

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MONORAY SİSTEMLERİ,
TÜRKİYE'DEKİ YATIRIM SÜREÇLERİ VE
YEREL YÖNETİMLERİN MONORAYA YAKLAŞIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emre MEMİŞ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

ARALIK 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MONORAY SİSTEMLERİ,
TÜRKİYE'DEKİ YATIRIM SÜREÇLERİ VE
YEREL YÖNETİMLERİN MONORAYA YAKLAŞIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Emre MEMİŞ
(501091434)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Pelin ALPKÖKİN

ARALIK 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091434 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Emre MEMİŞ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MONORAY SİSTEMLERİ, TÜRKİYE'DEKİ YATIRIM SÜREÇLERİ VE YEREL YÖNETİMLERİN MONORAYA YAKLAŞIMI”başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Pelin ALPKÖKİN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Ilgın GÖKAŞAR**
Boğaziçi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Şükriye İYİNAM
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **02 Aralık 2016**
Savunma Tarihi : **23 Aralık 2016**

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında, ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç Dr. Pelin ALPKÖKİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2016

Emre MEMİŞ
(Şehir Plancısı)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	2
2. KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLER	7
2.1 Raylı Sistem Özellikleri ve Tercih Edilme Kriterleri.....	9
2.1.1 Teknolojik kriterler	9
2.1.2 Ekonomik kriterler	11
2.1.3 Kentsel ve çevresel kriterler.....	13
2.2 Kent İçi Raylı Sistem Türleri	15
2.2.1 Banliyö	15
2.2.2 Metro	16
2.2.3 Hafif raylı sistemler	16
2.2.4 Monoray	17
2.2.5 Füniküler	18
2.2.6 Tramvay	18
3. MONORAY SİSTEMLERİ	21
3.1 Monoray Sistem Tipleri	22
3.1.1 Askı tipi monoray.....	22
3.1.2 Bindirme tip monoray	24
3.2 Monoray Sistemlerinin Genel Özellikleri	25
3.2.1 Monoray sistem elemanları ve özellikleri	25
3.2.2 Diğer özellikler	29
3.3 Monoray Araç Teknolojii	33
3.3.1 Hitachi	33
3.3.2 Bombardier.....	35
3.3.3 Malaysia monorail.....	37
3.3.4 Monoray araçlarının karşılaştırılması	37
3.4 Monoray Maliyetleri	38
3.4.1 Yatırım maliyetleri	38
3.4.2 İşletme maliyetleri.....	41
3.5 Monoray ve Diğer Kent İçi Raylı Sistemlerin Karşılaştırılması	43
3.5.1 Monoray sistemlerinin avantaj ve dezavantajları.....	44
4. MONORAY ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ	47
4.1 Yurtdışı Örnekleri	47

4.1.1	Almanya-Wuppertal	47
4.1.2	Japonya-Tokyo-Tama.....	49
4.1.3	BAE-Dubai-Palm Island	50
4.2	Yurt içi Örnekleri	51
4.2.1	İstanbul-Sefaköy monoray hattı	51
4.2.2	İstanbul-Libadiye monoray hattı	54
4.2.3	İstanbul-Tuzla monoray hattı	56
5.	MONORAY YATIRIMLARINA İLİŞKİN GENEL DEĞERLENDİRME...	59
5.1	Üst Ölçekli Kararlar ve Mevzuat Bağlamında Monoray Yatırımları	59
5.2	Monoray Yatırım Süreci.....	62
5.3	Sefaköy-Halkalı-Başakşehir Monoray Hattının İrdelenmesi	63
5.3.1	Yolculuk öngörülerini işletme planı.....	66
5.3.1.1	Öngörülen yolculuk talepleri.....	66
5.3.1.2	İşletme planı ve gerekli araç sayısı	68
5.3.2	Mali fizibilite etüdü.....	70
5.3.2.1	Giderler.....	71
5.3.2.2	Gelirler	73
5.3.2.3	Mali fizibilite etüdü sonucu.....	75
5.3.2.4	Ekonomik fizibilite etüdü sonucu	76
5.3.2.5	Monoray yatırımı ekonomik maliyeti (inşaat ve araç)	78
5.3.2.6	Monoray işletme ve bakım maliyeti.....	78
5.3.2.7	Karayolu taşıt işletme ekonomik maliyetleri	79
5.3.2.8	Karayolu bakım, onarım ekonomik maliyetleri	79
5.3.2.9	Yolcu zaman maliyetleri	79
5.3.2.10	Karayolu kaza maliyetleri	80
5.3.2.11	Çevresel maliyetler.....	81
5.3.2.12	Ekonomik fizibilite etüt sonuçları	81
5.3.3	Duyarlılık analizi.....	82
5.3.4	Elde edilen sonuçlar	83
5.4	Monoray Yatırımlarının Finansmanı	86
5.4.1	Kamu (belediye) kaynakları	87
5.4.2	Kamu-özel sektör işbirliği (public-private partnership/ppp).....	88
5.4.3	Ticari borçlanma	89
5.4.4	Sermaye piyasası araçları	89
5.4.5	Hibe ve tahsisler	89
6.	YEREL YÖNETİMLERİN MONORAYA YAKLAŞIMI.....	91
6.1	Anket Sonuçlarının Belediye Özelinde Değerlendirilmesi	92
6.2	Anket Sonuçlarının Konu Bazlı Bütüncül Olarak Değerlendirilmesi	109
7.	DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	115
	KAYNAKLAR.....	121
	EKLER.....	125
	ÖZGEÇMİŞ.....	131

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AC	: Alternatif Akım
AYGM	: Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü
B/C	: Benefit /cost ratio (fayda / maliyet oranı)
BL	: Yap-Kirala
BLT	: Yap-Kirala-Devret
BO	: Yap-İşlet
BOLT	: Yap-İşlet-Kirala-Devret
BOT	: Yap-İşlet-Devret
CDIA	: Cities Development Initiative For Asia
CEMT	: European Conference of Ministers of Transport
cm	: Santimetre
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
İLBANK AŞ	: İller Bankası Anonim Şirketi
DC	: Doğru Akım
dk	: Dakika
EIRR	: Economic internal rate of return (ekonomik iç verimlilik oranı)
ENPV	: Economic net present value (ekonomik net güncelleştirilmiş değeri)
EURIBOR	: Euro Interbank Offered Rate
FIRR	: Mali iç verimlilik oranı
FNPV	: Projenin mali net bugünkü değeri
GSYH	: Gayri Safı Yurtiçi Hasıla
İUAŞ	: İstanbul Ulaşım Anonim Şirketi
KENTGES	: Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı
km	: Kilometre
kw	: Kilowatt
LRT	: Light Rail Transit
m	: Metre
mm	: Milimetre
NBD	: Mali net bugünkü değeri
Pphpd	: 1saatte 1 yönde yaşanan yolcu sayısı
PPP	: Public- Private Partnership
sa	: Saat
sn	: Saniye
t	: Ton
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UKOME	: Ulaşım Koordinasyon Merkezi
V	: Volt
VVVF	: Değişken gerilimli değişken frekanslı)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Teknolojik kriterler.....	9
Çizelge 2.2 : Ekonomik kriterler.	11
Çizelge 2.3 : Kentsel ve çevresel kriterler.	13
Çizelge 3.1 : Yapısal elemanların karşılaştırılması.	27
Çizelge 3.2 : Hitachi araç kapasitesi.....	34
Çizelge 3.3 : Hitachi sistem kapasitesi.	34
Çizelge 3.4 : Bombardier araç kapasitesi.	36
Çizelge 3.5 : Bombardier sistem kapasitesi.....	36
Çizelge 3.6 : Monoray araçlarının karşılaştırılması.....	38
Çizelge 3.7 : Monoray yatırım maliyetleri-1	39
Çizelge 3.8 : Monoray yatırım maliyetleri-2.	40
Çizelge 3.9 : Monoray yatırım maliyetleri-3	40
Çizelge 3.10 : İşletme ve bakım maliyetleri-1.....	42
Çizelge 3.11 : İşletme ve bakım maliyetleri-2.....	42
Çizelge 3.12 : Sistem ve araç teknolojisi kıyaslaması.....	43
Çizelge 3.13 : Ekonomik açıdan kıyaslama.....	44
Çizelge 3.14 : Diğer açılardan raylı sistem kıyaslaması.....	44
Çizelge 3.15 : Monorayların avantaj ve dezavantajları.	45
Çizelge 4.1 : Wuppertal monoray bilgileri.	47
Çizelge 4.2 : Tama monoray bilgileri.	49
Çizelge 4.3 : Palm Island monoray bilgileri.	50
Çizelge 4.4 : Sefaköy monorayı proje bilgileri.....	51
Çizelge 4.5 : Sefaköy monorayı istasyon bilgileri.....	52
Çizelge 4.6 : Libadiye monorayı proje bilgileri.	54
Çizelge 4.7 : Libadiye monorayı istasyon bilgileri.....	55
Çizelge 4.8 : Tuzla monorayı proje bilgileri.....	56
Çizelge 4.9 : Tuzla monorayı istasyon bilgileri.....	57
Çizelge 5.1 : Sefaköy monorayı istasyon bilgileri.....	65
Çizelge 5.2 : Zirve saat kesit trafikleri (2023-2040 yılı-pphpd).....	67
Çizelge 5.3 : İşletme özellikleri.	69
Çizelge 5.4 : Maksimum kesit trafiği (pphpd), dizi aralığı, araç sayısı.....	70
Çizelge 5.5 : Proje toplam yatırım maliyetleri (€).	71
Çizelge 5.6 : Monoray işletme ve bakım maliyetleri (€).	72
Çizelge 5.7 : Proje gelirleri (€).	74
Çizelge 5.8 : Farklı finansman mod. için fizibilite sonucu (€).	76
Çizelge 5.9 : Proje gelirleri (€).	78
Çizelge 5.10 : İşletme ve bakım maliyetleri (€).	78
Çizelge 5.11 : Projenin yapılması halinde ekonomik fayda-1 (€).	82
Çizelge 5.12 : Projenin yapılması halinde ekonomik fayda-2 (€).	83
Çizelge 5.13 : Farklı finansman modelleri için yatırım maliyetleri (€).	85
Çizelge 6.1 : X1 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	92

Çizelge 6.2 : X2 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	93
Çizelge 6.3 : X3 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	94
Çizelge 6.4 : X4 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	95
Çizelge 6.5 : X5 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	96
Çizelge 6.6 : X6 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	97
Çizelge 6.7 : X7 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	98
Çizelge 6.8 : X8 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	99
Çizelge 6.9 : X9 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	100
Çizelge 6.10 : X10 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	101
Çizelge 6.11 : X11 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	102
Çizelge 6.12 : X12 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	103
Çizelge 6.13 : X13 belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	104
Çizelge 6.14 : X14 belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	105
Çizelge 6.15 : X15 belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	106
Çizelge 6.16 : X16 belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	107
Çizelge 6.17 : X17 belediyesi'ne ait anket sonuçları.....	108
Çizelge 6.18 : Anketlere göre raylı sistemlerin üstün ve zayıf yönleri.....	112

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Kapasite analizi.	8
Şekil 3.1 : Monoray araçları.	22
Şekil 3.2 : Askı tip monoray örneği-Japonya-Chiba.	22
Şekil 3.3 : Askı tip monoray kesiti.	23
Şekil 3.4 : Bindirme tip monoray örneği.	24
Şekil 3.5 : Bindirme tip monoray kesiti.	25
Şekil 3.6 : Hat yolu örnekleri.	26
Şekil 3.7 : Kolon-kiriş yapıları.	27
Şekil 3.8 : Kılavuz yolu ve lastik tekerlekli cer.	28
Şekil 3.9 : Monoray makas örneği.	28
Şekil 3.10 : İstasyon tasarımı ve peyzaj düzenlemesi.	32
Şekil 3.11 : Hitachi araç modelleri.	33
Şekil 3.12 : Hitachi tip kesitleri.	34
Şekil 3.13 : Bombardier innovia-300 aracı.	35
Şekil 3.14 : Innovia monorail 300.	35
Şekil 3.15 : Malaysia monoray aracı.	37
Şekil 3.16 : Yatırım maliyet piramidi.	39
Şekil 4.1 : Wuppertal monoray görselleri.	48
Şekil 4.2 : Wuppertal monoray hattı.	48
Şekil 4.3 : Tama monoray görselleri.	49
Şekil 4.4 : Tama monoray hattı.	49
Şekil 4.5 : Palm Island monoray görselleri.	50
Şekil 4.6 : Palm Island monoray hattı.	50
Şekil 4.7 : Sefaköy monorayı proje güzergahı.	51
Şekil 4.8 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi.	53
Şekil 4.9 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi.	53
Şekil 4.10 : Libadiye monorayı proje güzergahı.	54
Şekil 4.11 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi.	55
Şekil 4.12 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi.	56
Şekil 4.13 : Tuzla monorayı proje güzergahı.	57
Şekil 4.14 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi.	58
Şekil 4.15 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi.	58
Şekil 5.1 : Monoray yatırım süreci.	63
Şekil 5.2 : Sefaköy monoray projesi güzergahı.	64
Şekil 5.3 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi.	68
Şekil 5.4 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi.	68
Şekil 5.5 : Duyarlılık analizi.	83
Şekil 5.6 : Monoray yatırım süreci ve paydaşlar.	87

MONORAY SİSTEMLERİ, TÜRKİYE’DEKİ YATIRIM SÜREÇLERİ VE YEREL YÖNETİMLERİN MONORAYA YAKLAŞIMI

ÖZET

Bu çalışma; son dönemde ülkemizdeki kent içi ulaşım gündemini meşgul eden, yerel yöneticilerin yatırım gündemine giren ve metro, hafif metro, hafif raylı sistem ve tramvay gibi kent içi raylı sistemlere ek yatırım seçeneği haline gelen monoray sistemleri ile ilgili genel bir literatür taraması yapmak; söz konusu sistemleri diğer kent içi raylı sistemler ile karşılaştırarak avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymak; ülkemizde yapılması planlanan monoray projelerine altlık oluşturması bakımından yurtdışı monoray örneklerini incelemek; İstanbul'da yapılması planlanan monoray yatırımlarına ilişkin yatırım süreçlerini incelemek ve yerel yönetimlerin monoray sistemlerine ilişkin yaklaşımlarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Bu kapsamda, alternatif raylı sistemlere göre yatırım maliyetleri daha düşük olan, gerek düşük gerek yüksek sayıda yolcu taşıma alternatifi sunan, eğimli arazilerde, kent merkezlerinde ve dar yollarda dahi kolaylıkla uygulanabilen ve aynı zamanda kamulaştırma maliyeti çok düşük olan monoray sistemleri hakkında bütüncül bir çalışma yapılmıştır.

Bu tezin 1. ve 2. bölümlerinde; ulaşım hizmetlerinin sağlanması ve kent içi trafik problemlerinin çözümü amacıyla, kullanılan kent iç raylı sistemlere ilişkin genel bir değerlendirme yapılmıştır. Banliyö, metro, hafif raylı sistem, monoray, tramvay ve funiküler gibi, raylı sistem türlerinin genel özellikleri ve karakteristik yapıları hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca Kentsel raylı sistem türleri belirlenirken, bölgenin veya kentin topoğrafik ve iklim yapısı, jeolojisi, bölgenin veya kentin sosyoekonomik yapısı, ulaşım master ve imar planı kararları, mevcut yol ve sistem bilgileri, yolculuk talebi ve potansiyeli, kapasitesi, frekansları ve hacmi gibi birçok değişik faktöre bağlı olarak belirlenen kriterler yanında raylı sistem türlerinin sahip olduğu teknolojik, ekonomik ve diğer özelliklere göre birbiri ile kıyaslaması yapılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde; monoray sistemleri, monoray sistem tipleri, monoray sistemlerinin özellikleri, dünyada monoray üreten firmalara ve ürettiği araç tipi ve teknolojilerine ilişkin genel bir bilgilendirme yapılmıştır. Yine bu bölümde monoray maliyetleri, yatırım (inşaat ve araç) ve işletme maliyetleri olmak üzere 2 alt başlıkta incelenmiştir. Devamında ise monoray sistemleri ile diğer kent içi raylı sistemlerin kıyaslaması yapılmış ve monoray sistemlerinin avantaj ve dezavantaj çizelgesi oluşturulmuştur.

Buna göre; monoray sistemleri ile diğer kent içi raylı sistemler genel olarak yukarıda belirtilen kriterler kapsamında kıyaslandığında; monorayı diğer kent içi raylı sistemlerden ayıran temel avantajların;

- Mevcut altyapı ve topografyaya uyabilmesi,

- Diğer raylı sistemlerin kullanılmadığı yüksek eğimli güzergahlara uygun olması,
- Hızlı inşa edilmesi (neredeyse tüm ana parçalar önceden imal edilerek proje alanına getirildiği için kısa sürede hizmete açılabilir),
- Hat yollarının dar oluşu nedeniyle güneş ışığını daha az kesmesi ve perspektifi etkilememesi,
- Kent yüzeyini ve karayolu trafiği ve yaya sirkülasyonunu engellememesi,
- Emniyetli olması,
- Hızlı olması, sık sefer sayısına olanak vermesi, dakik ve güvenilir olması,
- Çevre dostu olması (elektirik enerjisine bağlı olarak sıfır emisyon),
- Genellikle refüjlere yapılması ve çok dar bir alan kaplaması nedeniyle kamulaştırma maliyetlerinin düşük olması,
- Bakım maliyetlerinin düşük olması,
- Modern görünümü nedeniyle şehirler için imaj ve prestij kaynağı olması oldukları tespit edilmiştir.

Monoray sistemlerinin avantajlarının yanında, tespit edilen monoray sistemlerinin dezavantajlı olduğu hususlar ise;

- Yeni bir teknoloji olmasından dolayı emniyetinin ve geçerliliğinin henüz ispatlanmamış olması,
- Acil durumlarda yolcu tahliyesinin zor olması,
- Kirişlerin ebatları nedeniyle makas sistemlerinin raylı sistemlere göre daha yavaş olması
- Yedek parça temininin diğer sistemlere göre zor olması,
- Hattın ve yolcu istasyonlarının yükseltilmiş olması sebebi ile görüntü kirliliği oluşturması,

konularıdır.

Dördüncü bölümde ise yurt dışı monoray örnekleri ile Türkiye’de planlama ve/veya yapım aşamasında olan monoray çalışmaları incelenmiştir.

Yurtdışı monoray örnekleri incelendiğinde, kent içi ulaşımının sağlanmasının yanı sıra bir bölümünün eğlence parkları, hayvanat ve botanik bahçeleri, üniversite ve benzeri büyük eğitim kurumlarının kampüsleri, büyük alışveriş merkezleri, turizm merkezleri, havaalanları ve fuar alanlarında iç ulaşımın sağlanması amacıyla, bir bölümünün ise diğer ulaşım modlarıyla entegrasyonun sağlanmasına yönelik transfer noktalarında faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir.

Kent içi ulaşımına yönelik monoray sistemleri Amerika kıtasında Amerika Birleşik Devletleri ve Brezilya’da, Avrupa kıtasında Almanya, İngiltere, İtalya ve Rusya’da, Asya kıtasında Japonya, Singapur, Güney Kore, Tayland, Malezya, Birleşik Arap Emirlikleri, İran ve Hindistan gibi birçok ülkede kullanılmaktadır.

Tez kapsamında; Almanya’dan Wuppertal, Japonya’dan Haneda, Birleşik Arap Emirlikleri’nden Dubai-Palm Island monoray örnekleri incelenmiştir. Ülkemizde ise henüz gerçekleşmiş monoray örneği bulunmadığından, İstanbul’da yapılması planlanan/projelendirilen monoray projeleri hakkında genel bilgi verilmiştir.

Beşinci bölümde; Türkiye’de monoray yatırımları ile ilgili üst ölçekli kararlar ve konuyla ilgili mevzuat açısından bir inceleme yapılarak, monoray yatırımları ile ilgili yapılması gereken işlemler ve süreçlere ilişkin genel bir değerlendirme yapılmıştır. Bu bağlamda İstanbul’da yapım ihalesi gerçekleştirilen Sefaköy-Halkalı-Başakşehir Monoray Hattı ile ilgili hazırlanmış olan fizibilite raporu özelinde söz konusu işler ve süreçler incelenmiş ve monoray yatırımlarının finansman modelleri ile ilgili bir değerlendirme de yapılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, monoray yatırımlarının büyük bütçeli yatırımlar olması, sonraki süreçte yapılacak birçok projeye altlık teşkil etmesi ve belirleyici nitelikte olması nedeniyle yapılacak yanlış yatırım kararları sonucunda hem şehircilik anlamında hem ekonomik açıdan geri dönüşü zor sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle diğer raylı sistemlerde olduğu gibi monoray yatırımı yapılırken, alternatif ulaşım sistemlerinin iyi incelenerek, ulaşım talepleri doğrultusunda, analiz, planlama, tasarım, fizibilite ve uygulama aşamalarının tüm yönleriyle irdelenmesi, fayda maliyet analizlerine bakılarak, sonucunda en doğru kararın alınması ve belirlenen öncelikler doğrultusunda sürecin yönetilmesi şehirlerimiz ve kent sakinlerimiz için büyük bir öneme sahip olduğu görülmüştür.

Monoray sistemleri ile ilgili kararlar alınırken mevcut arazi kullanımı, kentin gelişim yönü, projeksiyon nüfusları, alt ve üst ölçekli plan kararlarının dikkate alınması gerekmektedir. Buna göre; monoray sistemlerinin, diğer ulaşım sistemleri ile entegrasyonunu sağlanmalı ve birbirini besleyecek şekilde uygulanmalı ve işletilmelidir.

Ulaşım yatırımlarının finansmanı için; kamu öz kaynakları, kamu-özel sektör işbirliği, dış finansman kaynakları ve sermaye piyasası araçları gibi finansman model ve alternatiflerini kullanarak monoray yatırımlarının gerçekleştirilebilmektedir.

Altıncı bölümde ise monoray sistemlerinin yerel yönetimler tarafından nasıl algılandığını ve ne derece kabul görüldüğünü ortaya koymak amacıyla bu çalışma kapsamında bazı Büyükşehir Belediye Başkanları ve ulaşımdan sorumlu yöneticileriyle yapılan anket çalışmasının bulgularına yer verilmiştir.

Yerel yöneticiler ile yapılan anket çalışması kapsamında edinilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, belediyelerin ulaşımdan sorumlu teknik yöneticilerin birçoğunun monoray sistemleri hakkında genel anlamda bilgi sahibi oldukları, bir kısmının şehirlerine monoray yatırımı yapılmasını planladıkları, bir kısmının ise monoray yatırımı fikrine sıcak baktığı görülmüştür. Yapılan görüşmelerde net olarak ifade edilmese de, monoray projelerinin şehirlerine prestij katacağından bahisle Türkiye’de monoray yatırımını gerçekleştiren “ilk belediye” olma fikrinin yerel yöneticiler tarafından cazip bulunduğu kanaati oluşmuştur.

Tezin sonuç kısmında ise; monoray sistemlerinin genel özellikleri, avantaj ve dezavantajları Türkiye’deki yatırım süreçleri, yerel yönetimlerin monoray sistemlerine yaklaşımları ve karşılaşılan sorunlar hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

MONORAIL SYSTEMS, INVESTMENT PROCESSES IN TURKEY AND APPROACH OF LOCAL GOVERNMENTS TO MONORAIL

SUMMARY

Whereas urban rail systems are taking their places in urban life as complementary to one another, monorail systems are also considered as a part of the solution in urban transportation particularly in the city centers.

This study was carried out to make a general literature search about monorail systems that have been included in the urban transportation agenda in recent years and have entered the investment agenda of the local governments and become an alternative investment option to the urban rail systems such as subways, light subways, light rail systems and trams; to compare the advantages and disadvantages of these systems with other urban rail systems; to examine monorail models abroad in order to form a base for the planned monorail projects in our country; to examine the investment processes related to monorail investments planned to be made in Istanbul; and also to demonstrate the approaches of local governments to monorail systems.

In this context, a holistic study was carried out on the monorail systems which offer lower and higher number of passenger transport alternatives with lower investment costs compared to alternative rail systems, which are easily applicable even in sloped terrain, urban centers and narrow roads and at the same time with low expropriation cost.

The first two chapters of this thesis cover an overall assessment of urban railway systems used to deliver public transportation service and to solve urban traffic problems. General information on specification and characteristics of the suburban, subway, light rail system, monorail, tram and funicular systems was provided. In addition, in the process of determining types of urban rail systems, these systems were compared according to their technological, economic and other characteristics along with topographic and climatic structure of the region or city, its geology, socioeconomic structure, the master and reconstruction plans of the transportation of the region, current road and system information, travel demand and potential, capacity, frequencies and volume.

The third chapter of the thesis contains general information on monorail systems, monorail system types, monorail system specifications, global monorail manufacturers and their production types and technologies. This chapter also examines monorail costs under two subtitles as investment (construction and vehicle) costs and operational costs. Comparison between monorail systems and other urban railway systems was made in the rest of the chapter, and a table presenting advantages and disadvantages of monorail systems was formed.

In this scope, when monorail systems and other urban rail systems were compared according to the above-mentioned criteria, the main advantages distinguishing monorail from other urban rail systems were specified as follows:

- Ability to comply with existing infrastructure and topography,
- Applicable for high slope routes where other rail systems can not be used,
- Rapid construction (almost all major parts are pre-manufactured and brought to the project site, thus it can be brought into service in a short period of time)
- Less shading of the sunlight due to narrow pathways and having no effect on the perspective,
- Not hindering urban surface, highway traffic and pedestrian circulation,
- Being safe,
- Being fast, allowing frequent headways, being punctual and reliable,
- Being environmental friendly (zero emissions depending on the electrical energy),
- Being constructed on refuges generally and low cost of expropriation due to the fact that it covers a very narrow area,
- Low maintenance costs,
- Being an image and prestige source for cities due to their modern appearance

Besides their advantages, monorail systems also bear some disadvantages:

- Since it is a new technology, its safety and validity have not yet been proven.
- Passenger evacuation is difficult in emergencies.
- Scissors systems are slower than rail systems due to the size of the beams.
- The availability of the replacement parts is difficult compared to other systems.
- It causes visual pollution due to elevated routes and passenger stations.

The forth chapter addresses monorail system models abroad, and also monorail systems in Turkey which are either in the planning phase or under construction phase.

When monorail systems abroad were examined, besides their use in urban transportation, it was found out that some of them were utilized in order to provide internal transportation in amusement parks, zoos, botanical gardens, campuses of universities and similar educational institutions, large shopping malls, tourism centers, airports and expo areas; and others operated at transfer points so as to provide integration with other transportation modes.

Monorail systems for urban transportation are present in a number of countries such as United States of America and Brazil in Americas; Germany, UK, Italy and Russia in Europe; and Japan, Singapore, South Korea, Thailand, Malaysia, United Arab Emirates, Iran and India in Asia continent.

In the scope of this thesis, Wuppertal from Germany, Haneda from Japan, and Dubai-Palm Island from United Arab Emirates were examined as monorail models. As there are no completed monorail examples in our country, general information was presented on monorail projects planned / designed to be realized in Istanbul.

In the fifth chapter, a general evaluation about requirements and processes of monorail systems in Turkey was made by reviewing monorail investments in master plan decisions and related legislation. In this regard, these requirements and processes were investigated by the feasibility study of Sefakoy-Halkali-Basaksehir Monorail Line in İstanbul and a general evaluation regarding financing models of the investments was made.

According to the findings, monorail investments could yield results hard to reverse in terms of urbanization and economy as a result of wrong investment decisions due to the fact that they are high budgeted investments, they constitute a basis for many projects to be made in the future, and they are determinant in processes. For this reason, when monorail investment are to be made, as it is in other railed systems, it is of great importance for our cities and residents that alternative transportation systems are examined well, and phases of analysis, planning, design, feasibility and application are scrutinized in line with transportation demands taking into consideration the cost-benefit analysis and as a result the most proper decision is taken and the proces is managed in parallel with specified priorities.

While making decisions on monorail systems, it is necessary to take into account existing land use, urban development direction, population projection, and lower and upper scale plan decisions. According to this; monorail systems should be integrated into other transportation systems, and they should be implemented and operated in such a way to feed each other.

In order for the municipalities to be able to make high-cost monorail investment decisions, it is crucial that transportation master plan be formed, which determines the short, medium and long-term planning decisions, the investment of the monorail be in the above-mentioned master plan. In such a case, a comprehensive study following a methodological process and aiming at establishing demand forecasting models through mathematical methods should be conducted so as to render investment process effective and obtain expected benefits with optimum cost.

For the financing of transport investments; monorail investments can be realized by using financing models and alternatives such as public own resources, public-private partnership cooperation, external financing resources and capital market instruments

Sixth chapter contains findings of the survey study conducted with mayors and transportation administrators of some metropolitan municipalities in order to show how the monorail systems are perceived by the local governments and to which extent they are accepted.

When the results of the survey conducted with the local administrators were assessed in general, it was observed that most of the technical transportation administrators of the municipalities had general knowledge on monorail systems, some of them planned to make investments of monorail in their cities and some of them leaned towards the idea of monorail investment. Though it was not clearly stated in the meetings, it was believed that the idea of being the "first municipality" to invest monorail in Turkey was attracted by the local administrators considering that monorail projects would add prestige to the cities.

In the conclusion, an overall assesment regarding general features of monorail systems, their advantages and disadvantages, investment processes in Turkey, approaches of local governments to monorail systems was carried out.

1. GİRİŞ

Raylı ulaşım sistemi yatırımlarının büyük bütçeli yatırımlar olması, sonraki süreçte yapılacak birçok projeye altlık teşkil etmesi ve belirleyici nitelikte olması nedeniyle; yapılacak yanlış yatırım kararları sonucunda, hem şehircilik anlamında hem de ekonomik açıdan geri dönüşü zor sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, raylı sistem yatırımı yapılırken alternatif ulaşım sistemlerinin iyi incelenerek, ulaşım talepleri doğrultusunda analiz, planlama, tasarım, fizibilite ve uygulama aşamalarının tüm yönleriyle irdelenmesi, fayda maliyet analizlerine bakılarak en doğru kararın alınması ve belirlenen öncelikler doğrultusunda sürecin yönetilmesi; şehirler ve dolayısıyla kentte yaşayanlar için büyük bir önem arz etmektedir.

Bu nedenle, kentsel ulaşım sistemleri ile ilgili kararlar alınırken mevcut arazi kullanımı, kentin gelişim yönü, projeksiyon nüfusları, alt ve üst ölçekli plan kararları dikkate alınarak; kent içi raylı sistemlerin diğer ulaşım sistemleri ile entegrasyonunu sağlayacak ve birbirini besleyecek çözümlerin geliştirilmesi hedeflenmelidir.

1.1 Tezin Amacı

Son dönemde ulaşım bağlamında ülke gündeminde daha fazla yer almaya başlayan ve yerel yöneticilerin yatırım gündemine girerek; metro, hafif metro ve tramvay gibi kent içi raylı sistemlere ek olarak yatırım seçeneği haline gelen monoray sistemleri ile ilgili genel bir literatür taraması yapılarak, söz konusu sistemlerin özellikleri, diğer kent içi raylı sistemler ile karşılaştırılması, avantaj ve dezavantajlarının ölçülmesi ve ülkemizde yapılması planlanan monoray projelerine altlık oluşturması bakımından yurtdışı monoray örnekleri incelenerek, İstanbulda yapılması planlanan monoray yatırımlarına ilişkin yatırım süreçlerinin irdelenmesi ve yerel yönetimlerin bu sistemlere yönelik yaklaşımlarının ortaya konulması amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Bu kapsamda; alternatif olarak kabul edilebilecek raylı sistemlere göre yatırım maliyetleri düşük olan ve taşıma kapasitesi bakımından düşük yolcu sayılarından başlamak üzere yüksek sayıda yolcu taşıma alternatifi sunan, eğimli arazilere ve dar

yollarda dahi kolaylıkla uygulanabilen ve özellikle kent merkezlerindeki yüksek kamulaştırma maliyetlerini hafifleten veya sıfıra indirebilen monoray sistemleri hakkında bütüncül bir çalışma yapılmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Ulaştırma, raylı sistemler ve monoray sistemleri ile ilgili olarak kütüphanede, ulusal tez merkezinde ve internet ortamında kaynak taraması yapılmış, ayrıca monoraylar ve monoray üretici firmalara ait broşür ve kitapçıklar temin edilerek, incelenmiştir.

Ülkemizde son dönemde yapılmış olan az sayıdaki monoray araştırmalarının, literatür kısımlarında, genel olarak yabancı kaynaklara referans verilmiş olduğundan, bu bölümde yurtdışında monoray ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

İlk monoray yatırımı 1901 yılında faaliyete geçmiş olmasına rağmen; dünya örnekleri incelendiğinde, monoray yatırımlarının -1960’lı yıllarda yaşanan kısa bir dönem hariç- teknolojide yaşanan gelişime paralel bir şekilde genel olarak 2000’li yıllarla birlikte dünya genelinde yaygınlaştığı görülmektedir.

Monoray yatırım sürecine benzer şekilde, dünyada raylı sistemlerle alakalı birçok yayın ve çalışma mevcut olmakla birlikte; yabancı literatürde çok sayıda araştırmacı tarafından çok geniş çerçevede ele alınan monoraylara ilişkin araştırmaların da genel olarak 2000’li yıllarla birlikte yaygınlaşmaktadır.

Monoraylara ilişkin araştırmalarda monoraylar ağırlıklı olarak “monoray sistemlerinin ulaşım katkısı” ölçeğinde genel olarak incelenirken; uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte, son dönemde yapılan araştırmalarda sistemin inşaat ve işletme detaylarına inen “mühendislik” özelindeki araştırmalar çoğalmaktadır.

Yabancı literatürde monoray, birbirine benzer şekilde (kapasite, hız, maliyet, otomasyon, uzaklık, bakım, rekabet, görsel etki) ancak farklı yönleri ön plana çıkartılarak tanımlanmaktadır.

Kennedy (2007), monorayların toplum tarafından uçan arabalarla birlikte gelecekte gelen bilim kurgusal bir obje olarak düşünüldüğü vurgusunu yaparak, monorayı “yolcu veya yük taşımaya yarayan, genellikle rayın yukarıda olduğu ama aynı zamanda yerin hemen üstünde veya yer altında da kullanılabilen raylı sistemler” olarak genel-geçer bir şekilde tanımlamaktadır. Söz konusu tanımda, monorayın

geniş yelpazeli teknolojik çeşitleri, işletme prensipler ve fiziksel özellikleri göz ardı edilmiştir.

A. Farkas (2009) ve M. Kosijer, M. Ivić, M. Marković, ve I. Belošević (2012) ise; monoray sistem hattını yeterli kapasite, uygun seyahat hızı, yüksek trafik güvenliği, ekonomik sürdürülebilirlik, mevcut ve planlanan gelişimlere uygunluk ve çevresel duyarlılık gibi belirli hedefleri sağlaması gereken kompleks bir sistem olarak tanımlamaktadır.

Monorayın gelişim sürecini ilk kez bütüncül bir şekilde ve belli bir sistematik çerçevesinde ele alan A. Jwalant, Parekh, N.G. Raval ve D. Dodiya (2012) ise çalışmalarında monorayı “yolcu veya yük taşımaya yarayan, genellikle rayın yukarda olduğu ama aynı zamanda yerin hemen üstünde veya yer altında da kullanılabilen raylı sistemler” olarak tanımlamıştır. Bu çalışmasında; monoray fikrinin 19.yy’da geleneksel raylı sistemlere alternatif üretme çalışmalarının sonucunda ortaya çıktığı, başlangıçta monoray sisteminin askeri amaçlarla düşünülmüş olmasına rağmen kısa sürede sivil halk için de ucuz bir raylı sistem alternatifi olarak görüldüğü ve ilk monorayın 1901 yılında Almanya Wuppertal’da kullanıma açıldığını vurgulayarak, genellikle ya tasarım aşamasında kalan ya da prototip olarak kalan monoray tasarım örneklerini anlatmıştır.

