elevated way.

Firstly, the previous studies take places in literature view of this thesis. In these studies, monorail system was mentioned in big cities of different countries. The next section mentions public transport systems and vehicles used in urban transport. The pros and cons of these systems are emphasized. In the third chapter, general properties of monorails are mentioned and examples of using of monorails in different parts of the world are given. In the fourth chapter, some studies on the establishment of monorail in Adıyaman province were given. In the last part of the thesis, the results of this thesis are examined.

1.GİRİŞ

Adıyaman, tarihin bilinen en eski yerleşim yerlerinden biridir. Adıyaman Palanlı Mağarasında yapılan incelemelerde kent tarihinin M.Ö. 40.000 yıllarına kadar uzandığı anlaşılmıştır. Adıyaman'da Hititliler, Asurlular, Hurriler, Frigler, Persler, Makedonlar, Kommageneliler, Romalılar ve Bizanslılar yaşamıştır. Şehri 8. yüzyılda Emevi komutanlarından Masur İbni Caneve kurmuştur. Daha sonra Abbasiler, Eyyübler, Selçuklular, Memlükler ve Osmanlı egemenliğine girmiştir. Cumhuriyetin kuruluşundan 1954 yılına kadar eski idari yapısı korunarak Malatya'ya bağlı kaza konumunda olan Adıyaman 1 Aralık 1954 tarihinde 6418 sayılı Kanunla Malatya'dan ayrılarak müstakil il haline gelmiştir.

Adıyaman ilinin yüzölçümü 7.644 km² olup, rakımı 669 m'dir. Adıyaman Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alır. Şehrin kuzeyinde Malatya, güneyinde Şanlıurfa, güneybatısında Gaziantep, doğusunda Diyarbakır ve batısında Kahramanmaraş illeri vardır. Adıyaman 38°11' - 37°25' kuzey enlemi ile 39°14' - 37°31' doğu boylamı üzerinde yer alır.

Adıyaman'ın kuzey kesimi Torosların uzantısı olan Malatya Dağları ile çevrilidir. Çelikhana, Gerger ve Tut İlçelerinin arazilerinin çoğu dağlıktır. İlin belli başlı dağları; Akdağ, Dibek, Ulubaba, Gördük, Nemrut, Bozdağ ve Karadağ'dır. Güneye inildikçe ova nitelikli araziler başlar. Kahta, Samsat, Keysun ve Pınarbaşı ovaları ilin önemli ovalarıdır. Fırat Nehri ilin en önemli akarsuyudur. Gölbaşı, İnekli, Azaplı ve Abdulharap gölleri doğal, Atatürk Barajı ise suni göldür.

Adıyaman'ı doğudan batıya doğru bölen Anti Torosların kuzeyinde kalan dağlık bölgenin iklimi ile güneyinde kalan bölgenin iklimi birbirinden farklıdır. Güneyi, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı; kuzeyi, yazları kurak ve serin, kışlar yağışlı ve soğuktur. Atatürk Baraj Gölü alanının oluşmasından sonra, ilin ikliminde bir yumuşama ve nem oranında bir artış olmuştur.

İklimine benzer olarak bitki örtüsü de çeşitlilik göstermektedir. Yüksek rakımlı yerler genelde meşe ağaçları ile kaplanmış olmakla birlikte su ve toprak erozyonu nedeni ile çıplak hale gelmiş araziler de mevcuttur. Yaz mevsiminin uzun ve kurak geçmesi dolayısıyla orman içi bitki örtüsü yok denecek kadar azdır. Tarım yapılmayan alanlar

çayır, mera, yabani ağaçlar ve makilerle kaplıdır. Sazlık, bataklık alanlarda suyu seven bitki türlerine rastlanmaktadır. Rakım yükseldikçe ağaç türleri değişmekte, kimi bölgelerde meşeliklere rastlamak mümkün olmaktadır.

Adıyaman ili dünyanın sekizinci harikası sayılan ve UNESCO tarafından koruma altına alınan dünya kültür mirası Nemrut Dağı'na ev sahipliği yapmaktadır. şehrin doğal güzellikleri,  elikhan havzasındaki "Yüzen Adalar", Gölbaşı'ndaki "Gölbaşı, İnekli ve Azaplı G lleri"nin kıyısında yaşayan kuşların oluşturduğu "Kuş Cenneti"dir. Hititler döneminden kalma "Malpınar Hiyeroglif Yazıtı", Romalılar döneminden kalma Antik Perre şehri'ndeki "Roma  eşmesi"dir. Kommagene Krallığı döneminden kalma tek kemerli "Cendere Köprüsü"dir. İslami dönem harikası olan "Altınlı Köprü", erken dönem Hristiyanlarının yerleşkesi olan "Zey Mağaraları, Gümüşkaya Mağaraları, Turuş Kaya Mezarları, Haydaran Kaya Mezarları, Hısn-ı Mansur Kalesi'dir. Eski Besni Harabeleri, her katmanı ayrı bir uygarlığın izlerini taşıyan höyükleri ve bu höyüklerde yapılan arkeolojik kazılardan elde edilen, Paleolitik dönemden günümüze kadar yaşamış her çağa ait 30.413 eserden oluşan zengin bir koleksiyona sahip m zesiyle Adıyaman, kuşkusuz ki çok büyük kültür, inanç ve sağlık turizmi potansiyeline sahip bir şehirdir.

Adıyaman ili yer altı kaynakları bakımından da zengindir. Bunlara bir örnek olarak şehirden elde edilen petroldür. 1954 yılında, 6326 sayılı Petrol Kanunu'nun kabulünden sonra yabancı şirketler petrol aramak amacıyla Türkiye'ye gelmiş ve 1958 yılında California Asiatic Oil ve Texaco Overseas Petroleum tarafından kazılan Kahta-1 Kuyusunda Adıyaman Bölgesindeki ilk petrol keşfi gerçekleştirilmiştir. Adıyaman Bölge Müdürlüğü'nce 2014 yılında 3,2 milyon varil ham petrol, 563 bin m³ doğalgaz üretilmiş olup, 12 adet arama-tespit kuyusu petrollü olarak tamamlanmıştır. şu an şehirde mermer ocakları bulunmakta olup bu ocaklardan elde edilen mermer başta Japonya olmak üzere farklı ülkelere ihraç edilmektedir. Bu sayede yöre halkı için bir istihdam kaynağı daha ortaya çıkmıştır.

Adıyaman şehri Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin batı kısmında yer almaktadır. Hala gelişmekte olan bir ildir. şehir Gaziantep yönünde bulunan Besni ilçesine doğru yani şehrin batısına doğru gelişmeye daha müsaittir. Gaziantep ile olan sanayi ve ekonomik bağların etkisiyle de şehrin gelişim y n  şehrin batısına doğru kaymıştır. Ayrıca şehrin  niversitesi Adıyaman  niversitesi, büyük hastanelerden Park Hospital ve Adıyaman'da, birçok insanın iş kapısı sayılan Küçük Sanayi Sitesi şehrin batısında

olup Adıyaman Üniversitesi ile komşu yapılarıdır. Bahsi geçen bu tüm önemli noktalar Atatürk Bulvarı üzerinde konumlandırılmıştır. Bu durum her gün iş, eğitim ve sağlık gibi farklı sebepler dolayısıyla Atatürk Bulvarı'nı kullanan yolcu sayısının yoğun olduğu anlamına gelmektedir. Anlaşılabacağı üzere şehrin en yoğun olduğu yolcu hattı, şehrin en önemli çekim merkezlerinin bulunduğu Atatürk Bulvarı güzergâhıdır. Bulvar şehrin bir ucundan diğer ucuna kadar uzanmakta olup şehirlerarası yola bağlanmaktadır. Bu güzergahta oluşan trafik tıkanıklığı özellikle önemli günlerde, zirve saatlerinde ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Bu tıkanıklığı çözmek için çeşitli çözümler ortaya konabilir. Böylesine zengin bir tarihi ve doğa güzellikleri olan şehrin gelişebilmesi, kendini tanıtabilmesi ve hak ettiği değeri görebilmesi için şehirde ulaşım kolunun gelişmiş olması gereklidir.

Atatürk Bulvarında meydana gelen trafik yoğunluğunu çözmek için farklı ulaşım sistemleri düşünülebilir. Bu sistemlere örnek olarak metrobüs, hafif raylı sistemler, tramvay gibi toplu taşıma sistem seçenekleri ve rampa ölçümü verilebilir. Ancak bu toplu taşıma sistemleri şehrin bu güzergahı için kamuoyundan olumsuz tepki alabilecek bir durumdadırlar. Zira şehrin bu bölgesi emlak ve gayrimenkul bakımından şehrin en değerli kısmıdır. Farklı bir karayolu ulaşım aracı ve alan kaplayan raylı sistemler için gerekecek bir istimlak işlemi, insanların tepkisine sebep olacaktır. Şehrin bu bölgesinin kurulumu tamamlanmış olduğundan, istimlak işlemine gerek duymadan, bu güzergahta oluşan trafik tıkanıklığını azaltan, bir toplu taşıma sistemi gerekecektir. Rampa ölçümü konusundaki en büyük eleştirilerden biri, otoyoldaki trafik akışını optimize etmek için geliştirilen, rampa kontrol stratejilerinin oluşturduğu kuyruklardaki rampaların, neden olduğu gecikme olmuştur(Özbay,Yaşar,Kachroo, 2004).Bu sebeplerle Adıyaman Atatürk Bulvarı'ndaki trafiğin rahatlaması için en iyi çözüm, alan ihtiyacının tüm diğer karayolu ve raylı sistemlerinden daha az olan monoray sistemi olacaktır.

Temiz enerjili, doğa dostu olan ve alan kaplama konusunda tutumlu davranan monoray sistemi, Atatürk Bulvarı güzergahının sahip olduğu trafik tıkanıklığını rahatlatacaktır. Bahsi geçen bölgeye monoray sistemlerinin kurulması için karayolu ulaşımını kesmek gerekmez, karayolu trafiği monoray sistemi ile akışına rahatça devam edebilir.Bunun sebebi monoray sistemlerinin yükseltilmiş bir şekilde kurulmasıdır. Şehir içinde kolonlar ve kirişler aracılığıyla taşınır desteklenen sistem, mevcut güzergahın trafik

akışına engel olmayacak, değişebilen kapasitesi ile uzun vadeli bir ulaşım çözümü olacaktır. Yükselti olması sebebiyle seyahat etme fikri yolcuları sisteme çekecektir.

Bu tezde ilk olarak monoray sistemleriyle ilgili literatürde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalarda farklı ülkelerden büyük şehirlerde monoray sisteminden bahsedilmiştir. Sonraki bölümde şehir içi ulaşımında kullanılan toplu taşıma sistemlerinden ve araçlardan bahsedilmiştir. Bu sistemlerin artı ve eksileri üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde monorayların genel özelliklerinden bahsedilmiş ve dünyanın farklı bölgelerinde monoray kullanımıyla ilgili örnekler verilmiştir. Dördüncü bölümde Adıyaman iline monoray kurulması ile ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir. Tezin son bölümünde ise bu tez konusundan çıkarılan sonuçlar irdelenmiştir.

1.1 Tezin Amacı

Adıyaman şehrinde bulunan toplu taşıma ulaşım araçları, her ne kadar şehrin büyük kısmına yetebilse de asıl tıkanıklığın yaşandığı ve şehrin ana arteri sayılan Atatürk Bulvarı'nın trafik yoğunluğu, şehrin az gelişmişliğine göre azımsanmayacak kadar fazladır. Özellikle zirve saatlerinde, özel otomobillerin ve dolmuşların etkisiyle, Atatürk Bulvarı tıkanma noktasına gelmektedir.

Bu tez ile amaçlanan, Adıyaman ilinde trafiği rahatlatmak maksadıyla, mevcut karayolu ulaşım sistemlerine bir alternatif olarak, karayolu trafik tıkanıklığını azaltabilecek bir sistem olan monoray hattının, şehrin ana arteri sayılan Atatürk Bulvarına kurulması ile ilgili çalışmalar yapmaktır.

Bu tez konusu olan çalışmada ilk olarak, şehir içi genel ulaştırma sistemleri hakkında bilgi verilmiş, bazı karşılaştırmalar yapılmış, dünya genelinde monoray sistemleri kullanımından örneklerle bahsedilmiştir. Bu monoray ulaşım sisteminin teknik özelliklerine ve yararlarına değinilmiş sonra Adıyaman'a monoray hattı kurulmasıyla ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Tüm ulaştırma çeşitlerinden verimli bir şekilde yararlanabilmek için, bütün ulaştırma kollarının etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Çünkü ulaştırma türleri arasında yaşanan kullanım dengesizlikleri, hem ulaşım akışının sekteye uğramasına hem de çevrenin bundan olumsuz etkilenmesine sebep olur. Ulaşım sistemlerinin, yük ve yolcu taşımasında, ulaşım türleri arasında birbirini dengeleyen ve tamamlayan

şekillerde kurulması, tüm şehirler ve yerleşim birimleri için en uygun yaklaşımdır. Ulaşım türlerinin, birbirleriyle rekabet halinde olmasındansa, uyumlu ve bir bütün şeklinde çalışması sistemin iyiliği için gereklidir.

Şehir içi toplu taşıma planlamasında ilk aşama, şehrin karakterini ve istenen halini tanımlamaktır. Çeşitli aktiviteleri barındıran bir şehir; tüm nüfus için hareketliliği sağlayan, çevreyi ve sosyal yaşantıyı önemseyen, ekonomik, ulaşım sistemleri ile caddeler arasında dengeyi iyi koruyan bir sistem tasarlanmalıdır. Ayrıca uygun yürüme koşulları ve insan odaklı yaşam alanları bu şehre dâhil edilmelidir. Toplu taşıma sistemleri ile otomobil yolculukları arasında istenen dengeyi sağlamak için, toplu taşıma sistemleri hızlı ve güvenilir işletim sistemine sahip olmalıdır.

Toplu ulaşım sistemlerini tasarlamak; gelecekte olabilecek ulaşım talep analizi temel alınarak hazırlanmalıdır. Bu planlamada 2 kategori vardır. Birincisi, tipik olarak küçük, bazen orta ölçekli şehirlerde, caddelerdeki, daha çok otobüslerden oluşan ulaşım sistemlerinin, gelecekte yeterli olup olmayacağının tahmini üzerinedir. Bu durumda yapılan planlama, ulaşım hatlarının ağlarını ve onların işletilmesi için gerekli düzenlemeleri içerir. Bu düzenlemeler alt yapı modifikasyonlarını, kontrol sistemlerini, işaretleme kavşaklarını kapsar. İkinci kategori; büyük şehirlerde yapılan daha kapsamlı ulaşım planlamalarıdır. Yüksek performanslı ulaşım ağlarının tanımlanmasını veya var olanın ağların genişlemesini ve cadde trafiğinden bağımsız bir şekilde işletilmesini ifade eder.

Yüksek oranda özel otomobil sahiplerinin olduğu endüstrileşmiş ülkelerde ulaşımın rolü; şehirlerin büyüklüğüne ve karakterine göre değişir. Küçük şehirlerde, toplu taşıma sosyaldır, otomobili olmayan insanlara hizmet eder, araç sürmeyen veya süremeyenlere hizmet eder. Trafik tıkanıklığı az olur. Orta ölçekli şehirlerde, toplu taşıma hizmetleri; ulaşım tıkanıklığını, hava kirliliğini, büyük park alanlarına olan ihtiyacı azaltan, direksiyon kullanmaya alternatif bir faktördür. Büyük şehirlerde toplu taşıma, yüksek orana sahip seyahatlerin gerçekleştiği en etkili ulaşım sistemlerini temsil eder. Toplu taşıma yaygın kullanılmazsa, yüksek hacimli yolculuklara ev sahipliği yapan karayolları, kapasitesi yetersiz kalacağından, şehirlerde muazzam oranda tıkanıklık yaşanır. Toplu ulaşım az kullanıldığı veya yetersiz kaldığında, geniş park alanlarına ihtiyaç duyulurdu ve bu da sosyal aktivitelerin yapılacağı alanların azalmasına, yayalar için güvensiz bir yaşama sebep olurdu. Bu durum şehirlerin yaşanabilir olmasına engel olur ve ekonomik açıdan birçok olumsuzluğu beraberinde getirirdi.

Gelişen ülkelerde toplu taşıma, endüstrileşmiş ülkelerde olduğundan daha önemlidir. Hızla büyüyen şehirlerin, yüksek yoğunluğunu karşılamak için, gerekli kapasiteye sahip olması gereken toplu taşıma sisteminin yarattığı ekonomik verimlilik, araç sahibi olmayan büyük çoğunluk için hayati önem taşımaktadır.

1.2.1 Dünya genelinden monoray çalışmaları ile örnekler

1.2.1.1 Suudi Arabistan Cidde Monoray Sisteminin konsept dizaynı

Suudi Arabistan krallığı her yıl 100.000 Suudi'nin iş dünyasına atıldığı, yüksek nüfuslu genişleyen şehirleri için muazzam altyapı projelerini yüklenmektedir. Dünyanın en büyük petrol ve gaz üreticisi olan Suudi Arabistan, finansal kaynak olarak hidrokarbon türevlerine güvenmektedir. Mekke ve Medine'den gelen 2 milyon kadar hacı adayının, yıllık hac görevlerini yapmaları için Cidde, geçiş kapısı görevini yapmaktadır. Cidde, antik bir geçiş kapısı olarak şehir dışı ulaşımında hava yoluna güvenmektedir. Cidde hava alanı, dünyanın en büyük hava alanlarından biridir. Ancak şehre gelen turistlerin şehir merkezine ulaşımını sağlayacak, kara ulaşımı konusunda ihtiyacını karşılayacak yeterli ulaşım sistemleri bulunmamaktadır. Şehirde ulaşımı sağlayan karayolu hatları etkisiz kalmaktadır. Buna sebep olarak, bölgenin karakteristik iklim özellikleri yani yüksek hava sıcaklıkları ve düzenli olarak meydana gelen kum fırtınaları gösterilmektedir. Dolayısıyla devlet otoriteleri, alternatif ulaşım sistemleri arayışına girişmişlerdir.

Cidde hala dışa kapalı bir şehirken, şu an kendini hacı adaylarının daha uzun süre konakladıkları turistik bir merkez olarak konumlandırmak istemektedir. Şehir içinde ulaşımı sağlayan özel küçük otobüslerin, düzenli rota ve tarifeleri olmasına karşın; büyük toplu taşıma otobüslerinin düzenli bir tarifeleri bulunmamaktadır.

Genişleme planının bir parçası olarak, Cidde'de hacı adaylarının, vatandaşların, iş ve turistik amaçlarla seyahat eden insanların, istedikleri varış noktalarına ulaşmaları için, büyük bir raylı sistem ağı vardır. Bu ulaşım ağının bir kısmında, şehrin antik bölgelerini şehrin modern kısımlarına bağlayacak olan bir monoray hattı kurulması düşünülmektedir. Monoray hattının rotasını belirlemek için coğrafik konumlar, nüfus yoğunluğu, seyahat sebepleri ve varış noktaları dikkate alınacaktır. Projenin sınırları kuzeydeki hava alanından, güneydeki Al Jami'ah Üniversitesi'ne kadardır. Suudi Arabistan'ın yönetim şekli ve gelenekleri göz önüne alınarak, İslami usullere göre bir oturma düzeni yapılması öngörülmektedir. Bu oturma düzenine göre aileler, bekâr

erkek ve kadınlar birbirinden farklı bölmelerde seyahat edeceklerdir. Ancak zaruri durumlarda, hat kapasitesinin zorlandığı zamanlarda bir aracın bir ucunu bekâr erkek ve diğer ucunu bekâr kadınlar dolduracak şekilde düzenlemeler yapılabilir.

Yüksek oranlı nüfus artışını göz ardı edersek; hac dönemi ve mevsimlik işçiler şehrin nüfusunu geçici olarak yarı yarıya arttırmaktadır. Kadınlara sürüş izni verilmesi halinde trafikte bulunan özel araç sayısı ikiye katlanacaktır. Bu demek oluyor ki gelecekte şehir için izdiham ve tıkanıklık her zamankinden fazla olacaktır. Sonuç olarak yol altyapısını kullanarak ve yeterli istasyon duraklarına sahip, entegre edilmiş bir monoray sistemi Cidde şehri için en mantıklı çözüm yoludur. Yolcuların ve sürücülerin, bu toplu taşıma sistemini seçmeleri için sistemin etkili, erişimli, ucuz olması gerekmektedir. (Abosuliman, Kumar, Alam, ve Rasjidin, 2011)

1.2.1.2 Kum monoray projesi

Kalite maliyeti, bir ürün veya hizmetin teslimat öncesi ve sonrasında oluşan sorunların, toplam maliyetidir. İçsel kalite maliyetinin az olması, firma işletme masraflarının artmasına sebep olur. Bu masraflara örnek olarak, yapılmış bir işi tekrar yapmak, malzeme israfı verilebilir. Dışsal kalite maliyetinin düşük olması; sözleşme iddiaları ile hataların düzeltilmesi, gelecekte mümkün olan iş fırsatlarının kaçırılması açısından karın azalmasına sebep olur. Düşük kalite sebeplerinin tanımlanmasında ve bunların doğrudan ve dolaylı ederlerinin tahmin edilmesinde, kalite maliyeti kullanılabilir. Sonrasında bu bilgi önemli maliyet tasarrufu ve şirketlerin kalite atılımlarıyla doğrudan ilgili olan kalitenin geliştirilmesi için kullanılabilir.

Kalite maliyetinin belirlenmesi için farklı yöntemler vardır. Uygunluk ve uygunsuzluk maliyeti bu yöntemlerden biridir. Uygunluk maliyetinin kapsamına eğitim, doğrulama, onaylama, denetimler, inceleme, bakım girer. Uygunsuzluk maliyetinin kapsamına, aynı işi yeniden yapma, israf, garanti onarımları girer. Banksa göre, aktiviteleri önlemenin uygulanma maliyeti ilk olarak işletme masraflarını arttırabilir. İşlemlerin zamanla ilerlemesiyle, inceleme ihtiyacına olan gerek artmayacağından, değerlendirme maliyetleri düşecektir. İçsel hataların azalmasıyla tasarruf yapılabilir. Bu kalite maliyeti, az kaliteli ürün veya hizmet ile ilgili olan hataların düzeltilmesi ile ilgilidir. Bu maliyeti temsil edenler doğrudan, somut, gözle görünür kalite maliyetleridir.