X. Liu ve diğerleri (2014) ise monoray ulaşım sistemlerinin gelişimini ve uygulamasını araştırdıkları çalışmasında, monorayın şehir içinde kullanım alanlarını ve buna yönelik gelişmeleri araştırmışlardır.

Yabancı literatürde monoraya ilişkin yer alan çalışmaların hemen hemen tamamında, monoray sisteminin kent içi ulaşımına olan etkilerine de vurgu yapılmaktadır.

Özellikle P. E. Timan (2015) ile A.Jwalant ve diğ. (2012) çalışmalarında; monoray sistemlerini hızla gelişen şehirlerin ulaşım/trafik sorunu için çok iyi bir çözüm olarak tanımladıktan sonra, konuyu örnekler üzerinden açıklamaktadırlar.

Ashish Verma (2010) ise; Dünya genelindeki yüksek yoğunluklu şehirlerdeki ulaştırma zorluklarını araştırdığı çalışmasında uygun arazi kullanım kontrolü olmayan, uygun yol ve paklanma tesislerine muhtaç, yetersiz toplu taşıma sistemine sahip kentsel alanlarda uygulanacak monoray yatırımlarının, vatandaşların ulaşım sorununa çözüm sunulmasının yanı sıra trafik sıkışıklığı ile gürültü/hava kirliliğinin azaltılması açısından önemli katkıları olacağını vurgulamaktadır.

Yabancı literatürde monoray sisteminin özelliklerini ele alan araştırmalarda, benzer özellikler ön plana çıkartılmaktadır.

R. Marathe, ve N.D. Hajiani (2013); monoray sistemlerini inceledikleri çalışmasında, monoray sistemlerini maliyet etkinliği, güvenlik, düşük enerji tüketimi ve düşük gürültü çerçevesinde diğer ulaşım sistemleriyle karşılaştırmalı bir şekilde irdelemiş ve monorayların hava kalitesi, trafik güvenliği ve trafik sıkışıklığı olmak üzere 3 konuda sağladıkları avantajları ortaya koymuşlardır.

Monorayları genelde güzergâhı havadan kolonlarla desteklenen asma sistemler olarak tanımlayan Kennedy (2007) ise monoray teknolojisinin özelliklerini “güvenlik” ve “operasyon” bazında ele almaktadır. Güvenlik bileşenleri kapsamında lastik tekerlekli sistemler, yakıt tüketimi, hızlanma ve frenleme, yokuş performansı, hava ve gürültü; operasyonel bileşenleri kapsamında ise güç, hız, sürüş, sinyalizasyon ve bakım alt bileşenleri tanımlanmıştır.

A.Jwalant ve diğ. (2012) ise çalışmasında, monoray araçlarının temel özelliklerini (sistemin yapısı, araç ve hatların özellikleri, kapasitesi vb.) belli bir sistematik dâhilinde irdelemiştir.

Benzer şekilde X. Liu ve diğ. (2014) da çalışmasında; şehir içi raylı ulaşım sistemini metro sistemleri, hafif raylı sistemler, monoray sistemleri, tramvaylar, maglev sistemi, otomatik kılavuzlu raylı sistemler ve bölgesel banliyö sistemi şeklinde irdeleyerek; monorayın avantajlarını ve dezavantajlarını karşılaştırmalı olarak açıklamaktadır. Söz konusu çalışmada, alternatif ulaşım sistemlerinin kıyaslanması için kullanılabilecek ölçütler de tanımlanarak; alternatifler arasında yapılan karşılaştırmalarda kullanılabilecek ölçütlerin kapsamlı olması gerekliliğine vurgu yapılmaktadır.

Yabancı literatürde, monorayın maliyetini belirleyen genel çerçeveye ilişkin de irdelemeler yer almaktadır. Bu konu, en kapsamlı ve sistematik bir biçimde Kennedy (2007) tarafından ele alınmıştır.

Kennedy (2007); Kuzey Amerika’daki monorayları benzer kapasitedeki hafif raylı sistemlerle kıyasladığı çalışmasında, monorayların maliyetlerinin çok tahmin edilmediği gibi genel bir iddianın aksine, monoray maliyetlerinin tutarlı bir şekilde tahmin edilebileceğini ve maliyetlerin tren araçları, istasyon uzunlukları, kapasite ve otomasyon gibi objektif kriterlere bağlı olarak değişebildiğini söylemektedir. Söz

konusu çalışmada, 2 araç ve 5-6 dakikalık sefer aralıklı monoray maliyetlerinin doğrudan ve dolaylı maliyetler dâhil mil başına 60 ila 80 milyon Amerikan Doları civarında olduğunu ifade eden Kennedy; daha geniş monoray trenleri, daha küçük ulaşım sistemlerine benzer kapasite, sistem otomasyonu ve zorlu uygulamalar gibi uç (ekstrem) koşullar düşünüldüğünde ise bu maliyetlerin 130 milyon Amerikan Dolarına kadar çıkabileceğini vurgulamaktadır.

Monoraylara ilişkin çalışmasında maliyet konusuna da değinen A.Jwalant ve diğ. (2012) ise; verdiği monoray uygulama örnekleriyle, monoray yatırım maliyetlerinin çoğunun hat ve istasyonların teknik donanımı ile monoray araçlarından oluştuğunu ve monoray sistemlerinden elde edilen gelirin sadece işletme maliyetlerini karşılayabileceğini ifade etmektedir.

P. E. Timan (2015) ise; metro sistemlerinin genellikle yüksek maliyetli olması ve değerli mevcut altyapının yıkımını ve yer değiştirmesini içermesi nedeniyle, bazı durumlarda monoray sisteminin en uygun çözüm olduğunu, farklı monoray uygulamaları ekseninde ele almaktadır.

M.I.T. Alkubaisi (2014) ise maliyet konusunu farklı bir perspektiften ele alarak; tüm toplu taşıma sistem geliştirme projelerinde olması gerektiği gibi monoray projeleri için de öncelikle var olan ya da gelecek için öngörülen ulaşım talebinin belirlenmesi, alternatif hatlar üzerinde detaylı fizibilite çalışmalarının yapılması ve popülist uygulamalara yerine gerçekçi çözümler sunan yatırımların hayata geçirilmesinin kıt kamu kaynaklarının etkin kullanımına dair önemine vurgu yapmaktadır.

Ayrıca; tez kapsamında ülkemizde yapılması planlanan veya değerlendirme aşamasında olan monoray hatları incelenmiştir. Ulaşılan verilere göre; İstanbul, Ankara, İzmir ve Mersin’de monoray yatırım çalışmalarının somut hale geldiği görülmüştür. İstanbul’da yapılması planlanan monoray hatlarından Sefaköy, Libadiye ve Tuzla monoray hatlarına ait fizibilite etüt raporları incelenmiştir. Ayrıca monoray sistemlerinin ülkemiz yerel yöneticileri tarafından tercih edilme durumunun belirlenmesi amacıyla; bazı büyükşehir belediye başkanlıkları ve il belediye başkanlıklarında ulaşımdan sorumlu yetkililerin görüş ve değerlendirmelerini almak üzere ankete dayalı araştırma yapılmıştır.

2. KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLER

Bu bölümde kent içi raylı sistemlerin genel özellikleri incelenmiş olup; başta monoray olmak üzere, banliyö, metro, hafif raylı sistemler, föniküler sistemler ve tramvay gibi kent içi raylı sistemlere ilişkin değerlendirmeler yer almaktadır.

Günümüzde, kent içi raylı sistemler birbirlerinin alternatifi olarak değil, birbirlerinin tamamlayıcısı olarak şehir yaşıntısında yerlerini almakla birlikte; özellikle kent merkezlerinde ve yüksek yolculuk talebinin bulunduğu alanlarda şehir içi ulaşımın çözümünde çıkış yolu olarak değerlendirilmekte ve şehir içi ulaşımın omurgasını oluşturmaktadır.

“Raylı sistemler, günümüz koşullarında hızlı ve plansız gelişen kentlerimizde ulaşım sorununun çözülmesinde en önemli planlama aracı olarak kabul edilmektedir. Raylı sistemler maliyeti en az, sosyal yararı en fazla olacak şekilde tasarlandığı taktirde başarıya ulaşmaktadır. Ulaşım sorununa tam ve kesin çözüm, düşük kapasiteli ve besleyici sistemlerin diğer raylı taşıma sistemleri ile ortak bir şekilde çalışmasının sağlanması ile mümkündür” (Gökdağ, 1999).

Özel araçların sebep olduğu kentsel trafik sorununa çözüm olmak amacıyla yaygınlaşmaya başlayan metro, hafif raylı sistem ve monoray sistemleri gibi sabit bir hat boyunca ilerleyen ve ana hatlarda hizmet veren toplu taşıma sistemlerinin beslenmesinde; tramvay, otobüs, minibüs gibi daha düşük kapasiteli toplu taşıma türleri de görev almaktadır.

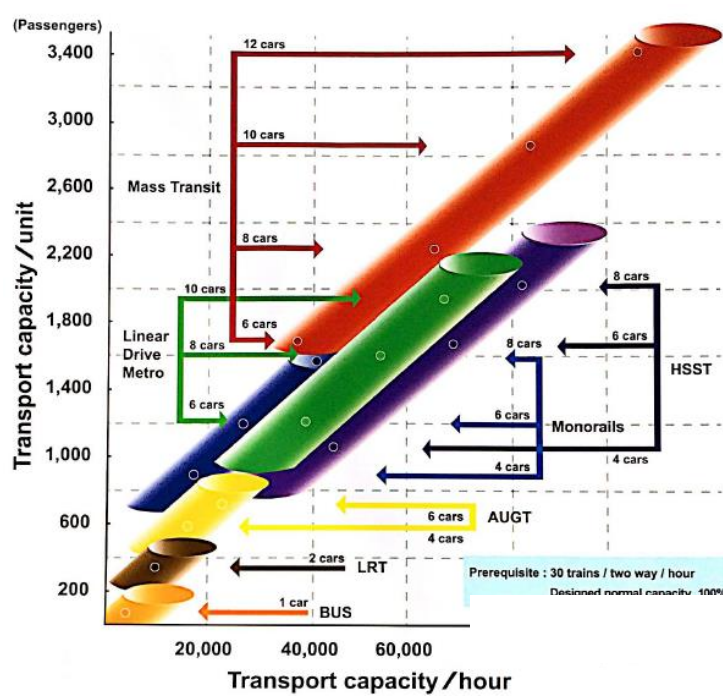
Raylı sistemlerin kılavuzlanmış olma özelliğinin yanı sıra, fiziksel özerkliklerinin bulunması, kentsel ulaşım sorununu çözmede etkilidir. Kapasiteler bazında yolcu tahminlerinin değerlendirilmesi ile tramvay için yüksek sayılan saatlik taşınan yolcu sayısı metro için düşük kalabilmektedir. Yapılan araştırmalar, kentteki yolculuk taleplerinin bu nicelikte olması durumunda, tramvayın bu soruna çözüm olamadığını; metro yatırımlarının ise ekonomik olmadığını göstermektedir. Ulaşım taleplerinin belirlenmesi ve bu taleplere paralel olarak tramvayla metro arasındaki kapasite

boşluğunu dolduracak yeni raylı sistem türlerinin geliştirilmesi ve kullanılması çabaları sürdürülmektedir. (Öğüt ve Evren, 2006)

“Trafik yoğunluğu bulunan şehirlerde ulaşım sorununa köklü çözümler bulanabilmesi için, mevcut problemlerin iyi analiz edilerek raylı toplu taşıma sisteminin doğru olarak seçilmesi gerekmektedir” (Vuchic, 2007).

Büyükşehirlerde, çalışma ve yaşam alanlarının birbirinden farklılaşarak uzaklaşması sonucunda ortaya çıkan kent içi ulaşım ihtiyacının karşılanması için farklı toplu ulaşım çözümleri gelişmiştir.

Geliştirilen çözümlerin karayolu ya da demiryolu altyapısını kullanması, araç büyüklükleri, sefer sıklıkları, hızları, durak aralıkları, çevresel etkileri, kendilerine ayrılmış güzergahları olması gibi teknik özelliklerine bağlı olarak değişen kapasite ve maliyetleri; yatırım yapılacak ulaşım türlerinin belirlenmesinde ve alternatiflerin birbirleriyle kıyaslanmasında ana kriter olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.1 : Kapasite analizi (Url-1).

Şekil 2.1’de farklı ulaşım türlerinin tren dizilerinin ve sistemlerin saatlik kapasiteleri görülmektedir. Buna göre monoray sistemleri tren dizisinde yer alan araç sayısına bağlı olarak bir saatte tek yönde yaklaşık 20-40 bin arası yolcu taşıyabilmektedir.

Kent içi raylı sistemlerin modern şehircilik anlayışındaki yeri yadsınamaz olmakla birlikte, bu sistemler maliyetleri açısından pahalı yatırımlardır. Bu nedenle, öncelikle hangi kent içi raylı sistem türünün kullanılacağı tespiti ile ilgili çalışmalara başlanmalıdır.

2.1 Raylı Sistem Özellikleri ve Tercih Edilme Kriterleri

Kentsel raylı sistem türü belirlenirken, bölgenin veya kentin topoğrafik ve iklim yapısı, jeolojisi, bölgenin veya kentin sosyo ekonomik yapısı, imar ve ulaşım plan kararları, mevcut yol ve sistem bilgileri, yolculuk talebi ve potansiyeli, kapasitesi, frekansları ve hacmi gibi birçok değişik faktöre bağlı olarak belirlenen kriterleri; “Teknolojik Kriterler”, “Ekonomik Kriterler” ve “Kentsel-Çevresel Kriterler” olmak üzere 3 ana başlıkta sınıflandırmak mümkündür.

2.1.1 Teknolojik kriterler

Kent içi raylı sistem seçiminde dikkate alınan teknolojik kriterler Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 : Teknolojik kriterler.

Kapasite	Araç Kapasitesi Sistem Kapasitesi
Fiziksel Özerklik-Geçiş Üstünlüğü	Yarı Kontrollü Tam Kontrollü
Yolculuk Süresi	Max. Hız İşletme Hızı - Ticari Hız Durak Aralıkları Sefer Sıklığı İstasyonlardaki Bekleme Süreleri Düzenlilik Dakiklik-Güvenilirlik
Güvenlik	Yarı Kontrollü Sistemlerdeki Kaza Oranları Tam Kontrollü Sistemlerdeki Kaza Oranları Karayolu Ulaşımındaki Kaza Oranlarındaki Azalma
Konfor	Araç Özellikleri Hızlanma ve Yavaşlama Sessizlik Yönlendirme, Araçlara İnme-Binme
Enerji Tüketimi	Enerji Türü Enerji Tüketim Miktarı

“Teknolojik özelliklere bağlı olarak sunulan hizmetin niteliği, yolcuların kent içi toplu taşıma sistemleri arasında seçim yapmasında önemli bir kriterdir. Bunlar; sefer sıklıkları, seyahat süreleri, güvenilirlik, araç konforları, yolculuk maliyeti, kötü hava koşullarında etkilenmeme, bilet alınmasındaki kolaylık, yaşlılar, fiziksel engelliler ve çocuklar için gerekli kolaylıkların varlığı, yolcuların beraberinde çanta, valiz vb. eşyalarını taşıyabilme olanaklarıdır”(Şenlik, 2013, s.1).

Kapasite:

Ulaşım türlerini birbirinden ayıran en belirgin kriterdir. Sistemin yolcu kapasitesi; sistemin taşıt kapasitesine, her bir taşıtın yolcu kapasitesine, doruk saatlerdeki doluluk oranına, işletmenin elverdiği iki taşıt arası süreye bağlı olarak değişmektedir.

Fiziksel özerklik-geçiş üstünlüğü:

Sistemin diğer sistemlerden bağımsız olarak hizmet verebilmesi olarak nitelendirilmektedir. Sistemin denetimi, güvenliği, sisteme ait araçların hızı, düzenliliği, güvenilirliği bu bileşene bağlı olarak değişmektedir.

“Yarı kontrollü sistemler daha hızlı, daha güvenilir, daha yüksek kapasiteli ve konforlu olması nedeniyle kontrolsüz sistemlere nazaran daha fazla yolcu çekmektedir. Tam kontrollü sistemler ise genel trafikten ayrı yolda çalışması nedeniyle düşük seyahat süresi ve geçiş aralıklarıyla güvenli bir hizmet düzeyi sunmaktadır” (Ulusoy, 2010, s.16).

Yolculuk süresi:

Aktarma noktaları arasındaki mesafeye ve istasyon uzunluklarına bağlı yürüme zamanı ile, raylı sistemin sefer sıklığına göre değişen bekleme süresine ve sistemin işletme hızına bağlı olarak araçta geçen zamanın toplamıdır.

Raylı sistemlerde ticari hız; sistemin fiziksel özerkliğine, yolcu kapasitesine, durak aralıklarına, taşıtın ivme ve serbest hızına bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama hız 40km/sa. olarak kabul edilebilmektedir. Raylı sistem türüne bağlı olarak, tramvay hariç trafik sıkışıklığından etkilenmezler. Tramvay sistemlerine de birçok yerde geçiş üstünlüğü tanımlanmaktadır.

Raylı sistemler, ivmelenme ve frenleme zamanlarının kısa olmasına bağlı olarak daha hızlı hareket edebildikleri için yolculuk süreleri daha kısa olmaktadır. Ayrıca istasyonlarda bekleme süreleri kısa ve belirli olduğundan, yolcular için öngörülemeyen zaman kayıpları da en az düzeydedir.

Güvenlik:

Hat çevresi ve duraklardaki koruma tedbirlerinin artırılması ve sistematik işleyişin sağlanması nedeniyle, raylı sistemlerin lastik tekerlekli araçlara göre kaza yapma oranları çok daha düşüktür. Ayrıca özel araç sahiplerinin ulaşım ihtiyaçlarını karşılamak için raylı sisteme yönelmeleri sonucunda trafik kazalarında ve kaza maliyetlerinde büyük oranda düşüş olacaktır.

“Birçok toplu taşıma aracının aynı karayolu üzerinde seyir ediyor olması, kaza riskini artırmakta, güvenliği azaltmaktadır. Buna karşılık, tam kontrollü olan raylı sistemler kendilerine has ayrılmış bir yol kullandıklarından, diğer sistemlere nazaran çok daha güvenlidirler”(Ulusoy, 2010, s. 17)”

Konfor:

Raylı sistemler sarsıntısız, düzgün ivmelenen hareket kabiliyetine sahip olduklarından, yolcular için seyahat konforu sağlamaktadırlar. Teknolojik yönden gelişmişlikleri, havalandırma ve ısıtma koşulları, ışıklandırma, yolcu yönlendirme, taşıtlara inme ve binme, kabin rahatlığı, sessizlik, frenleme ve hızlanmadaki yumuşaklık vb. özellikler konforlu yolculuk talebine cevap verir niteliktedir.

Enerji tüketimi:

Raylı sistemlerde kullanılan elektrik enerjisi petrol bağımlılığını ortadan kaldırmakla birlikte, enerji tüketim değerleri diğer toplu taşıma araçlarına göre oldukça düşük olup, bu durum işletme maliyetlerinin düşmesini destekler niteliktedir.

2.1.2 Ekonomik kriterler

Kent içi raylı sistem seçiminde dikkate alınan ekonomik kriterlere Çizelge 2.2’de yer verilmektedir.

Çizelge 2.2 : Ekonomik kriterler.

İnşaat Maliyetleri	Yol, Viyadük, Tünel, İstasyon, Depo ve Atölye vb.
	İnşaat İşleri
	Kamulaştırma
	Elektro Mekanik İşler, Otomasyon ve Sinyalizasyon
Araç Maliyetleri	Tercih Edilen Araç Üreticisi
	Araç Genişliği ve Uzunluğu
	Araç Konforu
	Araç Sayısı
İşletme Maliyetleri	Personel
	Bakım Onarım
	Enerji

İnşaat maliyetleri:

Raylı sistemlerde; yol, viyadük, tünel, istasyon maliyetleri, depo ve atölye maliyetleri, etüt ve mühendislik hizmet maliyetleri ve benzeri işlere ait maliyetler ile kamulaştırma ve elektro mekanik işler, otomasyon ve sinyalizasyon işleri, inşaat maliyetlerini oluşturmakla beraber; sistem altyapı maliyeti tünelde, viyadükte ve yüzeydeki kesimlerin uzunluğuna, gabariye, zemin cinsine ve inşa yöntemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

“Plancılar ve ulaşım mühendisleri, sistem için karar almadan önce detaylı bir araştırma ve veri toplama çalışması yapmalıdır. Bu çalışmalarda daha önce yapılmış maliyet - yolcu sayısı bazlı araştırmaların dikkate alınması önem arz etmektedir. Araştırmaların sağlıklı yapılması ve sağlam temellere oturtulması gerekir. Çünkü verilecek hatalı karardan dönülmesi, büyük mali kayıpların oluşmasına neden olabilmektedir. Maliyet boyutunu etkileyen bir başka ölçüt ise sistemin tünelde mi hemzemin de mi işleyeceğidir. Bu karara göre de maliyetler artabilmektedir” (Özgür, 2009).

Araç maliyetleri:

Modele, üretildiği yere, konfor düzeyine ve markalarına ve alınacak araç sayısına bağlı olarak farklılık gösterecektir.

İşletme maliyetleri:

İşletme giderleri genel olarak; araçların kat ettiği yola bağlı olarak enerji harcamalarını ve bakım - onarım masraflarını içeren “mesafeye bağlı işletme giderleri”, araçların ve sistemin çalıştığı zamana bağlı olarak çalıştırılan personel giderlerini kapsayan “zamana bağlı işletme giderleri” ve kilometre başına günlük ve yıllık olarak hesaplanan istasyonların, sinyalizasyon sistemlerinin, enerji iletim hatlarının ve yolların bakım ve onarımı masraflarını oluşturan “yola bağlı işletme giderleri” olarak 3 ana başlıkta toplamaktadır.

“Düzenli bir ulaşım hizmeti veren bütün sistemlerde yolcu - maliyet eğrileri biçim yönünden benzerlik gösterse de maliyet eğrileri sistemlerin ekonomik özelliklerine göre farklı değerler almaktadır. Hatta bu değerler kentlere, kentlerin çeşitli bölgelerine, sistemi işleten ve kullanana göre de değişim göstermektedir. Bu değişikliklere sebep olan temel öğeler doluluk oranı, örgüt yapısı ve işletme türüdür” (Gökdağ ve Yüksel, 1999).

“Toplu tasım araçlarının doluluk oranları doruk saatler dışında değişiklik göstermektedir. Özellikle yüksek kapasiteli toplu taşıma araçlarının doruk saatler dışında hizmet vermesi yolcu başına taşıma maliyetini artırmaktadır. Bunun yanı sıra raylı toplu taşıma sistemlerinde talebe göre katar sayısı artırılıp azaltılabildiğinden, yolcu başına taşıma maliyeti belirli değerler arasında kalmaktadır. Diğer sistemlerde ise doluluk oranına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir” (Çakar, 1997, s.17).

“Raylı sistemlerde, kapasiteye göre personel sayısının az, yolcu başına kullanılan enerjinin az ve ucuz olması, sistemdeki araçların daha uzun ömürlü olması gibi özellikleri işletme maliyetlerini düşürmektedir” (Toprak ve Aktürk, 2003).

2.1.3 Kentsel ve çevresel kriterler

Kent içi raylı sistem seçiminde dikkate alınan kentsel ve çevresel kriterler Çizelge 2.3’te gösterilmektedir.

Çizelge 2.3 : Kentsel ve çevresel kriterler.

Kentsel Yaşama Etkileri	Kentsel Ulaşım Etkisi
	Kentsel Gelişime Etkileri (Arazi Kullanımı ve Arazi Değerleri)
	Kentsel İmaj Faktörüne Etkileri
	Kaza Oranı-Kaza Maliyetlerine Etkisi
	Yolcu Zaman Maliyetlerine Etkisi
Çevresel Etkileri	Hava Kirliliği
	Gürültü Kirliliği

Kentsel yaşama etkileri:

Raylı sistemlerin fiziksel özerklikleri ve/veya öncelikli olmaları ve hız, konfor ve taşıma kapasitesi vb. özellikleri dolayısıyla yolcular tarafından tercih edilen sistemler olduğu için kent merkezlerine yapılacak yolculukların büyük bir çoğunluğu kentsel raylı sistem araçları ile yapılacağından; şehir içinde lastik tekerlekli araçlara olan talep azalacak ve trafik sıkışıklığı, trafik kazaları ve bu kazalardan doğan maliyetler de önemli ölçüde azalacaktır.

Metro ve hafif raylı sistemler yüksek kapasiteli hizmet düzeyine sahip olduklarından, daha geniş kent parçalarına hizmet sunmaktadırlar. Yapılan/yapılması planlanan raylı sistem yatırımları, şehrin istenilen istikamette gelişmesini yönlendirip, imar planları ile getirilen kararların gerçekleşmesine olumlu katkıda bulunmaktadır. Raylı sistem

güzergâhı ve istasyonları, kentsel arazi kullanımını geliştirerek, iyi bir kent planlama ve kentsel tasarım ile kendi etki alanını oluşturmaktadır. Kent merkezine ulaşılabilirliğin sağlanması ve diğer kentsel alanlarla merkezin bütünleştirilmesi, raylı sistem güzergâhındaki ve özellikle istasyon alanlarına yakın konumdaki arazi kullanımlarını değiştirecek ve arazi değerlerini artıracaktır.

Yeraltında hizmet veren metro sistemleri, kent yüzeyinde kendilerine tanımlı çok az bir alan işgal eden hafif raylı sistem ve monoray sistemleri ile karayolu ile aynı zemini kullanan tramvay sistemleri, karayolu taşımacılığının kent yüzeyinde ve yol ağında kapladığı alanlar dikkate alındığında çok kısıtlı alanlarda çok sayıda yolcu taşıyabilmektedir.

Hız, kapasite, sıklık, düzenlilik, güvenilirlik, konfor, erişilebilirlik ve kolaylık bakımından avantajlı, çevreye duyarlı, kent yaşamı ve gelişimine olumlu etkisi olan raylı sistemlerin, diğer toplu ulaşım sistemleri ile karşılaştırıldığında pozitif bir imaja sahip olduğu görülmektedir.

“Raylı sistemler, işletim özellikleri (yolcu kapasitesi, hız, konfor ve fiziksel özerklik), kente olumlu bir imaj kazandırması, çevreye olumsuz etkileri olmaması bakımından ulaşım plancıları tarafından tercih edilen ulaşım sistemi olarak kullanılmaktadır” (Öğüt ve Evren, 2006).

Güzergah çevresi ve istasyonlarda alınan koruma tedbirlerine bağlı olarak, raylı sistemlerin lastik tekerlekli araçlara göre kaza yapma oranları çok daha düşüktür. Ayrıca özel araç sahiplerinin ulaşım ihtiyaçlarını karşılamak için raylı sisteme yönelmeleri sonucunda trafik kazalarında ve kaza maliyetlerinde büyük oranda düşüş olacaktır.

Çevresel etkileri:

Raylı sistemlerde elektrik enerjisi kullanıldığından kömür ve akaryakıt atıkları gibi olumsuz etkileri bulunmamaktadır. Ayrıca elektrik enerjisine ve yüksek teknolojiye bağlı olarak gürültü kirliliği oluşturmaz.

Yüksek kapasiteli, emniyetli-güvenli, hızlı ve konforlu yolculuk, düşük enerji maliyeti ve düşük işletme giderleri, güvenilirlik-dakiklik ve benzeri olumlu sonuçları bulunan kent içi raylı sistemler, hareketliliği artırmak, yolculuk talebini karşılamak, toplu taşıma hizmetini iyileştirmek, toplu taşımayı çekici kılarak özel otomobil kullanımını azaltmak, dolayısıyla enerji tüketimini, hava kirliliğini, trafik kazalarını,

trafik sıkışıklığını azaltmak, düzenli bir kentsel yerleşim oluşturmak, kentsel gelişmeyi kontrol etmek-yönlendirmek ve benzeri sebeplerden dolayı tercih edilmektedir.

“Kentsel ulaşımında raylı sistemlerin başarısı; kent nüfusu ve nüfustaki artış oranı, nüfus yoğunluğunun dağılımı, kent büyüklüğü, arazi kullanımı, kentteki gelir düzeyi ve dağılımı, otomobil sahipliği oranı, kentin demografik yapısı gibi sosyo-ekonomik faktörler ile kente ve kentliye hizmet eden diğer toplu taşıma sistemlerinin türleri, yol uzunluğu, kapasiteleri, etkinlik ve verimlilikleri, toplu taşıma içindeki payları ile ilgili sağlıklı, doğru ve güncel verilerin elde edilmesine bağlıdır. Raylı sistemlerin çağa ayak uyduracak şekilde gelişmesi, elde edilen kapsamlı etüdlere dayalı, vakit kaybetmeksizin hazırlanacak planlama çalışmalarının hayata geçirilmesi ile mümkün olabilecektir” (Evren ve Ögüt, 1998).

Kentteki trafik sıkışıklığını kontrol etmek, ulaşım sorununa kalıcı çözümler üretmek amacıyla, yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanılan raylı sistem türünün belirlenmesinde; trafik sıkışıklığı, yolculuk süresi, trafik kazaları ve hava kirliliği faktörlerinin en aza indirildiği alternatiflerin seçilmesi uygun olacaktır.

2.2 Kent İçi Raylı Sistem Türleri

2.2.1 Banliyö

“Banliyö trenleri, büyükşehirlerde genellikle şehir dışındaki yerleşim yerlerine ulaşımı sağlamak amacıyla ya da birbirine yakın mesafede bulunan şehirler arasındaki ulaşımı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır” (Kırmızı ve diğ, 2012).

Yüksek sayıda yolcu taşıma kapasiteleri bulunan banliyö hatları genel olarak ağır demiryolu sınıfında değerlendirilmektedir. Ana demiryolu hatları ve yük treni hatları gibi mevcut demiryolu hatlarını kullanması sebebiyle altyapı maliyetleri, enerji tüketimi ve işletme giderleri diğer kent içi raylı sistemlere oranla oldukça düşüktür. Banliyö sistemlerinde çok sayıda vagon dan oluşan tren setlerin kullanımı mümkün olup, duraklar arası mesafe ve sefer aralıkları genel olarak, diğer kent içi raylı sistemlere kıyasla daha uzundur.

Banliyö trenleri maksimum sayıda yolcu yu taşıyabilmek için dizayn edilmiş olup, günlük yolculuk amaçlı olduğu için konforu ve yolcu bagaj kapasiteleri düşüktür.

İşletme hızları 55-75km/s arasında değişmektedir. Banliyö işletmeciliğinde hat genişliği 1.435 mm. dir. 15-25 K Volt beslenme enerjisini katanerden almaktadır.

2.2.2 Metro

“Metro sistemleri kendilerine ait hatlarda işletilen gelişmiş sinyalizasyon sistemine sahip raylı sistemlerdir. Buna bağlı olarak, yüksek hız ve yüksek yolcu taşıma kapasitesine erişebilmektedir. Ayrıca işletme, enerji verimliliği ve sürüş güvenliği gibi avantajlar da sunmaktadır. Yüksek yolcu kapasitesine karşılık, yüksek altyapı yatırım maliyetleri de bulunmaktadır” (Vuchic, 2007, ss. 304-305).

Metro sistemleri, genellikle yapı ve insan yoğunluğunun bulunduğu, sirkülasyonunun fazla olduğu şehir merkezlerinin yüzeydeki araç-trafik yüklerini hafifletmek amacıyla derin tünel yöntemleri ile yeraltında inşa edilirler. Arazinin yapısına bağlı olarak aç kapa tünel veya delme olarak inşa edilebilen metro hatları bazen yüzeyde hemzemin şeklinde veya viyadük üzerinde de inşa edilebilmektedir.

Şehir içi toplu ulaşımında en yüksek yolcu kapasitesine metro sistemlerinin tek yönde saatte 70-80 bin yolcu olarak kabul görmektedir. Bu yolcu yüküne bağlı olarak dizideki araç sayısı artmakta ve peronlar uzun olmaktadır.

“Metrolar teknik yönden bakılacak olursa, hız bakımından da diğer sistemlerden üstündür. Ortalama servis hız 42-48 km/saat’tir. Fakat azami ulaşabildikleri hız ise 90 km/saat’tir. Ayrıca tren boyları 8’li dizi halinde hareket ettikleri zaman 200 m’ye kadar çıkmaktadır” (Öztürk, 2012).

Yapım aşamasında yüksek yatırım maliyeti ve ileri otomasyon sistemi gerektirmektedir. Diğer sistemlere göre yapım maliyetleri yüksek olmasına rağmen doğru hatlarda kurulduğu takdirde sağlanacak toplam ekonomik fayda, yatırım maliyetini fazlasıyla karşılayacaktır.

2.2.3 Hafif raylı sistemler

Hafif Raylı Sistemler, şehir içi raylı toplu taşımacılık sistemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Tramvay sistemlerine oranla daha yüksek yolculuk kapasitesine sahiptir. Bu sistemler yolculuk taleplerinin yüksek olduğu akslarda, ana ulaşım sistemleri olarak tercih edilmekle birlikte büyük metropollerde daha yüksek kapasiteli sistemlerle entegre çalışan tali ulaşım sistemleri olarak da hizmet vermektedir.

Vuchic'e göre hafif raylı toplu taşımaya aynı güzergâh üzerinde bütün yol hakkı türlerini kullanma ayrıcalığını sunarken, aynı zamanda kılavuzlanmış teknolojinin yüksek kapasite, yüksek iş gücü verimliliği ve konforlu sürüş gibi avantajlarından yararlanma imkânı da sağlamaktadır. Tipik bir hafif raylı toplu taşıma ağının diğer trafikten ayrılma derecesi, sıkışıklığın problem olmadığı kentin kenar bölgelerine doğru azalırken; bu ağın, en sıkışık durumdaki merkezi bölgelerde tünellere sahip olması istenmektedir. (Vuchic, 2007)

Hafif raylı sistemler, genelde 4'lü tren dizisi olarak saatte kesit yönde 15.000 ile 30.000 arası yolcu kapasitesine sahip olup, mümkün olduğunca karayolu ile aynı düzeyde kesişmesi istenmeyen sistemlerdir.

“Hafif Metro Sistemlerinde istasyon boyları ortalama 100 m civarında, araç genişliği genellikle 2650 mm'dir. Enerji temini katener, rijit katener veya 3.ray diye tabir edilen alttan besleme sistemleri ile sağlanabilmektedir” (Kölük, 2005; Toprak ve Aktürk, 2001).

Hafif Raylı Sistemler, yüzde 5.5 eğim ve 250 m kurp yarıçapına sahiptir. Çizelge 2.4'te Hafif Metro Sistemine ait teknik özellikler yer almaktadır.

2.2.4 Monoray

“Monoray, üst yollu yakın mesafe elektrikli toplu taşıma sistemidir. Ray yolu, kapalı bir kutu şeklinde (suspended, alttan asılı) veya aracın kapatıp üzerine oturduğu (straddle, üstten giden) şeklinde iki türlü olup; yüksek seviyeli çelik veya beton kolonlara asılı şekilde monte edilir. Hızı 80 km/saat dolayında sınırlanan bu sistem tek kabinle çalıştırılabilirdiği gibi; dizi oluşturularak da çalıştırılabilir. Tek ray üzerinde hizmet veren, yolcu (ve yük) taşımacılığında kullanılan, çoğunlukla yükseltilmiş yollarda seyretmekle birlikte yüzeyde veya metro tünellerinde de çalışabilen "ray üstü" ya da "ray altı" işletilebilen araçlardır” (Gültekin vd., 2003).