Bu projede, İran'daki çoğu projenin yapımında kullanılan geleneksel yöntem olan, tasarla-teklif et-yap modeli kullanılmıştır. İdarece hazırlanan projelerin ihale edilmesi sonucu, ihaleyi kazanan yüklenici firmanın, yapıyı inşa etmesi ve projeyi tasarlayan yönetim tarafından denetlenmesi ile işletilen modeldir. Planlı ve sistemli bir kalite kontrolü ve yapının incelenmesi görevleri, yüklenici için önemli işlemlerdir.

Kum monorayı, İran'ın ilk monoray projesi olup 2010'dan beri yapımı devam etmektedir. Büyük şehirlerinde trafik tıkanıklığını azaltmak için hayata geçirilmiştir. Projenin ilk aşamasında 5 istasyonlu 6 km'lik bir hat uzunluğu yapılması planlanmaktadır. Bu monoray sistemi, şehrin kuzeydoğusu ile şehir merkezindeki büyük camiyi bağlayacaktır. Projenin yaklaşık maliyeti 120 milyon USD olup proje yapım süresi 30 aydır. Projenin saha çalışması inşa süreci ve kalite kontrol yönetimi üzerinde yoğunlaşmıştır. Maliyetleri belirlemek için teftiş denetimleri ve iş göremezlik maliyetini tanımlamak için araştırmacılara proje dokümanı verilmiştir. Eksik bilgiler çeşitli proje çalışanların bilgisine başvurularak, tahminler yürütülerek belirlenmeye çalışılmıştır. Her bir çalışanın eklendiği iş gücü maliyeti, yöneticiler için hayati öneme sahiptir. İş gücü doğrudan ve dolaylı olarak sınıflandırılmıştır. Doğrudan maliyetlerde her bir çalışanın ücretleri olmaktadır. Dolaylı harcamalar sigorta, iş gücü gibi maliyetlerdir.

İş gücü maliyetinin tahmini için doğrudan maliyetler, aylık olarak tanımlanır. Dolaylı maliyetler, hesaplanması güç olan abartılı olarak verilebilen değerlerdir. Her eleman için, toplam maliyetin doğrudan maliyete oranı hesaplanır. Dolaylı maliyetin hesaplanmasında bu oran kullanılır.

Hata maliyetinin tanımlanması için proje boyunca meydana gelmiş her olumsuz iş veya işlemin kaydedilmiş olması gerekmektedir. Bu olumsuzluklardan mümkün olanlarının anında düzeltilmesi gereklidir. Eğer daha büyük çaplı hatalarsa inceleme yapılması için mutlaka kaydedilmelidir.

Bu çalışmada Kum projesinin ilk 18 aylık incelemesi yapılmıştır. Projede en büyük kalite çatlağı özel nitelikte bir takım faktörünün uygulanması ve üstlenilen görevin tekrar eden niteliğidir. Yüklenici tarafından proje çizimlerindeki hata ve ihmaller inşaata başlamadan önce tanımlanmış, bu da çalışma mekanizmasında ve kalitedeki hataların etkili bir şekilde azalmasını sağlamıştır. İnşaatın ilerleme işlemlerinde temel alınan kalite maliyetinin ölçümüdür. Ancak hala birçok yüklenici bunu yapma

konusunda isteksizdir. Bu çalışmada elde edilenler sayesinde, yüklenicilere kalite maliyetinin ölçülmesinin önemi gösterilmiştir. (Jafari,ve Love,2013)

1.2.1.3 Neden Monoray sistemleri metropoller için büyük bir çözüm sağlar?

Günümüzde monoray sistemleri şehir gelişimini estetik ve kolay entegre olan uygun maliyeti ve anahtar teslimi projeleri ile arttırmaktadır. Tam otomatik işletimi, güvenilir, koruyucu, hızlı hizmeti ve bunu sürekli şekilde yapan bir araç sistemi için gereklidir. Günümüzün otomatik araç işletim teknolojisi; güvenilir sefer süresini, sistem kapasitesini maksimum hale getirecek şekilde optimum sefer sayısına izin vererek ve sistem bakımının yapılmasını sağlayarak yapmalıdır. Monoray sistemi kılavuzlama sistemi sıfır emisyon vaat ederek çevreye saygılı davranarak işletilmelidir.

Monoray tarihçesi

İlk monoray sistemleri geleneksel raylı sistemlere alternatif olarak 19 yy.' da gün yüzüne çıkmıştır. Sonraki yüzyıla kadar ticari anlamda monoray sisteminin teknolojisi gelişmemiştir. İlk zamanlarda 2 çeşit monoray sistemi vardı: Askı tip ve Bindirme tip monoray sistemleri.

Askı tip monoray sistemi bir kirişe tavanından tutturulan ve altında bir destek olmadan hareket eden sistemdir. İlk deneme Almanya'nın Wuppertal monorayı olup 1901 senesinde hayata geçirilmiştir.

Bindirme tip monoray, betonarme kirişler üzerine yerleştirilen araç sistemi olup 1950 yılında alman Alweg firması tarafından Walt Disney Californiya'ya kurulan sistemdir. Günümüzde birçok Hitachi, Scmi, Bombardier gibi firmaların başarılı monoray sistemleri, bu firmanın izinde hayata geçirilmiştir.

Bombardier monoray sistemleri tarihçesi

Yeni anahtar teslimi ulaşım çözümlerine bir katkı Bombardier firmasının 1991 yılında Florida'da INNOVIA Monoray 100 adlı sistemi ile olmuştur. Bunu izleyen JTA monoray sistemi Jacksonville Florida'da 1998 yılında hayata geçirilmiştir. Bu adım muazzam bir teknolojik gelişmenin başlangıcı olmuştur. Bombardier 2.nesil monoray teknolojisini 2004 'te Las Vegas Nevada'da sunmuştur. Bu yeni INNOVIA monoray sistem teknolojisi birçok estetik özellikleri ve işletim sistemlerinde ilerlemeleri beraberinde getirmiştir. Bombardier dünya çapında toplu taşıma sistemlerinin birikmiş

tecrübeleriyle yeni nesil bir kitle taşıma sistemlerinde INNOVIA Monorayı 300'ü sahaya sürmüştür. Bu sistem daha dirençli ve zinde bir toplu taşıma aracı olacaktır.

Günümüzde kentsel ulaşım da zorluklar

Planlama uzmanları güvenilir erişilebilir yüksek kapasiteli toplu taşıma sistemleri sağlama konusunda sürekli zorluk yaşamaktadırlar. Geçmişte şehir planlamacıları bu sorununun üstesinden metro sistemleri ile gelmişlerdir. Metro sistemleri pahalı olup inşası için mevcut değerli altyapı sistemlerini bozmaktadırlar. Bazı durumlarda mevcut altyapı sisteminin taşıdığı öneme göre metronun ulaşım seçeneği olmadığı zamanlar olmuştur. Tıkanık şehir caddeleri, eşyaların, hizmetin ve insanların trafik akışında yetersiz kalmakta ve bu da kısıtlı ticarete ve üretimde düşüşe sebep olmaktadır. Mevcut caddeleri genişletmek çoğu zaman bir seçenek olmamaktadır. Çünkü kısıtlı bir alan söz konusudur. Her durumda, zaten tıkanık olan caddelere yeni trafik şeritleri eklemek, artmış kirliliğe ve gürültüye, pahalı sağlık ve sosyal sorunlara sebep olmaktadır.

Dünyanın birçok şehrinde iyi planlanmış ve sağlam kurulmuş şehirlerde, pahalıya mal olmuş su, elektrik altyapı sistemleri mevcuttur. Ayrıca bazı şehirler tarihsel öneme sahip altyapı servislerine sahiptir. Ulaşım sistemleri bu tarihsel değeri olan altyapı sistemlerine zarar vermeden kendi kurulumunu başarmalıdır. Yerden yüksek sistemler bu altyapı sistemlerine zarar vermeden kendi yolunu bulabilmektedir. Toplu taşıma sistemleri sadece güvenilirliğiyle değil şehrin uyumlu görüntüsünü ve silüetini bozmadan, görüntü kirliliği yapmadan da şehir sakinlerinin dikkatini eski yetersiz ulaşım sistemlerinden, kendisine çekmelidir. Bunun yapabilmesi için araç sisteminin; etkili, güvenilir, tam otomatik, sürücüsüz bir sisteme sahip olması, esnek bir çalışma şekli olması gerekmektedir. Böylelikle sistem enerji verimini ve yolcu güvenliğini artırır.

Metropolitler için yeni nesil bir monoray sistemi için piyasa gereksinimleri

Yeni nesil INNOVIA Monorayı 300 Pazar çalışmalarına göre 2.000' den 20.000 yolcu/saat/yön 40000 yolcu/saat/yön'e kadar bir kapasite ölçeği ile çalışmalıdır. Piyasa araştırmasına göre yeni sistemler, teknolojileri ve standartlar ile güvenlik ve araç özelliklerini sağlamalıdır. Bununla beraber pazar payında dikkati çekmek için anahtar sözcükler 'daha keyifli' olmaktadır. Bu kavrama şunları dâhil edebiliriz: karbon ayak izinden uzak, tıkanıklıktan uzak, çevre dostu, sık seferli, etkili, güvenilir,

sürücüsüz tam otomatik bir hizmet sistem, estetik, enerji verimli, sessiz, rahat bir ulaşım sistemi.

Piyasa gereksinimlerini karşılamak için monoray sistemi optimizasyonu ancak, araçta kılavuz sistem ve güç dağıtım sistemlerinden, işletme ve bakıma kadar sistemin tüm unsurları göz önüne alınırsa yapılabilir. Bombardier firması bu mevcut tüm araç sistem unsurları bilgilerini kullanarak INNOVIA Monorail 300 sistem tasarımını yapmaktadır.

Geçmişte monoray gelişmeleri, toplu taşıma sisteminin araç gibi tek unsurları üzerinde yoğunlaşmıştır ve bu da genel rekabetçiliğin azalmasına ve birçok piyasa gerekliliğini karşılanmamasına neden olmuştur. Toplu taşıma makamı perspektifinden, optimize edilmiş bir monoray transit sistemini elde etmek için en iyi yol, en az 10-15 yıllık, önemli bir işletme ve bakım elemanı anahtar teslimi sistemini, satın alma sürecinde öne sürmektir. Anahtar teslimi sistem alımı, kılavuz ve istasyon inşaatı gibi yol unsurları ile araç arasındaki en iyi dengeyi sağlar.

Sürücüsüz Otomatik Sistem

Sık, etkili ve güvenilir bir monoray hizmeti için INNOVIA Monorail 300 sistemine sürücüsüz tam otomatik sistem yaklaşımı gerekmektedir. Bombardier'in CITYFLO 650 çözümü tam otomatik sürücüsüz bir sistemine sahip olup; iletişim tabanlı, en yeni nesil otomatik araç kontrolünü sunmaktadır. Bu sanat teknolojisi sistem araç performansını arttırmakta ve yolcu güvenliği, konfor, uyum konusunda en son teknolojiyi sunmaktadır. Sistem ile araç bekleme süreleri kısılacak ve küçük araçlar ile etkili ulaşım sağlanacaktır. Bu sistemin kurulumu, bakımı ve yayılması zannedildiği kadar pahalı değildir.

Bombardier 1971 yılından beri dünya çapında 40 adet sürücüsüz sistem kurulumu ile önde gitmektedir. Araç sefer sayısının arttırılmasıyla yeni kullanıcılar sisteme dâhil olacaktır. Kullanıcılar için önemli olan varış noktalarına en güvenli ve kısa sürede gitmektir. Çalışmalara göre araç seferleri arasında 2 dakikadan az süreler olması halinde kullanıcı sayısında, büyük bir artış meydana gelecektir. Tam otomatik sistemin bu kullanıcı artışı dışında önemli getirileri vardır. Bu tam otomatik sistem zaman cinsinden araç aralıklarını düşürmekte etkili olduğundan, bu daha kısa araçların kullanılabileceğini ifade etmektedir. Bu araç uzunluğunda kısalma, araç sefer sayısında artışı getirmekte ve beraberinde daha küçük istasyonlara, daha az alana, daha

az istimlak bedeline kadar gidecektir. Daha kısa istasyonlar olması daha küçük platformları gerektirecek, böylece daha az istasyon iletişim ekipmanına, daha az sistem bakıma kadar gidecektir. Bunların toplamında daha düşük bir genel maliyet söz konusu olacaktır.

Tamamen otomatik sürücüsüz çalışma; hızlanma oranının, frenleme hızının ve bekleme sürelerinde güvenilir olmasının sebebi, herhangi bir sürücü kontrolünden bağımsız çalıştığındandır. Artan ortalama tren hızı, gerekli filo büyüklüğünü önemli ölçüde azaltabilir ve böylece sistemin sermayesi, maliyeti ve bakım maliyeti düşebilir. (Timan, Peter E.,2015)

1.2.1.4 Kent içi trafik için yeni çözüm: Küçük tip monoray sistemi

Japonya’da ilk kentsel monoray sistemi olan Tokyo monorayı 1964 yılında kullanıma açılmıştır. Bu zamandan beri üç monoray sistemi Hitachi’nin katılımıyla inşa edilmiş olup bu monoray sistemleri: Kitakyushu, Osaka, Tama’dır.

Okinavada monoray sistemi bindirme tip olup, kamusal yolların üstündeki alanı kaplayacak şekilde günlük karayolu trafiğini aksatmayacaktır. Monorayın lastik tekerlekleri çevre dostu olup düşük dereceli bir gürültü ve titreşim yaratacaktır. Bindirme tip monoray kentsel toplu taşımanın önemli parçası olup diğer toplu taşıma sistemlerine göre avantaj sağlamaktadır. Bu avantajları şöyle sıralayabiliriz; çevrenin gelişimi, daha kısa inşa süresi ve daha düşük maliyet. Japonya’da ki monoray sistemi çevre sorunlarına ve trafik tıkanıklığına etkili bir çözüm olacak ve yerel ekonomiye iyi gelecektir. Kentsel monoray sistemlerine gündelik yolcu sayısının Tokyo, Osaka, Kitakyush şehirlerinden muazzam oranda düşük olan küçük şehirlerden de talepler olmaktadır. Küçük şehirlere monoray kurulumunun finansal açıdan araştırılmasını yapabilmek ve küçük şehirlere monoray inşasını yapabilmek amacıyla Japonya Monoray Kurumu (JMA) bir araştırma komitesi görevlendirmiştir. Hitachi tarafından yönetilen bu komite piyasa talebini bulmak için etraflıca bir araştırma yürütmektedir. Hitachi aracın keskin kurbalarda hareketine sorunsuzca devam edebilmesi için birkaç tasarım unsuru geliştirmiştir.aracın keskin viraj ve kurbalarda sorunsuzca hareket etmesi için bazı teknik parçalar ve daha gelişmiş sinyalizasyon sistemleri bu gelişmiş unsurlardan biridir. Böylelikle bu küçük monoray tipi sistem eğlence parklarında, havaalanlarında, işyeri tesislerinde yerini alacaktır. (Kuwabara,Hiraishi,Goda, Okamoto, Ito, Sugita, 2001)

1.2.1.5 ABD’de yaşam alanlarının şekillenmesinde monoray etkileri

Monoraylar özellikle şehrin zaten gelişmiş bölgelerinde, kısa mesafeler için etkili bir toplu taşıma aracıdır. Geçmişte şehrin karmaşasından kurtulmak için genç aileler banliyölerde yaşamayı seçerlerdi. Şimdi genç Amerikalılar, gelişmiş yaşam tercihleri sebebiyle ihtiyaçlarını yürüme mesafesiyle halledebilecekleri şehre dönüş hareketine başlamışlardır. Gündelik ihtiyaçlarını yürüme mesafesiyle halledebilme olanağı muazzam yarar sağlarken; çoğu insan iş için ve şehrin başka bölgelerine ulaşmak için arabalarını kullanmaktadır.

Özel otomobil kullanımı elbette birçok durumda park sorununu beraberinde getirmektedir. Otomobillerin yolcu kapasitesi sınırlıdır. Yollar arttıkça onları kullanan araç sayısı da artmaktadır. Trafik sıkışıklığı bireyler ve gezegen için beraberinde birçok sağlık sorunu getirmektedir. Kayıtlara göre Los Angeles trafiği 2015 yılında 33 milyon ton karbon dioksit salınımında bulunmuştur.

Monoraylar zannedildiği gibi sırf Disneyland tipi eğlence aracı değil ciddi manada toplu taşıma aracı olarak kullanılır. ABD şehirlerinde büyük ölçekli toplu taşıma sistemleri gelişiminde en büyük masraf ve endişe, alan kazanımıdır. Monoray sistemleri, kolonlar üzerinde olan hat kurulumu ile mevcut olan yapıların minimum yıkımıyla hayata geçirilebilir. Güvenlik açısından bakılınca modern monoray sistemleri mükemmel bir geçmişe sahiptir. Alan ihtiyacı için kısıtlı yıkım gereksinimi, inşa sürecinde yasal sorunlarla muhatap olunmasını azaltır. Yayalarla, arabalarla, bisikletlilerle bir kesişimi olmadığından çarpışma olasılığı neredeyse sıfırdır. Çağdaş monoraylar milyonlarca yolcuyla sorunsuz bir şekilde taşımaktadırlar. Çevresel etkisi; temiz enerjili olması, karbon emisyonunun azaltılması, alan kullanımındaki tasarruflu yapısı bu sistemin bir diğer en önemli özelliğidir.

The Dream modeli: Modern şehrin evrimleşmiş hali olan bu model, iş yerlerine bağlantıyı sağlayan monoray sistemlerinden oluşmaktadır. Çalışan nüfus banliyölere taşınmak zorunda kalmayıp; şehirlerde tüm yaşamsal alanların monoraylarla bağlandığı, tıkanıklığın düştüğü bir çevrede yaşayabilir. Monoray mevcut bulunan hafif raylı sistemin yerini almayacak; iş yerleri ve konutlar arasında bağlantı sağlayacaktır.

Bu proje çeşitli birçok özellikleriyle mevcut olan toplu taşıma seçeneklerinden farklıdır. Bir tanesi henüz tasarlanmamış olan geçiş merkezleri arasında kısa mesafeli

yolculuklardır. Bu öneri şehrin mevcut altyapısı içinde yeni yaşam merkezleri yaratır. Bu monoray projesi duraklar arasında hafif, güvenli, etkili bir seyahat sağlar. Hafif raylı sistemler uzun mesafeli yolculuklar için kullanılırken; monoraylar kısa mesafeli, anahtar noktalar arası geçişler sağlayan, alternatif şehir modelleri oluşturulmasına yardım eden kısa mesafeli toplu ulaşım sistemi olacaktır.

Bu projenin yürütülmesinde sadece yatırımcılar değil devlet kurumları da görev alacaktır. Böylece gelen tüm veriler devlet kurumlarında toplanacak, koordinasyon şehir yönetim ofisleri tarafından gerçekleştirilecektir. Planlama aşamasında yatırımcıların da söz hakkı olacak, hattın tasarımı için tüm katılımcıların görüş birliği sağlaması gerekecektir.

Projenin başarısını değerlendirmek için geniş yelpazeli ölçütler araştırılacaktır. Hatların seyahat edeceği mesafe ölçüsü, konut kapasitesi, trafik etkisi değerlendirilecektir. Bu ölçütler aynı zamanda toplu taşıma kalitesi ve kullanıcı memnuniyeti temel alınarak tasarlanacaktır. Mali analiz yapılırken vergiler, işletim masrafları hesaplanacaktır. Çevresel duyarlılık gereği enerji kullanımındaki azalma ve karbon emisyonu takip edilecektir. Kamusal ve politik desteğin sağlandığı, bütünüyle bir proje için ayrıntılı ve yönlü araştırma ölçütleri kullanılacaktır. (Martinez, 2016)

1.3 Hipotez

Ulaştırma, toplumun ihtiyaçlarını karşılamak için üretilmiş ihtiyaç kollarından biridir. Toplum ihtiyacının, teknolojinin gelişimiyle doğru orantılı olarak karşılanmaya çalışılması, toplumun daha huzurlu ve refah içinde yaşamasını sağlar. Ayrıca karar vericilerin, kamusal ihtiyaçların karşılanmasında, temiz ve güvenli bir ulaşım sistemi seçmeleri, şehir sakinlerinin kendilerini sosyal anlamda değerli hissetmelerini sağlar. Bu çalışma ile Adıyaman'a monoray kurulmasının, şehir sakinlerine yararından ve uzun vadede çevreye olan faydasından bahsedilmiş, monoray hattının geçmesi planlanan güzergâhın şehir için en uygun olduğundan ve ilerde yapılacak bir monoray sisteminin şehre kazandıracığı modern görüntünün, şehre kazandıracığı pozitif etkiye dikkat çekilmiştir. Karayolunun tek ulaşım seçeneği olmadığı ve bölge için 'sıra dışı' sayılabilecek bir ulaşım çeşidinin, uzun vadede şehir için bir gereklilik; Atatürk Bulvarı için farklı ve etkili bir çözüm sistemi olabileceğine vurgu yapılmıştır. Şekil 1'de Adıyaman Atatürk Bulvarı güzergâhının uydu harita görüntüsünü sunmaktadır.



Şekil 1.1: Adıyaman'ın uydu harita görüntüsü.

2.KENT İÇİ ULAŞTIRMA

Ulaştırma canlı veya cansız herhangi bir kütlenin bir yerden başka bir yere taşınma işleminin, zaman ve konum faktörlerine bağlı olarak gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Medeniyetin doğuşundan beri ulaştırma insanlar için temel ihtiyaçlardan biri olmuştur. Gerek gündelik hayatın ihtiyaçlarından; gerek sosyal hayatın getirdiklerinden dolayı ulaştırma medeniyetin doğuşundan itibaren başlı başına evrilen ve büyüyen bir hizmet kolu olmuştur. Ulaştırma çeşitlerini şöyle sıralayabiliriz: Karayolu ulaşımı, deniz ulaşımı, hava yolu ulaşımı, demiryolu ulaşımı, boru hatları ulaşımı.

Bunlar içinde kent içi ulaşımında en fazla kullanılan karayolu ulaşımı ve demiryolu ulaşımıdır. İnsanlar şehir içi ulaşımında özel araç, para transit, kiralık araç ya da toplu taşıma araçlarını kullanırlar.

Özel araçlar bireylerin satın almış oldukları, sahip oldukları ulaşım araçlarıdır. En yaygın türleri bisiklet, motosiklet, özel otomobildir.

Para transit veya kiralık araçlar, insanların belli bir ücret karşılığında kullanabildiği veya birkaç insanın toplanarak araç kiraladığı sistemdir. Taksiler, minibüsler bu sisteme örnektir.