Kent içi raylı taşıma sistemlerinden biri olan monoray sisteminde araçlar, tek bir adet hat üzerinde veya altında (asılı bir şekilde) hareket etmektedirler. Monoray sisteminde; bir kolon üstüne oturan iki giriş ve bu iki girişin üzerinde hat yolundan giden araçlar hizmet vermektedir. Yaklaşık olarak saatte 35 bin yolcu taşıma kapasitesi bulunan monorayların işletme hızları ise 30-35 km/s civarındadır.

Monoraylar otobüs ve tramvaylar gibi karışık trafik içinde hareket edemezler. Kendine ait hat yolu üzerinde hizmet verdiğinden, hızlı ulaşım sistemleri arasında yerini almaktadır. Kolonlar üzerinde bulunan monoray hatları kent yüzeyini bölmedikleri için, altlarında kesintisiz araç trafiği veya yaya sirkülasyonuna imkan tanımaktadırlar. Çizelge 2.6' de monorayın teknik özelliklerine yer verilmiştir.

2.2.5 Füniküler

Füniküler sistemler, özellikle eğimli arazi yapılarında yolcuların taşınması amacı ile halatlarla birbirine bağlanmış ve bir taşıyıcı ray üzerinde hareket edebilen ulaşım sistemleridir. Genellikle aralarında büyük yükseklik farkı olan iki bölge arasında çalışan funiküler sistemler, hem asansör hem de demiryolu teknolojilerinden oluşmaktadır.

Füniküler; üst istasyonda bulunan tahrik kasnağına sarılmış çelik halat ile bağlanmış en az iki araçtan oluşmaktadır. İki araç hat üzerinde hareket ederken; araçlar belirli bir mesafede paralel raylar sayesinde yan yana gelmekte ve araçlar birbirini geçtikten sonra hat tekrar teke düşmektedir. Birbirine bağlı olan araçlardan aşağı inen araca, yukarı çıkan araç yardımcı olurken, yukarı çıkan araç ise aşağı inen aracın kontrolden çıkmasını engellemektedir.

2.2.6 Tramvay

Karayolu ulaşım araçları ile aynı alanı kullanan, zaman zaman geçiş üstünlüğü bulunana, yol ve trafik durumuna göre bir sürücü tarafından kumanda edilen, elektrik enerjisini katenerden alan, alçak zeminli araçların kullanıldığı, düşük yolcu kapasiteli raylı toplu taşıma sistemleridir. Maliyeti düşük ve yolcu sirkülasyonun en kolay gerçekleştiği sistemdir

Tramvay sistemleri nüfusu az olan kentlerde ana ulaşım sistemi olarak kullanılsa da, genel olarak ana ulaşım sistemlerini besleyen ve yolcu transferini sağlayan tali ulaşım sistemleri olarak kabul edilmektedir. Karayolundaki diğer toplu taşıma araçları ile birlikte aynı güzergâhı kullanan tramvaylar, karma trafikte yol aldığından araç boyları çok uzun olmamaktadır. Genelde 2'li dizi olarak tek yönde saatte 8.000-15.000 bin yolcu taşıma kapasitesine sahip olan tramvayların hızları ve yolcu taşıma kapasiteleri diğer kent içi raylı sistemlere oranla daha düşüktür. Cadde tramvayı sisteminde peronlar arası mesafe diğer raylı toplu taşıma sistemlerine göre daha kısa

ve otobüs sistemine benzer nitelikte olup, yaklaşık 400-600 m aralıklarla istasyonları bulunmaktadır. İstasyon boyları ise en fazla 60 metre civarındadır.

Kurba yarıçapları 35 m.ye kadar inebilmekte eğimleri %7lere kadar yükselebilmektedir. Katener diye bilinen havai besleme hatlarından, yaygın olarak 750 VDC enerji ile beslenmekte olup; tramvay hatları genel olarak 1.435 mm ray açıklığına sahiptir.

Tramvay araçları 4-6 akslı olup, uzunlukları 14-21 metre arasında değişmektedir. 100-180 yolcu taşıma kapasitesine sahip bu araçlarda kapasitenin yaklaşık yüzde 20-40'ı oturma yeridir. “Tramvay sistemi trafik ile karışık işletildiğinden ve daha kısa istasyon aralıkları bulunduğundan, işletme hızları diğer raylı sistemlere göre düşük olup 15-30 km/s arasında değişebilmektedir”(Vuchic, 2007, ss. 300-302).

3. MONORAY SİSTEMLERİ

“Monoray, üst yollu yakın mesafe elektrikli toplu taşıma sistemidir. Ray yolu, kapalı bir kutu şeklinde (suspended, alttan asılı) veya aracın kapatarak üzerine oturduğu (straddle, üstten giden) olmak üzere iki türlü olup; yüksek seviyeli çelik veya beton kolonlara asılı şekilde monte edilmiştir. Tek ray üzerinde hizmet veren, yolcu (hatta yük) taşımacılığında kullanılan, çoğunlukla yükseltilmiş yollarda seyretmekle birlikte yüzeyde veya metro tünellerinde çalışabilen ray üstü yada ray altı işletilebilen araçlardır” (Gültekin vd., 2003).

Monoray, tek rayla hizmet eden, gittiği kılavuz yoldan daha geniş bir araç ve bu araçları taşıyan yapıların oluşturduğu kent içi toplu taşıma sistemidir. Monoray sisteminde araç, diğer raylı sistemlerden farklı olarak çift ray yerine, kendine ait tek bir hat yolundan ilerlemektedir. Çoğu örnekte monoray aracı, çelik veya ayaklarla (kolonlarla) yükseltilmiş zeminde yol almakta olup kısmi olarak hemzemin, yarma veya yer altında tünel içinde de ilerleyen örnekleri de bulunmaktadır. Uygulamada en yaygın olarak kullanılan model ise yükseltilmiş (elevated) Monoraydır.

Monoraylar otobüs ve tramvaylar gibi karışık trafik içinde hareket edemezler. Kendine ait hat yolu üzerinde hizmet verdiğinden, hızlı ulaşım sistemleri arasında yerini almaktadır. Kolonlar üzerinde bulunan monoray hatları kent yüzeyini bölmedikleri için altlarında kesintisiz araç trafiği veya yaya sirkülasyonuna imkan tanımaktadırlar.

Toplu taşıma kategorisindeki güncel monoraylar sistem yapıları, işletme hızları, dizi aralığı, istasyon ara mesafeleri, enerji besleme mantığı, işletme otomasyonu bakımlarından metro veya hafif raylı sistemlere benzer niteliktedir. Sistem tam otomasyonla çalışmakta olup, sürücüsüz çalışan örnekleri de bulunmaktadır.

Yaklaşık olarak saatte 35 bin yolcu taşıma kapasitesi bulunan monorayların işletme hızları ise 30-35 km/s civarındadır.

yurtdışı monoray örneklerinden birkaçına ait görseller Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1 : Monoray araçları (Url-2).

3.1 Monoray Sistem Tipleri

Monoray sistemlerini askı tip ve bindirme tip olmak üzere iki temel başlık altında incelemek mümkündür.

3.1.1 Askı tipi monoray

Gerçek anlamda ilk Monoray Almanya'daki Wuppertal monorayıdır. Yükseltilmiş bir yapıya monte edilmiş tek bir çelik ray ve buna asılı olarak hareket eden tek bir Monoray aracından oluşan; rayın, hem aracın ağırlığını taşıdığı hem de kılavuzluk ettiği Schwebbahn'in modern versiyonudur.

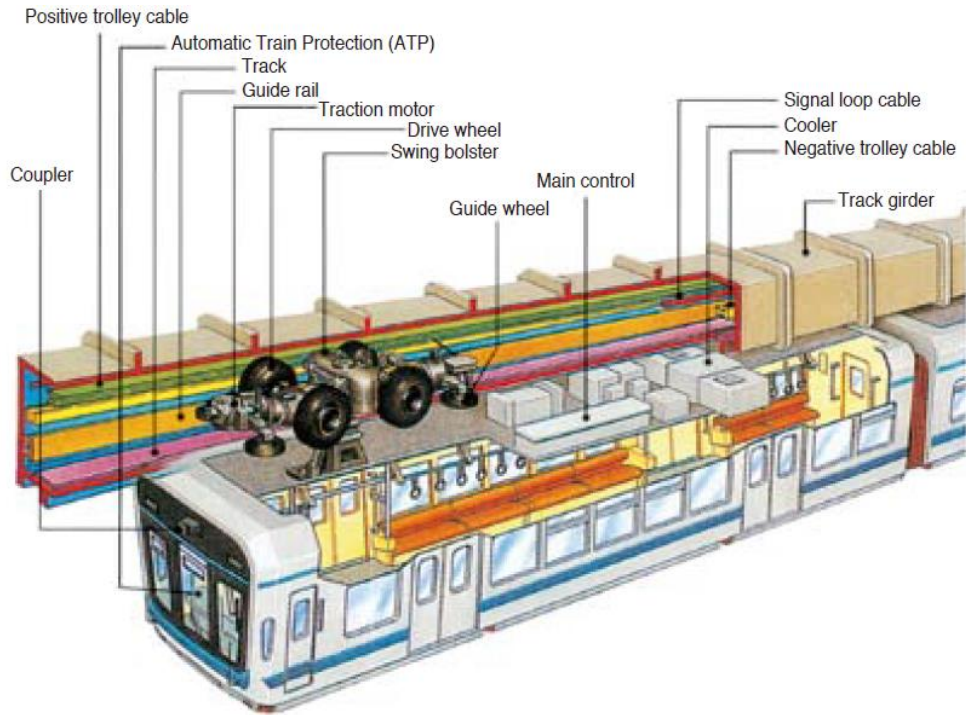


Şekil 3.2 : Askı tip monoray örneği, Japonya-Chiba (Kennedy, 2007).

Araçlar Schwebebahn modelinde olduğu gibi yukarı asılı olarak hareket etmekte olup, bu modelden farklı olarak; taşıma ve kılavuzluk yapan çelik rayın yerine, gözenekli beton kiriş, metal tekerleklerin yerine ise lastik tekerlekler kullanılmaktadır.

Askı tip monoray örneği Şekil 3.2’de görülmekte olup, bu tipe ait monoray kesiti ise Şekil 3.3’te yer almaktadır.

Bu sistemin temeli, Paris Metrosu için geliştirilen lastik tekerlekli bojinin modifiye edilerek havadan taşıma yapmak üzere araçların asılabilmesini sağlamaktır. Boji içi boş bir kutu kesitli kirişin iç alt yüzünde yol almakta ve süspansiyon takımı bu kiriş içinden geçmektedir. Sistem, metroda ve ALWEG tipi araçlarda olduğu gibi sessiz ve seri hızlanma yavaşlama özelliklerine sahiptir. Araçlar sarkaç tipi bir havalı süspansiyon ile asılmakta, bu şekilde yüksek hızlarda dahi konfor ve denge sağlanmaktadır.



Şekil 3.3 : Askı tip monoray kesiti (Url-3).

Bojilerin kutu kesitli kiriş içinde tam olarak gizlenmesi sonucu yağmur, kar ve buzlanma gibi hava olaylarından korunma sağlamaktadır. Bojilere elektrik enerjisi kiriş içinde devam eden bir üçüncü ray tarafından sağlanmaktadır. Lastik tekerleklerde sorun olması halinde yedek çelik tekerlekler devreye girmektedir.

Askı tip sistemlerin, altlarında motorlu taşıtlar için yeterli dikey açıklık bırakma zorunluluğundan ötürü daha yüksek yapılara sahip olması gerekeceğinden ve diğer bazı olumsuz özellikleri nedeniyle yeni nesil monoray projelerinde çok fazla tercih edilmemektedir.

3.1.2 Bindirme tip monoray

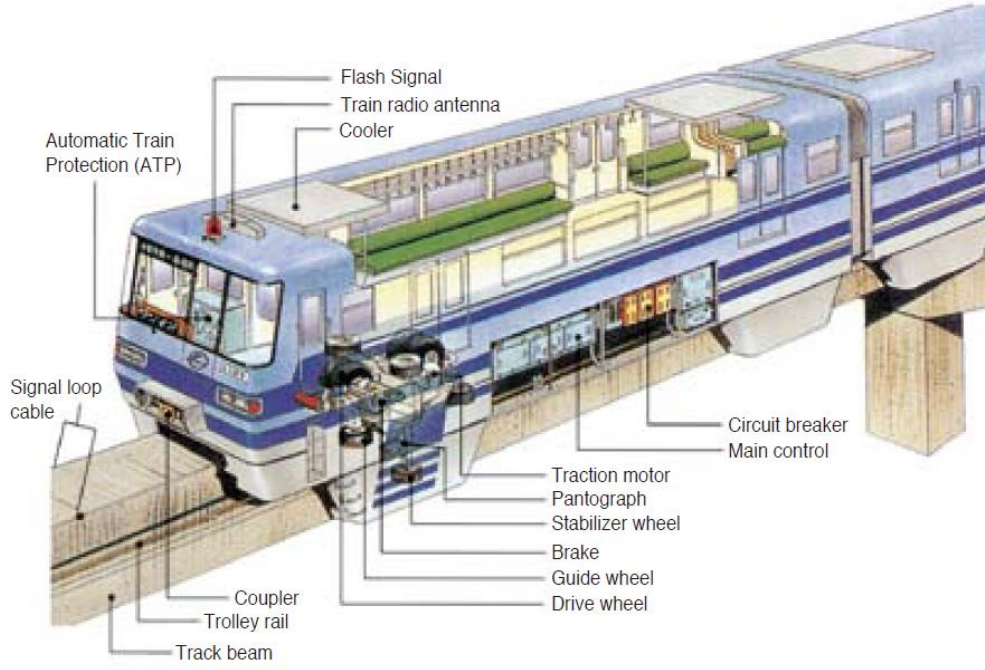
Bindirme tipi monoray sistemleri günümüzdeki en yaygın olarak kullanılan monoray tipidir. Yükseltilmiş (elevated) monoray sistemleri de denilmektedir. Askı tip monoray sisteminin aksine, daha yüksek kolonlar gerektirmediğinden ve görsel açıdan çevre ile daha uyumlu olduğu düşünüldüğünden, kent içi ulaşımında daha çok tercih edilmektedir. Nitrojen gazı doldurulmuş aracın taşıyıcı lastik tekerlekleri, yerden destekli kolonlar üzerine yerleştirilmiş kirişlerin oluşturduğu beton hat üzerinde gitmekte; kılavuzlama lastik tekerlekleri ise aynı kirişin iki yanına basmaktadır. Çelik kiriş üzerinde hareket örnekleri bulunmakla beraber oldukça azdır. Araç, kirişi tümüyle sardığından, devrilme olasılığı yok gibidir.



Şekil 3.4 : Bindirme tip monoray örneği (Kennedy, 2007).

Bindirme tip monoray sistemleri servis ve test geçmişine sahip, olgunlaşmış monoray sistem tipidir.

Bindirme tip monoray örneğine Şekil 3.4’te yer verilmekte olup, bu monoray tip teknolojilerine ilişkin vagon ve kiriş yapısına ait kesit ise Şekil 3.5’te görülmektedir.



Şekil 3.5 : Bindirme tip monoray kesiti (Url-3).

3.2 Monoray Sistemlerinin Genel Özellikleri

Bindirme tip monoray sistem elemanları; hat yolu, kolon yapıları, lastik tekerlekli CER ve kılavuzlama ve makas sistemi olmak üzere 4 alt başlıkta ele alınmakta olup; enerji, eğim, hız, ivmelenme ve frenleme, hava koşulları, gürültü, bakım, emniyet, konfor ve çevresel faktör özellikleri söz konusu 4 alt başlık kapsamında incelenmektedir.

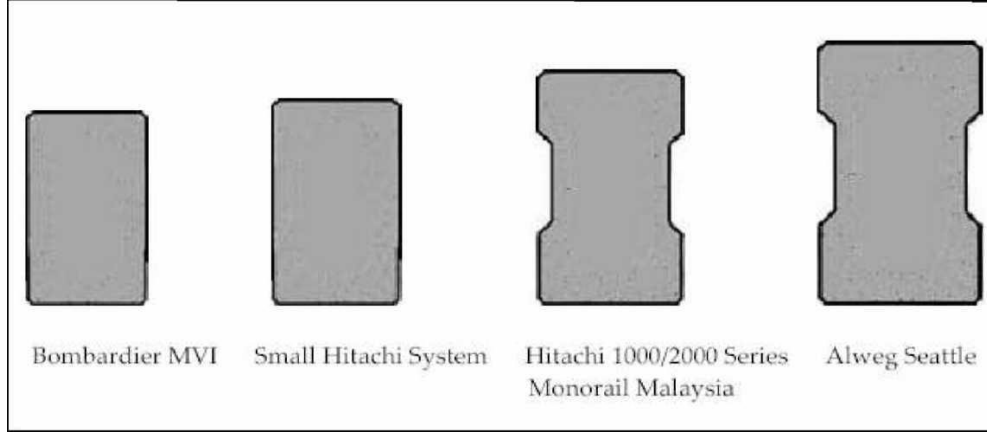
3.2.1 Monoray sistem elemanları ve özellikleri

Monoray sistemleri genel olarak hat yolu, kolon yapıları, lastik tekerlekli CER ve makas sistemleri gibi elemanlardan oluşmaktadır.

Hat yolu:

Bir monoray sisteminin en önemli yapısal elemanı hat yoludur. Bindirme tip monorayların hat yolu nadiren çelik, genellikle beton kirişlerden oluşmaktadır. Araç ve kiriş birbiri ile son derece uyumlu olmalı ve kiriş yanları ile kılavuzlama tekerlekleri tam oturmalıdır. Daha geniş kirişler daha geniş araçların kullanılmasına müsaade etmesine rağmen, kent estetiği açısından pek tercih edilen bir durum değildir. Ağırlık merkezi ve yolculuk konforu kaygıları yüzünden monoray aracı genişliğinin yaklaşık 1/4'ü kadar enli olan kiriş genişliği yeterli olup, kiriş yüksekliği ve uzunluğu, yapısal bütünlük korunduğu müddetçe görece olarak esnek

olabilmektedir. Monoray projelerine yaygın olarak kullanılan hat yolu örnekleri Şekil 3.6'da görülmektedir.



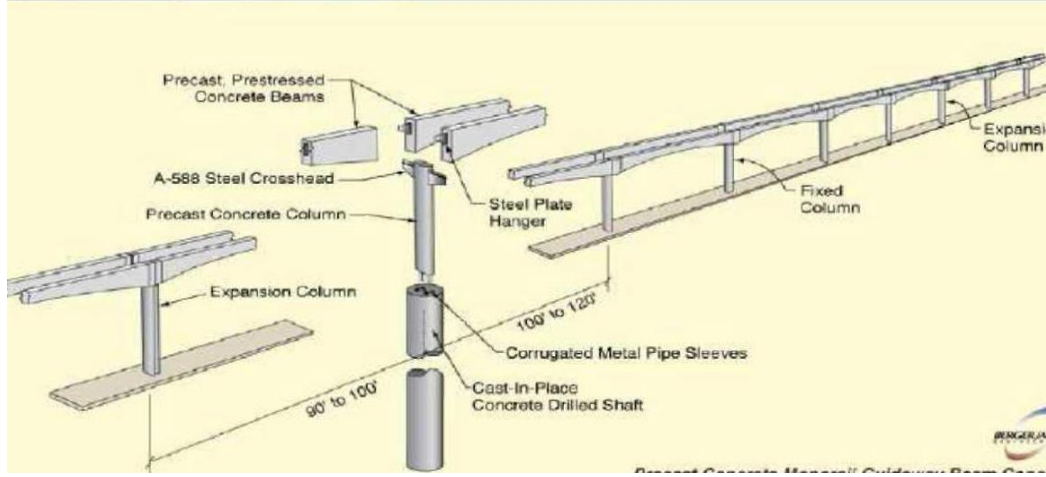
Şekil 3.6 : Hat yolu örnekleri (Kennedy, 2007).

Bindirme tip monoray hat yolları üç boyutlu olarak tasarlanmaktadır. Kurplarda hat kirişi sadece yatay düzlemde dönmekte aynı zamanda dikey düzlemde de eğilmektedir. Eğilmenin ölçüsü dönülen kurbun yarıçapına da bağlıdır. Bu değişik şartlara uyum için, beton kirişler münferit olarak değişik ölçülerdeki boy, yarıçap ve eğimlerle kalıplanarak imal edilmektedir. Monoray sistemlerinin minimum yaklaşık 40 metrelik dönüş yarıçapları olmakla birlikte; yolculuk konforu açısından bu kadar dar dönüşler mümkün mertebe pek tercih edilmemektedir.

Hat yollarının görselliğini artırmanın ve hat yolu ayak aralarını uzatmak (dolayısı ile ayak sayısını azaltmak) için kemer tipi kirişler kullanılmaktadır. Bu tip kirişler daha uzun ara mesafelere olanak sağlamakta, özellikle orta noktalarda kemerli yapı sayesinde daha estetik bir görüntü oluşmaktadır.

Kolon yapıları:

Kolon yapıları, bindirme tip monoray sisteminin temel elemanlarından biridir. Kolon boyutu ile hat yolu uzunluğu birbirine ters orantılıdır. Kolonlar arası açıklık arttıkça daha geniş ve daha ağır kolonlar gerekirken, kolonlar arası mesafenin kısılması durumunda ise daha hafif ve daha ince kolonlar kullanılabilir. Seattle (ABD)'daki monoray projesi için; yaklaşık 90 cm çaplı, 9 m. yükseklikte kolon ve 36,5 m. kiriş mesafesinin ideal ölçütler olduğu hesaplanmış olup, bu projeye ait kolon-kiriş yapıları Şekil 3.7'de görülmektedir.



Şekil 3.7 : Kolon-kiriş yapıları (Kennedy, 2007).

Ayak profili olarak imalatı kolay olan kare kesitli ayaklar ya da görsel açıdan daha estetik olduğu düşünülen yuvarlak tabanlı ayaklar ile dikdörtgen kesitli ayaklar kullanılmaktadır. Bu gibi ayakların dar kenarları hat yoluna iki yandan bakanlara karşı olacak şekilde yerleştirilmelidir. Bombardier sistemi bu yaklaşımdan faydalanmaktadır.

Monoray hat yolunun altında motorlu araç trafiği olması durumunda, minimum 5. ayak yüksekliği tavsiye edilmektedir. Ancak güncel projelerde, hem kent yüzeyinde oluşabilecek basıklığı gidermek hem de monoray yolcularına daha iyi manzara sağlamak amacıyla, kolon yüksekliklerini 10-12 metreye çıkartarak sistemi daha yüksekte yapılandırma eğilimi olduğu da bilinmektedir. Üretici firmalara göre farklılık gösteren yapısal eleman özellikleri Çizelge 3.1’te gösterilmektedir.

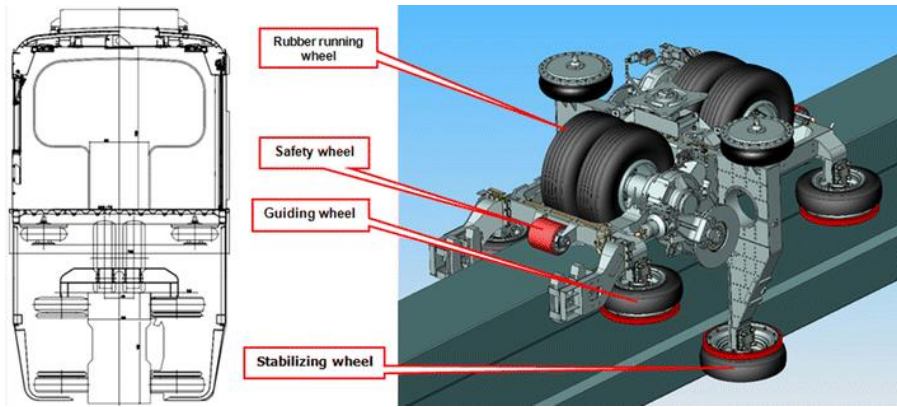
Çizelge 3.1 : Yapısal elemanların karşılaştırılması (Url-4).

Eleman	Hitachi Büyük Tip	Bombardier M6	Monorail Malaysia
Hat Yolu Kiriş Genişliği	0,8 m/0,85 m	0,66 m	0,8 m
Hat Yolu Kiriş Yüksekliği	1,4 m/1,5 m	1,5 - 2,1 m (Kemer)	1,6 orta -2,2 m uç (Kemer)
Standart Ara Mesafe	20 m/25 m	30 m	30 m
Başlık Genişliği	5,15 m	5,1 m	5,1m
Tipik Kolon Kaidesi		0,81 x 1,42	1,2 m x 1,6 m
Maksimum Brüt Dingil Yüğü	11 t/10 t	8 t	10 t
Minimum Kurp Yarı	70 m (40 m depo)	45 m	70 m (40 m depo)

Lastik tekerlekli cer ve kılavuzlama:

Hat yolunun dışında, geleneksel demiryolları ile ana teknolojik fark; lastik tekerlekli Cer'dir. Aracın taşıyıcı lastik tekerlekleri, kirişlerin oluşturduğu beton hat üzerinde ilerlemektedir. Kılavuzlama lastik tekerlekleri ise aynı kirişin iki yanına basmaktadır.

Şekil 3.8'de görüldüğü üzere iki akslı (dingilli) bir vagonda, 4 adet yük, 4 adet kılavuz ve 4 adet de denge tekerlekleri olmak üzere toplam 12 adet tekerlek bulunmaktadır. Bu tekerleklerin ömürleri yaklaşık 160.000 km olarak ifade edilmektedir.



Şekil 3.8 : Kılavuz yolu ve lastik tekerlekli cer (Url-2).

Makas sistemi:

Monoray işletmelerinde makaslama son derece önemlidir. Beton veya çelik kirişlerin boyutlarından dolayı makaslama sistemi oldukça yavaştır. Geleneksel demiryollarında 0,6 saniye süren makaslama için monoray sistemlerinde 15 saniye beklemek gerekmektedir. Makaslama işleminin sürekli olarak kullanılması planlanan sistemlerde, makas değiştirme süresinin uzunluğuna bağlı olarak sefer aralıkları artmaktadır. Monoray makas örneği Şekil 3.9 da verilmektedir.



Şekil 3.9 : Monoray makas örneği (Url-2).

İstasyon özellikleri:

Monoray sistemlerinde genel olarak viyadük tipi yüksek istasyonlar kullanılmaktadır. Ancak ihtiyaç duyulması halinde hemzemin veya yeraltı istasyon uygulamaları da yapılabilmektedir. Sistemde çoğunlukla orta ve yan peronlu istasyonlar kullanılabilmektedir. Yüksek istasyonlar, basit hemzemin hafif raylı sistem istasyonlarına nispetle daha maliyetli olmalarına rağmen sistemin estetik görselliğine katkıda bulunmaktadır. İstasyonlarda; anons, sistem içi haberleşme, yolcu bilgilendirme, saat, acil durdurma, ücret toplama ve turnike sistemleri gibi tam otomasyon sistemleri kullanılabilmektedir.

3.2.2 Diğer özellikler**Enerji:**

Bindirme tipi monoraylarda araçlar, hat yolunun yan yüzeyinde yer alan enerji baralarından enerji toplama pabuçları ile CER gücü almaktadır.

Sisteme enerji, hat güzergahı üzerinde belli aralıklarla kurulmuş CER trafo istasyonları ile sağlanmaktadır. Bu istasyonlarda üretilen DC (doğru akım) enerji, hat kirişi kenarındaki enerji baralarına taşınmakta ve araç altındaki akım toplama pabuçları bu baralardan enerji sağlamaktadır. Araç, DC enerjiyi AC (alternatif akım) enerjiye dönüştürerek, VVVF (değişken gerilimli değişken frekanslı) CER motorlarını beslemektedir. Bu tip motorlar boji üzerinde daha az yer kaplamaları ve yeni hız kontrol yöntemleri ile daha etkili kontrol edilebildikleri için tercih edilmektedir. Sadece Bombardier M6 aracı trafo merkezlerinden sağlanan direkt AC enerji ile çalışmaktadır.

Araca monte edilmiş elektrik motorları monoray aracına güç vermektedir. Lastik tekerlekli sistemlerde enerji tüketimi daha yüksektir. Bunun nedeni beton kiriş üzerinde hareket eden kauçuk tekerleklerin daha büyük dönme direncine ve dairesel ataletle sahip olmasıdır. Bunlara bağlı olarak; diğer raylı sistem teknolojilerine kıyasla yaklaşık % 25 daha fazla enerji harcamaktadır.

Eğimler:

Teorik olarak ray teknolojisi emniyetli bir şekilde %10 eğimleri geçemezken, lastik tekerlekli CER ile %15 ve daha yüksek eğimler emniyetle geçilebilir. Fiili durumda dik eğimler çok güçlü motorlar gerektirir ve bu durum ayaktaki yolcular için rahatsızlık vermektedir. Raylı sistemler normal olarak %3,5-4,5 eğim için

tasarlanırken, bu değer lastik tekerlekli monoraylar için %6-7'dir. Mevcutta %10 eğimle çalışan işletmeler de bulunmaktadır.

Hız – kapasite:

Monoray sistemleri, karayolu trafiğine girmeden, kendine ait hat yolu üzerinde hizmet verdiğinden, hızlı ulaşım sistemi olarak tanımlanmaktadır. Monorayların ortalama işletme hızları metrolarla kıyaslamak mümkündür. Her iki sistem de tam korumalı yollarda çalışmakta ve istasyon ara mesafeleri de benzer uzunluktadır. Monoray sistemleri, metro sistemlerine eşdeğer olarak maksimum 80 km/saat hız yapabilmektedir. İşletme hızları ise 30-35 km/s civarındadır.

Monoray sistemler, düşük yolculuk potansiyelinin bulunduğu alanlarda hizmet verebildiği gibi; yaklaşık olarak saatte 30-40 bin yolcuya varan taşıma kapasitesi ile en yoğun hatlar için de tercih edilebilmektedir.

İvmelenme ve frenleme:

Lastik tekerlekli araçlar, çelik tekerlekliye göre çok daha yüksek ivmelenme ve frenleme değerlerine sahiptir. Ancak monoraylar kendilerine ait yollarda hareket ettikleri ve karayolu trafiği ile kesişmedikleri için genel olarak yüksek frenleme değerlerine de gerek olmamaktadır. Aynı zamanda taşımacılıkta yolcu konforu ön plana çıktığından ani hızlanma ve frenleme özelliği, monoraylar için bir avantaj olarak değerlendirilememektedir.

Hava koşulları:

Bindirme tipi monoraylarda açık yolların üzerinde giden lastik tekerlekli araçlar çelik tekerlek kullanılan diğer raylı sistemlerden farklı olarak; kar, buz gibi soğuk hava koşullarına çok daha duyarlıdır. Buna bağlı olarak bazı durumlarda hat yolunun ısıtılması gerekebileceğinden, enerji maliyetleri de artacaktır. Askı tip monoray sistemlerinin yol yüzeyinin kapalı ve korunaklı olması nedeniyle olumsuz hava koşullarından daha az etkilenirler.

Gürültü:

Lastik tekerlekli sistemler dar kurplarda en ileri ray teknolojisinden daha sessiz olup, aynı zamanda daha az titreşime neden olmaktadır. Ayrıca bindirme tip monoray araçlarının yanları tekerlek kısmını tamamını örtecek şekilde tasarlandığı için gürültü biraz daha engellenmektedir.

Bakım:

Beton monoray hat yolları çok az bakım gerektirmektedir. Lastikler yaklaşık 160,000 km kadar kullanılabilir. Monoray araçları, diğer raylı sistemlerde olduğu gibi uzun ömürlüdür (30 yıl +).

Emniyet:

Monoray araçları kırıışı tümüyle sardığından, devrilme veya raydan çıkmaya imkan vermemektedir. Monoray sistemler kendine ait hat yolunda hizmet verdiklerinden ve kent yüzeyindeki karayolu ve yaya trafiğı ile kesişmediklerinden, karayolu araçları veya yayalara çarpma riski de yoktur. Bu açıdan, monorayların en emniyetli taşıma sistemlerinden biri olduğu kabul görmektedir. Kaza riskinin az olması nedeniyle yaralanma ve ölümler ile bunlara bağı maliyetler de az olmaktadır.

Monoray sistemleri genellikle yükseltilmiş hat üzerinde hizmet verdiklerinden, acil durumlar için bazı tahliye tartışmalarına neden olmaktadır. Askı tipi araçların tabanında bulunan tahliye kapısından, bindirme tip sistemlerde ise dizinin ön veya arka kapısından başka bir diziye geçerek boylamasına veya yan hatta gelecek başka bir trene yanal tahliye ve iki hat yolu arasının acil yürüme yolu olarak planlanması ile acil tahliyeler gerçekleştirilebilmektedir.

Konfor:

Askı tipi monoray araçları kurplarda birkaç derece sallanabildiğinden, yanal kuvvetleri azaltabilirler. Bindirme tip sistemlerde ise süspansiyon genellikle havalı körüklerle sağlanmaktadır. Kurplarda meydana gelen yanal kuvvetler, hat yolu hafifçe eğimli yapılar azaltılmaktadır.

Hem bindirme tipi hem de askı tipi sistemler yolculara şehri yukarıdan izleme imkanı ve hoş bir uğma hissi vermektedir. Ayrıca monoray sistemlerinin gürültüsüz olmasına bağı olarak, yolculuk konforu da artmaktadır.

Kentsel - çevresel faktörler:

Monoray sistemlerde elektrik enerjisi kullanıldığından kömür ve akaryakıt atıkları gibi olumsuz etkileri bulunmamaktadır. Ayrıca elektrik enerjisine, yüksek teknolojiye ve lastik üzerindeki çalışma prensibinden kaynaklı gürültü kirliliğı oluşturmadağı gibi, daha az titreşim üretmektedir.

Yüksek kapasiteli, emniyetli-güvenli, hızlı ve konforlu yolculuk, düşük enerji maliyeti ve düşük işletme giderleri, güvenilirlik-dakiklik ve benzeri olumlu sonuçları

bulunan monoray sistemleri; hareketliliği artırmak, yolculuk talebini karşılamak, toplu taşıma hizmetini iyileştirmek, toplu taşımayı çekici kılarak özel otomobil kullanımını azaltmak, dolayısıyla enerji tüketimini, hava kirliliğini, trafik kazalarını, trafik sıkışıklığını azaltmak, düzenli bir kentsel yerleşim oluşturmak, kentsel gelişmeyi kontrol etmek-yönlendirmek ve benzeri sebeplerden tercih edilmektedir.

Monoray, kent yüzeyini bölmedikleri için gerek karayolu trafiğini, gerekse yaya sirkülasyonunu engellememektedir. Yapım sürecinde çabuk inşa edilmesi ve çoğu yerde mevcut altyapı sistemlerine müdahaleyi gerektirmediği için kent sakinlerine daha az rahatsızlık vermektedir. Şekil 3.10'da görüldüğü üzere, Hat yolu, kolon yapıları ve istasyon tasarımlarına bağlı olarak şehre modern görünüm getirmekte, şehrin imajını ve prestijini de artırmaktadır.



Şekil 3.10 : İstasyon tasarımı ve peyzaj düzenlemesi (Url-2).

Aynı zamanda doğal yaşamın öncelikli olarak korunmasını gerektiren alanlarda zeminde çok az yer kaplaması ve yaban canlılarının altlarından geçişine imkan tanınması ve kolonların da çeşitli bitki elemanları ile gizlenebilmesi ile ilgili özellikleri dikkate alındığında; diğer raylı sistemlere göre daha avantajlıdır. (Şekil 3.10).