Toplu taşıma araçları, belli kurallar ve fiyatlandırmalar çerçevesinde, tüm insanların gerekli sabit ücreti ödeyerek kullanabildiği sistemlerdir. Bu sistemde belli bir tarife ve planlama vardır. Otobüsler, hafif raylı sistemler, metro toplu taşıma sistemleri arasındadır.

Ulaştırma sistemlerinin çalıştığı teknolojinin anlamı, kullanılan aracın ve seyahat yolunun mekanik özelliklerini işaret eder. Bu özellik 4 ana sınıflandırmadan oluşur:

Destek: Karayollarında lastik tekerlek, raylı sistemlerde çelik tekerlekler, denizyolunda botlar

Kılavuzlama: Araçlarda şoför, demiryolunda kızaklarla, monoray gibi gelişmiş sistemlerde mekanik sistemler.

İtici güç: En yaygını içten yanmalı motor, elektrikli motor; bazı özel sistemler manyetik güç; elektrik gücü için de kablolar kullanılır.

Kontrol: Sistemdeki tek veya tüm araçların düzenlenmesi anlamına gelmektedir. İleri doğru yer değiştirme, sürücünün kontrolünde gerçekleşir. Bazı sistemlerde sürücü bunu elle ve görsel yardımla, bazılarında elle ve sinyalizasyon yardımıyla, otomatik sistemlerde sürücüsüz de olabilir.

2.1 Kent İçi Ulaşım Çeşitleri

Kent içi ulaşımında kullanılan birden fazla ulaşım türü bulunmaktadır. Ulaşım türleri kentin coğrafyasıyla, ekonomisiyle ilgili olarak çeşitlilik gösterebilir. Denize kıyısı olan veya ırmak kıyısı bulunan şehirler için deniz ulaşım araçları kullanılabilir. Maddi açıdan refah içinde yaşayan toplumlar, ulaşım sistemleri maliyetinde yüksek oranlarda harcamalar yapabilirler. Ulaşım türleri, her ne kadar işletmeleri, maddi kazanımları açısından birbirleriyle rekabet içinde olsalar da; gelecek odaklı ulaşım politikaları gereği ulaşım türleri birbirlerini tamamlayan sistemler olmalıdırlar. Toplumun iyiliği, çevrenin korunması ve sürdürülebilirlik konuları ulaşım açısından düşünülürse, tüm ulaşım çeşitlerinin birbirlerini tamamlayan, bütünleyen yapılar olması gerektiği ve ulaşım planlamacılarının, ulaşım konularını bu yönden ele almasının faydalı olacağını söyleyebiliriz.

2.1.1 Yaya ve bisikletliler

Ulaştırmada kısa mesafeler söz konusu olduğunda yayalar için yürüyüş, erişim açısından en etkili olan yoldur. Enerji tüketimi fiziksel bazlı olup bireyseldir, çevreye zararı yoktur. Ayrıca sağlıklı yaşam düşünüldüğünde, yürüyüşün insan sağlığına faydası bir kez daha anlaşılır. Herhangi bir maliyeti olmadığından ülke ekonomisi açısından yararlı olup aynı zamanda, bireylerin bütçesini koruyan bir ulaştırma aktivitesi olarak düşünülebilir.

Bir başka ulaşım aktivitesi olarak bisiklet kullanımı, uzmanların tavsiye ettiği gibi egzersiz olması açısından yararlıdır. Bisiklet diğer ulaşım araçlarına göre daha ekonomik olup çevre dostu bir ulaşım türüdür. Bisiklet kullanımı, çevreci, yeşil doğaya saygılı bir toplum görüntüsü yaratmaktadır. Motorlu karayolu taşıtlarında olduğu kadar alan gereksinimine ihtiyaç duymaz. Ayrıca motorlu taşıt kullanma izni olmayan bireyler özellikle gençler bisiklet kullanmayı seçebilir.

Uzun mesafeler ve zaman kısıtı düşünöldüğünde ulaşımı yaya olarak sürdürmenin, yürüyüşle harekete devam etmenin kent yaşantısına pek uygun olmadığını söyleyebiliriz. Çünkü yürüyüş dakiklik açısından şehir hayatında, gündelik hayatın gereklerine yetişemez, zaman kullanımı açısından pek pratik bir ulaşım türü olmadığı söylenebilir.

Ayrıca herkes bisiklet kullanmayı bilmiyor olabilir veya sağlık koşulları bisiklet kullanımına elverişli olmayabilir. Bisiklet yollarının olmaması bisiklet kullanımına engel olur. Ayrıca trafikte, yayalardan sonra en fazla mağduriyet yaşayanlar, bisikletlilerdir.

2.1.2 Özel otomobiller

Özel otomobiller karayolu ulaşım ağının en önemli aktörlerinden biridir. Kişiyne özel olup istenildiği zaman ulaşım hizmet etmeye uygun taşıtlardandır. Yani bireyin sahip olduğu, arzu edildiği zaman kullanılabilen ve bireye özel bir alan sunan vasıtalarlardır. Ancak olumsuz etkileri de yok değildir. Enerji tüketimi diğer araçlara oranla, kapasite karşılaştırması yapılnca, defalarca daha fazladır. Çevreye, atmosfere zararlı gazlar, bileşimler salınmasında; dolayısıyla sera gazı etkisini arttırmakta fazlasıyla etkilidir. Ayrıca yolcu kapasitesinin düşük olması itibariyle düşünöldüğünde, park yeri konusunda sorunlara sebep olmaktadır. Trafik sıkışıklığının başlıca sebeplerinden biri her bireyin sahip olmak istediği özel ulaşım türü olan özel otomobillerdir.

2.1.3 Minibüs-taksi dolmuş

Minibüs-Taksi Dolmuş, şehir içi ulaşımnda otobüse alternatif olarak görölebilecek bir sistemdir. Hatta otobüsün ulaşamadığı kentin iç taraflarına, kolaylıkla erişim sağlayabilen, manevra kabiliyeti otobüsten daha yüksek olan bir taşıttır. Ulaşım ağı içinde, otobüse göre daha hızlı erişim sağlar. Minibüs-taksi dolmuş; kullanıcılara, otobüslerin toplu taşıma kullanımında olduğu gibi, çeşitli ulaşım kartlarına ihtiyaç duymadan seyahate izin veren yapıdadır. Bu durum yolculara gün içinde pratik bir şekilde ulaşımndan yararlanma imkânı sunar. Özellikle planlanmamış, ani kararlar sonucunda doğan ulaşım ihtiyaçları için faydalı bir özelliktir. Ancak bu sistem otobüsler kadar düzenli işletilebilen bir sistem değildir. Yolcu kapasitesi daha azdır. Trafik ağı içinde düzensizliklere sebep olma oranları fazladır. Diğer motorlu karayolu taşıtlarında olduğu gibi atmosfere, sera gazı salınımında bulunurlar. Minibüs-taksi

dolmuş hatları özel işletmeler olduklarından, ulaşım ile ilgili kararların alınmasında kamuoyu üzerinde etkileri bulunmaktadır.

2.1.4 Otobüs

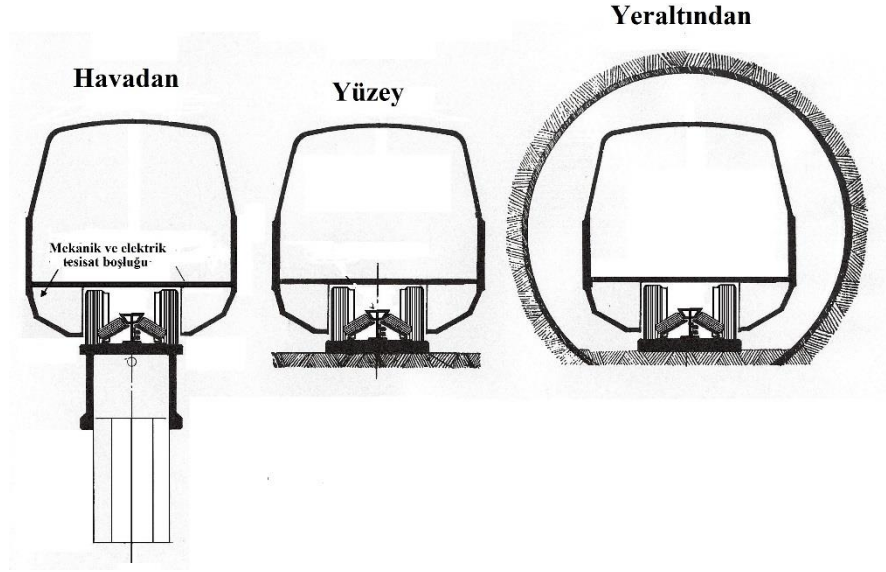
Otobüsler kapasiteleri ile karayolu ağının en önemli vasıtaları sayılırlar. İşletim sistemleri, kullanımları kolay ve pratik olduğundan ve herhangi bir teknik eğitim gerektirmediğinden tercih edilme oranı yüksektir. Tarifeler dikkatli ve özenli bir şekilde düzenlenirse dakik bir ulaşım ağı oluşturularak verimli bir hizmet sunabilirler. Otobüsler yaygın olarak kullanıldığından bakımını yapmak çok zahmetli olmaz. Otobüs kullanımının etkin bir hale gelmesiyle beraber toplu ulaşım teşvik edilmiş oldu. Bu yaygın kullanım hiç şüphesiz çevreye pozitif bir katkıda bulunmuştur şöyle ki toplu taşıma sistemi ile zararlı gazların salınımı nispeten azalmış ve trafik sıkışıklığının azalmasına yardımcı olmuştur. Ancak işletim itibarıyla biraz hantal bir yapıdadır.

2.1.5 Hafif raylı sistemler

Hafif raylı sistemler, klasik tramvayın gelişmiş halidir. Tek operatörle çalışabilen, her 600-1000 metrelik mesafede yolcu istasyonları bulunan, hızı ortalama 60-80km/saat olan, saatlik yolcu kapasitesi 10000-20000 olabilen raylı toplu taşıma sistemleridir. Ülkemizde hala yeteri değeri görememiş hafif raylı sistemler, gelişmiş ülkelerde çoktan ulaşım ağının vazgeçilmez bir parçası olmuşlardır. Yüksek kapasitesi, hızı, tıkanıklığın yok denecek kadar az olması, düzenli ve dakik olması, çevre dostu bir yatırım olması, güvenlik sebepleri ve kapladığı alan bakımından düşünenecek olursak tüm dünyada ve gelişmiş ülkelerde vazgeçilmezliğinin sebeplerini anlamış oluruz. Hafif raylı sistemler şehir içi ulaşım için uygun, entegre edilmiş, koordineli bir ulaşım türüdür. Ayrıca gelir düzeyi yüksek olan kullanıcıların ilgisini toplu taşımaya çekmek için iyi bir taşıt sistemi seçimidir. Modern yaşamın bir gerekliliği ve göstergesi olarak kabul edilmektedir. Kent içi raylı sistemlerde trafik yolcu yükünü, en fazla omuzlayan araç metrolardır. Sistem kendi içinde kapalı olup yer üstü ve yer altında seyrine devam eden ve hafif raylı sistemler içinde en yüksek hızlara çıkabilen toplu taşıma araç türüdür. Yaygın olarak büyük şehirlerde kullanılan toplu taşıma aracıdır. Sistem dikkatle işletilmesi gereken, yüksek maliyetine karşın işletme gideri düşük olan bir kent içi toplu taşıma aracıdır.

2.1.6 Monoraylar

Monoray, üst yollu yakın mesafe elektrikli, toplu taşıma sistemidir. (Gültekin vd.,2003). Bu sistem genel olarak tek bir ray üstünde hareket eden vagon şeklinde tarif edilir. Hizmet verdikleri bölgelerin, coğrafyasına göre hat özellikleri değişebilen monoray sistemlerinin tamamına yakını, yerden belli bir yükseklikte olmasına karşın; hemzemin ve tünel monorayları da vardır. Şekil 2.1’de monorayların bölgesel coğrafik özelliklere göre çeşitleri verilmiştir.



Şekil 2.1: Monorayların bölgesel coğrafik özelliklere bağlı çeşitleri.(Url-21)

Monoraylar, inşa yapısı bakımından ve sahip olduğu teknik özellikler gereği, diğer kent içi ulaşım araç türlerine oranla daha az alan kapladıklarından, şehir planlamasında toplu taşıma kullanımı için uygun araçlardır. Araç hızı 80 km/saat dolaylarında olabilmektedir. Gerek çevreci, temiz enerjili oluşları gerek modern görünümleri sebepleriyle, kent içi ulaşım ağında kullanılmalarının çok isabetli bir karar olduğu düşünülmektedir.

Monoraylar, hâlihazırda sağlık alanı, eğlence sektörü, hava alanları gibi birbirinden farklı mıntıklarda güvenilirliğini ve kalitesini kanıtlamış kent içi ulaşım araçlarıdır. Şekil 2.2’de hastane kullanımı, Şekil 2.3’te havaalanı kullanımı ve Şekil 2.4’te eğlence için kullanımına örnek verilmiştir.



Şekil 2.2: Hastane monorayı, Indianapolis, ABD.(Url-9)
www.forums.roadfood.com



Şekil 2.3: Newark Liberty Uluslararası Havalanı, New Jersey, ABD.(Url-18)
www.rediff.com



Şekil 2.4 : Walt Disney monorayı, ABD (Url-18)
www.rediff.com

Çizelge 2.1’den görüldüğü gibi, monoray ulaşım sistemlerinde en yüksek hız, 55-90 km/saat; hafif metro sistemlerinde azami hız 85-90 km/saat ve metro ulaşım sistemlerinde ise hız 120 km/saat olmaktadır.

Çizelge 2.1: Metro, hafif metro ve monoray sistemlerinin karşılaştırılması.(K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması, Ekim 2008)

	Maksimum Hız (km/h)	Maksimum Yolcu(yolcu/saat/yön)*
Monoray	55-90	23000-33000**
Hafif Metro	85-90	19000-21000
Metro(Yer altı)	120	34000-40000

*yolcu/saat/yön - saatte bir yönde taşınan yolcu sayısı

**Hitachi Large tipi 5 vagonlu trenlerle 49.080 olarak güncelleştirildi.

Bu sistemlerin yolcu taşıma kapasitesi açısından kıyaslarsak, metronun tek yönde saatte 34.000-40.000 yolcu, monoray ulaşım sisteminin saatte tek yönde 23.000 - 33.000 yolcu ve hafif metro için bunun 19.000-21.000 yolcu taşıma kapasitesi olduğu görülmektedir. Ancak kapasitesi yüksek bir monoray aracı (Hitachi Large tipi 5 vagonlu) ile bu kıyaslama yapılırsa, monoray sistemiyle saatte tek yönde taşınabilecek yolcu sayısının 49.080'e ulaştığı görülür. Bu durum monoray ulaşım sisteminin zamanla daha iddialı duruma gelebileceğinin habercisidir.

Çizelge 2.2’de dünyanın çeşitli yerlerinden metro sistemlerinin maliyetleri görünmektedir. Monoray teknolojileri hız ve kapasite açısından metro ve hafif metro ile rekabet edecek düzeydedir. Maliyet olarak kıyaslandığında metro maliyetinden daha az, aynı kapasitedeki hafif metronun maliyetinden biraz daha fazladır.

Çizelge 2.2: Dünyada ki bazı metro ulaşım sistemi maliyetleri.(K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması, Ekim 2008.)

Ulaşım Sisteminin Adı ve Yeri	Hat Uzunluğu	Toplam Maliyet (Milyon USD)	Maliyet/km	Açıklama
Caracas, Venezella	20,4	1,836	90	Yer altı
Skytrain,Bangkok	5,3	393	74	Yer altı
Star,Kuala Lumpur, Malezya	17	850	50	Yer altı- Yer üstü
Taksim-Levent, İstanbul, Türkiye	8,5	631	74,24	Yer altı

Çizelge 2.3’te, birbirinden farklı 4 monoray ulaşım sisteminin maliyet açısından karşılaştırılması görünmektedir.

Çizelge 2.3 : Dünyanın farklı bölgelerinde monoray ulaşım sistemleri maliyeti(K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması, Ekim 2008)

Ulaşım Sisteminin Adı ve Yeri	Hat Uzunluğu (km)	Toplam Maliyet (Milyon USD)	Maliyet/km
Naha, Okinawa (Hitachi)	12,55	533	42,37
Kuala Lumpur Monorail Malezya Monorail	8,52	311	36,76
Las Vegas Monorail (Bombardier)	5,8	352	61,67
Las Vegas Downtown (Bombardier)	5	337	68

Anlaşıldığı üzere, kilometre başına düşen monoray yapım maliyeti çok farklılık göstermekte olup bu maliyet 36.760.000 USD ile 68.000.000 USD arasında değişmektedir. En son inşa edilmiş olan Kuala Lumpur Monoray ulaşım sisteminin, tabloda maliyet açısından en ucuz olduğu anlaşılmaktadır. Ortaya çıkan bu maliyet oranı ile zamanla monoray sistemlerinin yolcu taşıma kapasitesinin arttığını ve kilometre başına düşen maliyetlerin düştüğünü görmekteyiz.

3.MODERN VE AKILLI BİR ULAŞIM SİSTEMİ: MONORAY

Kent içi toplu taşıma sistemleri yeterli konfora ve güvenliğe sahip olmalıdır. Taşıtların yolcu kapasitesi, sistemin saatlik kapasitesi, sistemin yapısal özerkliği, enerji tüketimi, altyapının jeolojik ve topoğrafik gereksinimleri gibi özellikler şehir içi ulaşım sistemleri düzenlemelerinde değerlendirilen önemli hususlardır. Yolcular ulaştırma seçeneklerini sefer sıklıkları, seyahat süreleri, emniyet, konfor, yolculuk maliyeti, hava koşullarına göre gözden geçirirler.

Monoray sistemleri akıllı ulaşım sistemlerinin en iyi örneklerinden olup bilgisayar tabanlı bir işletim sistemine sahiptir. Bunun anlamı; sürücüyü ihtiyaç olmadığı ve otomatik olarak kullanıldığı bu sebeple, beşeri hataların, en azından işletim aşamasındayken yok denecek kadar az olduğudur. Monoray sistemleri tek raylı olup yerden yüksek, kolonlar, kirişler aracılığıyla yükseltilmiş, desteklenmişlerdir. Monorayların hemzemin, tünel çeşitleri de vardır ancak bu türlerin yapılması nadir olarak gerçekleşir.

Monoraylar ana ulaşım hatlarını birbirine bağlamak ve ulaşım talebi olan ama hafif raylı ya da ağır raylı sistemleri gerektirmeyecek şartlar için uygundur. Süper iletken mıknatıs teknolojisi kullanıldığından hızlı olması, kötü hava şartlarında çalışabilmesi ve raylı sistemlerin en büyük engeli olan eğimli coğrafyalara uygun olması, monorayı öne çıkarır.

Monoraylar yerden yükseltili yapıya sahip olduklarından istasyonlara erişim son derece kolaydır. Raylı sistemlerde olduğu gibi istasyon erişimi için yapılması gereken tünellere ihtiyaç yoktur bu sistemde. Bu özelliğiyle monoray sistemi, yapım aşamasında ve kullanım sırasında daha tasarruflu olduğu gösterir. Sistemde ısıtma, havalandırma, güvenlik, yürüyen merdivenler olmadığından yapım ve kullanım aşamasında maliyetten tasarruf edilmiş olur ve diğer sistemlerden daha ekonomik olarak kabul edilir. Sistemde, erişimin sağlanması için ek yapılara ihtiyaç duyulmadığından, çevreyi rahatsız edici kokular bulunmaz.

Yapım teknolojisi metroya oranla basit, kısa süreli ve ucuzdur. Monoray inşasında, şehir içi ulaşımında kullanılan raylı sistemlere oranla, daha az ithal ürün

kullanıldığından, bu durum, iç ekonomiye katkı olarak kabul edilebilir. Sistem, eğer ihtiyaç doğarsa başka ulaşım sistemlerine bağlanarak karma bir ulaşım sistemi oluşturulabilir. Bunun anlamı sistemin alt yapı itibariyle farklı kullanımlara açık olabileceğidir. Böylece, aslında ulaşımın asıl amacına uygun bir şekilde hizmet edilir yani entegre edilmiş koordinasyonları sağlanmış farklı ulaşım tipleriyle, toplumun ulaştırma ihtiyacı karşılanmış olur. Bazı monoray hatları ve açılış yılları Çizelge 3.1’de listelenmiştir:

Çizelge 3.1: Bazı monoray hatları ve açılış yılları

Asya Kıtası Monorayları	
Lotte World, Kore	1986
Jurong Park, Singapur	1991
Taedok, Kore	1993
Bangkok, Tayland	1994
Shenzen, Çin Halk Cumhuriyeti	1998
Sunway City, Malezya	1999
Kuala Lumpur, Malezya	2003
Chongqing, Çin Halk Cumhuriyeti	2005
Bangkok, Tayland	2005
Sentosa, Singapur	2007
Şangay, Çin Halk Cumhuriyeti	2008
Palm Jumeirah, Birleşik Arap Emirlikleri	2009
İncheon, Güney Kore	2010
Malacca, Malezya	2010
Qom, İran	2012
Mumbayi, Hindistan	2012
Riyad, Suudi Arabistan	2012
Daegu, Güney Kore	2014
Afrika Monorayı	
Port Harcourt, Nijerya	2012
Avustralya Kıtası Monorayları	
Sea World, Gold Coast	1988
Broadbeach	1989

Çizelge 3.1(devamı): Bazı monoray hatları ve açılış yılları

Avrupa Kıtası Monorayları	
Wuppertal, Almanya (dünyanın ilk monoray hattı)	1901
Beaulieu, İngiltere	1974
Alton Towers, İngiltere	1987
Chester Zoo, İngiltere	1991
Europa Park, Almanya	1996
Mirabilandia, İtalya	1999
Magdeburg, Almanya	1999
Düsseldorf, Almanya	2002
Moskova, Rusya	2005
Zaragoza, İspanya	2008
Japonya Monorayları	
Ueno Zoo, Tokyo (ilk Japonya’da)	1957
Tokyo-Haneda,	1964
Shonan	1970
Higashiyama	1978
Kitakyushu City	1985
Chiba City	1988
Osaka	1990
Tama	1997
Tokyo, Disneyland	2001
Naha	2003
Kuzey ve Güney Amerika kıtaları	
Disneyland, Californiya	1959
Seattle, Washington	1962
La Ronde, Kanada	1967
Walt Disney World, Florida	1971
Pearlridge, Hawaii	1976
Miami Metro Zoo, Florida	1982
Tampa International, Florida	1991
Newark, New Jersey	1995
Las Vegas, Nevada	2004

3.2 Monorayların Özellikleri ve Tipleri

Monoraylar, şehir içi trafiğinde kullanılan çift raylı sistemlere örneğin metroya, tramvaya göre daha ekonomik ve kısa yapım süreleri olan sistemlerdir. Monoraylar kompleks yapılar olduğundan birçok disiplinin beraber, uyumlu bir şekilde çalıştığı anlamına gelir. Bu durum, aslında istihdam yaratma açısından olumlu anlama gelir. Monoraylar sert hava koşullarına karşı dayanıklıdır.