Monoray kent yüzeyinde çok dar bir alan kaplamaktadır. Yoğun kent merkezlerinde kolonlar çoğu zaman refüj alanlarına denk gelecek şekilde planlanmaktadır. Böylelikle kent yüzeyinde aktif olarak kullanılan bir alan işgal edilmemektedir. Ayrıca refüj alanlarının ağaçlandırılması, kolonların sarmaşıklar gibi bitkisel elemanlar ile gizlenmesi ve diğer peyzaj düzenlemeleri ile birlikte şehir merkezinde oluşabilecek görüntü kirliliği engellenmekte veya minimuma seviyelere indirilmektedir.

3.3 Monoray Araç Teknolojii

Günümüzde Hitachi, Bombardier, Futrex System, OTG High Road ve Malezya Monorail firmaları monoray araç ve sistemlerini üretmektedir. Hitachi ve Bombardier bu firmalar arasında en yaygın iki büyük üretici konumundaki firma olup, mevcut raylı sistem pazarının önemli bir kısmına hakim durumdadır.

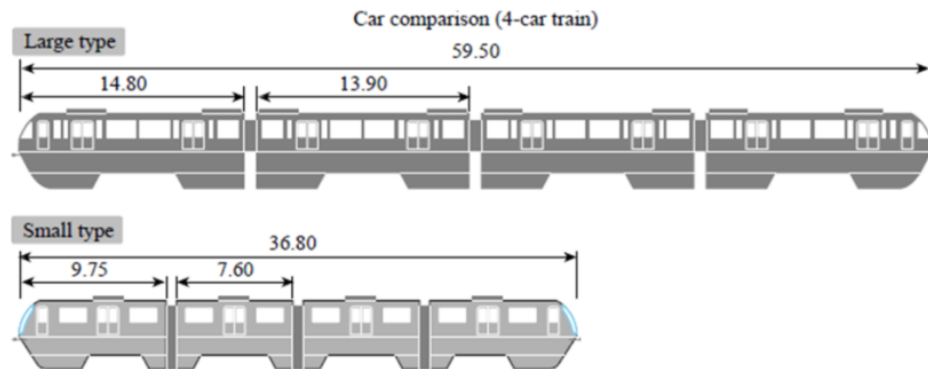
Başta Hitachi olmak üzere bu iki firma, dünyanın çeşitli yerlerinde çok sayıda sistem üretmiş ve bindirme tip monorayların geliştirilmesi ve standartlarının oluşumu noktasında büyük yatırım yapmışlardır.

3.3.1 Hitachi

Hitachi, bindirme tip monoray sistemini geliştirmek üzere Alweg firmasının bütün haklarını satın almıştır. Hitachi; araçlarda bazı değişiklikler yaparak, daha uzun araçların aynı dönüş yarıçapında hareketini mümkün kılacak döner bojiler geliştirmiş ve bojilerin taşıyıcı tekerlek sayısının ikiden dörde çıkartarak monoray vagonlarının boyunu 10 metreden 14 metreye uzatmıştır.

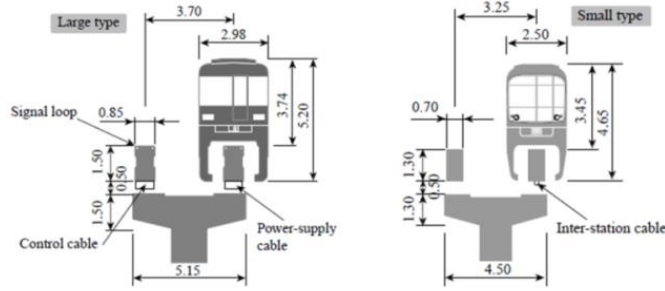
Hitachi, 1980 yılında hizmete açılan Osaka Projesi ile Series 1000 monoray aracını kullanmaya başlamıştır. Series 1000 modeli ile taban yol kirişinden 1,1 m yükseltilerek alttaki hacim tam olarak faydalanılabilir hale gelmiştir. Böylelikle, araç içinde yolcu dolaşımı ve daha verimli oturma planı ve yüksek kapasite gibi olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Hitachi yeni modellerinde araç uzunluğunun artırılması ve araç genişliğinin fazla tutulması ile taşıma kapasitesi açısından metro araçları ile rekabet edebilir seviyelere gelmiştir. Diğer taraftan Hitachi firması, Bombardier'in M-6 modeli ile rekabet edebilmek için daha küçük ve daha ucuz monoray tipi de geliştirmiştir(Şekil 3.11).



Şekil 3.11 : Hitachi araç modelleri (Kuwabara, 2015).

Büyük tip modelinin 4 araçtan oluşan dizinin uzunluğu yaklaşık 60 metreyi bulmakta iken, aynı araç sayısına sahip küçük tip monoray setinin uzunluğu ise sadece 37 metre kadardır. Şekil 3.12’de görüldüğü üzere, büyük tip versiyonda araç yüksekliği 5.20m., araç genişliği ise yaklaşık 3m.dir. Küçük tip monoray aracı ise 4.65x2.50 ebatlarında tasarlanmıştır.



Şekil 3.12 : Hitachi tip kesitleri (Kuwabara, 2015).

Büyük tip ve küçük tiplere ait kesitler incelendiğinde; araç tipinin değişmesi ile sadece araç boyutlarının değıştirmediğı, aynı zamanda hat yolu ebatları, kolon genişliği gibi monoray sisteminin teknik altyapısının da değıştiğı görölmektedir.

Çizelge 3.2’de, Hitachi monoray araçlarının küçük ve büyük tip versiyonlarına ait araçların doluluk seçenekleri (normal, tam dolu ve aşırı yüklü) dikkate alınarak toplam 4 araçtan oluşan setlere ait hesaplanan taşıma kapasiteleri yer almaktadır.

Çizelge 3.2 : Hitachi araç kapasitesi (Kuwabara, 2015).

Araç Yolcu Taşıma Kapasitesi	Küçük Tip (4 Araç) (Oturana + ayakta)	Büyük Tip (4 Araç) (Oturana + ayakta)
Normal (4 yolcu/m ²)	184	415
Tam Yüklü (6 yolcu/m ²)	248	598
Aşırı Yüklü (8 yolcu/m ²)	-	756

Hitachi monoray sistemlerinin kapasitesine dair bilgilere ise Çizelge 3.3’te yer verilmektedir.

Çizelge 3.3 : Hitachi sistem kapasitesi (Kuwabara, 2015).

Sefer Aralığı	75 sn	3 dakika	4 dakika	5 dakika	6 dakika
Saatlik Sefer Sayısı	48	20	15	12	10
Küçük Tip (2 Araç) (pphpd)	6,432	2,680	2,010	1,608	1,340
Küçük Tip (4 Araç) (pphpd)	11,904	4,960	3,720	2,976	2,480
Büyük Tip (2 Araç) (pphpd)	13,440	5,600	4,200	3,360	2,800
Büyük Tip (4 Araç) (pphpd)	28,704	11,960	8,970	7,176	5,980
Büyük Tip (8 Araç) (pphpd)	59,232	24,680	18,510	14,808	12,340

Sistem kapasitesinin yer aldığı Çizelge 3.3. incelendiğinde; 3, 4, 5 ve 6 dakika sefer aralıklarına göre bir saatte yapılabilecek sefer sayısına ve araçların taşıma kapasitelerine bağlı olarak sistemin bir saatte 1 yönde taşıyabileceği yolcu kapasitesi hesaplanmıştır. Buna göre yolculuk talebinin az olduğu bölgelere hizmet etmeye yönelik 2 araçtan oluşan küçük tip monoray aracı tercih edilmesi ve 6 dakika da bir hizmet vermesi halinde saatte 10 sefer yapacak ve 1 saate 1 yönde sadece 1,340 yolcu taşınabilecektir. Diğer taraftan büyük tip ve 8 araçtan oluşan bir set seçilmesi ve 3 dakika sefer aralığında çalışması durumunda saatte 20 sefer yaparak 1 saate 1 yönde 24,680 yolcu taşıma kapasitesi olacaktır. Sistemin 75 saniyede bir sefer yapmaya elvermesi halinde ise bir yönde 1 saate yaklaşık 59,000 kişi taşınabilecektir.

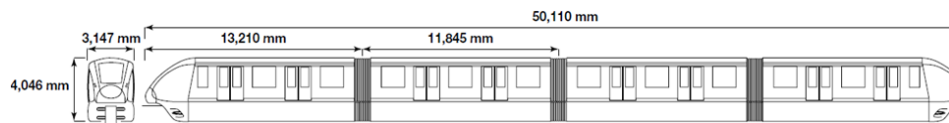
3.3.2 Bombardier

Sektörde genel kanı olarak, Bombardier'in estetik ve pahalı araçlar ürettiği görüşü hakimdir. Bu etki, öncelikle taşıyıcı tekerlekleri vagon sonlarına koyarak alçak profilli, hat yolunu sıkıca kavrayan daha hafif araçlar amaçlanarak sağlanmıştır. Araç yüksekliği ve taşıma kapasitesi Hitachi'ye göre daha düşüktür.

Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te görülen, firmanın yeni ürettiği İnnovia Monorail 300 modeli ile, eski araç modeli olan Bombardier M-6 modelinden daha uzun, daha yüksek ve daha geniş araç üreterek estetik özelliğinin yanında taşıma kapasitesini de yaklaşık %50'den fazla artırarak 224 yolcudan 356 yolcu sayısına ulaşmıştır. İnnovia Monorail 300 modeli ile pazardaki rekabet gücünü artırmayı amaçlamıştır.



Şekil 3.13 : Bombardier innovia-300 aracı (Url-5).



Şekil 3.14 : Innovia monorail 300 (Url-5).

Buna göre 1.22 m. kolon genişliği ve yaklaşık 27,4m. - 36,5m. arası kiriş boyu tasarlanmıştır.

Çizelge 3.4 : Bombardier araç kapasitesi (Url-5).

Araç Yolcu Taşıma Kapasitesi	Oturan Yolcu Sayısı	Ayakta Yolcu Sayısı	Toplam Yolcu Sayısı
Normal (4 yolcu/m ²)	64	292	356
Tam Yüklü (6 yolcu/m ²)	64	438	502
Aşırı Yüklü (8 yolcu/m ²)	64	584	648

Çizelge 3.4'te Bombardier'in Innovia Monorail 300 monoray araçlarının doluluk seçenekleri (normal, tam dolu ve aşırı yüklü) dikkate alınarak toplam 4 araçtan oluşan setlere ait hesaplanan taşıma kapasiteleri görülmektedir. Buna göre bir yolcu için 0,25 m² lik alan ayrılması durumunda, 4 araçtan oluşan bir sette 356 yolcu taşımak mümkündür. Yolcu başı m² büyüklüğü 0,125'e düşürülmesi halinde ise 648 yolcu kapasitesine ulaşılmaktadır.

Çizelge 3.5 : Bombardier sistem kapasitesi (Url-5).

Sefer aralığı	75 sn.	3 dk.	4 dk.	5 dk.	6 dk.
Saatlik sefer sayısı	48	20	15	12	10
300 serisi (2 araç) (pphpd)	11.300	4.708	3.531	2.825	2.354
300 serisi (4 araç) (pphpd)	24.100	10.042	7.531	6.025	5.021
300 serisi (8 araç) (pphpd)	49.600	20.667	15.500	12.400	10.333

Sistem kapasitesinin yer aldığı Çizelge 3.5'te ise 75 saniye ve 3, 4, 5 ve 6 dakika sefer aralıklarına göre bir saatte yapılabilecek sefer sayısına ve araçların taşıma kapasitelerine bağlı olarak sistemin bir saatte 1 yönde taşıyabileceği yolcu kapasitesi hesaplamasının sonuçları yer almaktadır. Buna göre, yolculuk talebinin az olduğu bölgelere hizmet etmeye yönelik 2 araçtan oluşan monoray setinin tercih edilmesi ve 6 dakikada bir hizmet vermesi halinde saatte 10 sefer yapacak ve 1 saate 1 yönde sadece 2,354 yolcu taşınabilecektir. 8 araçtan oluşan bir set seçilmesi ve 3 dakika sefer aralığında çalışması durumunda saatte 20 sefer yaparak 1 saate 1 yönde 20,667 yolcu taşıma kapasitesi olacaktır. Sistemin 75 saniyede bir sefer yapmaya elvermesi halinde ise bir yönde 1 saate yaklaşık 49,600 kişi taşınabilecektir.

3.3.3 Malaysia monorail



Şekil 3.15 : Malaysia monoray aracı (Url-2).

Seattle (ABD)'daki orijinal Alweg aracının modernize edilmiş versiyonudur. Boyutları Alweg aracına çok yakındır. Şekil 3.15 te görülen araçta, Hitachi ve Bombardier'in yeni nesil araçlarında kullanımdan kaldırdığı, taşıyıcı tekerlek yuvaları üzerindeki oturma grupları, Malaysia Monorail Firması tarafından uygulanmaya başlanmıştır. Orijinal Alweg modelinde olduğu gibi müstakil bir sürücü kabini bulunmamaktadır.

Araç daha yüksek taşıma kapasiteli Hitachi aracı ile daha hoş estetiğe sahip Bombardier aracı arasında konumlandırılmaktadır. Örneğin, Monorail Malaysia'nın 4 vagonlu aracı, Bombardier'in M6 modelinin 4 vagonlu aracından daha kısa olmasına rağmen, yolcu kapasitesi daha fazladır. Ancak, Bombardierin yeni modeli olan İnnovia Monorail 300'e göre taşıma kapasitesi yaklaşık %10 daha düşüktür. Hitachi aracında olduğu gibi vagonlar arası geçiş ve tam yolcu dolaşımı mümkündür. Monorail Malaysia aracında yüksek bir kapı genişliğine bağlı olarak diğer monoray araçlarına göre daha hızlı yolcu indirme-bindirme sağlanmaktadır. Bu araçlar 12 vagonlu diziler halinde hizmet verebilmektedir. Dolayısıyla sistemin taşıma kapasitesi daha fazla olabilmektedir.

3.3.4 Monoray araçlarının karşılaştırılması

Uygulanmakta olan monoray sistemlerinde kullanılan araçları tipleri üretici firmalara göre değişiklik göstermektedir. Çizelge 3.6'da, monoray araç türleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Çizelge 3.6 : Monoray araçlarının karşılaştırılması (Url-2).

Özellikler	Hitachi Büyük Tip (Series 1000)	Bombardier 300	Bombardier M6	Monorail Malaysia
Araç Sayısı	2 -8	2-8 arası	min.3	2-12 arası
Araç Uzunluğu	14 m	13,2m son/ 11,8m orta	11,8 m son/ 9,2 m orta	10,4 m son/ 8,6 m orta
Araç Genişliği	2,98 m	3,14	2,64 m	3,0 m
Araç Yüksekliği	5,2 m	4,46	3,4 m	4,3 m
Araçlar Arası Geçiş	Evet		Hayır	Evet
Kapı Özelliği	2 sürgülü kapı	2 portatif kapı	1 Kapı	2 portatif kapı
Kapı Yüksekliği		1,93 m		
Kapı Genişliği	1,1 m	1,6 m	1,626 m	1,25 m
Bojinin Yerleşimi	Orta Koridor Altı	Araç sonunda	Araç Sonunda	Ortada, Koltuk Altı
Araç Başına Dingil Sayısı	4	2	2	2
Max. Dingil Ağırlığı	10-11 ton		10 metrik ton	10 ton
Araç Ağırlığı(Ton)	11	14		10
Süspansiyon	Havalı	Havalı	Havalı	Havalı
Motor Gücü	1500 DC	750 DC	750 DC	750 veya 1500 DC
4 Vagonlu Araçta Motor Sayısı	16x75 kW AC (VVVF)		4x110 kW AC	
Max. Hız	80-90 km/s	80 km/s	85/75 kph	80-90 km/s
Normal İvmelenme/ Yavaşlama Hızları		1,0 m/s ²	1,0 m/s ²	
Normal Kapasite Oturan/Ayakta 4kişi/M ² (Tipik 4 Vagonlu Dizi)	415 (177/238)	356(64+292)	224 (84/140)	316 (96/220)

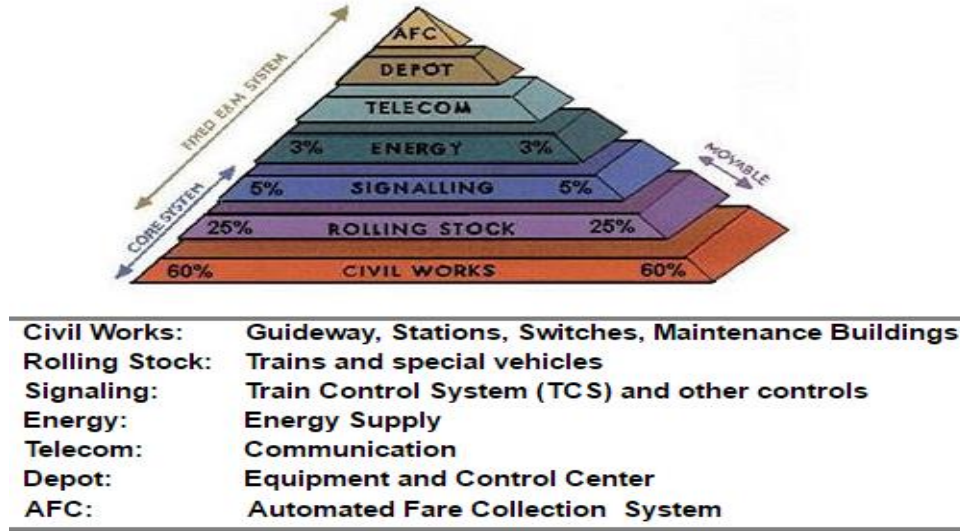
3.4 Monoray Maliyetleri

3.4.1 Yatırım maliyetleri

Yatırım maliyetleri, inşaat yatırım maliyetleri ve araç yatırım maliyetleri olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır. İnşaat yatırım maliyetleri; hat uzunluğu, arazinin topoğrafyası, kamulaştırma maliyeti, istasyon sayısı, zemin şartları, sistemin hizmet düzeyi, sistem otomasyonu, hızı, mevcut altyapıya müdahale edilmesi durumu ve inşa edilecek özel yapılara (tünel, köprü, üst geçit vb.) göre farklılıklar gösterebilmektedir.

Araç maliyetleri ise; yolculuk talep ve potansiyeline bağlı olarak öncelikle araç sayısına, araç üretici firmaya, araç tipi ve büyüklüğüne ve istenilen araç konforuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

Şekil 3.16’da, monoray yatırım maliyet kalemleri ve toplam maliyet içindeki yüzdeleri yer almaktadır. Buna göre monoray yatırım maliyetlerinin çok büyük bir kısmını inşaat maliyetleri (%60) ve araç maliyetlerinin (%25) oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 3.16 : Yatırım maliyet piramidi (Url-6).

Ulaştırma sistem yatırımlarının maliyet kalemlerini net olarak belirleyebilmek oldukça zor olmakla birlikte; AMIN TARIGHI tarafından hazırlanan tez çalışmasında; konunun uzmanları ile yapıldığı belirtilen görüşmeler sonucu belirlenen monoray yatırım maliyet kalemleri ve kilometre birim yaklaşık maliyet değerleri Çizelge 3.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.7 : Monoray yatırım maliyetleri-1 (Tarighi, 2011)

Monoray Yatırım Kalemleri	Maliyet /km
Altyapı: İnşaat İşleri, Yol Yolu Yapımı ve Malzemeleri, İnşaat, Montaj, Raylar	\$ 24 Milyon
Monoray Araçları ve İstasyonlar	\$ 7 Milyon
Mekanik ve Elektrik-Elektronik Sistemler, Otomasyonlar	\$ 7 Milyon
Arsa Edinim-Kamulaştırma Maliyetleri	-
Mühendislik Hizmetleri	\$ 3 Milyon
Proje ve İnşaat Yönetimi	\$ 1 Milyon
Hat İstasyonları, Park Yapıları, Bakım Tesisleri, Trafik Kontrol Merkezleri vb. Tesisler	\$ 2.2 Milyon
Güvenlik, İletişim, Trafik Kontrolü vb. Sistemlerin Kurulması	\$ 1.3 Milyon
Tünel, Köprü, Üst Geçit Yeniden İnşaatı, Kentsel Yapılar	\$ 1 Milyon
TOPLAM	\$ 46.5 Milyon

Buna göre araç maliyetleri ve istasyon maliyetleri de dahil olmak üzere 1 km. monoray hattının yatırım maliyeti yaklaşık 46.5 milyon dolar olarak belirlenmiştir.

Diğer bir alternatif olarak; hat uzunluğu, topoğrafya, kamulaştırma, istasyon sayısı, zemin şartları, otomasyon, hız, inşa edilecek özel yapılara göre farklılık gösteren

maliyetleri genellemek yerine, yakın geçmişte inşa edilen monoray sistemlerinin tüm maliyetlerinin kilometre birim maliyetleri üzerinden belirlenen ortalama bir maliyet değeri kabulü yapmak da faydalı olacaktır.

Farklı üretici firmaların farklı ülke ve şehirlerde gerçekleştirdiği projelerin toplam maliyetlerinin proje uzunluğuna bölünmesi ile elde edilen kilometre birim maliyetleri ve ortalaması Çizelge 3.8’de görülmektedir. Buna göre uygulanan proje örneklerinin kilometre birim maliyet ortalaması yaklaşık 44 Milyon Dolar olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.8 : Monoray yatırım maliyetleri-2.

ÜRETİCİ FİRMA	PROJE	YIL	MALİYETİ (\$ milyon/km)
Hitachi	Okinawa Monorail	2003	27,00
Malaysia Monorail	Kuala Lumpur Monorail	2003	36,00
Bombardier MVI	Las Vegas Monorail	2004	54,68
Hitachi	Palm Jumeirah Monorail	2006	73,40
Scomi	Mumbai Monorail	2008	27,25
ORTALAMA			43,67

Yatırım maliyetlerini belirlemek için 3. bir yöntem olarak da İstanbul’da yapılmakta olan ve sonraki bölümlerde fizibilite raporu detaylı olarak incelenecek olan Sefaköy-Halkalı-Başakşehir monoray projesinde yer alan kabul ve hesaplamalar incelenmiştir. Söz konusu fizibilite çalışmasında belirlenen yaklaşık maliyetler Çizelge 3.9’da gösterilmektedir.

Çizelge 3.9 : Monoray yatırım maliyetleri-3 (İbb, 2014).

İş Kalemleri	Toplam (Euro)	Toplam (Dolar)
İnşaat İşleri (Hat)	104.636.000	127.279.230
İstasyonlar	71.400.000	86.850.960
Elektromekanik İşler	158.000.360	192.191.638
Depo ve Beklenmeyen Giderler	12.600.000	15.326.640
Toplam	346.636.360	421.648.468
Monoray Araçları (73 adet)	83.950.000	102.116.780
Genel Toplam	430.586.360	523.765.248

Fizibilitenin yapıldığı yıl için 1 USD = 2.3189 TL, 1 Euro = 2.8207 TL ve 1 Euro = 1.2164 USD olarak belirlenmiştir. Buna göre yaklaşık 14.5 km uzunluğundaki hattın yaklaşık maliyeti 430.586.360 Euro olarak hesaplanmıştır. Bu değerin dolar cinsinden karşılığı ise 523.765.248 dolar olacaktır. Yani kilometre birim maliyeti 36.120 dolara denk gelmektedir.

Bu fizibilitede 1 monoray aracının maliyeti 1.150.000 Euro olarak kabul edilmiş ve 73 adet araç alımına yönelik maliyet oluşturulmuştur. 1 monoray aracının dolar cinsinden değeri yaklaşık 1.4 milyon dolara karşılık gelmektedir.

Yaklaşık maliyet hesabı, mevcut projeler incelenerek hesaplanan ortalama kilometre maliyeti ve ihale aşamasında olan projeye ait fizibilite analizinde yer alan yaklaşık maliyet bir bütün olarak ele alındığında; değerlerin birbirine yakın ve tutarlı olduğu görülmektedir. Buna göre monoray yatırımlarının (inşaat ve araç) kilometre birim maliyetlerinin 36 ile 45 milyon dolar arasında olacağını, zorlu güzergahlarda ise 50-60 milyon dolara çıkabileceğini söylemek mümkündür.

3.4.2 İşletme maliyetleri

İşletme maliyetleri; sistem kapasitesine, araç sayısına, bakım ve yakıt giderlerine, personel giderlerine, işletenin türüne ve işletme yapısına bağlıdır. Söz konusu işletme giderlerini; araçların kat ettiği yola bağlı olarak enerji harcamalarını ve bakım - onarım masraflarını içeren “mesafeye bağlı işletme giderleri”, araçların ve sistemin çalıştığı zamana bağlı olarak çalıştırılan personel giderlerini kapsayan “zamana bağlı işletme giderleri” ve kilometre başına günlük ve yıllık olarak hesaplanan istasyonların, sinyalizasyon sistemlerinin, enerji iletim hatlarının ve yolların bakım ve onarımı masraflarını oluşturan “yola bağlı işletme giderleri” olarak 3 ana başlıkta toplamak mümkündür.

İşletme maliyetleri; bulunduğu ülkeye ve şehre, sistem otomasyonuna, istasyon ve araç sayısına, personel maliyetlerine ve benzeri birçok kritere göre farklılık gösterecektir. Ülkemizde henüz uygulanan ve işletmeye açılan herhangi monoray projesi bulunmadığından dolayı yurtdışı örneklerinin işletme maliyetleri araştırılmıştır. Ancak istenilen detayda ve güvenilirlikte bilgiye ulaşamadığı için ülkemizde yapım ihale aşamasında olan monoray projesine ait fizibilite ile belirlenen işletme giderleri üzerinden bilgi verilmektedir. Söz konusu fizibilite raporunda monoray sistemlerinin işletme maliyetlerinin metro işletme maliyetleri ile benzerlik

gösterdiği belirtilerek, İstanbul’da işletilmekte olan metro hatlarında gözlenen birim değerlerden yararlanıldığı ifade edilmektedir. Söz konusu fizibilite raporunda işletme ve bakım maliyetlerine ilişkin yıllık bazda Euro cinsinden verilen değerler dolara çevrilerek, Çizelge 3.10’da verilmektedir.

Çizelge 3.10 : İşletme ve bakım maliyetleri-1 (İbb, 2014).

YIL	PERSONEL	ENERJİ	ARAÇ BAKIM ONARIM	HAT BAKIM ONARIM	TOPLAM
2019	4.007.949	3.110.390	54.890	96.530	7.269.763
2023	4.442.639	3.800.646	67.070	96.530	8.406.890
2030	5.094.674	4.924.175	86.900	96.530	10.202.282
2040	5.094.674	5.635.296	99.450	96.530	10.925.951
2043	5.094.674	5.684.086	100.310	96,530	10.975.603

Yukarıdaki çizelge incelendiğinde; yıllık maliyetlerin çok büyük bir kısmının personel giderleri ve enerji maliyeti olduğu görülmektedir. Raylı sistem işletme maliyetlerinde, araç ve istasyon sayısına bağlı olarak personel giderleri, araç sayısı ve sefer sıklığına göre enerji ve bakım maliyetleri büyük oranda farklılık göstermektedir.

Çizelge 3.11 : İşletme ve bakım maliyetleri-2 (İbb, 2014).

Yıl	Toplam İşletme Maliyeti	Yıllık Yolcu Sayısı	Yolcu Başı İşletme Maliyeti (\$)
2019	7.269.763,51	95.869.051	0,076
2023	8.406.890,72	110.889.900	0,076
2030	10.202.282,53	139.656.045	0,073
2040	10.925.951,73	180.750.537	0,060
2043	10.975.603,96	193.661.456	0,057

Çizelge 3.11’de ise yıllık toplam işletme maliyetleri, yıllık yolcu sayısı ve bu ikisinden elde edilen yolcu başı işletme maliyetleri yer almaktadır. Buna göre bir yolcu için yaklaşık işletme maliyeti 7,5 cent civarındadır.

3.5 Monoray ve Diğer Kent İçi Raylı Sistemlerin Karşılaştırılması

Kentsel raylı sistem türü belirlenirken, bölgenin veya kentin topoğrafik ve iklim yapısı, jeolojisi, bölgenin veya kentin sosyoekonomik yapısı, ulaşım master ve imar planı kararları, mevcut yol ve sistem bilgileri, yolculuk talebi ve potansiyeli, kapasitesi, frekansları ve hacmi gibi birçok değişik faktöre bağlı olarak belirlenen kriterler yanında raylı sistem türlerinin sahip olduğu teknolojik, ekonomik ve diğer özelliklere göre birbiri ile kıyaslama yapmak mümkündür.

Monoray sistemi ile metro, hafif raylı sistem ve tramvay sistemlerinin araç kapasitesi, azami yolcu kapasitesi, asgari servis sıklığı, azami hız, ortalama ticari hız, durma mesafesi, azami eğim, asgari kurba yarıçapı, şerit genişliği, besleme sistemi, dizi araç sayısı, makas süresi, enerji tüketimi açısından karşılaştırılmasına dair sonuçlar Çizelge 3.12’de verilmektedir.

Çizelge 3.12 : Sistem ve araç teknolojisi kıyaslaması (Url-4).

Kriter	Metro	Monoray	Hafif Raylı Sis.	Tramvay
Araç Kapasitesi	140-280	140-280	140-280	100-180
Azami Yolcu Kapasitesi (pphpd)	35.000 – 70.000	max.35.000	15.000– 35.000	Max. 15.000
Asgari Servis Sıklığı	90 sn	120 sn	120 sn	120 sn
Azami Hız	80 km/sa	80 km/sa	80 km/sa	50 km/sa
Ortalama Ticari Hız	35-40 km/sa	30-35 km/sa	30-35 km/sa	20 km/sa
Durma Mesafesi	500-2000m	-	500-2000m	250-500 m.
Azami Eğim	4.50%	% 6-7	5.50%	% 6-7
Asgari Kurba Yarıçapı	300 m	50-60 m.	250 m	35 m
Şerit Genişliği	3.70-4.30m	80-90 cm (Hat yolu)	3.70-4.30m	3.0-3.5m
Besleme Sistemi	Katener - 3.ray	3. ray	Katener - 3.ray	Katener
Dizi Araç Sayısı	4-6-8-10	2-4-6-8	3-4	1-2
Makas süresi	0,6 sn	15 sn	0,6 sn	0,6 sn

Ayrıca bu dört sistem ekonomik açıdan; araç, inşaat, kamulaştırma, işletme maliyetleri açısından Çizelge 3.13'te karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.13 : Ekonomik açıdan kıyaslama (Url-4).

Kriter	Metro	Monoray	HRS.	Tramvay
Araç Maliyeti	1.5 milyon \$	1.5 milyon \$	2.5 milyon \$	2 milyon \$
İnşaat Maliyetleri Km	50-90	35-45	20-50	5-10
Kamulaştırma Maliyeti	Yok	Yok-az	Var	Var
İşletme Maliyetleri Yolcu Başına Km (Cent)	15-23	8-12	12-15	3-12

Çizelge 3.14'te ise inşaat süresi, estetik, emniyet, konfor, dakiklik başlıkları altında karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 3.14 : Diğer açılardan raylı sistem kıyaslaması.

Kriter	Metro	Monoray	Hafif Raylı Sis.	Tramvay
İnşaat Süresi	3-5	1-3 yıl	2-4yıl	1-2 yıl
Emniyet	Tam	Tam	Kısmen	Kısmen-az
Konfor	Tam	Tam	Tam	Kısmen
Dakiklik	Tam	Tam	Kısmen	Kısmen-az

3.5.1 Monoray sistemlerinin avantaj ve dezavantajları

Monoray sistemine ait avantaj ve dezavantajlar aşağıda yer alan Çizelge 3.15 te özetlenmiştir.

Çizelge 3.15 : Monorayların avantaj ve dezavantajları.

Avantajları	Dezavantajları
• Mevcut altyapı ve topografyaya uyabilmesi • Hızlı inşa edilmesi (neredeyse tüm ana parçalar önceden imal edilerek proje alanına getirildiği için kısa sürede hizmete açılabilir) • İnşaat süreci boyunca çevreye rahatsızlık vermemesi. • (çevreye verilen en büyük rahatsızlık kolon temellerinin inşası esnasındadır) • Kent yüzeyinde çok dar bir alan kaplaması • Kendine ait hat yolunda hizmet vermesi • Hat yollarının dar oluşu nedeniyle güneş ışığını daha az kesmesi ve perspektifi etkilememesi, • Kent yüzeyini ve karayolu trafiği ve yaya sirkülasyonunu engellememesi • Devrilme ve raydan çıkma riski bulunmaması ve kendine ait hat yolundan ilerlemesine bağlı olarak kaza riskinin bulunmaması, emniyetli olması • Hızlı olması • Sık sefer sayısına olanak vermesi • Değişik iklim koşullarına uyum göstermesi • Dakik ve güvenilir olması • Yolcu taşıma kapasitesinin yüksek olması • İleri teknoloji kullanılması • Otomatik (sürücüsüz) kullanıma uygun olması • Çevre dostu olması (elektrik enerjisine bağlı olarak sıfır emisyon) • Hem enerji hem de lastik tekerlek teknolojiye bağlı olarak gürültülü kirliliği oluşturmaması • Diğer raylı sistemlerin kullanılmadığı yüksek eğimli güzergahlara uygun olması, • Genellikle refüjlere yapılması ve çok dar bir alan kaplaması nedeniyle kamulaştırma maliyetlerinin düşük olması • Yatırım maliyetinin metroya göre daha düşük olması • Düşük işletme maliyetine sahip olması (sürücüsüz ve tam otomasyon) • Kirişlerin bakım gerektirmemesi ve lastik tekerleklerin 160.000 km varan yol yapması nedeniyle bakım maliyetlerinin düşük olması • Modern görünümleri nedeniyle şehirler için imaj ve prestij kaynağı olması	- - - - - - - • Yeni bir teknoloji olmasından dolayı emniyetinin ve geçerliliğinin henüz ispatlanmamış olması • Acil durumlarda yolcu tahliyesinin zor olması - • Makaslama işleminin sürekli olarak kullanılması halinde, makas değiştirme süresinin fazla olmasına bağlı olarak sefer sıklığının azalması - • Toplu taşıma açısından sınırlı kapasiteye sahip olması • Kirişlerin ebatları nedeniyle makas sistemlerinin raylı sistemlere göre daha yavaş olması (0,6 saniye ye karşılık 15 saniye) - - - • Yükseltilmiş istasyona ihtiyaç duyulması • Yatırım maliyetinin tramvay ve hafif raylı sistemlere göre daha yüksek olması • Birim yolcu-km başına enerji maliyetinin tramvay ve hafif raylı sistemlere göre daha yüksek olması • Bakım merkezlerinde yeni teknolojiden ziyade mevcut sistemlere yönelik hizmet verilmesi • Yedek parça temininin diğer sistemlere göre zor olması • Hattın ve yolcu istasyonlarının yükseltilmiş olması sebebi ile görüntü kirliliği oluşması

4. MONORAY ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde yurtdışı monoray örnekleri incelenmiş olup; ülkemizde henüz gerçekleşmiş monoray örneği bulunmadığından, yapılması planlanan monoray yatırımlarının genel özelliklerine yer verilmiştir.

Yurtdışı monoray örnekleri incelendiğinde, kent içi ulaşımının sağlanmasının yanı sıra bir bölümünün eğlence parkları, hayvanat ve botanik bahçeleri, üniversite ve benzeri büyük eğitim kurumlarının kampüsleri, büyük alışveriş merkezleri, turizm merkezleri, havaalanları ve fuar alanlarında iç ulaşımın sağlanması amacıyla, bir bölümünün ise diğer ulaşım modlarıyla entegrasyonun sağlanmasına yönelik transfer noktalarında faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir.