Özel teknik yapısı sebebiyle monorayın raydan çıkması olanaksızdır. Bu çok güvenli olduğu anlamına gelir. Monorayların bu olumlu özellikleri, mevcut teknik özelliklerinden gelmektedir. Monoray hattının yapımında, yüksek çelik sınıfı ve beton sınıfı kullanılır. Bu monoray hattının sağlam ve dayanıklı olmasını sağlar. Talebe göre eklenip çıkarılabilen vagonları sayesinde, değişebilen kapasiteleriyle monoray sistemleri, kampüs içi hizmet veren küçük kapasiteli sistemlerden, günlük 700.000 yolcu taşıyan toplu taşıma sistemlerine kadar geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmuştur. Çin’de bulunan Chongqing Monoray hattı kayıtlarına göre, bu hat günde 906.000 yolcu taşımıştır.

Monoray sisteminin tercih edilme sebeplerini özetle geçecek olursak;

- Monoraylar hızlı, ileri teknik özellikleri sebebiyle güvenli ve emniyetli araçlardır.
- Monoray sisteminde herhangi bir trafik sinyali bulunmadığından ve yükseltili olduğundan karayolu trafiğini kesmez.
- Sistem otomatik olduğundan kaza yapma oranı sıfıra yakındır.
- Monoray sistem hattının inşa edilmesi için ayrıca bir alan işgaline gerek olmaz dolayısıyla istimlak bedeli ödenmediğinden ekonomi açısından tasarruf edilir.
- Sistemde sürücüye ihtiyaç olmadığından işçi gücü için bütçe ayrılmaz.
- Monoray sistemi çevreci olması ile bilinir.
- Ağır raylı sistemlere nazaran daha ekonomik bir maliyeti vardır.
- Yapım sürecinin kısa olması.
- Modern hayatın simgelerinden biridir.
- Kurulduğu şehir için itibar kaynağı olması.

Monoraylar genel itibariyle 2 grupta incelenir: Bindirme (straddle) tip ve Askı (safege) tip.

3.2.1 Bindirme tip monoray

Bindirme tip monorayda yüksek mukavemetli betonarme sütunlar inşa edilir, ray hatları bu sütunların üzerine yerleştirilir. Araç, lastik tekerlekler barındırmakta olup hat üzerinde hareketinin kolaylığını bu tekerleklerle borçludur. Taşıyıcı tekerlekler, kılavuz tekerlekler ve kauçuk sabitleyici tekerlekler ile donatılmış olan boji, rayın üst ve yan tarafına oturur ve araç gövdesi arabasının üzerine monte edilir. Araç gövdesi kompozit veya alüminyumdan yapılır bu sayede nispeten hafif bir yapı elde edilmiş olur. Bu tip monorayda raylar kolonların üzerine bindirilir ve monorayda bu rayların üstünden hareketlenir.

Monoray aracının vagonları, genelde her iki tarafta ikişer tane olmak üzere toplam 4 kapıdan oluşur. Araca arzu edilirse klima takılabilir. Her vagon 15-20 oturan yolcu ve 40-50 ayakta yolcu kapasitelidir. Aracın büyüklüğü ihtiyaç halinde eklenen vagonlarla değişebilir. Monoray büyüklüğü, boyutlarına ve eklenen vagon sayılarına göre sınıflandırılırsa, küçük, orta ve büyük monoray araçları olarak sınıflandırılır. Genel itibariyle; küçük araçlar 2 vagonlu, orta araçlar 3 vagonlu, büyük araçlar 4 vagonludur. Çizelge 3.2, Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'te bu sınıflandırma verilmiştir. Bu 2010 tarihli bir sınıflandırmadır.

Çizelge 3.2: Küçük monoray özellikleri.

Küçük Monoraylar	
Kapasite	100-120 yolcu
Tam kapasite	130-150 yolcu
Araç uzunluğu(2 vagonlu)	22-26 m
Araç genişliği (maksimum)	2,5-2,7 m
Araç yüksekliği(kiriş yüzeyinden)	2,2-3,8 m
Minumum kurba yarıçapı	60 m (önerilir)

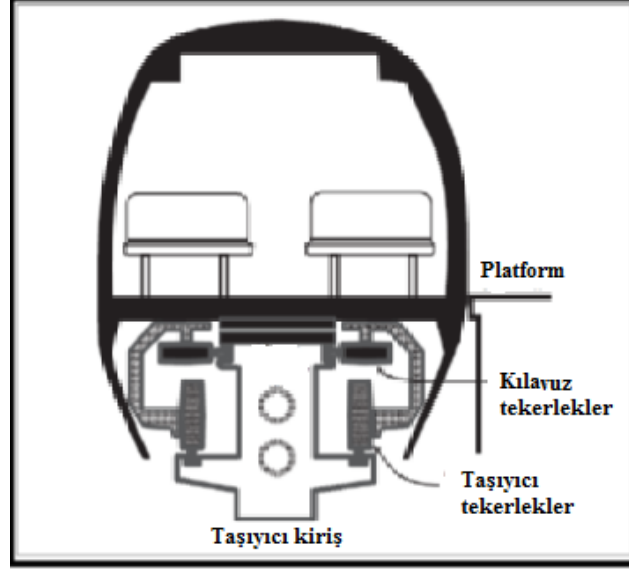
Çizelge 3.3: Orta monoray özellikleri.

Orta monoraylar	
Kapasite	370-400 yolcu
Tam kapasite	510-550 yolcu
En son kapasite	650-680 yolcu
Araç uzunluğu(2 vagonlu)	40-45 m
Araç genişliği (maksimum)	2,5-2,9 m
Araç yüksekliği	3,6-4,9 m
Araç yüksekliği(kiriş yüzeyinden)	2,2-3,8 m
Minumum kurba yarıçapı	100 m (önerilir)

Çizelge 3.4: Büyük monoray özellikleri.

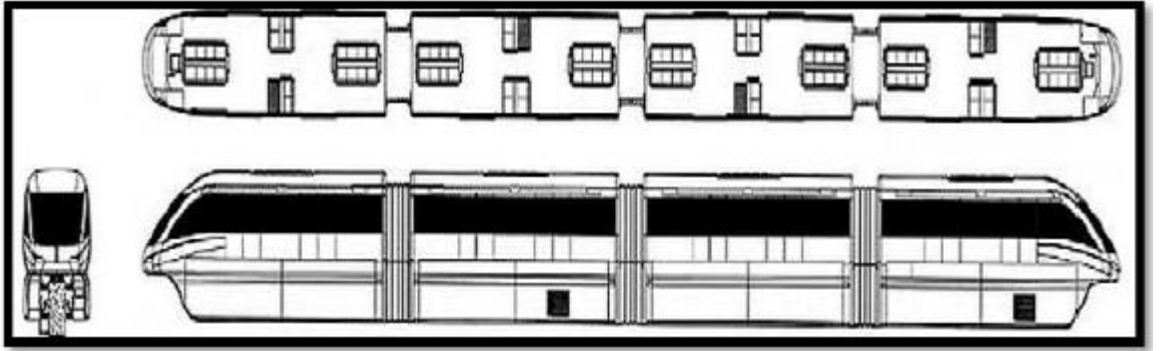
Büyük monoraylar	
Kapasite	430-460 yolcu
Tam kapasite	590-620 yolcu
En son kapasite	750-780 yolcu
Araç uzunluğu(2 vagonlu)	60-71 m
Araç genişliği (maksimum)	2,5-3 m
Araç yüksekliği	3,5-5,6 m
Araç yüksekliği(kiriş yüzeyinden)	2,4-3,8 m
Minumum kurba yarıçapı	100 m (önerilir)

Bindirme tip monoraylar, askı tip monoraylara göre daha güvenli ve şehirle uyumlu bir görünüm sunmaktadır. Çünkü askı tip monorayda, araç sisteminin alt tarafında, karayolu trafiğinin geçişine izin vermek için yeterli boşluk bırakılması gerekmekte, bu da askı tip monoray için daha yüksek bir kızak yapısına ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Bu durum şehir görüntüsü için estetik bir görüntü sunmamaktadır. Bindirme tip monorayın kesit görüntüsü Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1: Bindirme tip monorayın kesit görüntüsü.

Bindirme tip monorayın tipik 4 vagonlu bir görüntüsü şekil Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2: Bindirme tip 4 vagonlu monoray aracı.

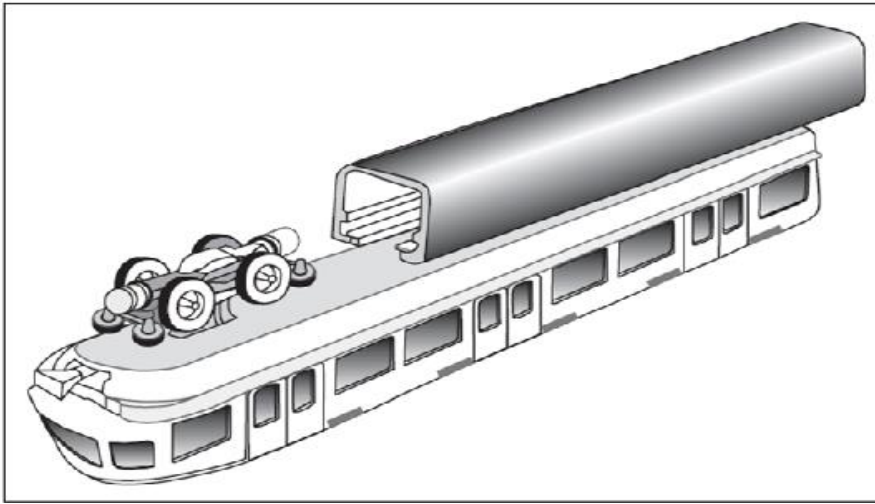
Bir başka tip olan konsol tipi monoray (cantilevered), henüz uygulamaya konmamış bir tip monoraydır. Teknik ve görsel olarak bindirme tip monoraya benzemektedir. Bu sistemi yandan bindirme tip olarak anılmaktadır. Ters yönde hareket eden araçlar tek ve oldukça geniş bir kirişi paylaşırlar. Konsol monoray tip yol kirişinin yan yüzlerindeki oluklarda hareket eden tekerlekler sayesinde dengelerini korurlar.

3.2.2 Askı tip monoray sistemi

Askı tip monoraylarda tabanı boş ters ‘U’ şeklinde çelikten kiriş kullanılır. Aracın sahip olduğu, kauçuk taşıyıcı ve kılavuz tekerleklerden oluşan bojiler; aracın bu tabanı boş çelik kirişe asılı kalmasını ve hareket etmesini sağlar. Bojiler, içi boş çelik kirişin alt tarafında, süspansiyon vitesinin geçtikleri yuvada çalışırlar. Askı tip sistem tıpkı

bindirme tip sistemdeki gibi sessiz ve hızlı ivmelenme-frenleme özellikleriyle hareket eder. Araç yüksek hızlarda bile istikrar ve konfor veren pnömatik yaylar ile sahip sarkaç tipi süspansiyon sistemi üzerine asılıdır. Bujiler, kendilerini tamamıyla saran kutu sayesinde yağmur, don, kar gibi olumsuz hava koşullarından etkilenmezler. Sistemde, kutu tarafından kaplanarak elektrik çarpması gibi kazaların önlendiği üçüncü bir ray vardır. Yolcu kompartımanındaki dik destek; viraj almayı sağlayan ve titreşimi yumuşatan bir çift hidrolik yaya sahip olan iki çelik kutu profil hangar sayesinde sağlanır.

Bindirme tipteki gibi askı tip monorayda da araç büyüklükleri değişken olabilir. Yolcu vagonları 60-70 koltuklu, 2,5 -3,5 metre genişlikte, 16-19 metre uzunlukta ve 3-3,9 yükseklikte olmaktadır. Boş bir monoray aracı 25-30 ton ağırlığında olabilmektedir. Aracın azami yolcu sayısı 160-200 olup, 60-70 oturan yolcu ve 100-130 arası ayakta yolcu ile hareket edebilmektedir. Araç komposit saydam pencereler içermektedir. Zeminin altındaki boşlukta, acil durumlarda alçaltılabilen bir platform vardır. Bindirme tip monorayda, yolcu kompartımanının alt tarafında bulunan tüm elektronik donanımlar, askı tip monoraydan farklı olarak, Şekil 3.3’de görüldüğü gibi yolcu kompartımanının üst tarafında bulunur.



Şekil 3.3: Askı tip monoray,(Grava, 2004).

Askı tip monoray sistemi, bindirme tip araçlardan önce kullanılmaya başlanmıştır. En eski askı tip monoray, Almanya’da “Schwebebahn” ismiyle anılan, Şekil 3.4’da gösterilen monoray hattı olup, Wuppertal şehrinde tüm yolculara hizmet etmek

amacıyla tasarlanmıştır. Bu monoray sistemi hala faal bir şekilde 13 kilometrelik bir seyahat güzergâhını, 19 istasyonla dolaşmaktadır.

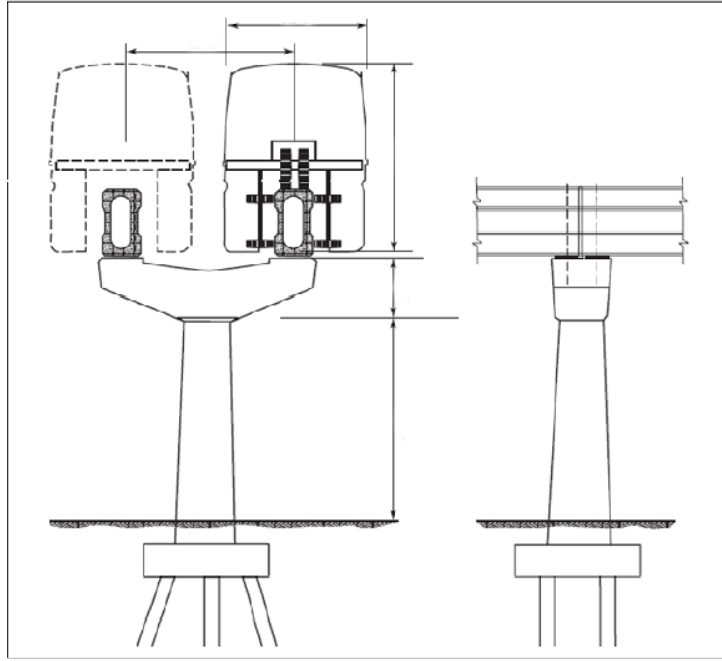


Şekil 3.4: Almanya’da “Schwebenbahn” ismiyle anılan monoray hattı, Wuppertal.

Kapasitesi ve sağladığı ekonomi düşünüldüğünde, şehir içi ulaşım için, monoray sistemleri arasında en uygun bindirme tip olmaktadır. Bu sebeple, tez konusu çalışmaları bindirme tip monoraya göre yapılacaktır.

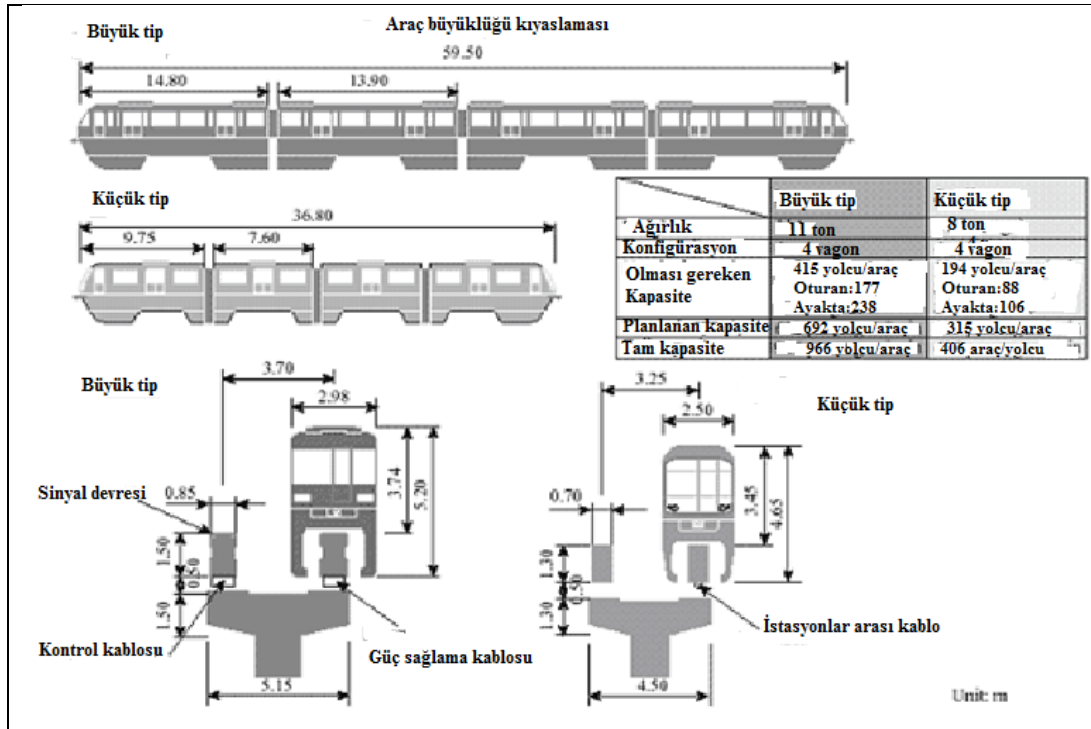
3.2.3 Kılavuzlama yapısı

Monorayın geçtiği kızak yapısını taşıyan kolonlar, kazıklı temel, radye temel gibi uygun temellere bağlanmaktadır. Sistemde genelde T şekilli betonarme kolon vardır. Kolon yükseklikleri 1-8 metre arasında değişir. Bu kolonların 1,5 metre kadarı toprağa gömülüdür. Yapıda kullanılan kirişler prefabrik, ön gerilmeli, I profil olup, 1x1,5 metre ölçülerindedir. Çift kirişli sistemlerde kirişler arasındaki mesafe 3 metre kadardır. Düz kirişler 55 ton ağırlığında olup 27,5 metredir. Eğimli 183 metre uzunluğundaki kiriş 23 metre kadardır. İnşaat işlemleri basittir, temel yapıldıktan sonra, bir vinç ve işçi ekibi ile bir günde 12 adet kolon inşa edilebilir. İşçi sayısı ve/veya vinç sayısı değiştirilerek bu kolon yapım sayısı azaltılıp çoğaltılabilir. Şekil 3.5’de bindirme tip monoray aracının kılavuz yapısı gösterilmektedir.



Şekil 3.5: Bindirme tip monoray aracının kılavuz yapısı.

Monoray sisteminin araç ölçülerine örnek olarak Şekil 3.6'de Chongging monoray verilebilir.



Şekil 3.6: Chongging monorayı araç ölçüleri.

3.2.4 Güvenlik ve Konfor

Monoray sistemi, teknolojisi itibariyle düşünüldüğünde kaza olasılığı, sıfıra yakın araçlardır. Sistem genel olarak yerden yüksek, tek raylı, otomatik olduğundan beşeri hataların minimum olduğu; hata payının yok denecek kadar az olduğu sistemlerdir. Aracın raydan çıkması gibi bir ihtimal, özellikle bindirme tip monorayda, aracın kılavuzlama sistemi ve gövdesi, rayı tamamen sardığı için, bulunmamaktadır. Karayolu trafiğinde olduğu gibi sürücülerin duygusal davranışlarının olmadığı, işleyişin bilgisayarla, otomatik olarak kontrol edildiği, yüksek teknik özelliklerin olduğu sistemlerdir.

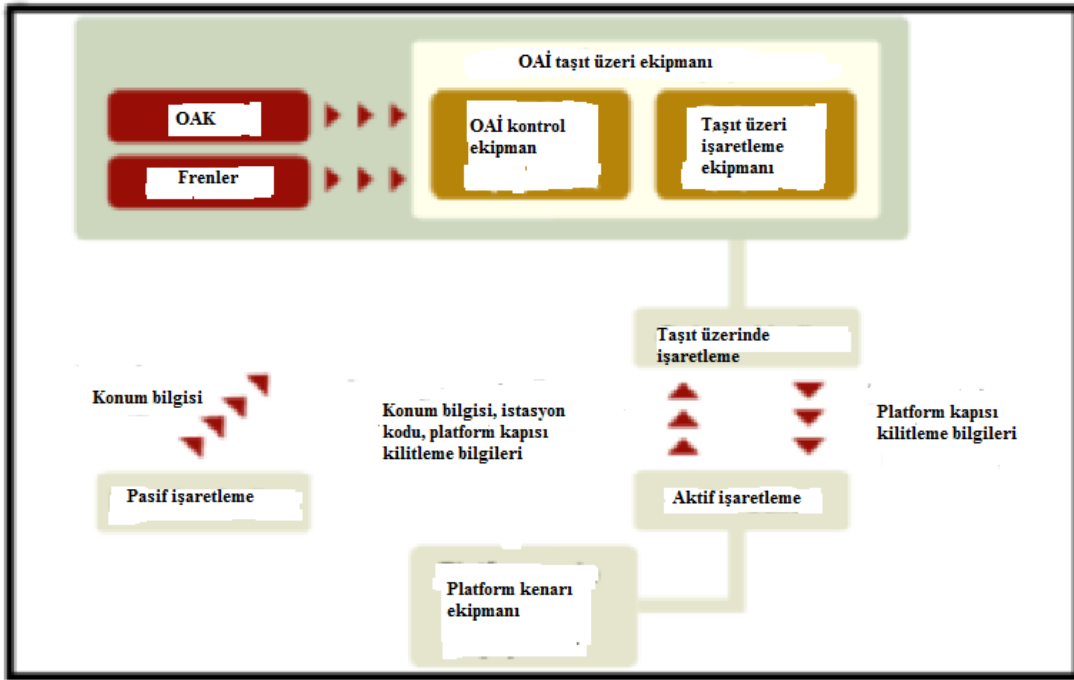


Şekil 3.7 : Bir monoray aracının iç görüntüsü.

Monoraylar, yolculara, karayolu araçlarından daha fazla konfor sunar. Şekil 3.7 de bir monoray aracının iç görüntüsü sunulmaktadır. Yolcu güvenliğinin ve rahatının en fazla düşünüldüğü sistemlerdendir. Kauçuk tekerlekler çelik tekerleklerle göre hissedilebilir derecede sessiz ve sarsıntısızdır. Kauçuk tekerlekler yolcuların ve çevre sakinlerinin gürültüden korunmasına yardımcı olmaktadır. Yolcular için havalandırma ve güvenlik önlemleri düşünülmüş olup yolculuğun eğlenceli bir hal alması amaçlanmıştır. Yerden yüksek olması, yolcuların kendilerini daha güvenli ve ferah bir ortamda hissetmelerini ve yolculuktan zevk almalarını sağlamaktadır. Yolcular görsel manzaranın da etkisiyle uçuyormuş hissine kapılmakta olup gün içinde, seyahat etmek dışında farklı bir aktivite yaptıklarını hissetmektedirler.

3.2.5 İtiş gücü ve frenleme sistemleri

İtiş gücü teçhizatında, değişik voltaj değerleri olan doğrultucu ile yüksek güç/ağırlık oranına sahip motorlar kullanılır. Bu motorlar fren gibi davranıp jeneratörlerdeki motorların çalışmasını ve her vagon arasındaki resistor banklarındaki gücü dağıtırlar. Bu işleme rejeneratif fren denir. Bu itiş gücü teçhizatı yüksek güvenilirlik ve koruma frenleme sistemi sunmaktadır. Sürüş motorları son teknoloji örneğidir. İvmelenme ve fren hareketlerinin yumuşamasını, yolcuların sarsılmasını önleme amaçlıdır. Fren sistemi en son teknoloji basıncı sistemini içerir. Acil durum freni, servis freni, güvenlik freni, güç fren gibi işlevleri vardır. Fren sistemi araç kontrol sistemi ile iletişim halinde olup kompresörleri yönetmektedir. Araç yönetim sistemini özel ismi ile tarif etmek istersek otomatik araç işletimi ile otomatik araç korumasını kullanabiliriz. Otomatik araç işletimi; sadece frenlemeyi yöneten otomatik araç korumasına göre çok daha kapsamlı olup trenin ivmelenmesinden durmasına kadar her türlü aşamayı kontrol eder. Günümüzde otomatik araç işletimi her monoray sisteminde vardır. Otomatik araç işletim sistemi konfigürasyonu Şekil 3.8’te gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Otomatik araç işletim sistemi konfigürasyonu.

Otomatik araç işletim sisteminde aracın konumu, pasif elektrik etiketler aracılığıyla belirlenir. Belirlenmiş istasyonlardaki çift yönlü geçişlerde istasyon kodu bilgisine ihtiyaç duyan, aktif elektronik etiketler kullanılır. Bu bilgi platform kapılarını kenetleme kontrolüne olanak sağlar. Kurulum maliyetini azaltmak için dış donanımlar

trenin bir ucuna çıkarılır. Bu sistem, denetleme kontrolünü, görüntülemeyi ve arıza tespitini sağlar. Araç yer belirleme bilgisi, makiniste grafiksel olarak sunulur ve bu da araç konumunu hızlıca anlamasını sağlar. Bu sistem olağandışı koşulları ve araç sisteminin durumunu eş zamanlı olarak ve sınıflandırarak bildirir.

3.2.6 Makaslama sistemi

Makas değişimi her başarılı araç seferi için hayati öneme sahip olup, yüksek derecede güvenilir bir sistem olması gerekmektedir. Kullanılan 3 çeşit makaslama sistemi mevcuttur; çapraz, düz ve esnek makas değiştirme sistemleri. Çapraz makaslama çelik veya betonarme, paralel kirişlerden oluşur. Bu kirişlerin her biri, üzerlerinde birer araç taşıyacak kadar, birbirlerinden yeterli mesafe uzakta olmalıdır. Düz kiriş, aynı anda 3 adet araca birden hizmet edecek kapasiteye sahiptir. Düz kirişlerde makas değiştirme süresi, 9-12 saniye arasındadır. Esnek sistemli kirişlerde, 7 saniye gibi çok hızlı kurulumlar için kullanılır. Şekil 3.9 Expo Memorial Park monoray birleşimi



Şekil 3.9 : Expo Memorial Park monoray birleşimi.

Hitachi'nin Japonya, Tokyo monorayı hattında, esnek makaslama kiriş kullanılmıştır. 1964 yılından beri kullanılan ve Japonya'nın ilk kent içi monoray hattı olan sistemde, kaza yaşanmamıştır. Bu anahtarlama sistemi sağladığı bu hız ve güvenilirlik sebebiyle diğer hatlara da kurulmuştur. Bu tür esnek makaslama kirişleri, monoray hatları arasında yumuşak geçişler sağlar. Her monoray vagonunda şekil 3.10'te görüldüğü

gibi, 2 ön tarafta 2 yan tarafta olmak üzere toplam 4 kauçuk teker bulunmaktadır. Bu kauçuk tekerlekler sürüşün daha konforlu ve denetimli olmasını sağladıkları gibi gürültü kirliliğini azaltmaktadır.



Şekil 3.10: Monorayların taşıyıcı tekerlekleri ve kılavuz tekerlekleri.

3.2.7 Kontrol ve güvenirlilik

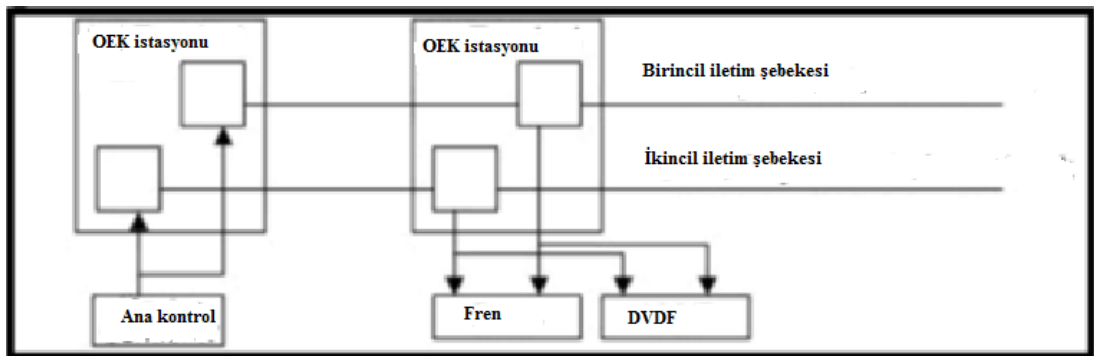
Güvenli ve başarılı bir monoray seyahati için olmazsa olmazlardan biri de monoray araç sinyal sistemi ve ray kontrol sistemidir. Otonom entegre kontrol sistemleri, bilgisayar tabanlı kenetlenme sistemleri, otomatik araç koruma sistemi, otomatik araç işletim sistemi, radyo tabanlı kontrol ve sinyal sistemlerine ve yol boyu teçhizatlarına sahip bir monoray sistemi en etkili, kapasiteli, hızlı, güvenli ve ekonomik şekilde çalışabilir. Bu özellikler geleceğin monoray sistemlerinin etkili ve karlı olması için olmazsa olmazlardandır. Gelişmiş ve yüksek güvenirlilik ve deneyimli kapsamlı destek sistemleri ve toplu taşıma işletimi ve yolcular için hayati gerekliliklerdir. Şekil 3.11’de otonom entegre kontrol sistemlerinin bilgisayar kontrol odası görünmektedir.



Şekil 3.11: Malezya Kuala Lumpur Monorayı, otonom entegre kontrol sistemlerinin bilgisayar kontrol odası.

Mikrobilgisayar ve veri iletim teknolojilerinin ilerlemesi ile entegre kontrol sistemleri, monorayların sinir sistemi görevini görürler. Otonom entegre kontrol sistemi dijital bilgi değiştirme sistemi olup aracın aktif bir şekilde canlı, etkin bir denetim altında tutulmasını sağlar. Bu etkin denetimi yer ekipmanından topladığı bilgileri araç kontrolüne entegre ederek yapar. Bu otonom entegre sistem, aracın geçişi sırasında yaşanabilecek herhangi bir hata olduğunda, gecikme süresini arttırmadan aracın güvenli bir geçiş yapmasını sağlar. Birincil iletim şebekesinde bir başarısızlık meydana gelse bile, komuta sinyal iletiminde gecikme süresi artmadan iletim fonksiyonlarını korur. Komut sinyallerinin iletim sistemi, ikili iletim haline gelir, sonra aynı anda izleme sinyallerinin iletim sistemi ikili sistem haline gelir.

Araç kontrolünün sağlanmasını sağlayan birincil ve ikincil iletim ağları Şekil 3.12’de gösterilmiştir.



Şekil 3.12: Araç kontrolünün sağlanmasını sağlayan birincil ve ikincil iletim ağları.

3.2.8 Çevre ve enerji konuları

Yapılan araştırma ve geliştirmeler çerçevesinde birçok sektörde enerji verimliliği artırılarak emisyon oranları azaltılıyorken; ulaştırma alanında günümüz koşullarında, bu tutum pek sergilenmemektedir. Ulaşım alanında da çevre dostu yaklaşımlar sergilemek çevre dostu ulaşım sistemlerini desteklemek sürdürülebilir bir ekosistem için gereklidir. Monoray gibi temiz ve çevre dostu bir sistem, tam olarak bu noktada çok cazip hale gelmektedir. Çünkü monoray sisteminde, zararlı gazların, uçucu maddelerin salınımı, birçok ulaştırma sisteminden, önemli bir oranda azdır.

3.2.8.1 Emisyonlu bir sistem

Monoraylar elektrikle çalıştığı için çevreye herhangi bir karbon gazı salınımında bulunmazlar. Ayrıca monoray sistemlerinin, diğer motorlu araçların kullanımını, azaltabileceği düşünüldüğünde, doğaya salınacak olan zararlı gaz salınımını azalttığını da söyleyebiliriz.

3.2.8.2 Çevreyi ağaçlandırır

Monoray yapımı için kullanılan alan, nispeten az olduğu için, diğer ulaşım sistemlerine nazaran, doğal bitki örtüsüne pek az zarar verir. Bilhassa, geçtiği hat boyunca, ağaçlandırma çalışmalarına imkân veren bir sistem olduğundan, yapılacak çevre düzenlemesiyle, yeşil alanlar sistemle barışık bir şekilde çoğaltılabilir. Buna örnek olarak Şekil 3.13 Las Vegas monorayı ve Şekil 3.14'da Disneyland monoray sistemlerini gösterebiliriz. Monoray sistemleri, daha fazla kamu kullanımına açık verimli alan, daha yeşil bir ortam ve daha hızlı, kapasiteli bir ulaşım sağlar.



Şekil 3.13: Las Vegas monorayı.



Şekil 3.14: Disneyland monorayı.

3.2.8.3 Doğal yaşam dostudur

Monoray inşası için az alan gerektiğinden ve işletmesi için gerekli teknik yapıların kurulumu, zeminden yükseltili olduğundan, monorayların doğal yaşama verdikleri zarar yok denecek kadar azdır. Zararlı gaz salınımı olmadığından ekosisteme zararı olmaz. Monoray hattının geçtiği alanlarda, vahşi yaşamı tehlikeye atacak bir monoray sistem yapısı bulunmadığından, doğal yaşam türlerinin devamına yardım eder ve bu durum, ekosistem dengesinin korunmasına hizmet eder. Monoraylar, doğal hayatın dostu olmalarının yanı sıra, insan yaşamının da dostudur. Çünkü pek fazla ölümcül tehlikenin sahipliğini yapan, karayollarında meydana gelen türden ölümcül, yıkıcı trafik kazaları, böylesine kontrollü ve güvenli bir sistemde yaşanmaz. Bu husus, monoray sistemlerinin, insan hayatına verilen değeri arttıran bir yapı olduklarının göstergesidir. Monoraylar bu açıdan, Ülkemizin yaşanabilirlik değerini arttırmırlar.

3.3 Şehir İçi Ulaşım İçin Akıllı Bir Ulaşım Sistemi: Monoraylar

Şehir içinde ki ana arterler, doluluğun daim olduğu; şehrin kalbinin attığı dinamik bölgelerdir. Bu sebeple de ulaşımın rahat, güvenli, çevre dostu ve ekonomik olması, bu dinamik şehir yapısının devamının sağlanmasında önem arz etmektedir. Özellikle zirve saatlerinde, bu hareketli yaşamın sekteye uğramaması için, monoray gibi yüksek teknolojiye ulaşım sistemlerinin şehir içinde kullanılması gereklidir. Karayolu trafiği tarafından kesintiye uğramayan monoray ulaşımı, en hızlı şekilde şehrin önemli noktalarını birleştireceğinden, şehir sakinleri zirve saatlerinin telaşını

hissetmeyeceklerdir. Ayrıca gelişen dünyada, teknolojinin nimetlerinden, temel insani ihtiyaç haline gelmiş ulaşımda kullanılması çok büyük bir ilerlemedir. Bu sistem, karayollarından daha pahalı ancak raylı sistemlerden daha ekonomiktir. Dünyanın birçok farklı bölgesinde, şehir içi ulaşımın sağlanmasında, git gide önemli bir rol almaya başlamışlardır.

3.3.1 Teknik planlama

Monoray sisteminin tüm şehir ana arterini, önemli bağlantı yollarını dolaşıp tüm anahtar bölgelere erişimi sağlayacak şekilde kurulması gerekmektedir ve bu seferi çok kısa bir süre içinde yapmalıdır. Monorayın yerden yüksek olacak şekilde kurulması, tıkanıklık için iyi bir çözümdür. Aracın güçlü motorları lastik tekerlekler üzerinde monte edilirse hava kirliliği, gürültü kirliliği hatırı sayılır bir şekilde azalacak, enerji verimli olacaktır. Bilgisayar teknolojisiyle kontrol edilip izlenen bu sistemde hata payı yok denecek kadar az olduğundan, raydan çıkma olasılığı neredeyse olmadığından, yolculara güvenli bir seyahat keyfini yaşatmanın yanı sıra yüksek maliyet ve bakım masrafı azalacaktır.

Monorayın şehrin teknolojik vizyonu ve modern görüntüsüyle şehrin bir turizm noktası haline getirebileceği düşünülmekte, şehir dışındaki ilgiyi çekebileceği hesaba katılırsa, bunun şehir bütçesine katkı getirebilecek şekilde düzenlenebileceği göz ardı edilmemelidir.

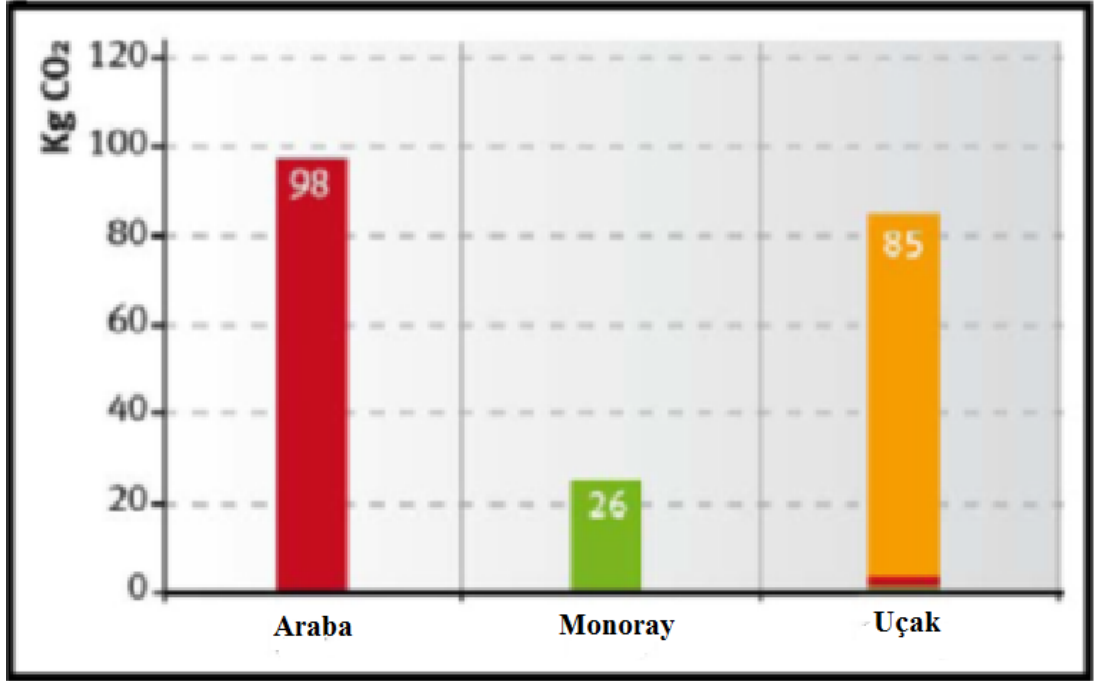
3.3.2 Sürdürülebilirlik özellikler

Ulaştırma sistemlerinde kullanılacak olan ileri teknolojinin, sera gazı etkisini ve petrole olan bağımlılığı azaltabileceği düşünülürse monorayın önemi daha iyi anlaşılır. Monoray sistemi enerjisinin elektrikten aldığından petrol ve türevleri kullanılmayacak, sürdürülebilir enerjiye katkıda bulunacaktır. Monorayların yakın gelecekte güneş enerjisiyle çalışması mümkün görünmektedir. Zira bunlarla ilgili bazı çalışma ve örnekler mevcuttur. Bunların etkisiyle monorayın nasıl bir çevre dostu sistem olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

3.3.3 Çevre dostu ulaşım

Hafif raylı sistemler, ağır raylı sistemler ve monoray elektrikle çalışan ulaşım sistemleri olduğundan bunların karbon salınımı lastikli karayolu araçlarına nazaran çok daha azdır. Bu oranı ortalama olarak belirtmek gerekirse monoray sistemi diğer karayolu araçlarından 3-4 kat daha etkilidir. Las Vegas'ta 2007 de yapılmış bir

araştırmaya göre 3.2 milyon aracın atmosfere saldığı karbon monoksit gazı, monoray projesini hayata geçirilmesi durumunda %58 oranında azalabilmektedir. Şekil 3.15’de görüldüğü gibi bu oran fazladır.



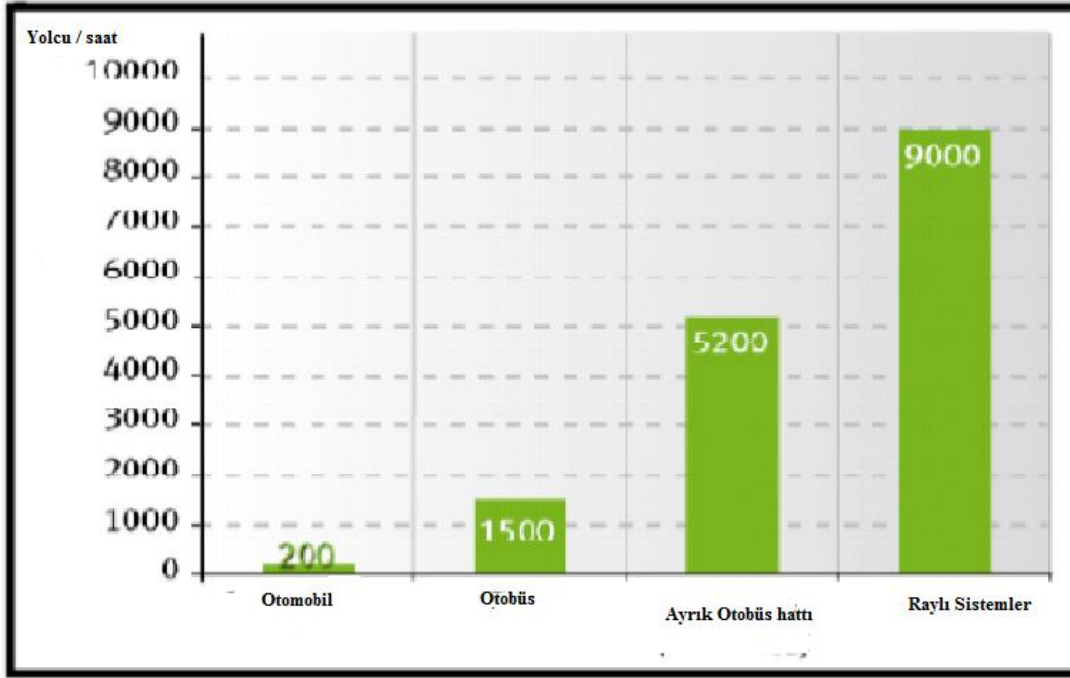
Şekil 3.15: Yolcu ulaşımında CO₂ karşılaştırması (Hellinger, 2009).

Ayrıca monoray sistemi; diğer karayolu araçlarının üretmiş oldukları ve havaya saldıkları solunabilir zararlı tozları havaya salmazlar. Bu durum insan ve diğer canlıların sağlığının, hava kalitesinin monoray gibi raylı sistemlerle pozitif bir şekilde etkileneceğinin göstergesidir. Adıyaman güneşli günler sayısının en fazla olduğu iller arasındadır. Bu, elektrik enerjisine alternatif bir enerjiyle yani güneş enerjisiyle, sistemin çalışabileceği anlamına gelmektedir. Yakın gelecekte güneş enerjisiyle çalışan monoray sistemlerinde yaşanan gelişmeler takip edilip, güneş enerjisiyle çalışan bir monoray sistemi inşa edilirse hem enerjiden tasarruf edilmiş olur hem de çevreye zararsız, temiz enerjili bir ulaşım sistemi şehrin hizmetine sunulmuş olur.

Monoraylar lastik üzerinde çalıştıklarında gürültü kirliliğine pek sebep olmazlar. Dar kurbalarda en ileri ray teknolojisinden daha sessizdir. Ray bakımının herhangi bir sebepten dolayı yapılamadığı durumlarda lastik tekerlekler üzerinde çalışmasının yarattığı pozitif etki tekrar anlaşılmaktadır.