Kent içi ulaşımına yönelik monoray sistemleri Amerika kıtasında Amerika Birleşik Devletleri ve Brezilya'da, Avrupa kıtasında Almanya, İngiltere, İtalya ve Rusya'da, Asya kıtasında Japonya, Singapur, Güney Kore, Tayland, Malezya, Birleşik Arap Emirlikleri, İran ve Hindistan gibi birçok ülkede kullanılmaktadır. Tez kapsamında; Almanya'dan Wuppertal, Japonya'dan Haneda, Birleşik Arap Emirlikleri'nden Dubai-Palm Island monoray örnekleri ile ülkemizde İstanbul'da yapılması planlanan/projelendirilen monoray projeleri hakkında genel bilgi verilmektedir.

4.1 Yurtdışı Örnekleri

4.1.1 Almanya-Wuppertal

Monoray hattına ilişkin bilgiler, Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1 : Wuppertal monoray bilgileri.

Açılış Tarihi	1901
Hat Uzunluğu (m)	13,300
İstasyon Sayısı	20
Max. Hız	56
İşletme Hızı (km/sa)	26,6
Kapasite (kisi/sa)	3,500



Şekil 4.1 : Wuppertal monoray görselleri (Url-2).

Wuppertal'deki orijinal monoray araçları, tümüyle çelik olan yapısıyla raylı sistemlerde ayrıcalıklı bir özelliğe sahiptir. Trenler, hattın altında işlemektedir. Araçların maksimum hızı 56 km/saattir. Araçlar 2,5 dakikalık aralıklar ile çalışmakta olup, saatte 3.500 yolcu taşıma kapasitesine sahiptir. 1999 Nisan'ında raydan çıkma nedeniyle oluşan kazada 4 kişi hayatını kaybetmiş olup; bu kaza, 20. yüzyılda monoraylı toplu taşıma sistemlerinde bilinen tek ölümlü kaza olarak kayıtlara geçmiştir. Hattın günlük kapasitesi 82.000 dir. Söz konusu monoraya ait görseller ve monoray güzergahı Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmektedir.



Şekil 4.2 : Wuppertal monoray hattı (Url-7).

4.1.2 Japonya-Tokyo-Tama

Monoray hattına ilişkin bilgiler, Çizelge 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.2 : Tama monoray bilgileri.

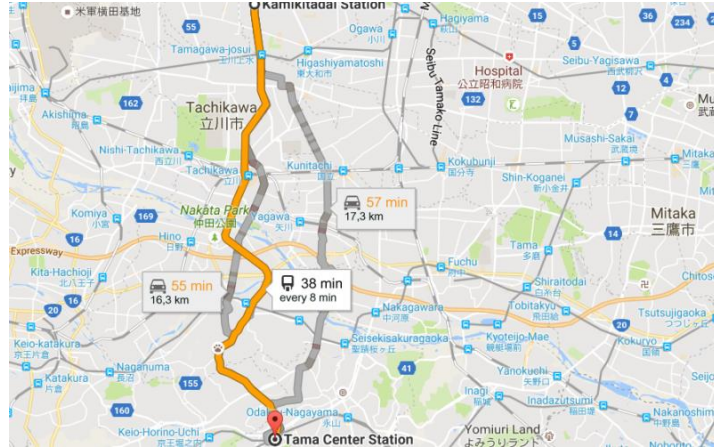
Proje Adı	Tama Toshi Monorail Line
Açılış Tarihi	2000
Hat Uzunluğu (m)	16,000
İstasyon Sayısı	19
Max. Hız	80 km/sa
İşletme Hızı (km/sa)	65
Kapasite (yolcu/gun)	126,000 yolcu/gün

Tama Toshi monoray hattı, Tokyo Tama Intercity Monorail tarafından işletilmekte olup; günlük 90bin kişinin üzerinde yolcu taşımaktadır. 4 vagona oluşan sistemle, en yoğun saatlerde saatte 16 bin kişiye kadar yolcu taşınabilmektedir.



Şekil 4.3 : Tama monoray görselleri (Url-2).

İlk aşaması 1998 yılında tamamlanan hat, ek inşaatlarıyla 2000 yılından beri 16 km uzunluğundadır ve 19 istasyonu bulunmaktadır. Hattın açıldığı 2000 yılından beri 700 milyonun üzerinde yolcu taşınmış ve bu süreçte herhangi bir kaza yaşanmamıştır. Söz konusu monoraya ait görseller ve monoray güzergahı Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de verilmektedir.



Şekil 4.4 : Tama monoray hattı (Url-7).

4.1.3 BAE-Dubai-Palm İsland

Monoray hattına ilişkin bilgiler, Çizelge 4.3'te verilmektedir.

Çizelge 4.3 : Palm Island monoray bilgileri.

Proje Adı	Palm İsland
Açılış Tarihi	2009
Hat Uzunluğu (m)	5,400
İstasyon Sayısı	4
Max. Hız	70 km/sa
İşletme Hızı (km/sa)	35
Kapasite (yolcu/saat)	2 400 pphpd
Kapasite (yolcu/gun)	40.000 yolcu/gün

2006 yılında inşaat çalışmalarına başlanan monoray hattı, 2008 yılındaki test sürüşlerinin ardından 2009 yılında işletmeye açılmıştır. Monoray hattı 5.4 km uzunluğundadır. Atlantis Aquaventure İstasyonu, Palm Mall İstasyonu, Trump Tower İstasyonu ve Gateway İstasyonu olmak üzere toplam 4 istasyondan oluşmaktadır. Bir saatte bir yönde 2400 yolcu taşıyabilen hattın günlük kapasitesi 40.000 yolcu civarındadır. Söz konusu monoraya ait görseller ve monoray güzergahı Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmektedir.



Şekil 4.5 : Palm Island monoray görselleri (Url-2).



Şekil 4.6 : Palm Island monoray hattı (Kimijima ve diğ, 2010).

4.2 Yurt içi Örnekleri

4.2.1 İstanbul-Sefaköy monoray hattı

Monoray hattına ilişkin bilgiler, Çizelge 4.4’te verilmektedir.

Çizelge 4.4 : Sefaköy monorayı proje bilgileri.

Proje Adı	Sefaköy Monoray
Hat Uzunluğu (m)	14,948
İstasyon Sayısı	17
Uçta Bekleme (dakika)	1,5
Toplam Tur Süresi (dakika)	54,3
İşletme Hızı (km/sa)	33,1
Kapasite	
Proje Maliyeti	
İşletme Süresi	28

Çizelgeden de görüleceği gibi, ortalama ticari hızın 35 km/saat olacağı hesaplanmış ve terminal istasyonlarda 1.5 dakikalık bir dönme süresi hesaba katılmıştır.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı inşaatının 2016 yılı içerisinde başlaması ve yaklaşık 3 yılda tamamlanarak, 2019 yılı başında işletmeye açılması öngörülmüştür. 2043 yılına kadar 28 yıllık inşaat- işletme süresi öngörülmüştür.



Şekil 4.7 : Sefaköy monorayı proje güzergahı.

Şekil 4.7’de yer alan söz konusu monoray hattı toplam 14,948 km uzunluğunda olup, üzerinde 17 istasyon yer almaktadır. Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı’nın istasyonları arası mesafeler Çizelge 4.5 te verilmektedir.

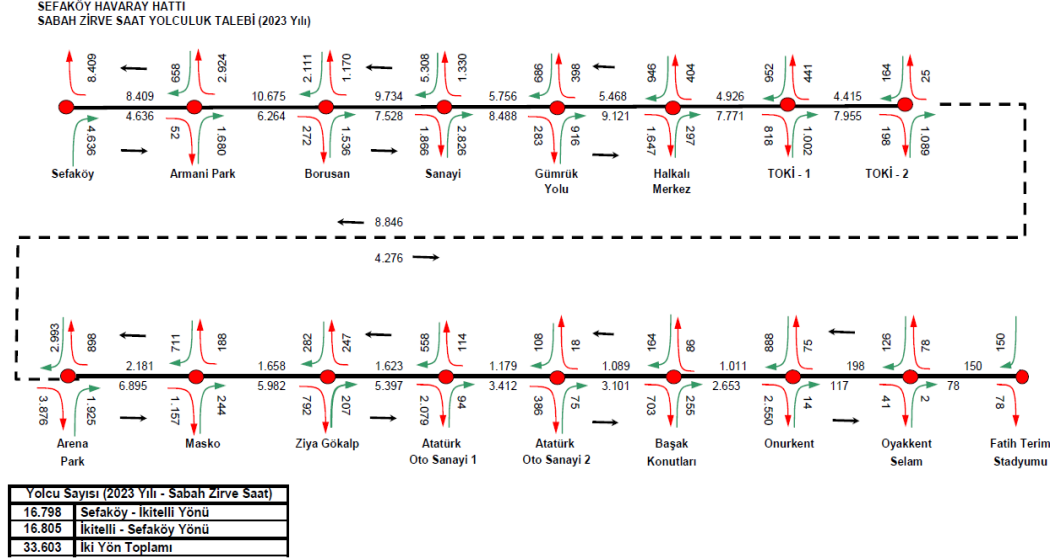
Çizelge 4.5 : Sefaköy monorayı istasyon bilgileri (İbb, 2014).

NO	İSTASYON	ÖNCEKİ İSTASYON İLE MESAFESİ (m)	BAŞLANGIÇ MESAFESİ (km)
1	Sefaköy	0,00	0,00
2	Armani Park	900,00	0+900,00
3	Borusan	750,00	1+650,00
4	Sanayi	650,00	2+300,00
5	Gümrük Yolu	900,00	3+200,00
6	Halkalı Merkez	900,00	4+100,00
7	TOKİ - 1	1.100,00	5+200,00
8	TOKİ - 2	500,00	5+700,00
9	Arena Park	900,00	6+600,00
10	Masko	1.400,00	8+000,00
11	Ziya Gökalp	800,00	8+800,00
12	Atatürk Oto Sanayi - 1	1.000,00	9+800,00
13	Atatürk Oto Sanayi - 2	1.000,00	10+800,00
14	Başak Konutları	600,00	11+400,00
15	Onurkent	1.100,00	12+500,00
16	Oyakkent	1.000,00	13+500,00
17	Fatih Terim Stadyumu	1.150,00	14+650,00
TOPLAM		14.650,00	

Sefaköy-Halkalı-Başakşehir Monoray Hattı, yapılması planlanan metro istasyonu ve metrobüs hattı ile entegre olacak şekilde D-100 üzerindeki Sefaköy Kavşağı’nda bulunan “Sefaköy İstasyonu” ile başlamakta olup, mevcut Halkalı Caddesi üzerinde ilerlemektedir.

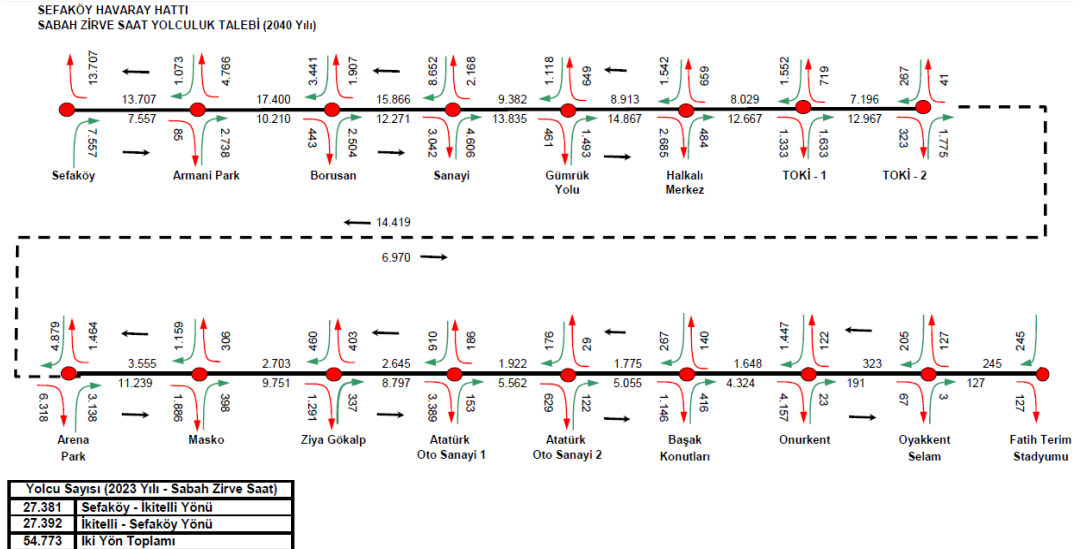
Halkalı Caddesi üzerinde sırasıyla “Armoni Park İstasyonu”, “Borusan İstasyonu”, “Sanayi İstasyonu”, “Gümrük Yolu İstasyonu” ve “Halkalı Merkez İstasyonu” bulunmaktadır. Devamında ise, mevcut İkitelli Caddesi üzerinden devam eden hat, “TOKİ 1 İstasyonu” ve “TOKİ 2 İstasyonu”ndan geçerek, Atatürk Caddesi- Hürriyet Caddesi kesişiminde “Arena Park İstasyonu”na ulaşmaktadır. Buradan, kuzey yönünde devam eden Monoray Hattı, TEM Otoyolu’nun üzerinden geçerek Hürriyet Bulvarı boyunca sırasıyla “Masko İstasyonu”, “Atatürk Oto Sanayi 1 İstasyonu”,

“Atatürk Oto Sanayi 2”, “Başak Konutları İstasyonu” ve “Onurkent İstasyonu”ndan geçmektedir. “Onurkent İstasyonu”ndan sonra ise, yeni açılan Ordu Caddesi boyunca ilerleyerek, Oyakkent istasyonuna ulaşan monoray hattı, Fatih Terim Stadyumu istasyonunda son bulmaktadır.



Şekil 4.8 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

Şekil 4.8 de görüldüğü üzere 2023 yılında Sefaköy-İkitelli yönünde zirve saatte yaklaşık 17.000 yolculuk (pphpd), ters istikamette de 1 saatte yaklaşık 17.000 yolculuk (pphpd) talebi olacağı belirlenmiştir.



Şekil 4.9 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

Şekil 4.9 de görüldüğü üzere 2040 yılında Sefaköy-İkitelli yönünde zirve saatte yaklaşık 17.000 yolculuk (pphpd), ters istikamette de 1 saatte yaklaşık 17.000 yolculuk (pphpd) talebi olacağı belirlenmiştir.

4.2.2 İstanbul-Libadiye monoray hattı

Monoray hattına ilişkin bilgiler, Çizelge 4.6’da verilmektedir.

Çizelge 4.6 : Libadiye monorayı proje bilgileri.

Proje Adı	Libadiye Monoray
Hat Uzunluğu (m)	7.147
İstasyon Sayısı	9
Uçta Bekleme (dakika)	1,5
Toplam Tur Süresi (dakika)	43.4
İşletme Hızı (km/sa)	32,6
Kapasite	
Proje Maliyeti	
İşletme Süresi	28

Hasanpaşa (Kadıköy) – Libadiye (Üsküdar) Monoray Hattı’nın işletilmesine ilişkin bilgilerin yer aldığı Çizelge 4.6’dan da görüleceği gibi, ortalama ticari hızın 32,6 km/saat olacağı hesaplanmış ve terminal istasyonlarda 1.5 dakikalık bir dönme süresi hesaba katılmıştır.

Hasanpaşa - Libadiye Monoray Hattı inşaatının 2016 yılı içerisinde başlayaması ve yaklaşık 3 yılda tamamlanarak, 2019 yılı başında işletmeye açılması öngörülmüştür. 2043 yılına kadar 28 yıllık inşaat- işletme süresi öngörülmüştür.



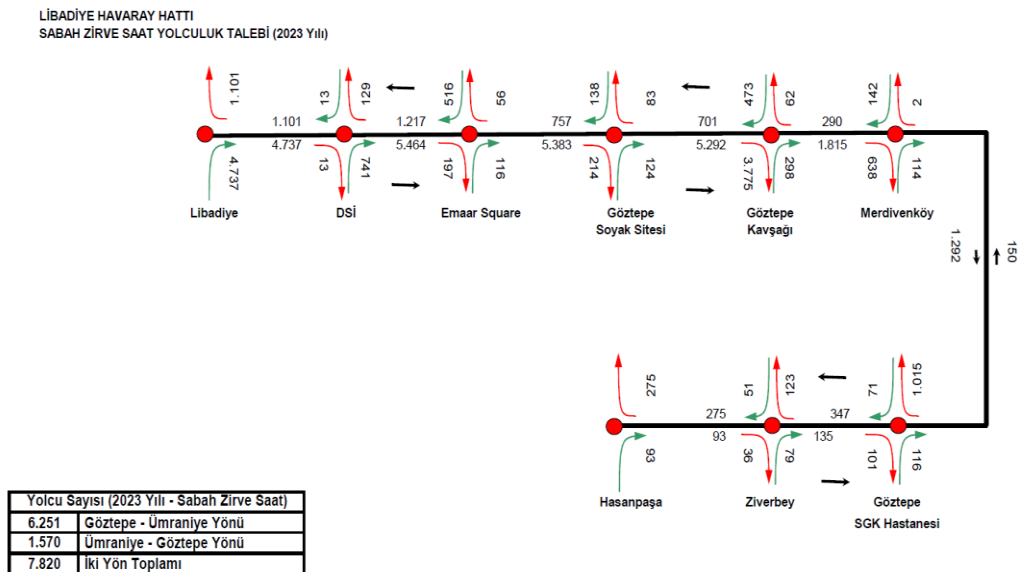
Şekil 4.10 : Libadiye monorayı proje güzergahı.

Şekil 4.10’da yer alan Hasanpaşa - Libadiye Monoray Hattı toplam 7.147 m uzunluğunda olup, üzerinde 9 istasyon yer almaktadır. Söz konusu Monoray Hattı’nın istasyonları arası mesafeler de Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 : Libadiye monorayı istasyon bilgileri (İbb, 2014).

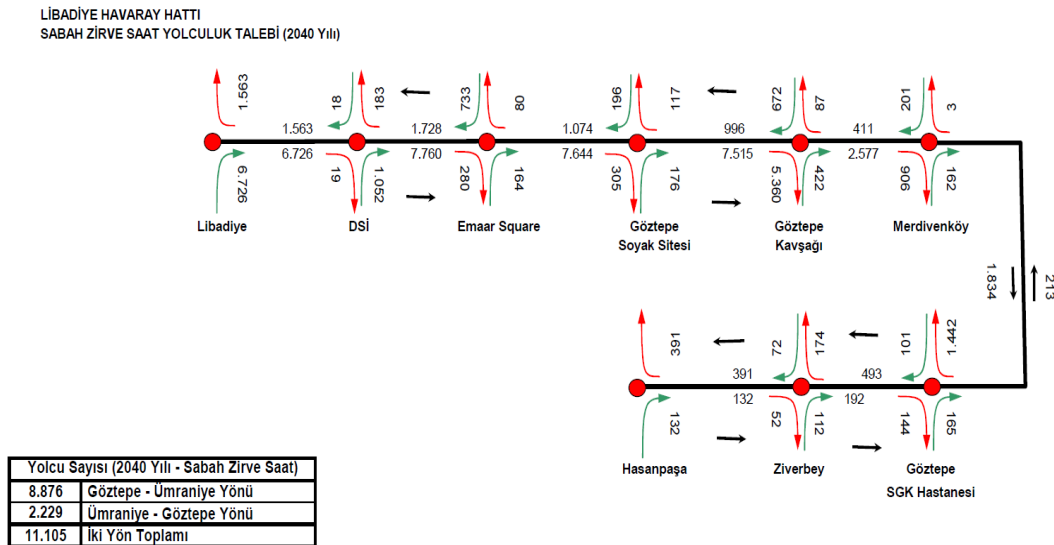
NO	İSTASYON	ÖNCEKİ İSTASYON İLE MESAFESİ (m)	BAŞLANGIÇ MESAFESİ (km)
1	Libadiye	0,00	0,00
2	DSİ	897,00	0+897,00
3	Emaar Square	700,00	1+597,00
4	Göztepe Soyak Sitesi	550,00	2+147,00
5	Göztepe Kavşağı	950,00	3+097,00
6	Merdivenköy	600,00	3+697,00
7	Göztepe SGK Hast.	1.950,00	5+647,00
8	Ziverbey	1.050,00	6+697,00
9	Hasanpaşa	450,00	7+147,00
TOPLAM		7.147,00	

Hasanpaşa - Libadiye Monoray Hattı Kadıköy belediyesi, Metrobüs Söğütluçeşme durağının bulunduğu alandan başlamakta olup, Fahrettin Kerim Gökay Caddesi üzerinde ilerlemektedir. Fahrettin Kerim Gökay Caddesi üzerinde sırasıyla “Ziverbey İstasyonu”, “Göztepe SGK İstasyonu” bulunmaktadır. Devamında ise “Merdivenköy İstasyonu”ndan geçerek Göztepe Kavşağı İstasyonu ile Kadıköy-Kartal Metro Hattına entegre olmaktadır. E-5 üzerinden geçerek Libadiye Caddesi boyunca sırasıyla “Göztepe Soyak İstasyonu” ve “Emaar Square İstasyonu”ndan sonra “DSİ İstasyonu”na ulaşan hat Libadiye istasyonu ile Üsküdar-Çekmeköy Metro Hattı’na entegre olarak Çamlıca-Üsküdar-Ümraniye Kavşağı’nda son bulmaktadır.



Şekil 4.11 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

Şekil 4.11 de görüldüğü üzere 2023 yılında Göztepe-Ümraniye yönünde zirve saatte yaklaşık 6.250 yolculuk (pphpd), ters istikamette ise 1 saatte yaklaşık 1.600 yolculuk (pphpd) talebi talebi olacağı belirlenmiştir.



Şekil 4.12 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

Şekil 4.12 de görüldüğü üzere 2040 yılında Göztepe-Ümraniye yönünde zirve saatte yaklaşık 8.880 yolculuk (pphpd), ters istikamette ise 1 saatte yaklaşık 2.230 yolculuk (pphpd) talebi talebi olacağı belirlenmiştir.

4.2.3 İstanbul-Tuzla monoray hattı

Monoray hattına ilişkin bilgiler, Çizelge 4.8’de verilmektedir.

Çizelge 4.8 : Tuzla monorayı proje bilgileri.

Proje Adı	Tuzla Monoray
Hat Uzunluğu (m)	4.570,96
İstasyon Sayısı	6
Uçta Bekleme (dakika)	4
İşletme Hızı (km/sa)	30
Kapasite	
Proje Maliyeti	
İşletme Süresi	28

Tuzla Monoray Hattı'nın işletilmesine ilişkin bilgilerin yer aldığı Çizelge 4.8'de de görüleceği gibi, ortalama ticari hız 30 km/saat olarak hesaplanmış ve terminal istasyonlarda 4 dakikalık bir dönme süresi hesaba katılmıştır.

Tuzla Monoray Hattı inşaatının 2016 yılı içerisinde başlaması ve 3 yıllık bir sürede tamamlanarak, 2019 yılı başında işletmeye açılması öngörülmüştür. 2043 yılına kadar 28 yıllık inşaat- işletme süresi öngörülmüştür.



Şekil 4.13 : Tuzla monorayı proje güzergahı.

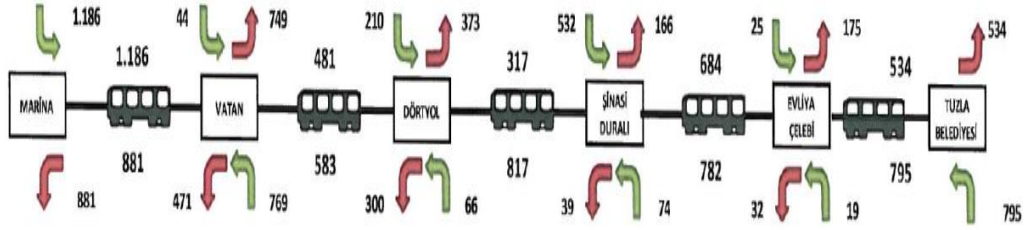
Şekil 4.13’de yer alan monoray hattı toplam 4.570,96 m uzunluğunda olup, üzerinde 6 istasyon yer almaktadır. Tuzla Monoray Hattı’nın istasyonları arası mesafeler Çizelge 4.9 da verilmiştir.

Çizelge 4.9 : Tuzla monorayı istasyon bilgileri (İbb, 2014).

NO	İSTASYON	ÖNCEKİ İSTASYON İLE MESAFESİ (m)	BAŞLANGIÇ MESAFESİ (km)
1	Tuzla Belediyesi	0,00	0+076,85
2	Yayla Mahallesi	976,06	1+052,91
3	Şinasi Duralı	1.008,21	2+061,12
4	Dört Yol	680,79	2+741,91
5	Vatan	995,04	3+736,95
6	Marina	834,01	4+570,96
TOPLAM		4.570,96	

Tuzla Monoray Hattı’nın ilk durağı olan Tuzla Belediye İstasyonu, Hatboyu Caddesi ile Genç Osman Caddesi’nin kesiştiği kavşakta bulunmakta olup, Marmaray İçmeler İstasyonu ile entegre olacaktır.

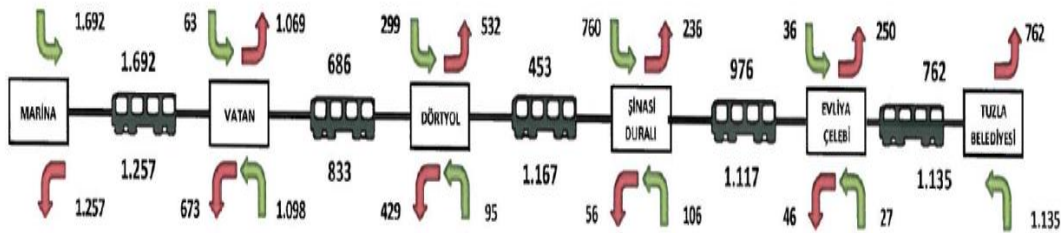
Tuzla Belediye İstasyonu'ndan sonra Hatboyu Caddesi üzerinden, Şinasi Duralı Caddesine ulaşan hat, bu caddenin başlangıcında “Yayla Mahallesi İstasyonu”na ve “Şinasi Duralı İstasyonu”na ulaşmaktadır. Vatan Caddesi yönünde ilerleyen hat, “Dört Yol İstasyonu”ndan geçerek “Vatan Caddesi İstasyonu”na ulaşmakta ve buradan sonra Viaport Marina Kompleksi’ne erişim imkanı sağlayan “Marina İstasyonu” ile son bulmaktadır.



TUZLA HAVARAY HATTI -2023 YILI		
Marina Yönü	1.724	yolcu/saat/yön
Tuzla Belediyesi Yönü	1.996	yolcu/saat/yön
Kesit Trafik	3.720	yolcu/saat/yön
Toplam Saatlik Binen	1.186	yolcu/saat

Şekil 4.14 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

Şekil 4.14 de görüldüğü üzere 2023 yılında Marine yönünde zirve saatte yaklaşık 1.725 yolculuk (pphpd), ters istikamette ise 1 saatte yaklaşık 2.000 yolculuk (pphpd) talebi talebi olacağı belirlenmiştir.



TUZLA HAVARAY HATTI -2040 YILI		
Marina Yönü	2.461	yolcu/saat/yön
Tuzla Belediyesi Yönü	2.850	yolcu/saat/yön
Kesit Trafik	5.310	yolcu/saat/yön
Toplam Saatlik Binen	1.692	yolcu/saat

Şekil 4.15 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

Şekil 4.15 de görüldüğü üzere 2040 yılında Marine yönünde zirve saatte yaklaşık 2.850 yolculuk (pphpd), ters istikamette ise 1 saatte yaklaşık 2.000 yolculuk (pphpd) talebi talebi olacağı belirlenmiştir.

5. MONORAY YATIRIMLARINA İLİŞKİN GENEL DEĞERLENDİRME

Raylı ulaşım sistemi yatırımlarının büyük bütçeli ve sonradan yapılacak projeleri de şekillendirecek nitelikte olmaları, atılacak yanlış bir adımın geri dönüşünü de hem çok zor hem de yüksek maliyetli hale getirmektedir. Bu da yapım öncesi plan/proje/etüt aşamasında çok detaylı bir irdeleme yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Çünkü öngörülemeyen her durum; proje maliyetini artırmakta, yapım sürelerini uzatmakta, sistemin daha devreye alınmadan verimliliğini olumsuz yönde etkileyebilecek sonuçlar ortaya çıkarmakta ya da işletmeye açılan sistemler planlama aşamasında hazırlanan fizibilite eşiğinin çok altında yolcu talepleri ile işletilebilmektedir.

Bu bağlamda konu “monoray” açısından ele alındığında, monoray kararlarının alınması ve söz konusu kararların hayata geçirilebilmesi ve sonuç olarak optimum maliyet/en fazla fayda dengesine ulaşılabilmesi için gerekli yatırımlar ve bunların öncelikleri; kentin ulaşım talepleri doğrultusunda belirlenmeli ve monoray sisteminin işletme ve yönetim politika ve ilkeleri stratejik bir bakış açısıyla oluşturulmalıdır. Belirtilen bu durum aynı zamanda, monoray projelerinin yatırımı için dış finansman temin edilebilme imkanını kolaylaştırmaktadır.

5.1 Üst Ölçekli Kararlar ve Mevzuat Bağlamında Monoray Yatırımları

Üst ölçekli kararlar, mevzuat ve yapılabilirlik analizleri raylı sistem yatırımlarına karar verilmesinde üç temel belirleyici konumundadır.

2014-2018 dönemini kapsayan Onuncu Kalkınma Planı’nda da kentiçi ulaşım türleri arasında entegrasyonun sağlanması ve maliyetleri optimize edecek sürdürülebilir kent içi ulaştırma altyapısının gerçekleştirilmesinin önemine vurgu yapılmakta ve bu bağlamda, kentiçi ulaşımında mekânsal planlama ve gelişme hedefleriyle tutarlı ulaşım planlarına dayalı olarak sistemler arası entegrasyon ve uyumun güçlendirilmesinin önemi vurgulanmaktadır.

Bu doğrultuda, sorun olarak tanımlanan kentlerde sürdürülebilir ulaşım planlama yaklaşımlarının uygulanmamasına çözüm olarak nüfusu 100.000 ve daha büyük her kent için ulaşım ana planının yapılması ve beş yılda bir güncellenmesine vurgu yapılmaktadır.

Kentiçi raylı sistemler özelinde ise Onuncu Kalkınma Planı'nda, kentiçi raylı sistemlerin işletmeye açılması beklenen yıl için doruk saat-tek yön yolculuk talebinin; tramvay sistemleri için asgari 7.000 yolcu/saat, hafif raylı sistemler için asgari 10.000 yolcu/saat, metro sistemleri için ise asgari 15.000 yolcu/saat düzeyinde gerçekleşeceği öngörülen koridorlarda planlanması şartını öngörmektedir.

“Kentlerin Yaşam Standartlarının Yükseltilmesi ve Sürdürülebilir Gelişmenin Sağlanması” öncelikli politika olarak belirlenmiş ve 2010-2023 dönemi için kısaca KENTGES olarak adlandırılan “Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı” hazırlanana KENTGES'te monoray ya da raylı ulaşım sistemi ile ilgili doğrudan atıf bulunmamaktadır. Ulaşım konusu KENTGES'in 5 numaralı “Sürdürülebilir Kentsel Ulaşım Sistemini Oluşturmak” hedefi kapsamında ele alınmıştır.

KENTGES'in ulaşım ana planları ve kent içi ulaşım ile ilgili maddelerinde;

- Kentsel ulaşım planlarının kent planları ile uyum ve bütünlüğünün sağlanmasına yönelik mevzuat düzenlemesi yapılacaktır.
- Kentsel ulaşım planları çevresel, teknik, ekonomik ve toplumsal değerler gözetilerek hazırlanacak ve uygulanacaktır.
- Kentiçi toplu taşıma hizmetlerinin etkinleştirilmesi için gerekli düzenlemeler yapılacaktır.
- Toplu taşıma sistemlerinin hizmet kalitesi ve teknolojik düzeyi artırılacaktır.

stratejileri bulunmaktadır.

Sonuç olarak, başta Kalkınma Planı olmak üzere üst ölçekli strateji belgelerinde kentlerin ulaşım ana planlarının hazırlanması zorunlu hale getirilmiştir. Kentiçi ulaşımında yetki ve sorumluluk paylaşımı bağlamında; belediyeler kendi sınırları içinde imar planlaması ve ulaşım planlaması çalışmalarını eşgüdüm içerisinde yürütmekle ve uygulamakla sorumlu kılınmıştır.

Ulusal ölçekteki strateji belgelerinde yer alan büyük ölçekli kentlerde ulaşım ana planlarının yapılması konusu, mevzuat açısından ele alındığında; 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'nun "Büyükşehir Belediyesinin Görev, Yetki ve Sorumlulukları" ile ilgili 7.Maddesinde bu hususta düzenleme yapıldığı görülmektedir. 7.Maddenin (f) fıkrasında; "Büyükşehir ulaşım ana planını yapmak veya yaptırmak ve uygulamak; ulaşım ve toplu taşıma hizmetlerini plânlamak ve koordinasyonu sağlamak; kara, deniz, su ve demiryolu üzerinde işletilen her türlü servis ve toplu taşıma araçları ile taksi sayılarını, bilet ücret ve tarifelerini, zaman ve güzergâhlarını belirlemek; durak yerleri ile karayolu, yol, cadde, sokak, meydan ve benzeri yerler üzerinde araç park yerlerini tespit etmek ve işletmek, işlettiirmek veya kiraya vermek; kanunların belediyelere verdiği trafik düzenlemesinin gerektirdiği bütün işleri yürütmek." büyükşehir belediyesinin görevleri olarak belirtilmiştir.

5393 sayılı Belediyeler Kanunu'nun belediyenin görev ve sorumluluklarını belirleyen 14. Maddesinin (a) fıkrasında "belediyelerin kentlerin ulaşım alt yapısını geliştirmeye yönelik hizmetleri yapar veya yaptırır" ifadesi yer almaktadır.

Diğer yandan da 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na dayanılarak 09.06.2008 tarih ve 26901 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'te de bu konuda düzenlemelere yer verilmiştir. Yönetmeliğin "Kentsel Ulaşım Planları" başlığı altında;

- Büyükşehir belediyeleri ve büyükşehir belediyesi sınırları dışındaki belediyelerden nüfusu yüz binin üzerinde olanlar ulaşım ana planı hazırlarlar. Bu planlar on beş yıllık süreler için yapılır ve her beş yılda bir yenilenir. Şehir planları ile sürdürülebilir kentsel ulaşım planları birlikte ele alınır.
- Kentsel ulaşım planlamasında ilgili kurum/kuruluşların görüşleri alınarak raylı sistem çalışmalarına öncelik verilir; toplu taşımayı teşvik etmek amacıyla raylı sistem yatırımı artırılır.
- Kent ulaşımında enerji verimliliğinin artırılması ve yakıt tüketiminin düşürülmesi için raylı sistemlere öncelik verilerek trafiğin güvenli ve akıcı olması sağlanır.

Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler, il özel idareleri, gerçek ve tüzel kişilerce yaptırılacak raylı sistem projelerine dair hususlar ise 655 sayılı Ulaştırma, Denizcilik

ve Haberleşme Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname'nin Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'nün görevlerini tanımlayan 15.Maddede yer almaktadır. Buna göre;

“Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler, il özel idarelerinin metro ve şehir içi raylı ulaşım sistemi kurma taleplerini değerlendirmek ve uygun olanlarını Bakanlar Kurulu'nun iznine sunmak, ulaştırma altyapılarının proje ve şartnamelerini incelemek veya incelettirmek ve onaylamak, metro ve şehir içi raylı ulaşım sistemlerinin standartlarını ve bunlarla ilgili birim fiyatları belirlemek” konularında Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü sorumludur.