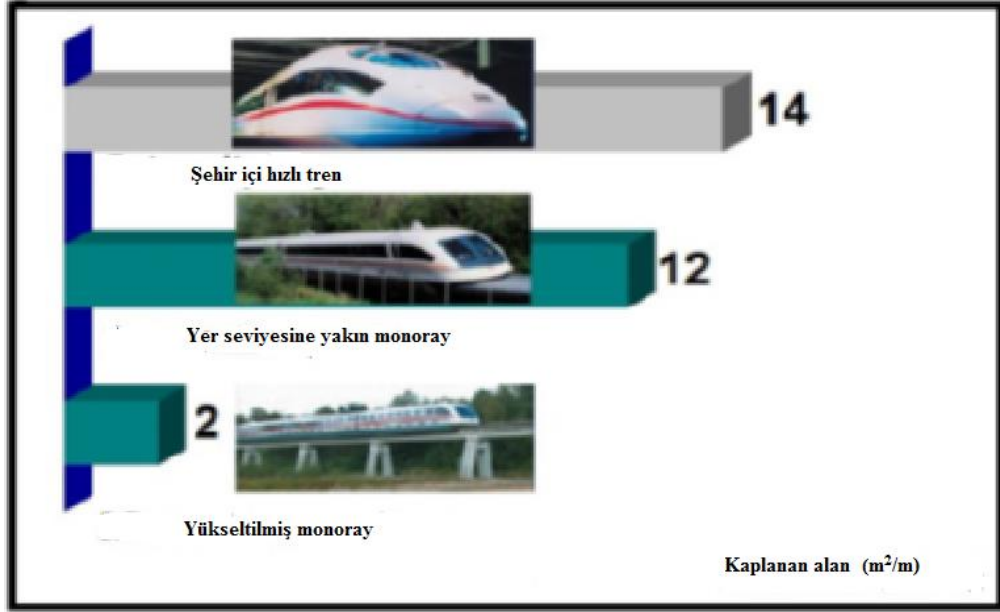
3.3.4 Verimli-etkili alan kullanımı

Ulaşım sistemleri diğer inşaat yapıları gibi alan kaplayan; doğal alandan istifade eden sistemlerdir. Kapasite ve alan değerleri arasında orantılı bir karşılaştırma yapılırsa en yüksek orana sahip olan ulaştırma sistemi raylı sistemlerdir. Şekil 3.16’de gösterildiği gibi raylı sistemler büyük bir farkla diğer sistemlerin önündedir.



Şekil 3.16: Ulaşım araçları ulaşım kapasiteleri.

Monoray sistemi de açık farkla raylı sistemleri geride bırakmaktadır. Raylı sistemleri çok geride bırakan monoraylar, alan kullanımında en etkili olanlardır. Yerden yükseltili kolonlar aracılığıyla, sahip oldukları ray hattı, alan kullanımını çok azaltmış, eğimli bölgelerde geçiş sağlanmasının kolaylığı ile kazı ve dolgu işlerinde tasarruf sağlayan ve doğal yaşam alanlarının harcanmasında en az orana sahip olan raylı sistemdir. Raylı sistemler arasındaki bu alan kullanım oranını, açık ara bir farkla monorayların kazandığını Şekil 3.17’de görebiliriz.



Şekil 3.17: Alan kullanımı karşılaştırması (Hellinger,2009).

3.3.5 Yüksek güvenlikli bir sistem

Raylı sistemler dışında kalan ulaştırma sistemlerinde, özellikle karayolu ulaşımında kullanılan lastikli motorlu araçların sebebiyet verdiği trafik kazaları sonucunda, yüksek oranda ölümcül kazalar meydana gelmektedir. Monoray sistemi otomatik olduğundan kaza oranı çok düşük bir olasılıktır. Zeminden yükseltili olmasının verdiği avantajla, karayolu trafiğine karışmadığından, yayalarla ve karayolu araçlarıyla çarpışması olanaksızdır. Monoray hatları, teknolojinin gelişmişliğiyle sahip olduğu teknik özellikler derayman sorunu yaşanmadan işletilebilir.

3.3.6 Sosyal değerlilik

Monoray gibi teknolojik vizyonu olan ve yüksek güvenlikli bir ulaştırma sistemi, topluma verilen değer bir göstergesi olduğundan, bu tür projelerin hayata geçirilmesi şehir sakinlerinin ve toplumun kendini daha değerli hissetmesini sağlayacaktır. Monoray projesi ile yayaların şehir içindeki erişimi daha kolay ve güvenli bir hal alacaktır. Ayrıca hızlı ulaşım sayesinde zamandan ve enerjiden tasarruf edilecektir.

3.3.7 Monoray sisteminin ekonomik özellikleri

Monoray sistemleri gelişen teknolojiyle beraber maliyetini azaltan sistemlerdir. Monoray sistemi kurulması konusunda en önemli husus elde edileceği maliyettir. İlk bakışta pahalı gibi duran sistem uzun vadeli planlar, karayolu trafiğini rahatlatması ve

dünya genelinde her kesimden insanı ilgilendiren çevre duyarlılığı konusunda sahip olduğu pozitif etki ile gerekli bir ulaşım sistemi olduğun kanıtlamaktadır. Çizelge 3.5'te Asya kıtasının çeşitli yerlerinden bazı monoray hatlarının yıllık maliyetleri verilmiştir.

Çizelge 3.5: Asya kıtasının çeşitli bölgelerinden monoray hattı maliyetleri.

	Sistem tipi	maliyet/yıl milyonUSD	Bilgi kaynağı	Sistem statüsü
	Hitachi	\$15 / km 1964	Tokyo-Haneda Monorail	Çalıştırılıyor
	Hitachi	\$62 /km 1985	Kitakyushu Monorail	Çalıştırılıyor
	Hitachi	\$27 /km 2003	Okinawa Monorail	Çalıştırılıyor
	Kuala Lumpur MTrans	\$36 /km 2003	Kuala Lumpur Monorail	Çalıştırılıyor
	Hitachi	\$73.4 /km 2006	Palm Jumeirah , Dubai	Çalıştırılıyor
	Metrail	\$20 /km 2008	Dubai	Sözleşmede
	Rowin/ Urbanaut	\$10.3 /km 2008	Rowin, Korea	İnşaat
	Scmi	\$27.25 /km 2008	Mumbai, India	İnşaat

3.3.8 Dünya genelinde monoray çalışmaları

3.3.8.1 Sentosa monorayı

Singapur ana adası ile Sentosa adasını birleştirmekte olan Sentosa monorayı Hitachi Asya Ltd. tarafından yapılmıştır. Bu hattın uzunluğu 2,1 km olup 78 milyonluk bir yapım bedeline sahiptir. Sentosa hattı Hitachi'nin yeni küçük monoray sistemini dünyada ilk kez kullandığı ulaşım hattıdır. Küçük monoray sistemi küçük ve orta

ölçekli kentlerin ulaşım sıkıntısını gidermek üzere Hitachi tarafından geliştirilmiştir. Şekil 3.18’de Sentosa Monorayı görülmektedir.



Şekil 3.18: Sentosa monorayı.

3.3.8.2 Shonan monorayı

Bu hattın olduğu yol ulaşım açısından zorlayıcı, dolambaçlıdır. Hafif raylı sistemlerle ulaşım yapılması imkânsız durumda olan bir hattır. Eğim %10 olup geleneksel raylı sistemler için de uygun sayılmamaktadır. Bu sebeplerle bu hat için monoray sistemi uygun görülmüştür. Monoray sisteminin hat uzunluğu 6,6 km, istasyon sayısı 8 ve kapasitesi 30000 yolcu/gündür. Shonan monorayı Şekil 3.19’da gösterilmiştir.



Şekil 3.19: Shonan monorayı.

3.3.8.3 Kitakyushu monorayı

Japon standartlarının güncellenmesi sonucunda araç sistemi uzun ve kutu şeklinde tasarlanmıştır. Monoraylar zamanla daha aerodinamik bir görüntüye sahip olmaktadır. Sistemin istasyonları uzaktan fark edilebilmektedir. Şekil 3.20’de görünmekte olan Kitakyushu monoray sisteminin hat uzunluğu: 8,8 km, istasyon sayısı:13, kapasitesi: 31000 yolcu/gündür.



Şekil 3.20: Kitakyushu monorayı.

3.3.8.4 Moskova monorayı

Bu hat inşasına 2001 yılında başlanmış ve toplam maliyet 200 milyon USD olmuştur. Bu monoray sistemi planlaması Moskova termal teknolojisi tarafından yapılmıştır. Rusya’nın sert hava koşullarına uygun olarak tasarlanmış olup sistemin hat yolu, ısıtıcı aksamalar ile zenginleştirilmiştir. Sistem uzunluğu: 4,7 km, istasyon sayısı:6, kapasitesi: 10000 kişi/yolcu olan Moskova monorayı Şekil 3.21’te gösterilmiştir.



Şekil 3.21: Moskova monorayı.

3.3.8.5 Wuppertal monoray

Dünya üzerinde faaliyet gösteren en eski monoray sistemi Almanya Ruhr şehrinde. Bu hat ırmak üzerinden geçtiğinden uzmanlar tarafından geleneksel demiryolu için uygun olmadığına kanaat edilmiştir. Bölgeden geçen bu hat için en uygun çözümün çift hatlı monoray sistemi olacağına karar verilmiştir. Bu monoray hattı 1898 yılında inşa edilmeye başlanmış ve kullanıma açılması 1901 yılını görmüştür. Araçlar en fazla 56 km/saat hız yapabilmektedir. Sistemin araçları 2,5 er dakikalık aralıklarla sefere çıkmaktadır. Bu sistemin hat uzunluğu:13,3 km, istasyon sayısı:20, sistem kapasitesi: 82000 yolcu/gündür. Wuppertal monorayı Şekil 3.22’de gösterilmiştir.



Şekil 3.22: Wuppertal monorayı.

3.3.8.6 Kuala Lumpur monorayı

Bu monoray sistemindeki araçlar Seattle monoray sistemi araçlarına benzemektedir. Bu sistemin hat uzunluğu:8,6 km, istasyon sayısı: 11, yolcu kapasitesi:45000 yolcu/gündür. Kuala Lumpur monorayı Şekil 3.23'te gösterilmiştir.



Şekil 3.23 : Kuala Lumpur monorayı.

3.3.8.7 Palmiye Adası monorayı

Dubai'nin palmiye şeklinde olan yapay adasıdır. Hitachi'nin inşa ettiği bu monoray hattı bölge üzerindeki önemli noktaları birbirine bağlamaktadır. Monoray sisteminde görevliler bulunmakla beraber sistem araçları sürücüsüzdür. Şekil 3.24'da gösterilen Palmiye Adası Monoray sisteminin Dubai metrosuna 2 km'lik bir hatla bağlanacaktır.



Şekil 3.24: Palmiye Adası monorayı.

3.3.8.8 Las Vegas Monorayı

Las Vegas monorayı her sene 5 milyonun üstünde yolcu taşımaktadır. Monoray elektrik enerjisini kullanarak çalışmaktadır. Şehir çapındaki turlarda monoray ortalama 67.000 yolcu taşımaktadır. Las Vegas monoray sistemi rejeneratif enerji kullandığı için önemli bir enerji tasarrufu yapmaktadır. Yenilenebilir enerji, monoray vagonlarının yavaşladığı zaman, artan enerjinin birikip depolanmasıyla oluşur. Bu tür durumlarda %20'ye kadar enerji tasarrufu yapılır. Monoray, Las Vegas kongre merkezine ulaşmanın etkili, kolay ve hızlı şeklidir. Büyük etkinlik durumlarında her 4-5 dakikada sefere çıkar ve en fazla 10 dakikada kullanıcıları şehir merkezinde istedikleri noktaya ulaştırır. Monoraylar Las Vegas Kongre merkezini MGM Grand, Bally's/Paris, Flamingo/Caesars Palace, Harrah's/The LINQ, Westgate Las Vegas Hotel & Casino, & SLS Hotel & Casino'ya bağlar.

Nevada Eyaleti, monorayın özel bir şirket tarafından işletilip halka hizmet etmesi için özel bir yasa çıkarmıştır. Çeşitli firmaların oluşturduğu uzman bir ekip monoray sistemini geliştirmek için birleşmiştir. Las Vegas monorayı senelik 2,3 milyon araç milin Güney Nevada'nın ana yollarından azalmasını sağlamaktadır. Sistem karbon monoksit gazının, uçucu organik bileşimlerin ve nitrojen oksit türevlerinin

%29,55'inden fazlasının havaya salınmasını önler. Las Vegas Monorayı Şekil 3.25'da gösterilmiştir.



Şekil 3.25: Las Vegas Monorayı.

Dünyanın bazı bölgelerinden monoray hatlarına örnekler, bunların işletmeye alındıkları sene, hat uzunluğu, istasyon sayısı, kapasitesi Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

3.3.8.9 Seattle monorayı

Dünyanın eski monoray sistemlerinden biridir. Şekil 3.26'da gösterildiği üzere, Seattle'da şehir merkezi ile 'Space Needle' arasında sefer yapan 1,5 km hat uzunluğu ile yılda yaklaşık 2,5 milyon yolcu kapasitesine sahip monoray sistemidir.



Şekil 3.26 : Seattle' da şehir merkezi ile 'Space Needle' ile birleştiren monoray sistemi.

3.3.8.10 Walt Disney World monorayı

Dünyanın en uzun monoray hatları, 150.000 yolcu/gün ile ve 23,6 km hat uzunluğu ile Şekil 3.27’te gösterilen Walt Disney World monorayıdır.



Şekil 3.27: Walt Disney World monorayı.

3.3.8.11 Chongqing monorayı

Dünyada en fazla yolcu taşıma kapasitesi 2005 yılında işletmeye alınan 13.5 km hat uzunluğu ile Şekil 3.28’te gösterilen Çin Halk Cumhuriyeti Chongqing monoray taşıma sistemi olup saatte 30.000 yolcu taşımaktadır.



Şekil 3.28 : Çin Halk Cumhuriyeti Chongqing monorayı.

Dünyanın çeşitli bölgelerinden farklı monoray hatlarına ilişkin bilgiler Çizelge 3.6’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.6: Dünyanın bazı bölgelerinden monoray hatlarına örnekler.

Bulunduğu Yer	İşletmeye alınış yılı	Hat uzunluğu	İstasyon Sayısı	Kapasitesi
Wuppertal, Almanya	1901	13	20	82000/Gün
Seattle, ABD	1964	1,5	2	2500000/Yıl
Tokyo, Japonya	1964	17,8	10	137900/Gün
Walt Disney World, ABD	1971	23,6	6	150000/Gün
Kitakyushu, Japonya	1985	8,8	13	31700/Gün
Chiba City, Japonya	1988	15,5	18	40000/Gün
Chiba City, Japonya	1990	23,8	16	77900/Gün
Tama, Japonya	1998	16	19	92700/Gün
Duesseldorf, Almanya	2002	2,5	3	11000/Gün
Naha, Japonya	2003	12,8	15	35000/Gün
Kuala Lumpur, Malezya	2003	8,6	11	45000/Gün
Las Vegas, ABD	2004	6,3	7	30000/Gün
Chongqing, ÇİN	2005	13,5	14	30000/Gün

3.3.9 Türkiye’de monoray çalışmaları

3.3.9.1 Libadiye monoray sistemi projesi

Libadiye monoray hattının içerisinde bulunduğumuz 2016 yılında inşasına başlanacağı ve bu inşa süresinin 3 yıllık bir zaman dilimi olacağı öngörülmüştür. Bu monoray hattı için 28 yıllık bir yap-işlet süresi düşünülmüştür. Libadiye monoray hattının başlangıç noktası Kadıköy Belediye binası, Metrobüs Söğütlüçeşme durağıdır.

Monoray hattının sonraki istasyonları Ziverbey istasyonu, Göztepe SGK istasyonu, Göztepe SGK poliklinikler, Göztepe kavşak istasyonu, Göztepe Soyak istasyonu, Emaar Square Fetih mahallesi, DSİ istasyonu, Libadiye istasyonu ve en son hattın bitişi olan Çamlıca-Üsküdar –Ümraniye kavşak noktasıdır.

Bu hattın yaklaşık uzunluğu 7 km’dir. İlk etapta, hat için işletilmesi düşünülen araç sayısı 20’dir.

3.3.9.2 Sefaköy Halkalı monoray projesi hattı

Bu hattında tıpkı Libadiye hattı gibi bu sene içerisinde inşasına başlanacağı ve aynı şekilde 3 yıllık bir zaman sonra kullanıma açılacağı öngörülmektedir. Yine aynı şekilde 28 yıllık bir yap-işlet süresi düşünülmüştür.

Sefaköy Halkalı monoray projesi hattı üzerinde yapılması düşünülen istasyonlar; Sefaköy istasyonu, Armoni Park istasyonu, Borusan istasyonu, Sanayi istasyonu, Gümrük Yolu istasyonu, Halkalı merkez istasyonu, TOKİ 1 istasyonu, TOKİ 2 İstasyonu, Arena Park istasyonu, İETT Depo istasyonu, Masko istasyonu, Ziya Gökalp istasyonu, Atatürk Oto Sanayi 1, Atatürk Oto sanayi 2, ve son olarak Başak Konutları İstasyonu’dur.

Proje kapsamında satın alınması planlanan monoray araç sayısı 36 olup bir adet monoray aracı 1.150.000 Euro olarak fiyatlandırılmıştır. Bu monoray hattının yapımı için hesaplanan miktar 282.644.880 Euro’dur.

3.3.9.3 Tuzla monoray projesi

Bu monoray hattının da içinde bulunduğumuz 2016 yılında yapımına başlanacağı ve diğer projeler gibi 3 yıl gibi bir süre sonunda kullanıma açılacağı planlanmaktadır. Bu proje içinde 28 yıllık bir yap-işlet süresi düşünülmüştür.

Tuzla monoray hattı üzerindeki planlanan istasyonlar şunlardır: Tuzla Belediye istasyonu, Yayla Mahallesi istasyonu, Şinasi Duralı istasyonu, Dört Yol istasyonu, Vatan Caddesi istasyonu ve son olarak Marina istasyonu. Monoray hattının uzunluğu:4,62 km'dir.

Bu monoray hattı için yaklaşık maliyet 132.159.000 USD olarak hesaplanmıştır. Hat için 12 adet monoray aracının alınması planlanmakta olup bu 12 aracın maliyeti 9.000.000 USD etmektedir. Böylelikle bu monoray hattı için toplam maliyet 141.159.000 USD olarak görünmektedir.

3.3.9.4 Mersin monoray hattı projesi

Henüz planlama aşamasında olan bu hatta projelendirme işlemleri devam etmektedir. Hat üzerindeki araçların 5 vagonlu olması düşünülmektedir. Bu monoray hattının şehir hayatına uygun bir şekilde sabah 6 akşam 12 saatlerinde çalışması tasarlanmaktadır. Mersin monoray hattının uzunluğu 14 km olacak, şiddetli depremlere dayanacaktır.

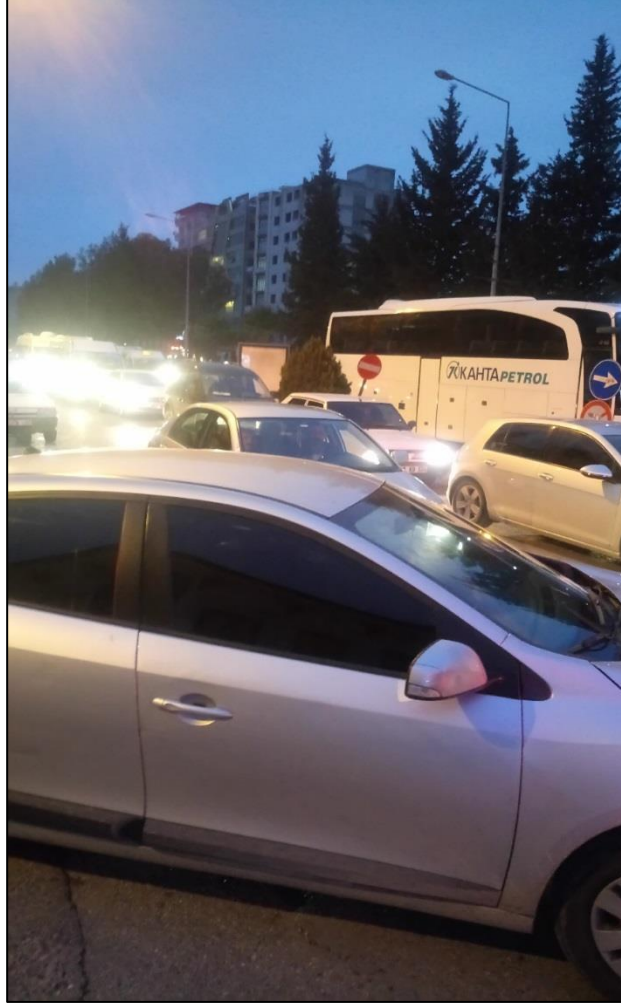
4. ADIYAMAN ATATÜRK BULVARI İÇİN TEZ KAPSAMINDA ÖNERİLEN MONORAY ÇALIŞMALARI

Adıyaman ilinin nüfusu, 2013 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonuçlarına göre 597.184'tür. Nüfusun 373.183 kişisi şehirlerde yaşarken 224.001 kişisi belde ve köylerde yaşamaktadır. Şehirde yaşayanların oranı %62,5 köyde yaşayanların oranı %37,5' tir. Yine aynı nüfus sayımı sonucuna göre ilin nüfus yoğunluğu km² başına 85 kişidir. 2013 yılında il nüfusunun, %49,8'i 25 yaşın altında, %43,7'si 25-65 yaş arası, %6,5'i 65 yaş üstü kişilerden oluşmaktadır. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre ilin kilometrekareye 85 kişi olan nüfus yoğunluğu, 100 olan ülke nüfus yoğunluğunun altındadır. Adıyaman ili 2013 yılı yıllık nüfus artış hızı %0,3,2'dir.

Kırsal kesim nüfusu Türkiye ortalamasının üstündedir. Gün geçtikçe değişen hayat koşulları sebebiyle, köyden kente göçler artmaktadır. Şehir nüfusu çoğalmakta, tarım arazileri dâhil olmak üzere, şehirde boş kalmış alanların çoğu, hızla beton yapılarla dolmaktadır. Ayrıca Adıyaman çevre şehirlerden göç alan bir şehir haline gelmektedir. Şehrin sıcak atmosferi, kolay yaşamı, devlet memuriyeti gibi görevleri seçmekte olan insanların ilgisini azımsanmayacak oranda bu şehre çekmektedir. Bu da şehir yoğunluğunu, endüstri şehri olmamasına rağmen, arttıran bir faktördür. Bu nüfus artışı, tahmin edileceği üzere en başta şehrin ulaşım kolunu etkilemektedir. Şehrin tüm ihtiyaçlarını karşılayacak uzun vadeli, gelecek odaklı, çevre dostu çözümler üretilmesi toplumun refahı ve çıkarı için gereklidir. Güncel olan motorlu araç ulaşım türlerini belediye otobüsleri, dolmuşlar ve özel otomobiller oluşturmaktadır. Mevcut toplu taşıma sistemleri Türkiye genelinin gerisinde kalmış pek gelişmemiştir. Adıyaman ilinin şehir planlaması, şehir nüfusunun düşük olduğu zamanlarda yani kuruluş zamanlarına denk gelen zamanlarda yapılmış olduğundan, günümüzde karayolu ve altyapı sistemi şehrin güncel trafik ihtiyacını karşılayamamaktadır.