5.2 Monoray Yatırım Süreci

Bu bölümde, kentiçi raylı sistem türü olarak monoray projelerinin yatırım sürecinde atılması gereken adımlara ve her bir adımda yapılması gereken çalışmalara yer verilmektedir.

Raylı sistem yatırımları yapılmadan önce ulaşım ana planlarının tapılması büyük önem taşımaktadır. Kentiçi ulaşım sorunlarına yönelik olarak hazırlanacak olan ulaşım ana planları ile ulaşım ilişkili konularda izlenecek temel ilke, politika ve stratejiler ile temel uygulamaların belirlenmesi gereklidir.

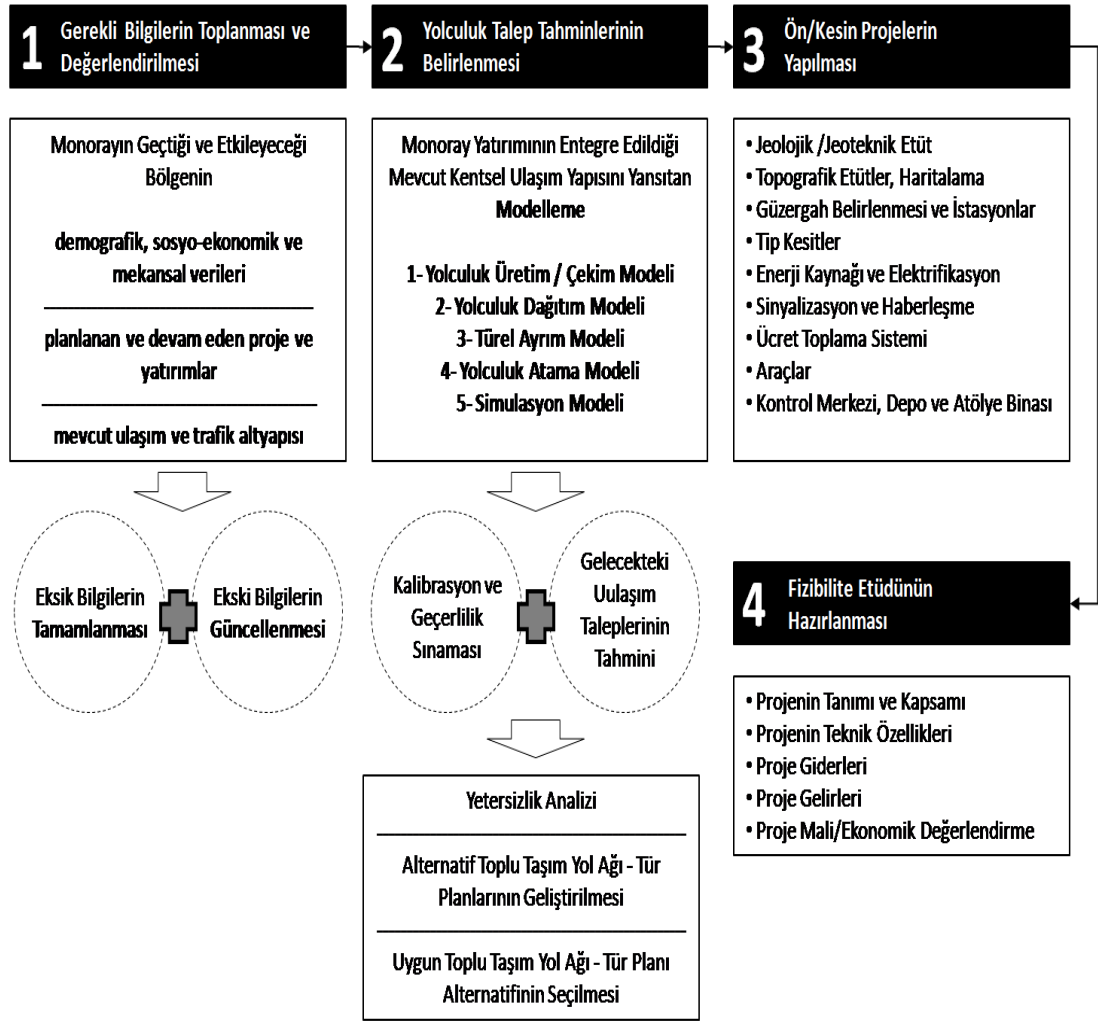
“Ulaşım ana planı, kentin gelişimine paralel olarak ulaşımındaki gelişmeleri de dikkate almalı ve kentin nazım imar planı ile önerilen arazi kullanım, nüfus ve istihdam kararlarına dayanması gerekmektedir”(Özalp, 2007).

Belediyelerin yüksek maliyetli monoray yatırım kararlarını verebilmeleri için öncelikle kısa, orta ve uzun vadeli planlama kararlarını belirleyen Ulaşım Ana Planının oluşturulması ve söz konusu planda monoray yatırımına yer verilmiş olması önem arz etmektedir. Böylesi bir durumda yatırım sürecinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi ve beklenen faydanın optimum maliyetle elde edilebilmesi için metodolojik bir süreç izleyen ve matematiksel yöntemler ile talep tahmin modellerinin kurulumunu amaçlayan kapsamlı bir çalışma yapılmalıdır. Bu doğrultuda Şekil 5.1’de de görüleceği üzere;

- Gerekli Bilgilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi

- Yolculuk Talep Tahminlerinin Belirlenmesi
- Ön/Kesin Projelerin Hazırlanması
- Fizibilite Etüdünün Hazırlanması

başlıklarındaki işlerin tamamı monoray projesi için yapılmalıdır. Kentin onaylı Ulaşım Ana Planı yoksa veya güncellenme ihtiyacı varsa yukarıda belirtilen çalışmalar tüm kent ve çevresi için gerçekleştirilmelidir.



Şekil 5.1 : Monoray yatırım süreci.

5.3 Sefaköy-Halkalı-Başakşehir Monoray Hattının İrdelenmesi

Bu bölümde, İstanbul İli, Küçükçekmece ve Başakşehir ilçeleri arasında yapılması planlanan Sefaköy-Halkalı-Başakşehir Monoray Hattı'na (Şekil 5.2) ait “fizibilite etüdü” irdelenmektedir.



Şekil 5.2 : Sefaköy monoray projesi güzergahı.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Projesi'nin Ekonomik ve Finansal Fizibilite Etüdü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Daire Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü tarafından ihale edilerek Tekfen Mühendislik tarafından 2015 hazırlanmıştır.

Söz konusu fizibilite ile; monoray hattı inşaatının 2016 yılı içerisinde başlayacağı ve yaklaşık 3 yılda tamamlanarak, 2019 yılı başında işletmeye açılacağı öngörülmüş olup, 2016-2043 yılları arasındaki 28 yıllık inşaat - işletme süresi kapsayan bir dönem için inceleme yapılmıştır.

“Borusan İstasyonu”, “Sanayi İstasyonu”, “Gümrük Yolu İstasyonu” ve “Halkalı Merkez İstasyonu” bulunmaktadır. Devamında ise, mevcut İkitelli Caddesi üzerinden devam eden hat, “TOKİ 1 İstasyonu” ve “TOKİ 2 İstasyonu”ndan geçerek, Atatürk Caddesi- Hürriyet Caddesi kesişiminde “Arena Park İstasyonu”na ulaşmaktadır. Buradan, kuzey yönünde ilerleyen monoray hattı TEM Otoyolunun üzerinden geçerek Hürriyet Bulvarı boyunca sırasıyla, “Masko İstasyonu”, “Atatürk Oto Sanayi 1 İstasyonu”, “Atatürk Oto Sanayi 2”, “Başak Konutları İstasyonu” ve “Onurkent İstasyonu”na erişmektedir. “Onurkent İstasyonu”ndan sonra ise, yeni açılan Ordu Caddesi boyunca ilerleyerek Oyakkent istasyonuna ulaşan hat, Fatih Terim Stadyumu istasyonunda son bulmaktadır.

Proje konusu monoray hattı toplam 14,650 km uzunluğunda olup, üzerinde 17 istasyon yer almaktadır. Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı’nın istasyonları arası mesafeler Çizelge 5.1 de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Sefaköy monorayı istasyon bilgileri (İbb, 2014).

No	İstasyon	Önceki İstasyon İle Mesafesi (m)	Başlangıç İstasyonuna Olan Mesafesi (m)
1	Sefaköy	0,00	0,00
2	Armani Park	900,00	0+900,00
3	Borusan	750,00	1+650,00
4	Sanayi	650,00	2+300,00
5	Gümrük Yolu	900,00	3+200,00
6	Halkalı Merkez	900,00	4+100,00
7	TOKİ - 1	1.100,00	5+200,00
8	TOKİ - 2	500,00	5+700,00
9	Arena Park	900,00	6+600,00
10	Masko	1.400,00	8+000,00
11	Ziya Gökalp	800,00	8+800,00
12	Atatürk Oto Sanayi - 1	1.000,00	9+800,00
13	Atatürk Oto Sanayi - 2	1.000,00	10+800,00
14	Başak Konutları	600,00	11+400,00
15	Onurkent	1.100,00	12+500,00
16	Oyakkent	1.000,00	13+500,00
17	Fatih Terim Stadyumu	1.150,00	14+650,00
	TOPLAM	14.650,00	

5.3.1 Yolculuk öngörülerini işletme planı

5.3.1.1 Öngörülen yolculuk talepleri

İstanbul’da yapılan kentiçi yolculukların türel dağılımında lastik tekerlekli taşımaların payının oldukça yüksek olduğu bilinmektedir. Oluşturulacak yeni ve yüksek kapasiteli raylı sistem hatlarının, daha az kapasiteli toplu taşıma sistemleri ile beslenmesi sonucunda, aktarma sayıları ile her bir hattın için kapasite kullanım oranının artacağı, dolayısıyla da toplu taşıma sisteminin verimliliğinin artacağı öngörülmektedir. Böylece bir yandan kentiçi erişebilirlik artacak, diğer yandan da daha yaşanabilir bir kentsel çevre oluşturulacaktır.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı güzergahı olan 1980 öncesi sanayi kuruluşlarının dağınık olarak yerleştiği Sefaköy ile 1980’li yıllarda İkitelli Sanayi Bölgesi’nin oluşturulması sonrasında kent içerisinde yer alan bir çok sanayi kuruluşunun bu bölgede yer seçmesine bağlı olarak, halkalı ve Başakşehir bölgelerinde ücretli kesimlerin barınma ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik konut alanları gelişmiş olup, proje konusu monoray hattının yer aldığı bölge ile kent merkezi arasındaki yolculuk taleplerinin önemli ölçüde artması sonuçlarını da dikkate alarak proje konusu hattın inşa edilmesi durumunda, bu bölgede hizmet vermekte olan, inşaatı süren ve planlanan diğer raylı sistem hatları ile entegrasyon sağlanacak, günümüzde büyük ölçüde karayoluna dayalı olarak gerçekleşen özel ve toplu taşıma yolculukları için çok önemli bir alternatif yaratılmış olacaktır.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı, İstanbul Ulaşım Ana Planı’nda belirtilen, motorlu araç trafiğinin azaltılması, toplu taşıma altyapısının iyileştirilmesi ve ulaşım talebinin özel araçlardan toplu taşıma araçlarına yönlendirilmesi genel hedefi ile tutarlı ve gerek yer aldığı bölgede, gerekse de kent bütününde daha yaşanabilir bir çevrenin yaratılması için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

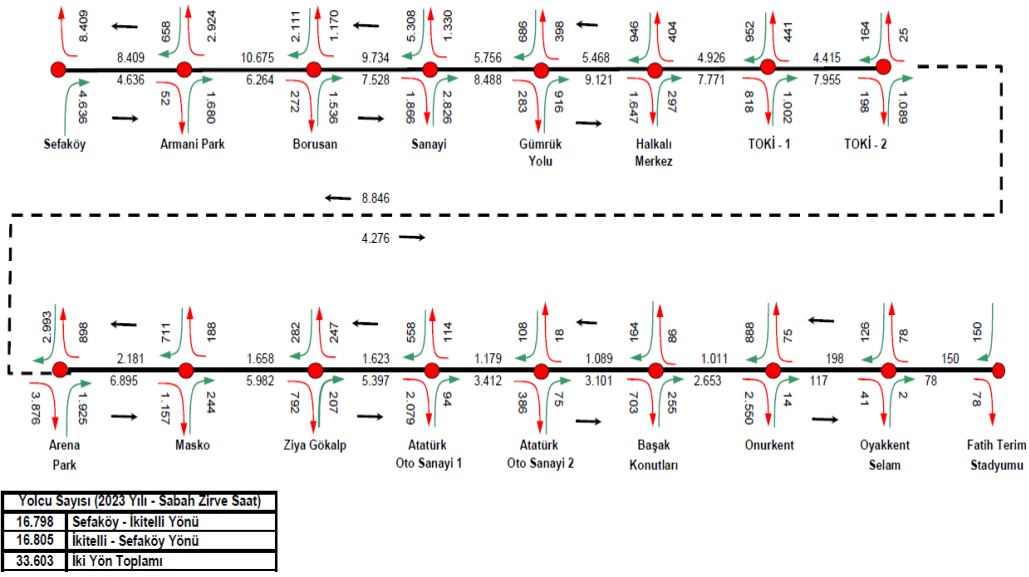
Proje konusu monoray hattı üzerinde gelecekte ortaya çıkması beklenen yolculuk talepleri, İstanbul Ulaşım Ana Planı Çalışması kapsamında oluşturulan ve kalibre edilen model kullanılarak Ulaşım Planlama Müdürlüğü tarafından tahmin edilmiştir. Söz konusu tahminler 2023 ve 2040 yılları için, istasyonlardan binen/inen yolcu sayıları itibarıyla yapılmış olup, planlanan raylı sistemin işletme karakteristiklerini (sefer sıklığı, araç kapasitesi, satın alınması gerekli araç sayısı vb.) belirlemeye yönelik verileri sağlamaktadır.

Ulaşım Etüdü'nde öngörülen 17 istasyon arasındaki kesimlerde tahmin edilen 2023 ve 2040 yılları sabah zirve saat yolculuk değerleri Çizelge 5.2’de verilmiş; 2023 ve 2040 yılı yolculuk talep verileri ise Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’te ise şematize edilmiştir.

Çizelge 5.2 : Zirve saat kesit trafikleri (2023-2040 yılı-pphpd) (İbb, 2014).

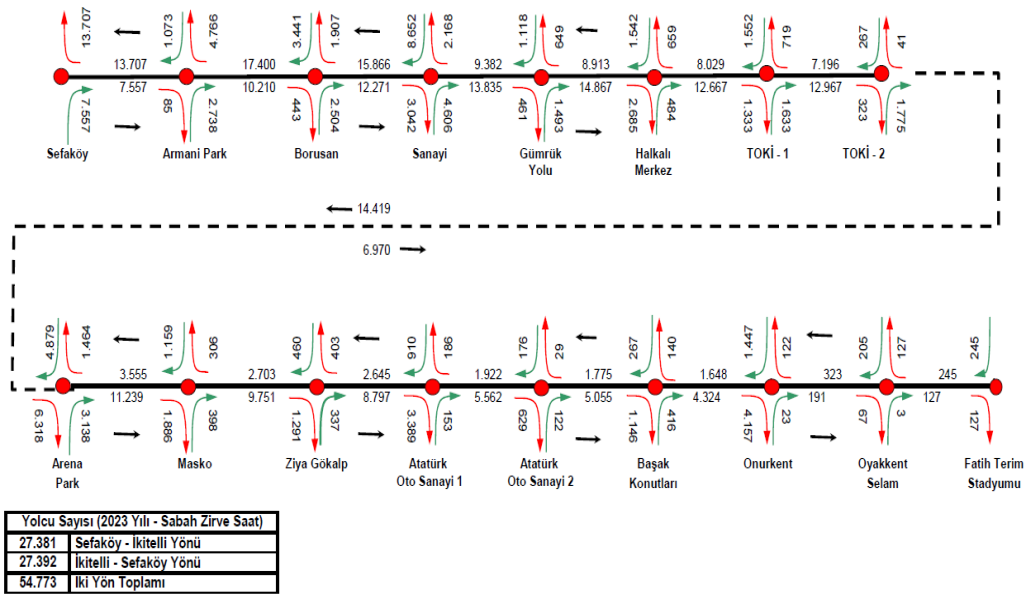
	Sefaköy -İkitelli Yönü						İkitelli -Sefaköy Yönü					
	2023			2040			2023			2040		
İstasyon Adı	Binen	İnen	Yolcu	Binen	İnen	Yolcu	Binen	İnen	Yolcu	Binen	İnen	Yolcu
Sefaköy	4.636	0	0	7.557	0	0	0	8.409	8409	0	13.707	13.707
Armani Park	1.680	52	4.636	2.738	85	7.557	658	2.924	10.675	1.073	4.766	17.400
Borusan	1.536	272	6.264	2.504	443	10.210	2.111	1.170	9.734	3.441	1.907	15.866
Sanayi	2.826	1.866	7.528	4.606	3.042	12.271	5.308	1.330	5.756	8.652	2.168	9.382
Gümrük Yolu	916	283	8.488	1493	461	13.835	686	398	5.468	1118	649	8.913
Halkalı Merkez	297	1.647	9.121	484	2.685	14.867	946	404	4.926	1542	659	8.029
TOKİ -1	1.002	818	7.771	1.633	1333	12.667	952	441	4.415	1.552	719	7.196
TOKİ -2	1.089	198	7.955	1.775	323	12.967	164	25	4.276	267	41	6.970
Arena Park	1.925	3.876	8.846	3.138	6.318	14.419	2.993	898	2.181	4.879	1.464	3.555
Masko	244	1.157	6.895	398	1.886	11.239	711	188	1.658	1159	306	2.703
Ziya Gökalp	207	792	5.982	337	1291	9.751	282	247	1.623	460	403	2.645
Atatürk Oto Sanayi -1	94	2.079	5.397	153	3.389	8.797	558	114	1.179	910	186	1.922
Atatürk Oto Sanayi -2	75	386	3.412	122	629	5.562	108	18	1.089	176	29	1.775
Basak Konutları	255	703	3.101	416	1146	5.055	164	86	1.011	267	140	1.648
Onurkent	14	2.550	2.653	23	4.157	4.324	888	75	198	1447	122	323
Oyakkent	2	41	117	3	67	191	126	78	150	205	127	245
Fath Terim Stadyumu	0	78	78	0	127	127	150	0	0	245	0	0
Toplam/Maksimum	16.798	16.798	9.121	27.380	27.382	14.867	16.805	16.805	10.675	27.393	27.393	17.400

SEFAKÖY HAVARAY HATTI
SABAH ZİRVE SAAT YOLCULUK TALEBİ (2023 Yılı)



Şekil 5.3 : 2023 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

SEFAKÖY HAVARAY HATTI
SABAH ZİRVE SAAT YOLCULUK TALEBİ (2040 Yılı)



Şekil 5.4 : 2040 yılı zirve saat yolculuk talebi (İbb, 2014).

5.3.1.2 İşletme planı ve gerekli araç sayısı

Bu bölümde, 2019 - 2043 yılları arasındaki değerlendirme dönemi için tahmin edilen yolculuk taleplerine göre, proje konusu monoray hattı üzerinde gelecekte ortaya çıkması beklenen trafiği taşımak için gereken işletme planı ve araç sayılarına yer verilmektedir.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nın; İstanbul'da işletilmekte olan diğer raylı sistem hatlarının mevcut işletme saatlerine benzer şekilde günde 18 saat

işletileceği ve yolculukların gün içerisindeki dağılımları dikkate alınarak, toplam yolculukların % 50 sinin doruk saatlerde (07:00-09:00; 17:00-20:00), %40.5'inin doruk dışı saatlerde (06:00-07:00; 09:00-17:00); % 9.5 inin ise gece saatlerinde (20:00-24:00) yapılacağı ngrlmştır.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nın işletilmesine ilişkin özellikler ise izelge 5.3'te verilmektedir. Çizelgeden de görüleceği üzere, ortalama ticari hız 35 km/saat olarak hesaplanmış ve terminal istasyonlarda 1.5 dakikalık bir dönme süresi hesaba katılmıştır.

Çizelge 5.3 : İşletme zellikleri.

zellikler	Sefaköy Halkalı Monoray Hattı
Hat Uzunluğu (Km)	14,948
Ortalama Hız (Km/Sa)	35,0
Uçta Bekleme (Dakika)	1,5
Toplam Tur Süresi (Dakika)	54,3
İşletme Hızı (Km/Sa)	33,1
İstasyon Sayısı	17

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nda  araçlık diziler halinde büyük tip araçların işletilmesi ngrlmş olup, uçlarda yer alacak olan motorlu araçların yolcu kapasitesi 29 oturan ve 111 ayakta (6 kişi/m²) olmak üzere 140 yolcu, ortada yer alacak motorsuz aracın yolcu kapasitesi ise 33 oturan ve 126 ayakta (6 kişi/m²) olmak üzere 159 yolcu olarak kabul edilmiştir. Böylece, 3 araçlık bir dizinin kapasitesi 439 yolcu olarak hesaplanmaktadır. Zirve saatlerde ortalama doluluk oranı 1.00 olarak kabul edilmiştir.

Değerlendirme dönemi boyunca, doruk saatler, doruk dışı saatler ile gece saatleri için öngörülen maksimum kesit trafikleri ile malsimum yolculuk taleplerini karşılayabilecek gerekli dizi aralıkları ve 2019-2043 yılları arasındaki dönem için öngörülen günlük tur ve gerekli dizi/araç sayıları ise izelge 5.4'te gösterilmiştir. Gelecek için öngörülen yolculuk taleplerini karşılamak üzere araç sayıları, yedek %10 oranı göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.4 : Maks. kesit trafiği (pphpd), dizi aralığı, araç sayısı (İbb, 2014).

Saat/Yolcu			Gereken Min. Dizi Aralığı (Dk.)			Planlanan Min. Dizi Aralığı (Dk.)			Günlük Tur Sayısı	Araç Sayısı	
YIL	Doruk	Doruk Dışı	Gece	Doruk	Doruk Dışı	Gece	Doruk	Doruk Dışı			Gece
2019	9,228	4,153	2,307	2,9	6,3	11,4	2,5	6	11	232	73
2020	9,570	4,307	2,393	2,8	6,1	11	2,5	6	11	232	0
2021	9,925	4,466	2,481	2,7	5,9	10,6	2,5	5,5	10	242	0
2022	10,293	4,632	2,573	2,6	5,7	10,2	2,5	5,5	10	242	19
2023	10,675	4,804	2,669	2,5	5,5	9,9	2	5	9,5	283	0
2024	11,071	4,982	2,768	2,4	5,3	9,5	2	5	9,5	283	0
2025	11,467	5,160	2,867	2,3	5,1	9,2	2	5	9	285	0
2026	11,863	5,338	2,966	2,2	4,9	8,9	2	4,5	8,5	298	0
2027	12,259	5,517	3,065	2,1	4,8	8,6	2	4,5	8,5	298	0
2028	12,655	5,695	3,164	2,1	4,6	8,3	2	4,5	8	300	0
2029	13,051	5,873	3,263	2	4,5	8,1	2	4	8	315	30
2030	13,447	6,051	3,362	2	4,4	7,8	1,5	4	7,5	367	0
2031	13,843	6,229	3,461	1,9	4,2	7,6	1,5	4	7,5	367	0
2032	14,239	6,408	3,560	1,8	4,1	7,4	1,5	4	7	369	0
2033	14,635	6,586	3,659	1,8	4	7,2	1,5	3,5	7	389	0
2034	15,031	6,764	3,758	1,8	3,9	7	1,5	3,5	7	389	0
2035	15,427	6,942	3,857	1,7	3,8	6,8	1,5	3,5	6,5	391	0
2036	15,823	7,120	3,956	1,7	3,7	6,7	1,5	3,5	6,5	391	0
2037	16,219	7,299	4,055	1,6	3,6	6,5	1,5	3,5	6	394	0
2038	16,615	7,477	4,154	1,6	3,5	6,3	1,5	3,5	6	394	0
2039	17,011	7,655	4,253	1,5	3,4	6,2	1,5	3	6	420	0
2040	17,400	7,830	4,350	1,5	3,4	6,1	1,5	3	6	420	0
2041	17,798	8,009	4,450	1,5	3,3	5,9	1,5	3	5,5	424	0
2042	18,205	8,192	4,551	1,4	3,2	5,8	1,5	3	5,5	424	0
2043	18,621	8,379	4,655	1,4	3,1	5,7	1,5	3	5,5	424	0

Böylece, işletmenin başlaması öngörülen 2019 yılında %10 yedekler ile birlikte, 73 adet araca gereksinim duyulacağı öngörülmektedir. Trafik artışına bağlı olarak değişecek sefer sıklıkları nedeniyle, 2023 yılında 19 adet, 2029 yılında ise 30 adet ilave araca daha gereksinim duyulacağı ve bu araçların satın alma işlemlerinin 2022 ve 2028 yılı içerisinde gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. 2043 yılına uzanan değerlendirme dönemi boyunca, toplam 122 adet yeni monoray aracına gereksinim duyulacağı öngörülmektedir.

5.3.2 Mali fizibilite etüdü

Mali fizibilite etüdünde, monoray hattının inşaatının başlaması planlanan 2016 yılı ile 2043 yıllarını kapsayan 28 yıllık bir değerlendirme dönemi boyunca gelir ile giderler, yatırımcı ve işletici kuruluş açısından değerlendirilmektedir.

Böylece, değerlendirme dönemi için Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Projesi'nin mali net bugünkü değeri (NBD) ve mali iç verimlilik oranı (FIRR) hesaplanmıştır. Mali değerlendirmede, yatırımın; özkaynak ya da kredi kullanılarak

yapılması senaryolarına göre beş farklı finansman modeli için mali fizibilite sonuçları hesaplanmıştır.

Mali değerlendirmede, Türk Lirası, Amerikan Doları ve Euro olarak elde edilen yatırım ve işletme gider/gelirlerine ilişkin değerler arasındaki dönüşümler için, “1 USD = 2.3189 TL”, “1 Euro = 2.8207 TL”, “1 Euro = 1.2164 USD” döviz kurları kullanılmıştır.

5.3.2.1 Giderler

Mali fizibilite etüdünde; “Yatırım Maliyetleri (İnşaat ve Araç)”, “İşletme, Bakım ve Onarım Maliyetleri”, “Finansman Giderleri (Taahhüt ve Yönetim Komisyonları)” ne ilişkin kabuller ve değerlendirme dönemi boyunca tahmin edilen giderler aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

Yatırım maliyetleri

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı için öngörülen yatırım maliyetleri ve bu yatırım giderlerinin yıllara göre dağılımı, Çizelge 5.5'te özetlenmiştir. 14,948 km. uzunluğundaki, monoray hattının inşaat yatırım maliyeti 346.636.360 Euro olarak öngörülmektedir. Böylece, inşaat yatırımı için, yaklaşık 23 milyon Euro/Km düzeyinde bir inşaat yatırım gideri hesaplanmaktadır.

2018 yılında satın alınması gereken 73 adet monoray araçlarının her biri için 1.150.000 Euro düzeyinde bir satın alma bedeli öngörülmüştür. İnşaat ve araçlar ile birlikte toplam yatırım bedeli 430.586.360 Euro olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5 : Proje toplam yatırım maliyetleri (€) (İbb, 2014).

İş Kalemleri	2016	2017	2018	Toplam
İnşaat İşleri (Hat)	36.622.600	52.318.000	15.695.400	104.636.000
İstasyonlar	3.570.000	24.990.000	42.840.000	71.400.000
Elektromekanik İşler	7.900.018	47.400.108	102.700.234	158.000.360
Depo ve Beklenmeyen Giderler	2.520.000	3.780.000	6.300.000	12.600.000
Toplam	50.612.618	128.488.108	167.535.634	346.636.360
Monoray Araçları	0	0	83.950.000	83.950.000
Genel Toplam	50.612.618	128.488.108	251.485.634	430.586.360

Monoray hattının inşaatı sırasında ortaya çıkacak kamulaştırma bedellerinin İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından karşılanacağı öngörülmüş, yatırım maliyetlerine dahil edilmemiştir.

Monoray hattının işletme, bakım ve onarım maliyetleri

Ülkemizde henüz yapımı tamamlanan ve işletilmekte olan monoray hattı bulunmamakta olup, söz konusu sistemlerin işletme maliyetlerinin metro işletme maliyetleri ile benzerlik gösterdiğinden; Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nın işletme ve bakım giderlerini hesaplamak için halen İstanbul'da işletilmekte olan metro hatlarında gözlenen birim değerlerden yararlanılmıştır.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nın işletilmesi sırasında ortaya çıkması beklenen personel giderlerini belirlemek üzere, işletilmesi planlanan dizi sayıları ve istasyon sayısına bağlı olarak; her bir dizi için sürücü (2 çalışan), her bir dizi için bakım-onarım personeli (2 çalışan), her bir istasyon için güvenlik personeli (4 çalışan), her bir istasyon için temizlik personeli (3 çalışan) ve yönetim (10 çalışan) personelinin çalışacağı, yönetim personelleri için 5.000 TL/Ay, diğer personeller için ise 3.500 TL/Ay düzeyinde bir ortalama ücret ödeneceği öngörülmüştür. Hattın işletilmesi için hesaplanan personellerin maliyetleri ile işletme ve araç/hat bakım-onarım giderleri çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Monoray işletme ve bakım maliyetleri (€) (İbb, 2014).

Yıl	Personel	Enerji	Araç Bakım Onarım	Hat Bakım Onarım	Toplam
2019	3.294.927	2.557.046	45,124	79,361	5.976.458
2023	3.652.285	3.124.504	55,138	79,361	6.911.288
2030	4.188.322	4.048.155	71,438	79,361	8.387.276
2040	4.188.322	4.632.766	81,755	79,361	8.982.203
2043	4.188.322	4.672.876	82,463	79,361	9.023.022

Finansman giderleri (taahhüt ve yönetim komisyonları)

Sefaköy – Halkalı – Başakşehir Monoray Hattı Projesi yatırımının finansmanının tamamının özkaynak ya da tamamının kredi ile yapılması senaryolarının yanısıra, %25, %50 ve %75 oranında kredi kullanılmasını da öngören farklı senaryolar da göz önüne alınarak; Avrupa Yatırım Bankası, Dünya Bankası, İslami Kalkınma Bankası ve/veya Japon Finans Kuruluşları gibi uluslararası finans kuruluşlarından düşük faiz, geri ödemesiz süre ve/veya uzun vadeli kredi alınabileceği ve kredi koşullarının aşağıdaki gibi olacağı öngörülmüştür. Buna göre;

İhracat kredisi

- Kredi Miktarı : Değişken
- Kredi Faiz Oranı : % 2.988 (EURIBOR + % 2,5)
- Geri Ödemesiz Süre : İnşaatın tamamlanmasından itibaren 2 yıl
- Geri Ödeme Süresi : 20 yıl (2021– 2040)
- Ödeme Biçimi : Yıllık eşit ödemeler halinde
- Taahhüt Komisyonu : % 0.06
- Yönetim Komisyonu : ---

Ticari kredi:

- Kredi Miktarı : Değişken
- Kredi Faiz Oranı : % 3.488 (EURIBOR + % 3,0)
- Geri Ödemesiz Süre : İnşaatın tamamlanmasından itibaren 1 yıl
- Geri Ödeme Süresi : 10 yıl (2020– 2029)
- Ödeme Biçimi : Yıllık eşit ödemeler halinde
- Taahhüt Komisyonu : % 0.06
- Yönetim Komisyonu : % 1.27

Monoray araçlarının satın alınması için kullanılacak ihracat kredisinin EURIBOR + % 2,5 faiz oranına sahip olacağı öngörülmüştür. Böylece, kullanılacak ihracat kredisinin yıllık faiz oranı ise % 2.988 olarak hesaplanmaktadır. İhracat kredisinin geri ödemesinde % 0.06 taahhüt komisyonu göz önüne alınmış, ancak herhangi bir yönetim komisyonu ödenmeyeceği kabul edilmiştir.

5.3.2.2 Gelirler

Sefaköy – Halkalı – Başakşehir Monoray Hattı'nın mali fizibilite etüdünde gelir kalemleri olarak “İşletme (Bilet) Gelirleri”, “Kira Gelirleri” ve “Reklam Gelirleri” hesaba katılmış olup; bu bölümde, söz konusu kalemlere ilişkin kabuller ve değerlendirme dönemi boyunca tahmin edilen işletme gelirlere yer verilmektedir.

Ücretlendirme yapısı ve yolcu gelirleri

İstanbul Ulaşım A.Ş. tarafından işletilmekte olan raylı sistem hatlarında 2014 yılında yolcular tarafından kullanılan farklı bilet türlerinin dağılımı ve yolculuk başına elde

edilen ortalama bilet geliri dikkate alınarak hesaplanan 1,2491 TL (0.44 €/yolculuk) düzeyindeki ortalama bilet ücreti esas alınmıştır.

Kira gelirleri

Monoray yolcularının gündelik ihtiyaçlarının karşılanmaya yönelik; bankamatik, yeme - içme üniteleri, gazeteci vb. ticari kullanımlar ile hediyelik eşya satışı için kiralanabilir alanların oluşacağı öngörülmekle birlikte, yükseltilmiş platformlar üzerinde yer alan bu istasyonlardaki söz konusu alanların metro istasyonlarındaki kadar büyük ve fazla olamayacağı hususu dikkate alınarak, istasyonlardan 10.000 TL/ay düzeyinde bir kira elde edileceği kabul edilerek işletme gelirlerine eklenmiştir.

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 25.000 TL/ay düzeyinde reklam gelirin olacağı, ayrıca, monoray araçlarının kentin önemli koridorlarında yükseltilmiş hat üzerinde işletilirken, yer altında işletilmekte olan raylı sistemlerden farklı olarak, dikkat çekeceği ve izleneceği öngörülmekle, araçların üzerinde giydirme şeklinde önemli ölçüde reklam alınabileceği kabul edilmiş ve işletme aşamasında 30.000 TL/araç/ay düzeyinde reklam gelirin olacağı öngörülmüştür.

Toplam gelir

Sefaköy – Halkalı – Başakşehir Monoray Hattı projesi kapsamında hesaplanan proje gelirleri Çizelge 5.7’de verilmektedir.

Çizelge 5.7 : Proje gelirleri (€) (İbb, 2014).

Yıl	Yolcu	Kira	Reklam (İstasyon)	Reklam (Araç)	Toplam
2019	42.454.012	723.225	1.808.062	8.423.441	53.408.740
2023	49.105.745	723.225	1.808.062	10.720.743	62.357.774
2030	61.844.353	723.225	1.808.062	14.166.696	78.542.335
2040	80.042.364	723.225	1.808.062	14.166.696	96.740.347
2043	85.759.749	723.225	1.808.062	14.166.696	102.457.732

5.3.2.3 Mali fizibilite etüdü sonucu

Proje konusu Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nın yıllık gelir ve giderleri, 2014 yılı sabit fiyatları ile hesaplanmış olup, mali değerlendirmede 2016 - 2043 yıllarını kapsayan 28 yıllık bir yatırım ve işletme dönemi göz önüne alınmıştır.

Mali değerlendirmede, yatırımın tamamının özkaynak ya da tamamının kredi ile yapılması senaryolarının yanısıra, %25, %50 ve %75 oranında kredi kullanılmasını öngören farklı senaryolarda göz önüne alınmıştır. Ticari kredi kullanılması öngören senaryolarda toplam 346.636.360 Euro olarak belirlenen inşaat yatırım maliyetlerinin, belirli bölümünün ticari kredi ile gerçekleştirileceği, geri kalan inşaat yatırım maliyetlerinin özkaynak ile karşılanacağı öngörülmüştür. İşletmenin ilk yılında gerekli araçların satın alınması için gereken 83.950.000 Euro tutarındaki maliyet için ise, kredi kullanılmasını öngören senaryolarda, ihracat kredisi kullanılacağı kabul edilmiştir.