Şehrin ana arter uzunluğu fazla bir mesafe olmamasına karşın; ana arter üzerindeki önemli anahtar noktaları, boylu boyunca dolaşan tek bir ulaşım sistemi mevcut değildir. Hâlbuki ana arter sayılan Atatürk Bulvarı, önemli anahtar bölgeleri dolaşmakta, şehrin tüm mahallelerine girişleri ve şehirlerarası bağlantıyı sağlayan bir konumdadır. Her geçen gün Atatürk Bulvarı'na olan ulaşım talebinin arttığını ve aynı

görevi görebilen başka bir ulaşım hattı olmadığı düşünüldüğünde; burada ne sebeplerle uzun vadeli ve çevreci, karayolu trafiğini kesintiye uğratmayacak bir ulaşım sistemi ihtiyacının gerektiği daha iyi anlaşılır. Karayolu ulaşımının gitgide bu ana arterde arttığını ve kentin zirve saatlerde bir büyük şehri aratmayan trafik tıkanıklığı görüntülerine sahne olduğunu söylemek yanlış olmaz. Şekil 4.1’de Atatürk Bulvarı’ndaki trafik akışı görünmektedir.



Şekil 4.1: Atatürk Bulvarı’ndaki trafik akışı.

Atatürk Bulvarındaki trafik akışının önden görünüşü Şekil 4.2’de görünmektedir.



Şekil 4.2:Atatürk Bulvarı'ndaki trafik akışı önden görünümü.

Güzergaha ait trafik akışının arkadan görüntüsü Şeki 4.3'ten görünmektedir.



Şekil 4.3:Atatürk Bulvarı güzergahında trafik akışının arkadan görüntüsü.

Sayıdığımız sebepler düşünöldüğönde, bu hat için en uygun çözümin bir monoray hattı olduğu çok yerinde bir fikir olur. Karayolu trafiğini aksatmayacak, kesintiye uğratmayacak; alandan tasarruf sağlayacak; çevreci ve doğa dostu; temiz enerjili ayrıca raylı sistemlere nazaran ekonomik bir ulaşım sistemi olan monoray hattının en iyi çözümlü olduğu anlaşılacaktır. Şehrin yüzü modern ve ilgi çekici bir yöne kayacak ve şehir sakinleri kendilerini daha değerli hissedecekleri bir ulaşım sisteminden istifade edeceklerdir. Bu hattın kurulması, sanılanın aksine; başka şehirlerimizde olduğu gibi dolmuş- minibüs hat sahiplerinin tepkisini çekecek bir sitem olmayacaktır çünkü mevcut hiçbir toplu ulaşım sistemi bahsi geçen Atatürk Bulvarı hattının tüm önemli noktalarını boylu boyunca dolaşmamaktadır. Mevcut hatların tümü ancak bu ana arterin belli bir kısmını, daha iç yerleşim bölgelerine ulaşmak amacıyla kullanılmaktadır. Durum böyle olunca da yapılması düşünülen monoray sistemi, kamuoyunun olumsuz eleştirisini ve tepkisini çekecek bir vaziyete mahal bırakmamaktadır. Böylece şehir sakinleri hızlı, çevreci, modern ve ilgi çekici bir ulaşım ağına, hiçbir olumsuzlukla karşılaşmadan sahip olabileceklerdir. Bu da şehrin yaşanabilir hanesine bir artı olarak geçecektir.

4.1 Adıyaman İli Trafik Bilgileri

Adıyaman nüfus ve sosyo-ekonomik yapı dikkate alındığında özel araç kullanım oranının yüksek olduğu bir şehirdir TÜİK Gaziantep Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan açıklamada, Motorlu Kara Taşıtları 2016 yılı Nisan ayı sonuçları değerlendirildi. Yapılan açıklamaya göre Adıyaman'da trafiğe kayıtlı araç sayısı 2016 Nisan ayı sonu itibarıyla 92.693 olmuştur. Bu araç sayısı ile Adıyaman, tüm iller içinde 51. sırada yer almıştır. Adıyaman'daki araç sayısı 2016 yılının ilk dört ayında 1.190 adet artmıştır.

Araç türleri incelendiğinde ise Adıyaman'da trafiğe kayıtlı toplam taşıtın %46,3'ünü otomobil, %16,2'sini traktör ve %14,4'ünü motosiklet oluşturmaktadır.

2014 yılında Adıyaman'da Aralık ayı sonu itibarıyla trafiğe kayıtlı araç sayısı 86 bin 850 iken, 2015 Aralık ayı sonu itibarıyla 91 bin 503 olmuştur.

Adıyaman'da ölümlü ve yaralanmalı kazaların sayısı 2009 yılından 2013 yılına kadar %81,6 oranında artarak 1026'ya ulaşmıştır. Bu oran %45,2 olan Türkiye değerinin üstündedir. Çizelge 4.1'de trafik kaza bilgileri verilmiştir.

Çizelge 4.1:Adıyaman trafik kaza bilgileri. (Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı)

Yıllar	Kaza sayısı	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
2009	565	21	1119
2010	628	20	1281
2011	767	17	1591
2012	875	20	1827
2013	1026	30	2014

Adıyaman'da il ve devlet yolu uzunluğu 2009-2013 döneminde azalarak 763 km olurken, köy yolu uzunluğu da aynı dönemde %18,7 oranında azalmıştır. Demiryolu uzunluğunda ise herhangi bir değişiklik olmamıştır.

Adıyaman'da trafikteki motorlu araçların sebep olduğu hava kirliliği azımsanmayacak miktarda olup, motorlu araç kullanımı monoray sayesinde azalırsa şehrin havasının nasıl temizleneceği gözden kaçmamalıdır. Çizelge 4.2'de yakıt türlerine göre araçlar verilmiştir.

Çizelge 4.2:Adıyaman'da yakıt türlerine göre araçlar verilmiştir.

Yıllar	Genel toplam	Benzin	Dizel	LPG	Bilinmiyor
2009	59754	18726	25244	15762	22
2010	64962	19064	27752	18119	27
2011	70143	19227	30714	20185	17
2012	75849	20078	33449	22310	12
2013	81729	20761	36422	24535	11

Şehirde, motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirleticilerin hava kirliliği üzerine etkisi de mevcuttur. Özellikle sabah ve akşam saatlerinde mesai başlangıcı ve sonunda taşıtların egzozlarından çıkan dumanlar havayı olumsuz etkilemektedir. Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere, araçların egzoz emisyon ölçüm oranı görünmektedir. Trafığe kayıtlı toplam araçların yaklaşık %30'unun egzoz emisyon ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.3:Adıyaman’da trafik araçlarının egzoz emisyon ölçümü bilgileri.

Yıl	Egzoz emisyon ölçümü yaptıran araç sayısı	Trafiği çıkan araç sayısı
2012	27846	76662
2013	31980	82849
2014	-----	89781

Her geçen gün ilin nüfusu artış göstermekte, ilde toplamda talep edilen enerji miktarı artmaktadır. Şehirdeki ulaşım aracı sayısı her yıl artmakta ve ulaşımdan kaynaklı emisyon miktarı da bu enerji ve egzoz gazı artışına eşlik etmektedir.

Hava kirliliğini azaltmak için ulaşım alanında yapılması gereken, en uzun mesafede, en çok yolcu ve eşya taşıma için toplu taşıma araçlarının kullanımını yaygınlaştırmak toplu taşıma araçlarının kullanımını yaygınlaştırmaktır. Bireysel araçlar yerine toplu taşıma araçlarının kullanımı yaygınlaştırılmalı, şehir içinde yoğun ulaşım akımının olduğu güzergâhlar için en verimli toplu taşıma araçları tercih edilmelidir.

Adıyaman Atatürk bulvarında kurulması planlanan monoray hattı ayrıca bir alan kullanımına ihtiyaç duymayacak çünkü hat bulvarın orta refüjünden istifade edilerek inşa edilecektir. Bu sebeple alan işgali meydana gelmemiş olacaktır.

4.2 Monoray Sistemi Kurulması

Teklif edilen monoray sistemi kamu ve özel taşıma sistemleri ile bağlantı halinde olmalı, geçişlere izin vermelidir. En az 20 yıllık bir kullanım ömrü sunan monoray sistemi, şehir sakinlerine çevreci, sürdürülebilir, uygun bir seyahat imkânı verebilir. Motorlu taşıt kullanımı azalacağından insanları bisiklet kullanımına sevk edebilir. Servis noktalarına insanlar bisiklet kullanarak veya yürüyerek gelebilir. Bu daha sağlıklı ve çevreci bir toplum anlamına gelir. Modern, güvenli bir tasarım ve konforlu bir dekor ile kullanıcılara huzurlu , rahat ve ferah bir yolculuk sunabilir.

4.3 Güzergâh Belirleme

Tüm inşaat ve ulaştırma projeleri tasarımında güzergâh belirleme ve istasyon konumlandırma en temel konulardan biridir. Seçilen güzergâh en çok talep gören bölge ile teknik anlamda en uygun kısa yolu birleştirmelidir. Şehrin, gelecekteki büyümesi, şehir popülasyonunun artması göz önüne alınarak bu ihtiyacı karşılayacak bir güzergâh olmalıdır. Dik yamaçlardan kesişen kavşaklardan, araç ve yaya trafiğine engel olan

bölgelerden mümkün olduğunca uzak durulmalıdır. Tüm bunlara karşın, raylı sistemlere göre eğimi ve diğer olumsuz trafik öğelerini tolere edebilecek en iyi sistem monoray sistemidir. Şehrin ana arteri olan Atatürk Bulvarı, sahip olduğu bağlantılarıyla, anahtar noktalarla, hem şehir içi hem şehir dışı geçiş hattı sayıldığından monoray hattı için en uygun güzergâhtır. Atatürk Bulvarı'nda orta refüjden geçirilecek monoray hattı için herhangi bir istimlak bedeli ödenmeyeceğinden ayrıca tasarruf yapılmış olacaktır. Araç kolonlar üzerine bindirileceğinden karayolu trafiği hiçbir şekilde aksamayacak, akış kesintiye uğramayacaktır.

Adıyaman monorayının ilk durağı Küçük Sanayi Sitesi olacaktır. Buradan bölgede çalışanlar kolayca sistemi kullanabileceklerdir. Sonraki durak Üniversite durağı olacaktır. Birçok öğrencinin burada istasyonu kullanacağı aşikârdır. Ama eğer istenirse bu bölgeler birbirlerine yakın olduğundan her ikisinin arasında tek bir istasyon kurulabilir. Sonraki durak 75. yıl Hastanesi olacaktır. Hasta ve hasta yakınları için çok gerekli bir durak noktası olacaktır aynı zamanda bu civarda okula giden öğrenciler de araçtan yararlanabileceklerdir. Sonraki durak Adalet Sarayında olacaktır. Böylece şehir merkezine inmek isteyen ya da bağlantılı dolmuş hatlarından istifade etmek isteyen vatandaşlar burada in-bin yapabileceklerdir. Ayrıca bu noktadaki durak sayesinde çarşı merkezine varmadan yolcular istedikleri noktaya gidebileceklerdir. Sonraki istasyon Tıp Fakültesi Durağı olacaktır. Zira hastaneyi ve civarı ziyaret eden yüzlerce insan sistem sayesinde rahat ve güvenli bir ulaşım hizmeti almış olacaklardır. Bir sonraki istasyon Adıyaman Yeni Otogar durağı olacak böylece il dışına gitmek seyahat eden veya dışardan gelen vatandaşlar zahmetsizce yolculuk etmenin keyfine varacaklardır. Atatürk Bulvarı üzerinde yapılması düşünülen monoray hattı için gerekli istasyonlar arasındaki mesafe Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4: Monoray hattı istasyonlar arasındaki mesafe.

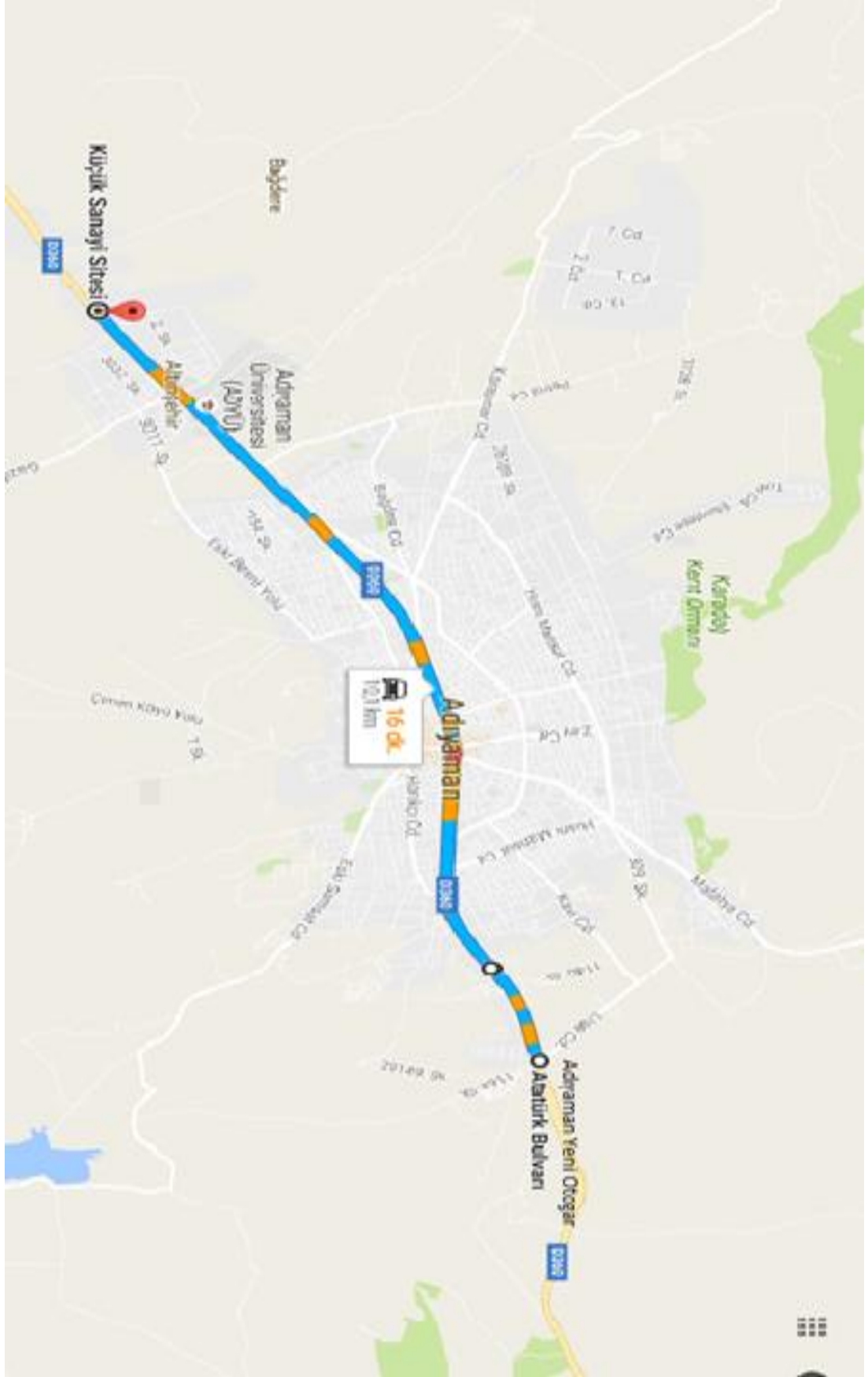
İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon mesafesi(km)
Küçük Sanayi Sitesi	Üniversite	2,2
Üniversite	82.Yıl Eğitim Araştırma Hastanesi	2,3
82.Yıl Eğitim araştırma hastanesi	Adalet Sarayı	1,8
Adalet Sarayı	Kadın Doğum Hastanesi	3,7
Kadın Doğum Hastanesi	yeni otogar	0,6

Atatürk Bulvarı üzerinde yapılması düşünülen monoray hattı için yapılması gereken duraklarda yolcu indi bindi sayısı Çizelge 4.5'te görülmektedir.

Çizelge 4.5: Atatürk Bulvarı güzergahı üzerinde yolcu sayısı.

İstasyon Adı	Küçük Sanayi Sitesi-Yeni Otogar			Yeni Otogar-Küçük Sanayi Sitesi		
	Binen	İnen	Yolcu	Binen	İnen	Yolcu
Küçük Sanayi Sitesi	2372	0	0	0	1132	1132
Üniversite	8758	1619	2372	986	7608	7754
82.Yıl Eğitim Araştırma Hastanesi	3496	2698	9511	956	3482	10280
Adalet Sarayı	4872	7912	10309	7682	2567	5165
Tıp Fakültesi Durağı	780	4573	7269	3576	986	2575
Yeni Otogar	0	3476	3476	2575	0	0
Toplam/Maksimum	20278	20278	8120	15775	15775	10280

Adıyaman Atatürk Bulvarı üzerinde yapılması düşünülen monoray hattının geçeceği güzergah Şekil 4.4'te görülmektedir.



Şekil 4.4: Monoray hattının geçeceği güzergah.

4.4 Adıyaman Atatürk Bulvarı Monoray Sisteminin Sağlayacağı Yararlar

Adıyaman'a monoray hattı kurulması ile sağlanacak yararların belirtilmesi gereklidir. Zira monoray, bölgenin ulaşım sisteminde büyük bir yenilik olarak görüldüğünden, açık bir şekilde ifade edilmesi sistemin kamuoyunun faydasına sunulmasında kolaylık sağlar. Monoray kurulması ile çevre dostu bir ulaştırma sistemi sağlanacak, verimli etkili alan kullanımı yapılacak, güvenli ve emniyetli bir ulaşım sistemi kazandırılmış olacak ve şehir sakinlerinde sosyal değerlilik ve sahiplenme oluşacaktır. Temiz enerjili bir sistemin kullanılması ile hava kalitesinde iyileşme görünecektir. Çünkü bu monoray aracının kullanılmasıyla motorlu taşıt kullanımında azalma sağlanacak ve eğer başka bir sistem kurulması halinde şehre salınan egzoz gazında azalma sağlanacaktır. Havaya salınan karbon monoksit değerlerinde azalma olacaktır. Sera gazı etkisini azalmasına yardım edecektir. Şehrin ana arterinin boylu boyunca dolaşacak hat sayesinde insanlar birden fazla araç değişikliğine gitmeden seyahatlerine devam edebileceklerdir. Böylece ulaşım için tasarruf sağlanabilecektir. Çevreye ve doğal hayata saygılı bu ulaşım sisteminde, karayollarında olduğu gibi karşıdan geçişlerde hayvanların hayatı riske atılmamış olacak hayvanların telef edilmesinin önüne geçilmiş olacaktır. Bu yapılacak monoray sistemi ile şehrin emlak değerlerinde artış olacaktır şehir değerlenecektir. Monoray sisteminin çekiciliği ile istihdam alanlarında artış sağlanacaktır. Şehrin nüfus artışı ile b tür bir aracın gerekliliği kaçınılmaz olacaktır. Şehir sakinlerine hızlı, kesintiye uğramayan bir seyahat sağladığından zaman konusunda da tasarruf sağlanacaktır sistemle. Ayrıca sistem motorlu taşıt kullanımını azaltacağından trafik kazalarında azalma sağlanacak ve can güvenliğini arttıracaktır. Monoray sistemi kurulmasıyla şehrin turistik açıdan önemi artacaktır zira bu tür bir ulaşım sistemi vatanımızın farklı şehirlerinde halen planlama aşamasında olduğundan şehre kurulması çok büyük bir avantaj sağlayıp, şehrin ilgi odağı olmasını sağlayacaktır. Bu da şehrin ekonomisine turistik açıdan da katkıda bulunacaktır.

4.4.1 Maliyet çalışmaları

Maliyet hesabı çalışmalarında hesaba katılan giderler ve gelirler şunlardır:

- a) Monoray hattının inşaat (yatırım) maliyetleri
- b) Monoray araçları yatırım maliyetleri
- c) Monoray hattının işletme, bakım ve onarım maliyetleri
- d) Monoray hattının işletme (bilet) gelirleri

- e) Kira gelirleri
- f) Reklam gelirleri

4.4.1.1 Monoray hattının inşaat ve araç yatırım maliyetleri

Raylı sistemler ile karşılaştırılınca monoray sistemleri maliyet olarak daha ekonomiktir. Çizelge 4.6'da raylı sistemler ile monoray sistemlerinin maliyet karşılaştırması gösterilmiştir.

Çizelge 4.6: Farklı ulaşım sistemlerinin maliyeti.

Güzergâh başına kilometre maliyet (USD milyon, 2005)			
Sistem tipi	Düşük	Ortalama	Yüksek
Ağır Raylı sistemler	69,1	126,1	183,7
Hafif Raylı sistemler	15,9	55,5	122
Yüksek Kapasiteli şehir içi ulaşım OİT*	51,7	71,2	90,9
Yüksek Kapasiteli havaalanı OİT*	30,5	81,9	148,1

*OİT: Otomatik insan taşıyıcı (monoray sistemleri)

Maliyeti etkileyen faktörleri şunlardır: Sistemin büyüklüğü, hattın uzunluğu, topoğrafya, konum, kamu tesisleri, arazi şartları, yolcu sayısı, sistem hızı, istasyon sayısı, geoteknik özellikler, çevreye etkilerin değerlendirilmesi.

Adıyaman Atatürk Bulvarı'na yapılması düşünülen monoray hattının inşaat maliyetleri için şu şekilde bir hesaplama yapılabilir. İstanbul Sefaköy monoray ulaşım hattı fizibilite raporu değerleri esas alınarak; inşa edilecek hat için yaklaşık 23 milyon Euro/km'lik bir inşaat gideri olacağı düşünülürse ve Adıyaman Atatürk Bulvarına yapılması düşünülen monoray hattının 10 km olacağı düşünülürse, bu hat için aşağıda tablo 4.7'de gösterilen bir maliyet ortaya çıkacaktır. Her bir monoray aracının maliyeti ise şu kadar olacaktır.

Çizelge 4.7: Monoray işletme ve bakım maliyetleri (Euro).