Ticari kredinin öngörülen inşaat yatırım programına uygun olarak 2016 ve 2018 yılları arasındaki 3 yıl içerisinde kullanılacağı, geri ödemelerin ise monoray hattının işletmeye açılmasından sonra, bir yıl geri ödemesiz olarak 2020 yılında başlayacağı ve 10 yılda tamamlanacağı kabul edilmiştir.

Araçların satın alınması için gereken ihracat kredisinin ise araç gereksinimine bağlı olarak 2018 yılında kullanılacağı öngörülmektedir. İhracat kredisi geri ödemelerinin 2021 yılında başlayacağı ve 20 yılda yıllık eşit taksitler halinde ödeneceği kabul edilmiştir.

Böylece, proje gelirleri ile, ticari kredi anapara ve faizleri 2029 yılı sonunda, ihracat kredisi anapara ve faizleri ise 2040 yılı sonunda geri ödenebilmektedir. Değerlendirmeye alınan her bir alternatif finansman modeli için projenin mali net bugünlü değeri (FNPV), özkaynak gereksinimi, kullanılması öngörülen krediler ile finansal maliyetler (Taahhüt Komisyonu, Yönetim Komisyonu) Çizelge 5.8'de özet olarak verilmiştir. Aynı çizelgede ilk yatırım için gereken özkaynağa ilave olarak, kredinin finansman maliyetlerini karşılamak üzere gereken ek özkaynak bedelleri de gösterilmiştir.

Çizelge 5.8 : Farklı finansman mod. için fizibilite sonucu (€) (İbb, 2014).

		%100 Özkaynak	%75 Özkaynak	%50 Özkaynak	%25 Özkaynak	Tamamı Kredi
İskonto Oranı (%)		4,48	4,20	3,93	3,65	3,38
Finansal İç Verim. Oranı (%)		11,77	11,77	11,77	11,77	11,77
Net Bugünkü Değer (Euro)		444.360.371	476.032.128	509.506.761	544.898.086	582.327.826
	İlk Yatırım	430.586.360	322.939.770	215.293.180	107.646.590	0
Özkaynak	İşletme - Finansal Giderler	0	2.108.938	9.401.056	14.474.807	17.779.558
	Toplam Gereksinim	430.586.360	325.048.708	224.694.236	122.121.397	17.779.558
	Kredi	0	23.696.590	131.343.180	238.989.770	346.636.360
Ticari Kredi	Kredi Faizi ve Komisyonlar	0	6.977.728	38.675.482	68.154.868	95.865.253
	Toplam Geri Ödeme	0	30.674.318	170.018.662	307.144.638	442.501.613
	Kredi	0	83.950.000	83.950.000	83.950.000	83.950.000
İhracat Kredisi	Kredi Faizi ve Komisyonlar	0	32.215.813	32.215.813	32.215.813	32.215.813
	Toplam Geri Ödeme	0	116.165.813	116.165.813	116.165.813	116.165.813
	Kredi	0	107.646.590	215.293.180	322.939.770	430.586.360
Toplam Krediler	Kredi Faizi ve Komisyonlar	0	39.193.541	70.891.294	100.370.680	128.081.066
	Toplam Geri Ödeme	0	146.840.131	286.184.474	423.310.450	558.667.426

Mali Fizibilite etüdünde incelenen her bir farklı senaryo için ticari kredi geri ödeme, ihracat kredisi geri ödeme ve her iki kredi için hesaplanan toplam geri ödeme çizelgeleri ile projeye ilişkin mali fizibilite etüdünde incelenen her bir farklı senaryo için, hesaplanan nakit akımları ve mali nakit akışları da yukarıda yer alan Çizelge 5.8’de verilmektedir.

Sonuç olarak, öngörülen yolculuk sayıları ve işletme gelirleri ile Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Projesi’nin mali net güncelleştirilmiş değerleri, incelenen farklı senaryolarda yaklaşık 444 milyon Euro ile 582 milyon Euro arasında değişmekte ve mali iç verimlilik oranı (FIRR) % 11,77 olarak hesaplanmaktadır. Böylece proje konusu Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Projesi, finansal açıdan yapılabilir (feasible) bir proje olarak değerlendirilmektedir.

5.3.2.4 Ekonomik fizibilite etüdü sonucu

Ekonomik fizibilite etüdünde proje konusu Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nın yapılması ile elde edilecek faydalar ve ortaya çıkacak maliyetler genel

ekonomi açısından değerlendirilmiştir. Ekonomik değerlendirmede göz önüne alınan maliyetler ulusal kaynakların gerçek kullanımını yansıtmalıdır. Bu nedenle ekonomik fizibilite etüdünde gümrük vergileri, fonlar, sübvansiyonlar, yüklenici karı ve kamulaştırma bedelleri gibi gerçek kaynak kullanımını temsil etmeyen "transferler" finansal maliyetlerden çıkarılmıştır. Finansal yatırım ve işletme maliyetlerini ekonomik maliyetlere dönüştürmek için gölge fiyat katsayıları kullanılmış olup bunlar, sırasıyla, 0.80 ve 0.70 olarak kabul edilmiştir.

Göz önüne alınan değerlendirme dönemi içinde, projenin yapılması (projeli) ve yapılmaması (projesiz) durumlarındaki ekonomik maliyetler ve faydalar hesaplanarak projenin ekonomik net güncelleştirilmiş değeri (ENPV, economic net present value), ekonomik iç verimlilik oranı (EIRR, economic internal rate of return) ve fayda / maliyet oranı (B/C, benefit /cost ratio) hesaplanmıştır.

Fayda ve maliyetler 2014 yılı sabit fiyatları ile Euro (€) olarak hesaplanmış olup, ekonomik fizibilite etüdünde, değerlendirme dönemi boyunca fayda ve maliyetlerin dönem basındaki değerlerini hesaplamak için %10 güncelleştirme (ıskonto) oranı kullanılmıştır.

Projenin fayda ve maliyetlerinin belirlenmesinde, aşağıdaki ekonomik maliyetler ve faydalar hesaba katılmıştır:

- Monoray Yatırımı Ekonomik Maliyeti (İnşaat ve Araç)
- Monoray İşletme ve Bakım Ekonomik Maliyetleri
- Karayolu Taşıt İşletme Ekonomik Maliyetleri (Otomobil, Minibüs, Otobüs)
- Karayolu Bakım ve Onarım Ekonomik Maliyetleri
- Yolcu Zaman Maliyetleri
- Kaza Maliyetleri
- Çevresel Etki Maliyetleri

Proje konusu monoray hattının yapılmasıyla ortaya çıkacak maliyet artışları "projenin maliyetleri", elde edilecek maliyet azalmaları ise "projenin faydaları" olarak hesaba katılmıştır.

5.3.2.5 Monoray yatırımı ekonomik maliyeti (inşaat ve araç)

Mali fizibilite etüdünde verilen monoray inşaat maliyetleri, 0.80 olarak öngörülen gölge fiyat katsayısı ile çarpılarak ekonomik yatırım maliyetleri belirlenmiştir. Monoray araçları tümüyle yurt dışından alınacağı için herhangi bir gölge fiyat katsayısı uygulanmamıştır. Hesaplanan ekonomik yatırım maliyetlerinin yıllara göre dağılımı Çizelge 5.9’da verilmektedir.

Çizelge 5.9 : Proje gelirleri (€) (İbb, 2014).

Yıl	İnşaat Yatırımı	Araçlar	Toplam Yatırım (Euro)
2016	40.490.094 €	0 €	40.490.094 €
2017	102.790.486 €	0 €	102.790.486 €
2018	134.028.507 €	83.950.000 €	217.978.507 €
Toplam	277.309.087 €	83.950.000 €	361.259.087 €

Değerlendirme dönemi sonunda, yatırımın %10’u düzeyinde bir hurda değer göz önüne alınmıştır.

5.3.2.6 Monoray işletme ve bakım maliyeti

Mali fizibilite etüdünde özetlenen ve proje konusu monoray hattı için hesaplanan işletme ve bakım finansal maliyetleri, 0.70 olarak öngörülen gölge fiyat katsayısı ile çarpılarak, işletme ve bakım ekonomik maliyetleri belirlenmiştir. Hesaplanan işletme ve bakım ekonomik maliyetlerinin yıllara ve maliyet kalemlerine dağılımı Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10 : İşletme ve bakım maliyetleri (€) (İbb, 2014).

Yıl	Personel	Enerji	Araç Bakım Onarım	Hat Bakım Onarım	Toplam
2019	2.306.449	1.789.932	31.587	55.553	4.183.521
2023	2.556.599	2.187.153	38.597	55.553	4.837.902
2030	2.931.825	2.833.708	50.007	55.553	5.871.093
2040	2.931.825	3.242.936	57.228	55.553	6.287.542
2043	2.931.825	3.271.013	57.724	55.553	6.316.115

5.3.2.7 Karayolu taşıt işletme ekonomik maliyetleri

Projenin yapılmaması senaryosunda (projesiz durum), monoray hattı yolcularının aynı yolculukları yapmak için özel otomobil, İETT otobüsleri ve minibüsleri kullanacakları öngörülmektedir. Ekonomik değerlendirmenin önemli girdilerinden birisini oluşturan, karayolu taşıt işletme maliyetleri; yakıt, yağ, yedek parça, araç bakım işçiliği, lastik, amortisman gibi İşletme Giderleri ile, taşıt zaman maliyeti ve taşıt bakım zaman maliyeti gibi sabit giderlerden oluşmaktadır.

Araçlarda bulunan yolcuların zaman maliyetleri ekonomik fizibilite çizelgelerine ayrı bir maliyet kalemi olarak ilave edildiği için; taşıt işletme maliyetleri içerisinde göz önüne alınmamıştır.

Hesaplanan birim taşıt işletme maliyetlerinden, monoray hattının yapılmaması durumunda ortaya çıkması beklenen karayolu taşıt işletme toplam maliyetlerini belirlemek üzere, bu yolculukların türel dağılımlarından faydalanılmıştır. Özellikle son yıllarda oldukça fazla ivme kazanan özel otomobil sahipliği oranındaki artış dikkate alındığında, 2019 yılında otomobiller, otobüsler ve minibüsler için sırasıyla %5, %55 ve %40 olarak kabul edilen türel dağılım oranlarının, değerlendirme dönemi sonu olan 2043 yılında, gene sırasıyla %15, %75 ve %10 olacağı öngörülmüştür.

Sonuç olarak, proje konusu monoray hattının yapılmaması (projesiz) durumunda, diğer araçları kullanacakları öngörülen yolcular için karayolu taşıt işletme maliyetleri hesaplanmıştır.

5.3.2.8 Karayolu bakım, onarım ekonomik maliyetleri

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğü'nün bütçe rakamlarından ve İstanbul için öngörülen araç-km değerlerinden yararlanılarak Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray hattının yapılmaması durumunda (projesiz durum); otomobil, otobüs ve minibüsler ile yapılacak yolculuklara bağlı olası karayolu yol bakım onarım maliyetleri hesaplanmıştır.

5.3.2.9 Yolcu zaman maliyetleri

Yolcu zaman değeri, ulaştırma projelerine ait ekonomik fizibilite etüdlerinde en önemli parametrelerden biridir. Birçok ulaştırma projesi, ancak projenin yapılmasıyla yolcu ve yük taşımalarında sağlanacak zaman kazançlarının ekonomik değerinin

projenin getireceği faydalar arasında çok önemli bir yer tutması nedeniyle ekonomik bakımdan yapılabilir (feasible) olabilmektedir.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray hattına yönelik ekonomik fizibilite çalışmasında kullanılan yolcu ve yük zaman değerlerinin hesaplanması için aşağıda detayları açıklanan yöntem kullanılmıştır.

Ülkemiz için TÜİK tarafından yayınlanmış olan 2014 yılı verilerine göre toplam GSYH; 2014 sabit alıcı fiyatlarıyla; 1.749.782 Milyon TL olduğu ve bu çalışmada İstanbul'un toplam GSYİH içerisindeki payının %21.30 olduğu kabulüyle; İstanbul'un 2014 yılı GSYİH değeri içerisindeki payı yaklaşık olarak 372.704 Milyon TL olarak hesaplanmaktadır.

Gelir dilimlerinin her biri için kişi başına yıllık GSYH değerleri yıllık çalışma saati toplamına bölünerek, 2014 fiyatları ile kişi başına saatlik zaman değerleri hesaplanmıştır.

Kişilerin zaman değeri hesaplanırken, yılın 365 gününden, 52 pazar günü, 30 yıllık izin günü ve 17 bayram tatili günü düşülerek ve günlük çalışma süresi 8 saat kabul edilerek ortalama çalışma saati 2128 saat/yıl değeri bulunmuştur.

Proje konusu monoray hattının inşa edilmemesi durumunda en üst 5 gelir grubunun ortalama zaman değeri 27,22 TL/Saat/Kişi (9,65 €/Saat/Kişi) olan kişilerin yolculuklarını özel otomobil ile yapacakları hesaplanmış olup, otobüs yolculuğu yapacak olanların zaman değerinin ise İstanbul ortalaması olarak hesaplanan 12,18 TL/Saat/Kişi (4,32 €/Saat/Kişi) değeri esas alınmıştır.

Monoray hattının yapılmaması durumunda, yolculuklarını karayolu ile yapması öngörülen kişiler için hesaplanan yolcu - saat değerleri, başka bir deyişle, projersiz durumda ortaya çıkması beklenen karayolu yolcu - saat değerlerindeki azalmalar ile Projenin yapılması ile ortaya çıkması beklenen toplam zaman kazançları ile bu kazançların ekonomik değerleri de ayrıca hesaplanmıştır.

5.3.2.10 Karayolu kaza maliyetleri

Trafik kazalarının ekonomik maliyetleri değerlendirilirken; taşıtlara, yol altyapısına veya karayolu levhaları gibi özel veya kamuya ait mülke verilen maddi hasarlar hesaba katılmış, yaralanma ve ölümlerden kaynaklanan kayıplar için de bazı kabuller yapılarak projersiz durum için öngörülen Araç - Km değerleri ve kaza

istatistiklerinden hareketle, birim kaza maliyetleri kullanılarak, proje konusu monoray hattının yapılmaması (projesiz) durumunda, kaza maliyetleri hesaplanmıştır.

5.3.2.11 Çevresel maliyetler

Kent içi ulaşımında otomobil minibüs ve otobüs gibi motorlu araçlardan kaynaklanan gürültü kirliliği, CO2 salınımları ve benzeri kriterler dikkate alınarak, km başına çevresel etki maliyetleri otomobiller için 0.00833 Euro, minibüsler için 0.00878 Euro ve otobüsler için 0.01700 Euro olarak öngörülmüştür.

5.3.2.12 Ekonomik fizibilite etüt sonuçları

Sonuç olarak, Monoray Hattı için yapılan ekonomik fizibilite etüdünde, söz konusu monoray hattının yapılması durumunda ortaya çıkacak faydalar ve maliyetler birlikte değerlendirilmiştir. Projenin yapılması sonucunda beklenen maliyet artışları hesaplanmıştır.

- Net Güncelleştirilmiş Fayda (ENPV - Euro) : 294.901.242
- Ekonomik İç Verimlilik Oranı : %17,77
- Fayda / Maliyet Oranı : 1,91

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı'nın %10 güncelleştirme (iskonto) oranı ile ekonomik net güncelleştirilmiş değeri (ENPV) 294.901.242 Euro, projenin ekonomik iç verimlilik oranı (EIRR) %17,78, fayda/maliyet oranı ise 1,91 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlara göre, Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı Projesi, öngörülen yolculuk değerlerinin gerçekleşmesi durumunda, ekonomik faydaları ekonomik maliyetlerinden oldukça büyük olan bir projedir. Projenin ekonomik iç verimlilik oranı (EIRR), bu tür altyapı projelerinde ekonomik yapılabilirlik için genellikle esas alınan güncelleştirme oranının üzerindedir. Başka bir deyişle, değerlendirme dönemi boyunca, ekonomik maliyetleri faydalarından oldukça büyük olarak hesaplanan Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı Projesi, öngörülen yapım/işletme maliyetleri ve yolculuk talepleri ile, ekonomik açıdan yapılabilir (feasible) bir proje olarak değerlendirilmektedir.

5.3.3 Duyarlılık analizi

4.3.4 numaralı bölümde de belirtildiği üzere, bir monoray projesinin çeşitli faktörlere (senaryolara) göre nasıl değiştiğini ölçmek amacıyla; projenin temel varsayımlarını oluşturan temel göstergelerde (yolcu gelirleri, yolcu sayısı tahminleri, indirgeme oranları vb.) değişiklikler yapılarak karlılığın hangi etkenlere bağlı olduğunu ortaya çıkarmak üzere “Duyarlılık Analizi” yapılmalıdır.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı’nın bazı temel parametrelerin değişmesi durumunda, ekonomik ve mali fizibilite etüdü sonuçlarının nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla yapılan duyarlılık analizinde; proje bileşenleri, fizibilite sonuçlarını olumsuz yönde etkileyecek şekilde %20 oranında arttırılmış ya da azaltılmış ve her durum için projenin ekonomik iç verimlilik oranı (E.I.R.R.) ve fayda / maliyet oranı hesaplanmıştır.

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Projesi için yapılan duyarlılık analizinin sonuçları Çizelge 5.11’de yer almaktadır.

Çizelge 5.11 : Projenin yapılması halinde ekonomik fayda-1 (€) (İbb, 2014).

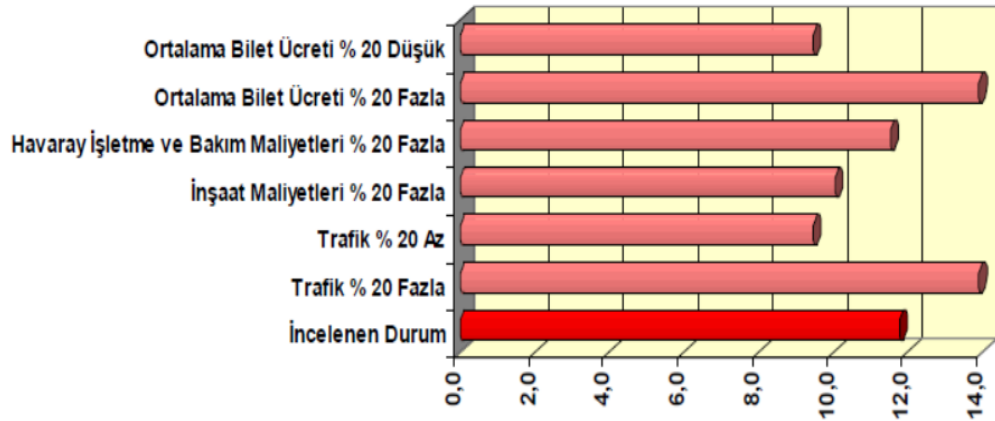
Senaryolar	E.I.R.R. (%)	Fayda / Maliyet Oranı
İncelenen Durum	17,78	1,91
İnşaat Maliyetleri %20 Yüksek	15,93	1,68
Monoray İşletme ve Bakım Maliyetleri % 20Yüksek	17,12	1,81
Karayolu Araç İşletme Giderleri %20 Düşük	17,39	1,86
Zaman Değeri %20 Düşük	15,31	1,59
Çevresel Maliyetler %20 Düşük	17,76	1,90
Karayolu Kaza Maliyetleri %20 Düşük	17,77	1,90

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı Projesi, ekonomik açıdan yapılabilir (feasible) bir proje olarak ortaya çıkmaktadır. Fizibilite sonuçlarını olumsuz yönde en fazla etkileyen iki parametre sırasıyla “zaman değeri” ve “inşaat maliyetleri” olarak görülmektedir.

Mali duyarlılık sınamasında ise bazı proje bileşenlerinin değişmesi durumunda finansal iç verimlilik oranı (F.I.R.R.) hesaplanmış olup; duyarlılık analizinin sonuçları Çizelge 5.12 ile Şekil 5.5'te yer almaktadır.

Çizelge 5.12 : Projenin yapılması halinde ekonomik fayda-2 (€) (İbb, 2014).

Senaryolar	F.I.R.R. (%)
İncelenen Durum	11,77
Trafik %20 Fazla	13,91
Trafik %20 Az	9,46
İnşaat Maliyetleri %20 Fazla	10,04
Monoray İşletme ve Bakım Maliyetleri %20 Fazla	11,53
Ortalama Bilet Ücreti %20 Fazla	13,91
Ortalama Bilet Ücreti %20 Düşük	9,46



Şekil 5.5 : Duyarlılık analizi (İbb, 2014).

5.3.4 Elde edilen sonuçlar

Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı inşaatının 2016 yılı içerisinde başlayacağı ve yaklaşık 3 yıllık bir sürede tamamlanarak, 2019 yılı başında işletmeye açılacağı öngörülmektedir. Değerlendirme dönemi olarak, monoray hattı inşaatının başlaması öngörülen 2016 yılından başlamak üzere, 2043 yılına kadar uzanan ve 28 yıllık inşaat - işletme süresi kapsayan bir dönem göz önüne alınmıştır.

Proje konusu monoray hattı üzerinde gelecekte ortaya çıkması beklenen yolculuk talepleri, fizibilite etütleri için en temel verilerden birisi olan sistem performanslarını (araç-km, araç-saat, yolcu-km, yolcu-saat) hesaplamak için bir baz oluşturmaktadır.

Proje konusu hatta üç araçlık diziler halinde işletilecek sistemde, uçlarda yer alacak olan motorlu araçların yolcu kapasitesinin 29 oturan ve 111 ayakta (6 kişi/m²) olmak üzere 140 yolcu, ortada yer alacak motorsuz aracın yolcu kapasitesinin ise 33 oturan ve 126 ayakta (6 kişi/m²) olmak üzere 159 yolcu olarak kabul edilmiştir. Böylece, 3 araçlık bir dizinin kapasitesi 439 yolcudur. Zirve saatlerde ortalama doluluk oranının 1.00 olacağı kabul edilmiştir.

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı'nca tahmin edilen trafik taleplerine göre, işletmenin başlaması öngörülen 2019 yılında % 10 yedekler ile birlikte 73 adet araca gereksinim duyulacağı öngörülmektedir. Trafik artışına bağlı olarak değişecek sefer sıklıkları nedeniyle 2023 yılında 19 adet ilave araca daha gereksinim duyulacağı ve bu araçların satın alma işlemlerinin 2022 yılı içerisinde gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. 2043 yılına uzanan değerlendirme dönemi boyunca, toplam 122 adet yeni monoray aracına gereksinim duyulacağı öngörülmektedir.

14,650 km. uzunluğundaki monoray hattının inşaat yatırım maliyeti 346.636.360 Euro olarak öngörülmektedir. 2018 yılında satın alınması gereken 73 adet monoray araçlarının her biri için 1.150.000 Euro düzeyinde bir satın alma bedeli öngörülmüştür. Sonuç olarak, inşaat ve araçlar ile birlikte toplam yatırım bedeli 430.586.360 Euro olarak belirlenmiştir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, toplu taşıma araçlarında ortak bilet kullanımı uygulamasını (İstanbul Kart) hemen hemen tüm toplu taşıma araçlarında ortak bilet kullanılacak şekilde yaygınlaştırmıştır. Proje konusu monoray hattı için ortalama ücret 1.2491 TL (0.44 Euro) olarak alınmıştır.

Mali değerlendirmede, yatırımın tamamının özkaynak ya da tamamının kredi ile yapılması senaryolarının yanısıra, % 25, % 50 ve % 75 oranında kredi kullanılmasını öngören farklı senaryolar da göz önüne alınmıştır.

Ticari kredi kullanılması öngören senaryolarda toplam 282.644.880 Euro olarak belirlenen inşaat yatırım maliyetlerinin, belirli bölümünün ticari kredi ile gerçekleştirileceği, geri kalan inşaat yatırım maliyetlerinin özkaynak ile karşılanacağı öngörülmüş ve her bir senaryoda değerlendirme dönemi için Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Projesi'nin mali net bugünkü değeri (NBD) ile mali iç verimlilik oranı (FIRR) hesaplanmıştır. Farklı finansman modelleri için öngörülen

proje yatırım maliyetlerinin özkaynak/kredi dağılımları Çizelge 5.13'te yer almaktadır.

Çizelge 5.13 : Farklı finansman mod. için yatırım maliyetleri (€) (İbb, 2014).

		%100 Özkaynak	%75 Özkaynak	%50 Özkaynak	%25 Özkaynak	Tamamı Kredi
Özkaynak	Euro	324.044.880	243.033.660	162.022.440	81.011.220	0
	%	100,00	75,00	50,00	25,00	0,00
Ticari Kredi	Euro	0	39.611.220	120.622.440	201.633.660	282.644.880
	%	0,00	12,22	37,22	62,22	87,22
İhracat Kredisi	Euro	0	41.400.000	41.400.000	41.400.000	41.400.000
	%	0,00	12,78	12,78	12,78	12,78
Toplam Krediler	Euro	0	81.011.220	162.022.440	243.033.660	324.044.880
	%	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00
Genel Toplam	Euro	324.044.880	324.044.880	324.044.880	324.044.880	324.044.880
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Mali fizibilite etüdünde aşağıdaki giderler ve gelirler hesaba katılmıştır:

- Monoray hattının inşaat (yatırım) maliyetleri, Monoray araçları yatırım maliyetleri
- Monoray hattının işletme, bakım ve onarım maliyetleri
- Finansman giderleri (Taahhüt ve Yönetim Komisyonları)
- Monoray hattının işletme (bilet) gelirleri, Kira gelirleri, Reklam gelirleri

Ticari kredinin EURIBOR + % 3,0 faiz oranına sahip olacağı öngörülmüş, EURIBOR değeri olarak %0,488 (30 Haziran 2014 - Yıl Ortası - yıllık EURIBOR değeri) oranı kullanılmış ve böylece, kullanılacak ticari kredinin yıllık faiz oranı %3.488 olarak hesaplanmaktadır. Ticari kredinin geri ödemesinde %0.06 taahhüt komisyonu ile %1.27 yönetim komisyonu göz önüne alınmıştır.

Monoray araçlarının satın alınması için kullanılacak ihracat kredisinin ise EURIBOR + % 2,5 faiz oranına sahip olacağı öngörülmüştür. Böylece, kullanılacak ihracat kredisinin yıllık faiz oranı ise % 2.988 olarak hesaplanmaktadır. İhracat kredisinin geri ödemesinde % 0.06 taahhüt komisyonu göz önüne alınmış, ancak herhangi bir yönetim komisyonu ödenmeyeceği kabul edilmiştir.

Monoray hattının 2016 yılında inşaatına başlanarak üç yıllık bir inşaat ve test süresinden sonra 2019 yılı başında işletmeye açılacağı öngörülmüştür. 0.44

€/yolculuk olarak öngörülen ortalama bilet ücreti ile proje konusu monoray hattının mali iç verimlilik oranları (FIRR) % 9,29 bulunmuştur.

Yukarıda belirtilen öngörülen yolculuk sayıları ve işletme gelirleri ile Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Projesi'nin mali net güncelleştirilmiş değerleri incelenen farklı senaryolarda yaklaşık 444 milyon Euro ile 582 milyon Euro arasında değişmektedir. Projenin mali iç verimlilik oranı (FIRR) %11,77; % 10 güncelleştirme (iskonto) oranı ile ekonomik net güncelleştirilmiş değeri (ENPV) 294.901.242 Euro; ekonomik iç verimlilik oranı (EIRR) %17,78 fayda/maliyet oranı ise 1,91 olarak hesaplanmıştır.

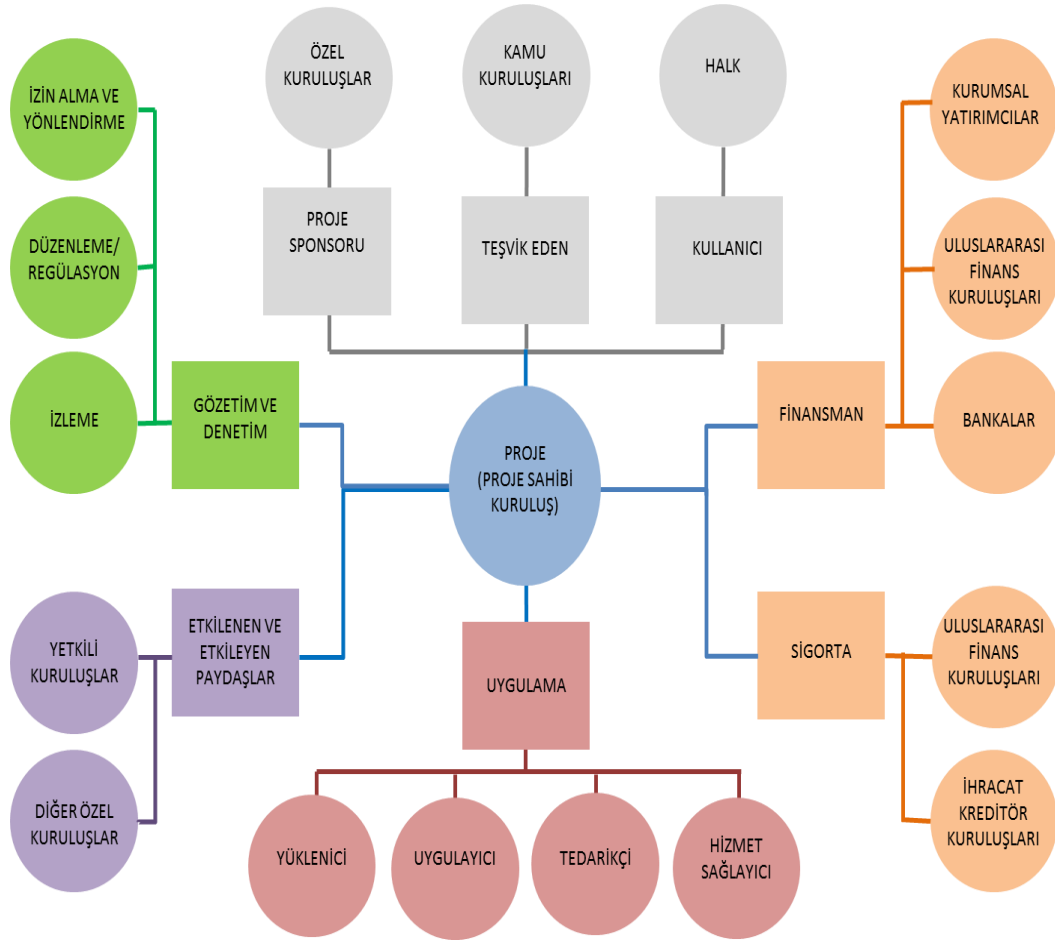
Elde edilen sonuçlara göre, Sefaköy - Halkalı - Başakşehir Monoray Hattı Projesi, öngörülen yolculuk değerlerinin gerçekleşmesi durumunda, ekonomik faydaları ekonomik maliyetlerinden oldukça büyük olan bir proje olup; öngörülen yapım/işletme maliyetleri ve yolculuk talepleri açısından finansal açıdan yapılabilir (feasible) bir proje olarak değerlendirilmektedir.

5.4 Monoray Yatırımlarının Finansmanı

Monoray yatırımları, ciddi ve kapsamlı karar süreçlerini gerektirmekte ve bu tür yatırımlarda yüksek düzeyde maddi kaynağa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle monoray yatırımlarının planlanması ve değerlendirilmesi kadar ulaşım projelerinin finansmanının hangi kaynaklardan ve nasıl sağlanacağı da önem taşımaktadır.

monoray yatırımlarının finansmanında standart bir yapı bulunmamakta olup; her bir projeye özgü finansman yaklaşımlarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, yapılması planlanan monoray yatırımlarına yönelik finansman modelleri oluşturulurken; söz konusu yatırımların belirli bir düzen ve sistematik altında, planlı, sürdürülebilir bir şekilde hayata geçirilmesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Diğer ulaşım yatırımında olduğu gibi monoray yatırımının planlanmasından uygulanmasına, finansmanından işletme sürecine kadarki aşamalar ve bu aşamalarda rol alacak paydaşlar (Bkz Şekil 5.6) genel olarak tanımlanabilse de monoray yatırımlarının finansmanında kullanılabilecek standart bir model bulunmamaktadır. Kent içi ulaşım altyapının geliştirilmesi için kullanılacak olan monoray projelerinin özelliğine göre uygun, etkin ve en verimli bir şekilde nasıl finanse edileceğine yönelik bir finansman modelinin geliştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.6 : Monoray yatırım süreci ve paydaşlar (Weber ve Alfen, 2011).

Kentlerimizin sürdürülebilir, etkin ve kullanıcı dostu bir kentiçi ulaşım altyapısına sahip olabilmesi için gündemdeki monoray yatırımlarının optimum sürede ve optimum maliyetle gerçekleştirilebilmesi için uygun finansman modellerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu bölümde, yukarıda çizilen genel çerçeve doğrultusunda, geliştirilen monoray projelerinin finansmanına yönelik kullanılabilecek kaynaklar irdelenecektir.

Ulaşım yatırımlarının finansmanı için dünya genelinde çeşitli uygulamalar mevcuttur. Ülkemiz kentleri için de mümkün olan ve monoray yatırımlarında da kullanılabilecek olan bu uygulamaları; kamu öz kaynakları, kamu-özel sektör işbirliği, dış finansman kaynakları ve sermaye piyasası araçları olarak 4 kategoriye ayırmak mümkündür.

5.4.1 Kamu (belediye) kaynakları

Monoray yatırımlarının finansmanında, yatırımın ilgili kurumun kendi bütçesinden yapılması yaygın ve öncelikle tercih edilen geleneksel finansman seçeneğidir.

monoray yatırımları için belediyelerin kullanabileceği öz kaynakları; (1) mahalli gelirler, (2) kullanıcıların ödedikleri ücretler, (3) belediye tahvilleri ve (4) hibeler olarak detaylandırabiliriz.

5.4.2 Kamu-özel sektör işbirliği (public-private partnership/ppp)

Monoray projelerinin finansmanını özel sektör-kamu ortaklığı şeklinde sağlamak da önemli bir seçenektir.

Özellikle Yap-İşlet-Devret modeli ile proje finansmanına katkı sağlamadan sadece Hazine garantisi vererek yatırımlar gerçekleştirilebilir. Kamu özel sektör işbirliği yönteminin kullanılmasının üç temel avantajı vardır:

- Kamunun finansman yükünün azaltılması
- Kaliteli, etkin kamu hizmeti sunulması
- Doğrudan yabancı sermaye girişinin artması

PPP Modeli ile gerçekleştirilecek ulaşım projeleri “3996 sayılı Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli ile Gerçekleştirilmesine İlişkin Kanun” esas alınarak gerçekleştirilmektedir.

PPP Modeli monoray yatırımlarının finansmanı açısından elverişli bir alternatif olmakla birlikte; özellikle son dönemde yaşanan uluslararası ekonomik kriz sonrası yabancı bankalar ve uluslararası finansman kuruluşları projelerde olası bir fesih veya iptal olması durumunda zararlarının nasıl giderileceği ya da projede bir problem ile karşı karşıya kalındığında sorununun nasıl çözüleceği gibi konuları daha çok sorgulamakta ve projelerde daha seçici davranmaktadır. Bu açıdan, monoray yatırımlarının finansmanına yönelik kreditor ile idare arasındaki ilişkiyi iyi düzenleyen yeni bir yasal yapının kurulmasının gerekmektedir.

Belediyelerimiz borçlanma kapasitesini maksimum düzeyde kullandıktan sonra, çağdaş ve yaygın altyapı finansman yöntemlerinden biri olan PPP modelini kullanabilir. Monoray projelerinde BOT (Yap-İşlet-Devret), BLT (Yap-Kirala-Devret), BOLT (Yap-İşlet-Kirala-Devret), BO (Yap-İşlet), BL (Yap-Kirala) gibi değişik PPP modelleri kullanılabilir.