Maliyet türü	Toplam(TL)
İnşaat Yatırım Maliyeti	243.800.000
Havaray Araçları	8.050.000
Genel Toplam	251.850.000

4.4.1.2 Monoray hattı işletme ve bakım giderleri

İşletme maliyetini oluşturan kalemler; personel giderleri, bakım-onarım-tamir ücretleri, enerji giderleri, yönetim-eğitim(uzmanlaşma) masraflarıdır. Şu ana başlıklarda inceleyebiliriz:

Kat edilen mesafeye bağlı işletme giderleri: Sistemde bulunan araçların kat ettiği yola bağlı olarak değişen ve birimi (araç x km) olan giderdir. Enerji harcamalarını ve bakım-onarım-tamirat masraflarını kapsamaktadır.

Zamana bağlı işletme giderleri: Sistemde bulunan araç sayısının işletildiği zaman için hesaplanır. İstihdam edilen personel giderlerini de içerir.

Yola bağlı işletme giderleri: Yıllık ve günlük olarak, kilometre başına hesaplanan bir giderdir. İstasyon, yolların bakım onarımı, sinyalizasyon sistemleri, enerji iletim hatları için yapılan harcamalardır.

-Monoray aracına gerekli durumlarda vagon sayıları, araca fazla vagon eklenerek kolayca arttırılabilir; yolcu sayısı çoğalırsa kolayca yer ayarlanabilir.

-Monorayı yönetmek için sürücüye, personele ihtiyaç olmadığından bu kalemde tasarruf sağlanır. Öte yandan diğer ulaşım araçlarında böyle bir tasarrufa gidilemez.

-Monoray sistemi, zirve saatlerinde ve kalabalığı çeken özel etkinlik durumlarında, ulaşımında yaşanabilecek izdihamı kolayca, hızlı bir şekilde kontrol edebilir.

-Ayrıca bu sistemin sürücüye ihtiyaç duymadan da hizmet verebileceği durumlarda tasarruf sağlayabileceği unutulmamalıdır.

-Modern iletişim ve elektronikteki ilerlemelerle otomatik sürüş ve kılavuzlama uydu ve gerçek zamanlı konumlama sistemleriyle sürücüsüz monoray projeleri daha ucuz ve maliyet etkilidir.

Bazı fizik kuralları ve parametreleri düşünülecek olursa monoray sistemlerinin diğer ulaşım araçlarından farkı daha net anlaşılabilir. Çünkü bu fiziksel parametrelerin, sistemin işlemeye başlamasıyla birlikte, enerji tüketimi konusunda ağırlıklı etkileri bulunabilmektedir. Enerji tüketimi konularının maliyetle yani ekonomiyle ve doğayla olan ilişkilerini düşünecek olursak bu durumun hassasiyet gerektiren bir husus olduğunu kavramış oluruz. Bu parametreler Çizelge 4.8’de aerodinamik sürüklenme, mekanik sürtünme, ivme-yavaşlama olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.8: Ulaşım sistemlerinde enerji talebinde fiziksel parametrelerin etkisi.(www.urbanaut.com)

	Hafif raylı sistemler	Bindirme monoray (Ağır)	Bindirme monoray (Hafif)
Aerodinamik Sürüklenme	1,3	0,8	0,6
Mekanik Sürtünme	1,5	0,65	0,65
İvme ve Yavaşlama	1,4	0,85	0,6

Dünya genelinde monoray yapımı, işletilmesi ve bakımı ile ilgili kuruluşlar, bu sistemin işletme maliyetlerinin metro işletme maliyetleri ile benzerlik gösterdiğinde hemfikirler. Bu nedenle, Sefaköy – Halkalı – Başakşehir Havaray Hattı’nın değerlendirme dönemindeki işletme ve bakım giderlerini hesaplamak için, halen İstanbul’da işletilmekte olan metro hatlarında gözlenen birim değerlerden yararlanılmıştır.

Monoray sistemi işletme ve bakımından sorumlu personel sayısı şu şekildedir.

Her bir dizi için sürücü : 2 çalışan

- Her bir dizi için bakım-onarım personeli : 1 çalışan
- Her bir istasyon için güvenlik personeli : 4 çalışan
- Her bir istasyon için temizlik personeli : 2 çalışan
- Yönetim : 8 çalışan

4.4.1.3 Monoray hattı işletme gelirleri

Monoray hattının işletme gelirlerinin yolcu (bilet), kira, reklam gelirlerinden oluşacağı öngörülmektedir. Söz konusu gelirlere ilişkin kabuller ve değerlendirme dönemi boyunca tahmin edilen işletme gelirleri aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır. Adıyaman’da monoray aracı yolcu biletleri için 2 TL değeri dikkate alınabilir.

4.4.1.4 Reklam gelirleri

Kira gelirlerine benzer şekilde, yoğun yolcu akımının yer alması öngörülen istasyonlarda, poster - reklam üniteleri ve panolarının oluşturulacağı kabul edilerek, işletme aşamasında her bir istasyon için 7.000 TL/ay düzeyinde reklam gelirinin olacağı ön görülmüştür. Ayrıca, monoray araçlarının kentin önemli koridorlarında yükseltilmiş hat üzerinde işletilirken, yer altında işletilmekte olan raylı sistemlerden

farklı olarak, dikkat çekeceği ve izleneceği öngörülerek, araçların üzerinde giydirme şeklinde önemli ölçüde reklam alınabileceği kabul edilmiş ve işletme aşamasında 10.000 TL/araç/ay düzeyinde reklam gelirinin olacağı düşünülmüştür.

4.4.2 Tahmini maliyet fayda analizi

Herhangi bir projenin topluma kazandıracağı yararları ve bu projenin maliyetinin karşılaştırılmasıyla maliyet fayda analizi yapılır.

Adıyaman Atatürk Bulvarı monoray projesinin hayata geçirilmesi için gerekli olan maliyet fayda analizinin belirlenmesinde sağladığı doğrudan ve dolaylı faydalar bulunmaktadır.

4.4.2.1 Doğrudan faydalar

Trafik kazalarının azalması, toplumun yaşam kalitesinin artmasını sağlayacak bir ulaşım sistemidir. Çevre dostu olduğundan doğal yaşamın sağlıklı bir şekilde devam etmesine yardımcı olur. Monoray sistemi çevreye duyarlı, yararlı bir sistem olduğundan sera gazı etkisinin azalmasına fayda sağlayacaktır. Bu da çevre dostu bir uygulamanın, doğaya faydasının bir örneğidir. İnsanlar bu farkındalığı deneyimledikleri için özel araçlarının kullanılmasını ancak çok gerekli durumlarda gerçekleştirecektir, bu da toplumun çevre bilincinin arttırdığının ve çevre dostu uygulamaların ekosisteme olumlu etkisini gözler önüne serecektir.

Zamandan tasarruf edilmiş olur. Bu tasarruf şehir sakinleri için farklı konularda kullanılabilir.

Tüm kullanıcılar için yeni bir yolculuk deneyimi sunacağı için şehir sakinleri ve tüm kullanıcılar yaşamlarına ve özellikle vakitlerine verilen değeri kavramış olacaklardır.

4.4.2.2 Dolaylı faydalar

Yapılacak monoray sisteminin ekonomik, çevre, enerji, trafik kazalarının azalmasıyla ilgili doğrudan etkileri bulunduğu gibi toplum ve yaşam için dolaylı etkilerinin bulunduğu da bilinir.

Sosyal fayda

Ulaşım için harcanan vakit azaldıkça insanlar daha iyi yaşam koşullarına sahip oldukları için kendilerini daha değerli hissedeceklerdir. Böylece ulaşımdan tasarruf edecekleri zamanla ailelerine, sevdiklerine, kişisel uğraşlarına daha verimli bir vakit

ayırabileceklerdir. Doğru bir ifadeyle ulaşım ile geçen ‘angarya’ süre, toplumun kendi ihtiyaçlarına kullanabileceği kaliteli bir süreye çevrilmesi, toplumun kendini daha değerli hissetmesini sağlayacak ve sistemle olan bağlar daha güçlenecektir.

İstihdam yaratılması

Monoray sisteminin bakım ve onarımı için kamu kurumlarında veya özel sektörde içinde bir teknik ekip oluşturularak iş dünyasında kazandırılması ile istihdam artışı yaşanacaktır.

Renkli bir şehir görüntüsü yaratır ve turizmi etkiler

Monoray gibi ileri teknoloji ürünü bir ulaşım aracı, şehrin gelecek vizyonu için iyi bir reklam aracı olmasının yanı sıra, şehrin cazibesini arttıracak bir sistemdir. İnsanların şehre olan ilgisinin artmasına fayda sağlayacak ekonomik anlamda şehir bütçesini olumlu olarak etkileyecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Monoray sistemleri raylı sistemlere göre enerji tüketiminde ve makas sistemlerinde her ne kadar dezavantajlı görünse de, toplu taşıma sistemi belirlenmesinde bu özellikler pek dikkate alınmadığı görülmüştür.

-Tezde önerilen monoray sistemleri, muadili sistemler karşısında çevreci olması, kapasite uyumlu yani talebe göre eklenip çıkarılabilen vagonlarının olması ile ve uzun vadede, sağladığı ekonomi gibi özellikleri ile avantaj sağlamaktadır.

-Monoray sistemi, diğer sistemlerden bazı açılardan, daha etkili bir şekilde ulaştırma görevini yerine getirmektedir. Çünkü yapılması düşünülen Atatürk Bulvarı'nda karayolu trafiğini kesintiye uğratmayacağının ispatı, şu ana kadar kullanılan bölgelerde karayolu trafiğini kesmemiş olmasından gelmektedir.

-Karayolu trafiğinden bağımsız işletilebildiği için trafik tıkanıklığına neden olmaz, şehir trafiğini rahatlatır. Şehir içi trafiğin azaltılmasında etkili olacağından farklı bölgelerimizde kurulması tavsiye edilir.

-Monoray sayesinde şehrin hava kirliliği ile ilgili sorunları azalacaktır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2014 yılında yapılmış olan Temiz Hava Eylem Planı'nda Adıyaman hava kirliliğine çözüm olarak doğal gaz vb. konulara değinilmiş ancak; motorlu taşıtların sebep olduğu hava kirliliği miktarının nasıl azaltılabileceğine pek değinilmemiştir. Yapılacak monoray sistemi ile motorlu taşıtların sebep olduğu hava kirliliği azaltılmış olacaktır.

-Uzun vadede monorayın çevreye ve atmosfere yararı düşünülecek olursa, monorayın diğer toplu taşıma sistemlerinden önde olduğu görülmektedir.

-Monorayın inşaat yatırım maliyeti ilkin yüksek olsa da zaman içinde diğer toplu taşıma araçlarına olan farkları göz önüne alındığında, diğer araçlarla daha dengeli bir yatırım maliyetine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

-Yer kullanımı açısından monoray sistemlerinin tutumlu olduğu göz önündedir. Diğer kent içi toplu taşıma araçları için farklı yol sistemleri gerekirken, raylı sistemler için farklı ray sistemleri, altyapı sistemleri ve ulaşım yolları, tüneller gerekirken, monorayda sadece taşıyıcı sistem olan kolonların sığabileceği bir alan olması yeterli olmaktadır.

- Monoraylarda diğerk ulaşım sistemler gibi büyük ölçekli istasyon duraklarına gerek olmayıp, alan kullanımını kent içi ulaşım sistemlerine göre büyük farkla azalttıkları görünmektedir.
- Sosyal değerklilik kapsamında şehir sakinlerinin bu tür bir proje ile kendilerini değerkli hissedecekleri düşünölmektedir.
- Monoray sistemi ile şehrin cazibesinin artacağıının ve şehrin yaşanabilirliğini arttırdığı gözler önüne serilmiştir. Şehrin cazibesi turistlerin mutlaka bu ulaşım aracını kullanacakları ve bu durumu küçük bir şehir için tezat ancak uyumlu bulacakları doğrultusunda olacaktır.
- Monoray sayesinde şehir kesintisiz ve hızlı bir ulaşım aracına sahip olacaktır.
- Başka bir trafik aracının hareketinin kesintiye uğramasına engel olmayacak herhangi bir trafik sıkışıklığından da etkilenmeyecek olan monoray sistemi, şehrin trafik yükünü önemli ölçüde azaltacaktır.
- Şehrin bir ucundan öbür ucuna seyahat kesintisiz olarak bu sistem sayesinde sağlanacağıından yolcular gönöl rahatlığıyla istedikleri bölgelere ulaşacaklardır. Böylece zaman açısından herkesin işine yarayacak bir durum oluşacaktır.
- Sistemden işletme geliri olarak yıllık 504.000 TL işyeri kira geliri; 840.000 TL reklam geliri elde edilecektir.
- Monoray sisteminden yıllık olarak 11.102.205 TL bilet geliri elde edilecektir.
- Monoray sistemi sayesinde kent içi ulaşımında rekabet oluşacak ve diğerk toplu taşıma ulaşım sistemleri arasında rekabet oluşacağıından hizmet kalitesinde artış olacağı ön görölmektedir.
- Monoray sistemi şehre renkli bir görüntü sunmuş olacağıından şehrin çekiciliğı artacaktır.
- Yapılması düşünölen sistemden yıllık olarak 4.523.445 USD hava kirliliğı maliyeti azalacak, tasarruf sağlanacaktır.
- Sistem sayesinde ortalama 221 araç/ günlük azalacaktır.
- Monoray sistemi kurulması ile 192.355 litre yakıt tasarrufu yapılacaktır.
- Sistemin kendini amorti etmesi 40 senedir.
- Şehir sakinlerinin görüşüne göre %30'luk bir özel araç trafiğinin, kurulacak olan monoray sistemine kayması düşünölmektedir.
- Yapılması düşünölen bu sistem ile şehrin itibarı artacaktır. İtibar projesi olacağıından şehrin yönetimi bu sayede artı puan kazanacaktır.

- Monoray sistemi araç bilet fiyatının ucuz olması sebebiyle, en iyi ulaşım hizmetini ekonomik bir şekilde sunacağından artan talep her geçen gün artacaktır.
- Teknolojinin ilerlemesiyle güneş enerjisi kullanılarak çalıştırılabilecek sistem enerji tasarrufu sağlayacak temiz enerjili bir hizmet sunacaktır. Güneş enerjisinin yüksek oranda elde edebileceği şehirde, enerji alternatifinin olması, sistemin şehirde kurulması için avantaj sağlayacaktır.
- Monoray sistemi ile şehirde turizmin gelişmesi beklenmektedir. Zira ülkemizde ve bölgede henüz işleme açık bir monoray sistemi bulunmamaktadır. Şehirde monoray sisteminin kurulması ile şehrin turistik bölgelerine olan ilgi artacaktır.
- Sistemin Atatürk Bulvarı'na kurulması ile gelişmişlik seviyesi artacaktır. Şehrin ve hat güzergâhının değeri artacaktır. Şehrin az gelişmiş bölgesi olan doğu tarafı böylelikle değerlendirilecektir. Doğu tarafında bulunan önemli anahtar noktaları olan otogar ve hastaneler bu hatla birbirine bağlanmış olacak; emlak ve gayrimenkul değerlerinde artış gözlenecektir.
- Şehre monoray sisteminin kurulması ile önümüzdeki yıllar boyu, ulaşım şehrin ana arteri olan Atatürk Bulvarı'nda ulaşım sorunu tıkanıklık seviyesine varmadan trafiğe kesintisizi bir şekilde hizmet edecek, yeni proje ihtiyaçları arayışına ihtiyaç duyulmayacaktır.
- Monoray hattının son istasyon durağı olarak yüksek talep gören Yeni Otogar Durağı, aracın hızlanma, sabit hareketine devam etme ve yavaşlama ile ilgili olası teknik sebeplerden dolayı kaldırılması düşünülebilir.
- Monoray sistem örnekleri Dünya genelinde diğer ulaşım sistemleri gibi yaygın olmadığından ve henüz Türkiye'de bulunmadığından, sistem dikkatle işletilmelidir.

KAYNAKLAR

- Abdelsalam, H. M. E., and Ghad, M. M. (2009).**
- Abdul-Rahman, H. (1993).** “Capturing the cost of quality failures in civil engineering.” *Int. J. Qual. Reliab. Manage.*, 10(3), 20–32.
- Abdul-Rahman, H. (1995).** “The cost of non-conformance during a highway project: a case study.” *Constr. Manage. Econ.*, 13(1), 23–32.
- Abosuliman,S.S., Kumar,A., Alam,F., and Rasjidin,R., (2011).** ‘The conceptual design of monorail system in Jeddah city, Saudi Arabia’
- Adıyaman İli Temiz Hava Eylem Planı, Temmuz 2014,** Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Adıyaman Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
- Assaf, S. A., Bubshait, A. A., Atiyah, S., and Al-Shahri, M. (2001).** “The management of construction company overhead costs.” *Int. J. Project*
- Aydemir, H. 2013.** ‘Türkiye’de ulaştırma sistemlerinin durumu ile taşımalardaki dağılımının analizi ve değerlendirilmesi’ (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aydın,E.A.,Güngör S.,Ataseven, M.,(2016)** Monoray(Bitirme ödevi)
“Cost of quality in Dubai: An analytical case study of residential construction projects.” *Int. J.Project Manage.*, 27(5), 501–511.
- Banks, J., (1992).** ‘The essence of total quality management’, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Barber, P., Graves, A., Hall, M., Sheath, D., and Tomkins, C. (2000).**
“Quality failure costs in civil engineering projects.” *Int. J. Qual. Reliab. Manage.*, 17(4/5), 479–492.
- Burati, J. L., Farrington, J. J., and Ledbetter, W. B. (1992).** “Causes of quality deviations in design and construction.” *J. Constr. Eng. Manage.*, 118(1), 34–49.
- Cankaya,T. 2011.** “Monoray ulaşım sistemlerinin Kocaeli ilinde uygulanabilirliğinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi

- Chen, J., Yang, L., Chen, W. H., and Chang, C. K.** (2008). “Case-based allocation of onsite supervisory manpower for construction projects.” *Constr. Manage. Econ.*, 26(8), 805–814.
- Cnuddle, M.** (1991). “Lack of quality in construction: Economic losses.” *Proc., 1991 European Symp. on Management, Quality and Economics in Housing and Other Building Sectors*, Lisbon, Portugal, 508–515.
- Davis, K., Ledbetter, W. B., and Burati, J. L.** (1989). “Measuring design and construction quality costs.” *J. Constr. Eng. Manage.*, 115(3)
- Dolan, S. L., and Schuler, R. S.** (1987). ‘Personnel and human resource management in Canada’, West Publishing, St.-Paul, MN.
- Egan, J.** (1998). *Rethinking construction*, Construction Task Force Rep., Dept. of the Environment, Transport and the Regions, London.
- Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı**
- Feigenbaum, A. V.** (1991). ‘Total quality control’, 3rd Ed., McGraw-Hill, New York.
- Gaziantep İli Ulaşım Ana Planı**, 2006, Yüksel İnşaat
- Grava Sigurd** (2004), ‘Urban Transportation Systems: Choices for Communities’, McGraw-Hill Professional, © 2004, ISBN 0071384170
- Gültekin vd.**, 2003
<http://wowturkey.com>
- Hammarlund, Y., and Josephson, P. E.** (1991). “Sources of quality failures in building.” *Proc., European Symp. on Management, Quality and Economics in Housing and Other Building Sectors*, Lisbon, Portugal, 671–679.
- Holland, N. L., and Hobson, D.** (1999). “Indirect cost categorization and allocation by construction contractors
- Jafari, A. and Love, P. E. D.** (2013.) ‘Quality costs in construction: case of Qom monorail Project in Iran
- Japan Monorail Association (JMA)**, “Research on Urban Monorails Corresponding to Actual Demand,” May 2000 in Japanese
- K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması**, Ekim 2008
- Martinez, J.** (2016) ‘Monorail 2050: Transit Oriented Development (TOD) The Hub-and-Spoke Model’,

Özbay,K.,Yaşar, I.,Kachroo, P.(2004) ‘Compherensive Evaluation of Feedback-Based Freeway Ramp-Metering Strategy by Using Microscopic Simulation’.

Vuchic, V. R. (1981) ‘Urban Public Transportation Systems’

Tarighi, A. 2011. ‘Multi–criteria feasibility assessment of the monorail transportation system in METU campus’

Tolley R. (1996), ‘Green Campuses: Cutting the Environmental Cost of Commuting’, Journal of Transport Geography, 1996, Vol 4

Toor Will (2003), ‘The Road Less Traveled: Sustainable Transportation for Campuses’, Planning for Higher Education, Vol 31

Sefaköy – Halkalı – Basakşehir Havaray Projesi Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü ,İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2016

Tuzla Havaray Fizibilite Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2016

Url-1www.adiyamanhaber.com/adiyamanda-arac-sayisi-92-bin-693-oldu.html

Url-2 www.adiyamandefterdarligi.gov.tr/adiyaman/COGRAFI.htm

Url-3 www.adiyaman.bel.tr/icerik/121/28/kultur-ve-turizm.aspx

Url-4www.canaktan.org/ekonomi/kamu_maliyesi/fayda/fayda-maliyet1.htm

www.google.com/maps

Url-5 www.chinadaily.com

Url-6 www.civilfx.com6monorail

Url-7 www.dubaipublicholidays.comtransport-in-dubai

Url-8 www.flickr.com

Url-9www.forums.roadfood.com

Url-10www.funini.com.tr

Url-11<http://www.highestbridges.com>

Url-12www.hitachi-rail.com

Url-13<http://link.springer.com/article/10.1007/s40864-015-0001-1>

Url-14 www.milliyet.com.tr/kent-konseyi-nden-trafik-sorunlari-ve-adiyaman-yerelhaber-944704/

Url-15 www.monorails.org

Url-16 www.pining.com

Url-17 [www.rayhaber.com/2012/10/neden-hafif-rayllir di-sistem/](http://www.rayhaber.com/2012/10/neden-hafif-rayllir-di-sistem/)

Url-18 www.rediff.com

Url-19 www.schwandl.blogspot.com.tr

Url-20 www.tp.gov.tr/tp5/?tp=m&id=91

Url-21 www.urbanaut.com

Url-22 <http://www.verginet.net/dtt/11/Vergi-Sirkuleri-2016-30.aspx>

Url-23 www.yesterland.com

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Günay Tümen

Doğum tarihi ve yeri : 1981,Adıyaman

E-posta : tumen@itu.edu.tr, gunaytumen@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU

- **Lisans** : 2006, Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2017, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Ulaştırma

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER

- 2014-2017 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.