5.4.3 Ticari borçlanma

Monoray yatırımlarının finansmanı için ulusal ve uluslararası finans kurumlarından piyasa koşullarında kredi temin edilerek borçlanması, diğer bir alternatif finansman seçeneğidir.

Küresel ve bölgesel kalkınmayı destekleyen uluslararası kurumlar, ülkelerin üstlendikleri altyapı yatırımları için uzun vadeli finansman imkanı sunmakta olup; “imtiyazlı kredi” olarak adlandırılan finansal desteği merkezi hükümet üzerinden vermektedirler.

Kentlerimizin monoray yatırımları için uzun vadeli finansman sağlayabilecek çeşitli uluslararası kurumlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Dünya Bankası (World Bank) Finansmanı
- Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (European Bank for Reconstruction and Development) Finansmanı
- Avrupa Yatırım Bankası (European Investment Bank) Finansmanı,
- Asya Kalkınma Bankası (Asian Development Bank) Finansmanı,
- İslam Kalkınma Bankası (Islamic Development Bank) Finansmanı,
- Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı, uluslararası ticari bankalar ve konsorsiyumlar, banka dışı uluslararası finans kuruluşları, ihracat kreditorleri, kurumsal yatırımcılar ile çeşitli ülkelerin Eximbanklarından,

monoray yatırımları için uzun vadeli ve düşük faizli krediler temin edilebilir.

5.4.4 Sermaye piyasası araçları

Ticari bankaların sermaye yeterliliği kısıtı, uluslararası finans kuruluşlarının katı fon şartları gibi nedenlerle sermaye ve finansman kaynakları azalması sonucu; sermaye piyasası alternatif kaynak olarak değerlendirilebilecektir.

5.4.5 Hibe ve tahsisler

Monoray yatırımlarının finansmanında kullanılabilecek bir diğer finansman aracı da merkezi hükümetin ve uluslararası kuruluşların yatırım amacıyla finansman talebinde bulunan kurumlara hiçbir maliyet yüklemeyen hibe ve tahsisleridir.

6. YEREL YÖNETİMLERİN MONORAYA YAKLAŞIMI

Son dönemde Ülkemizde, monoray sistemleri, birçok şehir yöneticisi tarafından daha fazla bilinmeye ve yerel yönetimlerin yatırım gündemine girmeye başlamıştır. Monoray sistemleri; metro, hafif metro, hafif raylı sistem ve tramvay gibi kent içi raylı sistemlere ek olarak yatırım seçeneği haline gelmiştir. Fizibilite, proje ve uygulama işleri ihale aşamasına gelmiş projeler bulunmaktadır.

Monoray sisteminin ülkemiz yerel yöneticileri tarafından tercih edilme durumunu belirlemek ve analiz etmek amacıyla; monoray sistemlerinin kapasite, hız gibi teknolojik özellikleri ile avantaj ve dezavantajları, diğer kent içi raylı sistemler ile arasındaki farklar, kent sakinlerinin monoray sistemine bakış açılarına ilişkin yerel yöneticilerin gözlem ve kanaatleri, hangi gerekçeler ile monoray yatırımı yapmaya düşündükleri ve düşünmedikleri, monoray yatırımları ile ilgili süreç ve prosedürler ile tercih edilecek finansman modelleri gibi konu başlıklarında Büyükşehir Belediye Başkanlıkları ve İl Belediye Başkanlıklarında görevli ulaşımdan sorumlu daire başkanları veya birim müdürlerinin görüş ve değerlendirmelerini almak üzere ankete dayalı araştırma çalışması yapılmıştır.

Bu kapsamda; 5'i il belediyesi ve 12 tanesi büyükşehir belediyesi olmak üzere; Ankara, Bursa, İstanbul, İzmir, Manisa, Samsun Büyükşehir Belediyeleri de dahil toplam 17 adet belediyenin yetkilileri ile görüşülmüştür.

Belediye yetkilileri ile yapılan ve 5 sayfadan oluşan anket formu, daha anlaşılabilir olması ve tüm soru ve cevapların tek bir sayfada görünmesini sağlamak amacıyla yeniden revize edilmiştir. Açıklama kısımları ise; Belediye yetkililerinin cevap ve ifadelerine bağlı kalınarak ve anlam bütünlüğü bozulmadan sadeleştirilmiştir.

Bu bölümün ilk kısmında il ve belediye bazlı bir değerlendirme yapılmış olup, ikinci bölümünde belediye yetkililerinin verdiği cevaplar bütüncül olarak değerlendirilmiştir.

6.1 Anket Sonuçlarının Belediye Özelinde Değerlendirilmesi

X1 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.1’de yer almaktadır.

Çizelge 6.1 : X1 büyükşehir belediyesi’ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + + + - + + +	
	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	EVET
4	Açıklama: (Evet) Eğitim problemini aşmak - düşük yolcu kapasitesine yönelik ekonomik çözüm – orta refüjün kullanımı – kamulaştırma problemi oluşmaması gibi nedenlerle	
5	Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	EVET
	Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: İlgili Bakanlık ve Yurtdışı Araştırmaları	
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET
	Açıklama: (Evet) Orta refüjlerin kullanıma uygun olması, Engebeli arazi, maliyet	
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: Kapasiteni yüksek olması durumunda metro Eğimin yeterli olması ve yolların geniş olması durumunda tramvay/metrobüs Eğimin fazla olması yolcu kapasitesinin düşük olması durumunda monoray	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
	Açıklama: ÇED süreci (6 ay), İmar planlarının askıya çıkması (40 gün) İhale süreci (3 ay)	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
	Açıklama: Yap işlet modeli, Kredi, Öz kaynaklar	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
	Açıklama: kent sakinlerinin büyük oranda memnun olacağının öngörüldüğü	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi;	
	Açıklama: Mini metronun alternatif olarak izlenebileceği,	

X1 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemleri hakkında genel olarak bilgi sahibi oldukları,
- Yüksek kapasitede metronun, geniş yollarda tramvay/metrobüsün, eğimli ve düşük kapasitede ise monorayın tercih edilebileceği,
- Eğitim problemini aşmak - düşük yolcu kapasitesine için ekonomik çözüm – orta refüj kullanımı – kamulaştırma olmaması vb. nedenlerle monoray yatırımı yapmayı düşündükleri,
- ÇED (6 ay), imar planı(40 gün), ihale(3 ay) gibi süreçlerin olduğu,
- Yatırımın kredi, öz kaynaklar yada yap-işlet-devret modelinin kullanılabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X2 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.2’de yer almaktadır.

Çizelge 6.2 : X2 büyükşehir belediyesi’ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	HAYIR
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + - + - - - -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Hayır) Yatırım maliyetinin yüksek olmasının gelişen şehirler için sorun teşkil ettiği,	HAYIR
5	Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	HAYIR
	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	HAYIR
6	Açıklama: (Hayır) Şehrin ulaşım altyapısının bu sisteme uygun olmadığı, sistem kapasitesinin talepten fazla olduğu, mevcut karayolu toplu ulaşımının şehir içi yolculuk talebini karşıladığı	
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: Diğer sistemlere göre daha uygun görünmesine ve modern toplu taşıma imkanı vermesine karşın, şehrin coğrafik ve mali yapısının özellikle ilk yatırım maliyetleri açısından tercih konusu olmayabileceği,	
	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
8	Açıklama: Ulaşım master planı çalışmalarının ardından raylı sistem yatırım süreçlerine başlamanın uygun olacağı,	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: Belediye bütçelerinin yetersiz kalacağı, Uluslararası veya devlet destekli krediler ile	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: Kent sakinleri tarafından ilgi göreceği,	
	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
11	Açıklama: Sistemin daha çok, kendi öz kaynakları ile yatırımı gerçekleştirebilecek gelişmiş ülkelerde ve coğrafi yapının uygun olduğu şehirlerde uygulanmasının uygun olduğu	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: Herhangi bir araştırma ve çalışmalarının bulunmadığı,	

X2 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerinin, kapasite, maliyet konularında bilgi sahibi oldukları,
- Modern toplu taşıma imkanı vermesine karşın, şehrin coğrafik ve mali yapısına uygun olmadığı, yeni gelişen şehirler için özellikle ilk yatırım maliyetinin yüksek olduğu,
- Şehrin ulaşım altyapısının bu sisteme uygun olmadığı, sistem kapasitesinin yolculuk talebinden çok fazla olduğu, mevcut karayolu toplu ulaşımının şehir içi yolculuk talebini karşıladığı gerekçeleri ile monoray yatırımı yapmayı düşünmediklerini
- Yatırım için belediye bütçesinin yetmeyeceği, devlet destekli yurtdışı kredileri kullanılabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X3 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.3'te yer almaktadır.

Çizelge 6.3 : X3 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları	
	+ + + - + + -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	HAYIR
	Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	EVET
	Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -Kocaeli, Mersin, İzmir / Belediye kaynakları	
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET
	Açıklama: (Evet) Kamulaştırma ve yapım maliyetlerinin uygun olması	
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: Metronun yapım maliyetinin yüksek, tramvayın kapasitesinin az olması sonucunda, düşük maliyetli ve yüksek kapasiteli metrobüsün daha avantajlı ve tercih edilebilir olduğu	
	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
8	Açıklama: Ulaşım master planı ve AYGM onay sürecinden sonra, imar planlarının hazırlanarak Belediye Meclis kararı alınması ve onay süreci (6 ay), yapım işleri için ihale süreci (3-4 ay)	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
	Açıklama: Bütçe ödeneklerinden veya İLBANK A.Ş. den alınacak uzun vadeli kredi ile	
	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
10	Açıklama: Uygun fiyat ile hizmet vermesi halinde hızlı, güvenli, konforlu ve çevreci Monoray sisteminin kent sakinleri tarafından ilgi göreceği	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
	Açıklama: Kent silüetini olumsuz etkilediği gerekçesiyle tercih noktasında çekinceler olduğu,	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi	
	Açıklama: Herhangi bir araştırma ve çalışmalarının bulunmadığı,	

X3 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemleri hakkında genel olarak bilgi sahibi oldukları,
- Kocaeli, Mersin, İzmir'de yapılması düşünülen monoray çalışmalarını takip ettikleri,
- Yapım ve kamulaştırma maliyetleri az olduğu için, monorayı tercih edebilecekleri,
- Metronun yüksek maliyetli, tramvayın düşük kapasiteli olması nedeniyle düşük maliyetli ve yüksek kapasiteli metrobüsün daha avantajlı ve tercih edilebilir olduğu,
- Ulaşım master planı ve AYGM onay sürecinden sonra, imar planlarının hazırlanması ve onay süreci (6 ay), yapım işleri için ihale süreci (3-4 ay) olduğu,
- Yatırım kararı alınması halinde İLBANK A.Ş. den uzun vadeli kredi ile finansman sağlanabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X4 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.4'te yer almaktadır.

Çizelge 6.4 : X4 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	Almanya/Jap.
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + + + + + + +	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Şehrin coğrafik yapısına uygun olduğu (cadde ve bulvar yapısı)	EVET
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: İstanbul'daki projeler	EVET
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Şehrin imar planları ve coğrafik özelliklerine çok uygun olduğu,	EVET
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: metronun pahalı ve uzun inşaat süresi olması, tramvay ve metrobüsün mevcut karayolunda hizmet vermesinden kaynaklı dezavantajları olduğu,	
	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
8	Açıklama: Ulaşım Ana Planı, AYGM ve ihale süreci için en az 36 ay, inşaat ve teslimat için 24 aylık bir sürecin yeterli olduğu, sürecin uzun olduğu ancak yönetiminin zor olmadığı,	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: Dış kredilerin geri ödeme açısından en uygun olduğu,	
	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
10	Açıklama: Halkın monoray projesini heyecanla beklediği, bakış açısının çok olumlu olduğu tarafından ilgi göreceği,	
	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
11	Açıklama: Şehirlerin coğrafik yapıları itibarıyla birçok kente uygulanabileceği, 24 ay gibi kısa sürede yapılabilmesi, 40.000 yolcu kapasitesi bulunması ve kamulaştırma sorununun az olması	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: Herhangi bir araştırma ve çalışmalarının bulunmadığı,	

X4 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerine ait bütün konu başlıkları hakkında bilgi sahibi oldukları,
- Şehrin imar planları coğrafik yapısı ve mevcut yol ağına uygun olduğu,
- 24 ay gibi kısa sürede yapılabilmesi, 40.000 yolcu kapasitesi bulunması ve kamulaştırma sorununun az olması vb. nedenlerle monoray yatırımı planladıkları,
- Alternatif sistemlerden metronun pahalı ve uzun inşaat süresi olması, tramvay ve metrobüsün mevcut yolda hizmet vermesinden kaynaklı dezavantajları olduğu,
- Ulaşım Ana Planı, AYGM ve ihale süreci için en az 36 ay, inşaat ve teslimat için 24 aylık bir sürecin yeterli olduğu, sürecin uzun olduğu ancak yönetiminin zor olmadığı,
- Kent sakinlerinin monoray projesini heyecanla beklediği,
- Yatırımın dış kaynaklı krediler ile sağlanabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X5 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.5'te yer almaktadır.

Çizelge 6.5 : X5 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	Almanya
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları	
	+ + + + + + +	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	EVET
	Açıklama: (Evet) Mevcut kent içi raylı sistem ile fuar alanlarının entegresini sağlamak amacıyla	
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	EVET
	Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: Basın ve Raylı Sistem Dergileri	
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET
	Açıklama: (Evet) Fuar alanı ile mevcut raylı sistem hattını entegre etmek	
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: Kent içi raylı sistemleri birbirlerini alternatif olarak değil de tamamlayıcısı olarak kullanacak mekanizmaların geliştirilmesi gerektiği,	
	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler-	
8	Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
	Açıklama: monoray uygulama projelerinin hazırlanmasına yönelik ihale aşamasında oldukları	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
	Açıklama: Belediyenin kendi öz kaynakları ile yapacakları,	
	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
10	Açıklama: Banliyö ile günde 228.000 yolcu, hafif raylı sistem ile de günlük ortalama 300.000 yolcu taşındığı belirtilerek Kent sakinlerinin monoray sistemine de ilgi gösterecekleri	
	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
11	Açıklama: Karar aşamasında sistemin özellikleri avantaj ve dezavantajlarının dikkate alınacağı	
	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi;	
12	Açıklama: Metrobüs, raybüs, elektrikli otobüs ile akülü ve süper kapasiteli tramvay araçlarındaki gelişmeleri takip ettikleri,	

X5 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerine ait bütün konu başlıkları hakkında bilgi sahibi oldukları,
- Fuar alanı ile mevcut raylı sistemi entegre etmek için monoray yatırımı planladıkları,
- Monoray uygulama projelerine yönelik ihale aşamasında olduklarını,
- Kent içi raylı sistemlerin birbirlerini alternatif değil de tamamlayıcısı olduğu,
- Kent sakinleri tarafından monorayın da ilgi göreceği,
- Yatırımı Büyükşehir Belediyesi'nin kendi öz kaynakları gerçekleştirecekleri,
- Metrobüs, raybüs, elektrikli otobüs ile akülü ve süper kapasiteli tramvay araçlarındaki gelişmeleri takip ettikleri,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X6 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.6'da yer almaktadır.

Çizelge 6.6 : X6 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + + + - + + +	
	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	EVET
4	Açıklama: (Evet) Yolculuk değerleri açısından yatırım maliyeti yüksek çıkabileceği düşünülmekle beraber Şehir içinden veya yakınlarından geçen dere, nehir ve kanalların üstünden gidebilmesi özelliği ve yine şehir içinde lastik tekerlekli araçlarla çakışmaması özelliği,	
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	EVET
	Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: İstanbul Projeleri / Belediye ve internet kaynakları	
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET
	Açıklama: (Evet) Şehrin coğrafi özelliklerinden (eğim) ötürü tercih edilebileceği	
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: Geniş açıklıklı ve dar kesitli viyadüklerle geçilmesi nedeniyle, LRT ile; Hız ve enerji açısından Hafif Metro-LRT ile; Yolculuk açısından, LRT-Tramvay ile; Kurplar ve makaslar açısından, Hafif Metro-LRT-Tramvay ile; İstasyonlara kolay erişim açısından, Tramvay ile kıyaslanabileceği,	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
	Açıklama: Fizibilite (1-2 ay), ön proje (2-3 ay) süreçlerinin yönetilebilir olduğu,	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
	Açıklama: Hat uzunluğuna bağlı maliyetlere göre 1-10 km arası öz kaynak, fazla ise kredi ile	
	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
10	Açıklama: Kent sakinlerinin mevcut raylı sistemleri kullandıklarından monoray sistemini (eğimi yüksek yerlere erişim için) tercih edebileceklerini,	
	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
11	Açıklama: Depo-bakım atölyesi viyadükler üzerinde yapılacaksa bir çözüm olabilir (Wuppertal, Almanya'daki Schwebebahn örneği)	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi;	
	Açıklama: Turistik amaçlı, eğimi yüksek Füniküler ve teleferik sistemleri	

X6 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemleri hakkında genel olarak bilgi sahibi oldukları,
- İmar yollarının dar ve yetersiz oluşu nedeniyle ve trafik sorununu çözmek amacıyla monoray yatırımı gerçekleştirmeyi düşündükleri,
- Ulaşım master planında metro ve monoray sistemlerinin ön plana çıktığı,
- Kent sakinleri tarafından monorayın talep edildiği,
- Yatırım yapılması halinde öz kaynak, yurt içi ve yurt dışı finans kaynakları ile finansman sağlanabileceği yada yap-işlet-devret modelinin kullanılabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X7 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.7’de yer almaktadır.

Çizelge 6.7 : X7 büyükşehir belediyesi’ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları	
	- - - - - - -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	HAYIR
5	Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	HAYIR
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Hayır) Trolleybüs sistemine ilişkin güzergah belirleme çalışmalarının yapıldığı,	HAYIR
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi; Açıklama: Kapasite-fayda-maliyet analizleri sonucu en uygun sistemin trolleybüs olduğu,	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları; Açıklama: Monoray maliyetleri ile ilgili kredi sağlayacak kurum/kuruluşların devlet güvencesi isteyeceği, fizibilite etüdü için AYGM onayı alınması gerektiği ve bu sürecin zor ve uzun olduğu,	
	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
9	Açıklama: Kesin projelerin ve alınacak araç sayısının belirlenmesinin ardından oluşacak yaklaşık maliyet hesabına göre finansman modellerinin değişebileceği,	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: Kent merkezinin fiziksel yapısı nedeniyle kent sakinleri tarafından ilgi görmeyeceği,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	

X7 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerini bildikleri fakat, bilinen konular hakkında bilgi verilmediği,
- Monoray projesi yapmayı düşünmedikleri, kent merkezinin fiziksel yapısı nedeniyle kent sakinleri tarafından da ilgi görmeyeceği, kapasite, maliyet araştırması ve fayda-maliyet analizleri sonucu şehirleri için en uygun sistemin trolleybüs olduğu ve bu doğrultuda güzergah belirleme çalışmaları yaptıkları,
- Monoray projeleri için; alınacak araç sayısının belirlenmesinin ardından oluşacak yaklaşık maliyet hesabına göre finansman modellerinin değişebileceği,
- Kredi kullanılmasına karar verilmesi halinde, kredi sağlayacak kurum/kuruluşların devlet güvencesi isteyeceğinden bahisle fizibilite etütleri için AYGM onayı alınması gerektiği ve bu sürecin zor ve uzun olduğu,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X8 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.8’de yer almaktadır.

Çizelge 6.8 : X8 büyükşehir belediyesi’ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular		
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları	
	+ + + + + + +	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	EVET
	Açıklama: (Evet) Deniz suyu seviyesinin yüksek oluşu ve imar yollarının dar oluşu nedeniyle ve Sahil kenti olmasına bağlı olarak kent ve deniz bütünlüğünün bozulmaması için,	
5	Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	EVET
	Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	
6	Monoray sisteminin uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	HAYIR
	Açıklama: (Hayır) Detaylı ulaşım etütleri yapılarak sistemler arası fayda-maliyet analizleri yapılması ve en doğru sistemin belirlenmesinin ardından karar verilmesi,	
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
	Açıklama: Tramvay ve metrobüsün hem zemin, monorayın yer üstünde, metronun yer altında hizmet ettiği, taşıma kapasitesi, toplam ve kişi başı maliyetler, hız, servis-bakım-yedek parça, ve çevresel (gürültü ve görsellik) etkilerinin incelenmesi gerektiği,	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
	Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
	Açıklama: Öz kaynak, AB fonları ve kredileri	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
	Açıklama: Vatandaşın karayolu toplu taşıma sistemi haricinde herhangi bir raylı sistem yatırımı talep ettiği, ancak monoray ile ilgili anket çalışması yapılması gerektiği,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
	Açıklama: Ülkemizde henüz uygulanmayan bir sistem olması nedeniyle avantaj-dezavantajlarının çok iyi tarifi edilmesi ve diğer sistemlerle karşılaştırılması gerektiği,	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi;	
	Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	

X8 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemleri hakkında bilgi sahibi oldukları,
- Deniz suyu seviyesinin yüksek oluşu, imar yollarının dar ve yetersiz oluşu ve sahil kenti olmaları nedeniyle kent ve deniz ilişkisini koparmayacak şekilde monoray yatırımı gerçekleştirmeyi düşündükleri ancak detaylı ulaşım etütleri yapılarak diğer kent içi raylı sistemler ile karşılaştırıldıktan sonra fayda maliyet analizleri doğrultusunda tercih yapılması gerektiği kanaati oluştuğu,
- Herhangi bir raylı sistem yatırımının kent sakinleri tarafından kabul göreceği,
- Yatırım halinde; öz kaynak, AB Fonları ve kredileri ile finansman sağlanabileceği

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X9 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.9'da yer almaktadır.

Çizelge 6.9 : X9 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + + + + + + +	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Şehir içi trafik yükünün artması, imar yollarının darlığı ve yetersizliği,	EVET
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	EVET
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Nüfus ve araç sahipliği artışına bağlı olarak imar yollarının yetersiz kaldığından, toplu taşıma sistemi olarak çözüm getireceği beklentisi	EVET
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi; Açıklama: Ulaşım master planına göre monoray veya metronun en uygun alternatifler olduğu, zemin suyunun yüksek olması ve imar yollarının yetersizliği,	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları; Açıklama: Ulaşım master planının hazırlanması, yurtdışı örneklerinin incelenmesi, üniversite desteği, sistemin tanıtımı, Belediye Meclis kararı alınması, planlama ve kamulaştırma işlemleri, Projelerin hazırlanarak inşaatla başlanması,	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: Öz kaynak, yurt içi ve yurtdışı finans kaynakları, yada yap işlet devret modeli,	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: yaşanan trafik sıkışıklığının çözülmesi amacıyla vatandaşın monorayı talep ettiği,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler; Açıklama: Ülkemizde henüz uygulanmayan bir sistem olması nedeniyle metro ile fayda maliyet analizi sonuçlarına bakılarak tercih yapılması gerektiği,	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	

X9 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemleri hakkında bilgi sahibi oldukları,
- Yolların yetersizliği ve trafiğe çözüm için monoray yatırımı düşündükleri,
- Ulaşım master planı çalışmalarında metro ve monoray sistemlerinin ön plana çıktığı,
- Kent sakinleri tarafından monorayın talep gördüğü,
- Ulaşım master planının hazırlanması, yurtdışı örneklerinin incelenmesi, üniversite desteği, planlama-kamulaştırma işleri, proje hazırlanması, inşaat süreçleri olduğu,
- Yatırım yapılması halinde öz kaynak, yurt içi ve yurt dışı finans kaynakları ile finansman sağlanabileceği yada yap-işlet-devret modelinin kullanılabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X10 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.10'da yer almaktadır.

Çizelge 6.10 : X10 büyükşehir belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;		
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + - + - - -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	HAYIR
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	HAYIR
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Sürdürülebilir ulaşım modu olması, petrole bağımlılığı azaltacağı ve toplu taşımada etkili olacağı,	EVET
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi; Açıklama: Maliyetinin daha düşük olması ve eğimli bölgelerde kullanımının daha kolay olması	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: İlçeler arası mesafelerin çok uzun olduğu, ilçe içi taşıma için uygun olmadığı,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: - İlgili her hangi bir görüş belirtilmedi.	

X10 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerinin, kapasite, maliyet, konularında bilgi sahibi oldukları,
- Sürdürülebilir ulaşım modu olması, petrole bağımlılığı azaltacağı ve toplu taşımada etkili olacağı,
- Maliyetinin daha düşük olması ve eğimli bölgelerde kullanımının daha kolay olması gerekçeleri ile monoray yatırımı gerçekleştirmeyi isteyebilecekleri,
- İlçeler arası mesafelerin çok uzun olması ve ilçe içi taşıma için uygun olmadığı

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X11 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.11’de yer almaktadır.

Çizelge 6.11 : X11 büyükşehir belediyesi’ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları - - + - + + -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	EVET
5	Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	EVET
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	EVET
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi; Açıklama: Hızlı ve kamulaştırma maliyetlerinin düşük olması nedeniyle tercih edilebileceği,	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: Belediye öz kaynakları ile	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: Altyapıya daha az müdahale edileceğinden kent sakinleri tarafından kabul göreceği,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: Turizm amaçlı teleferik işletmesi yapmakta oldukları,	

X11 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerinin, maliyet, diğer raylı sistemeler ile kıyaslama, avantaj konularında bilgi sahibi oldukları,
- Hızlı olması ve kamulaştırma maliyetlerinin düşüklüğü nedeniyle tercih edilebileceği,
- Altyapıya fazla müdahale gerektirmediğinden kent sakinleri tarafından kabul göreceği,
- Yatırım yapılması halinde öz kaynaklar ile finansmanın sağlanabileceği, ayrıca turizm amaçlı teleferik işletmesi yapmakta oldukları,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X12 Büyükşehir Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.12’de yer almaktadır.

Çizelge 6.12 : X12 büyükşehir belediyesi’ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;		
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + + + - - - -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Trafiğe çözüm, coğrafi konuma ve engebeli arazi şartlarına uygun olduğu için	EVET
5	Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: Ankara	EVET
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Vadiler boyunca yapılması uygun olabilir. Açıklama: (Hayır) Entegrasyonu sağlanacak başka bir toplu taşıma sistemi yok, şehrin görüntüsünü ve tarihi dokuyu bozabilir.	EVET/HAYIR
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi; Açıklama: Konut ve ticari fonksiyonların bulunduğu dar sokaklı tarihi doku nedeniyle yapılması zor. Yeni yerleşim alanlarında yapılabilir.	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları; Açıklama: Güzergah belirlenmesi, planlara işlenmesi ve kamulaştırma işlemleri için Belediye Meclisinden onay alınması, fizibilite ve uygulama projeleri için ihale süreci, bakanlıktan yatırım onayı alınması ve projenin temini – süreçlerin tamamı için en az 1 yıl	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: Bütçe ve öz kaynakların yetersiz olduğu, Hazine garantili kredi alınabileceği	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: İlgili her hangi bir görüş belirtilmedi	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler; Açıklama: Ulaşım etütlerinin çok iyi yapılması gerektiği, hedef yıl projeksiyonlarının doğru belirlenmesi gerektiği, özenti sonucu sadece imaj beklentisi ile yapılmaması gerektiği	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: Engebeli arazi nedeniyle teleferik, tercihli ekspres yolu ve metrobüs örnekleri	

X12 Büyükşehir Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerinin kapasite, hız ve maliyet konularında bilgi sahibi oldukları,
- Coğrafya ve engebeli araziye uygun olduğu için monoray yatırımını düşündükleri,
- Entegre edecekleri başka bir ulaşım sistemi olmadığı ve tarihi kent dokusunu bozabileceği gerekçeleri ile yeni açılacak yerleşim yerlerinde yapılmasının uygun olduğu,
- Yatırım yapılması halinde, öz kaynaklar ve belediye bütçesinin yetersiz olmasından, kredi alınarak finansman sağlanabileceği,
- Metro, tramvay ve monoray dışında teleferik ve metrobüse ilgi duydukları

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X13 Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.13'te yer almaktadır.

Çizelge 6.13 : X13 belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	HAYIR
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + - + - - + -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Hayır) Yolculuk potansiyeli / yatırım maliyeti fizibilite değerlendirmesi uygun değil,	HAYIR
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	HAYIR
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Hayır) Yolculuk potansiyeli / yatırım maliyeti fizibilite değerlendirmesi açısından uygun olmadığı,	HAYIR
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi; Açıklama: Arazinin kısıtlı olması durumunda tercih edilebileceği,	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları; Açıklama: Bilgileri olmadığı belirtildi.	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: Bilgileri olmadığı belirtildi.	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: Bu ölçekte bir yatırım için yeterli nüfus ve yolculuk potansiyeli bulunmadığı,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler; Açıklama: Şehirlerimizin arazi sorunu olan bölgelerinde kullanılacak bir ulaşım modeli olabileceği,	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: Nüfus kriteri nedeniyle herhangi bir raylı sistem planları bulunmadığı,	

X13 Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerinin, kapasite, maliyet, avantaj konularında bilgi sahibi oldukları,
- Nüfus ve yolculuk potansiyeli ile yatırım maliyeti-fayda fizibilitesi açısından değerlendirildiğinde monoray yatırımının uygun olmadığı,
- Ancak monoray projelerinin şehirlerimizin arazi sorunu olan bölgelerinde kullanılacak bir ulaşım modeli olabileceği hususlarında,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X14 Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.14'te yer almaktadır.

Çizelge 6.14 : X14 belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;		
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları	
	- - + - - + +	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	HAYIR
Açıklama: (Hayır) Yeterli yolculuk talebi ve potansiyeli bulunmadığından,		
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	HAYIR
Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -		
6	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET
Açıklama: (Evet) Toplu taşımada hızlı ve konforlu hizmet sunmak, yüksek teknolojiyi getirmek		
Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;		
7	Açıklama: Şehir estetiğini bozmayan, düşük maliyetli projelerin uygun olduğu, buna göre elektrikli otobüs veya metrobüs sistemlerinin yapılabileceği düşünülmekte,	
Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler-		
8	Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
Açıklama: Karar verilmesi halinde gerekli prosedürlerin maksimum çaba ile aşılabileceği		
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
Açıklama: AB Fonları, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığınca sağlanacak fonlar,		
Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;		
10	Açıklama: Kent sakinleri tarafından kabul göreceği, mevcut alışkanlıkların monoray kullanımını olumsuz yönde etkilemeyeceği,	
Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;		
11	Açıklama: Gelecek yıllarda ülkemizde tercih edilebilir bir sistem olduğu,	
Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi;		
12	Açıklama: Füniküler sistem taşımacılığına yönelik çalışmaların devam ettiği	

X14 Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monorayların, maliyet, avantaj ve dezavantaj konularında bilgi sahibi oldukları,
- Yeterli yolculuk talebi olmadığı için monoray yatırımı düşünmedikleri,
- Hızlı ve konforlu hizmet sunmak ve şehre yüksek teknolojiyi getirmek için monoray yatırımı gerçekleştirmeyi istedikleri,
- Düşük maliyet ve şehir silüetini bozmayan metrobüsün daha uygun olduğu,
- Kent sakinleri tarafından kabul göreceği,
- Mevcut alışkanlıkların monoray kullanımını olumsuz yönde etkilemeyeceği,
- Finansmanın AB fonları ya da yap-işlet-devret modeli ile sağlanabileceği,
- Metro, tramvay, monoray dışında füniküler sisteme yönelik çalışma yapıldığı,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X15 Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.15'te yer almaktadır.

Çizelge 6.15 : X15 belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular		
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + + - - - + +	
	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	HAYIR
4	Açıklama: (Hayır) Yolculuk talebinin yetersiz olması, işletme maliyetlerinin karşılanamaması, Şehrin dağınık olarak yerleşmesi nedeniyle uygun olmadığı, engebeli araziye uygun olmadığı,	
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	HAYIR
	Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	
	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET
6	Açıklama: (Evet) Kent sakinleri ile 50.000'in üzerindeki üniversite öğrencilerinin ulaşım sorununu çözmek ve talebi karşılamak, alternatif sunmak, turizm bölgelerine erişimi artırmak	
7	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
	Açıklama: Yapım ve işletme maliyetleri daha düşük olduğundan tramvay sistemi	
8	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
	Açıklama: Yolcu talebi-kapasitesinin belirlenmesi, fizibilite-proje süreci, bakanlık onay süreci,	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
	Açıklama: Özel-kamu banka kredileri, yurtdışı teşvikleri, öz sermaye, belediye gelirleri,	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
	Açıklama: Kent sakinleri tarafından kabul göreceği, ancak vatandaşın öncelikli ilgi alanının, ulaşım maliyetleri ve ulaşım süresi olacağı,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
	Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi;	
	Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	

X15 Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monorayların kapasite, hız, avantaj ve dezavantaj konularında bilgi sahibi oldukları,
- Coğrafyanın engebeli olması ve şehrin dağınık yerleşmesi, yeterli yolculuk talebinin bulunmaması ve işletme maliyetlerinin karşılanamaması düşünceleri ile bu zamana kadar monoray yatırımı yapmayı düşünmedikleri,
- Kent sakinleri ile 50.000'in üzerindeki üniversite öğrencisinin ulaşım sorununu çözmek ve talebini karşılamak, alternatif oluşturmak ve turizm bölgelerine erişimi artırmak amacıyla monoray yatırımı yapmak isteyecekleri,
- Tramvay maliyetlerin daha düşük olduğu, monoray yatırımının, bilet fiyatlarının ucuz, yolculuk süresinin kısa olması durumunda kent sakinleri tarafından kabul göreceği, Öz kaynak, belediye gelirleri, krediler ve teşvikler ile finansman sağlanabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X16 Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.16'da yer almaktadır.

Çizelge 6.16 : X16 belediyesi'ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	HAYIR
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	HAYIR
Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;		
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları	
	- - - - - - -	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi;	HAYIR
	Açıklama: (Hayır) Bu sistemi ilk defa duydukları,	
5	Türkiye'de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu;	HAYIR
	Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	
	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET/HAYIR
6	Açıklama: (Evet) Şehir içi trafiğe katkı sağlayacağından	
	(Hayır) Mevcut yolların darlığı ve nüfusun yetersiz olması nedeniyle,	
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: Diğer sistemlere göre maliyetinin düşük olması, hızlı ve güvenli olması nedeniyle tercih konusu olabileceği,	
	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler-	
8	Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
	Açıklama: Böyle projelerin gerçekleştirilmesi için kentteki bütün karar alıcılar ile STK'lar ve kamuoyunun katılımının sağlanması gerektiği, prosedürler ile ilgili olarak ulaşım komisyonlarından geçmesi gerektiği,	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri;	
	Açıklama: Gelir paylaşımı yöntemi ile yapılabileceği,	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme;	
	Açıklama: Yeni ve hızlı bir sistem olması nedeniyle kent sakinleri tarafından ilgi göreceği,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;	
	Açıklama: Metrobüs sistemlerinin yerine monoray kullanılmasının daha uygun olduğu,	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi;	
	Açıklama: Çok küçük bir şehir oldukları belirtilerek herhangi bir çalışmalarının bulunmadığı,	

X16 Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemlerini daha önce hiç duymadıkları ve bilgi sahibi olmadıkları,
- Trafiğin katkı sağlayacağından monoray yatırımı yapmak isteyebilecekleri,
- Mevcut yolların darlığı ve nüfusun az olması nedeniyle şehirleri için uygun olmadığı
- Böyle büyük bir proje yatırımı için ise kentteki bütün karar alıcılar ile STK'lar ve kamuoyunun katılımının sağlanması ve ilgili komisyonlardan geçmesi gerektiği,
- Yeni ve hızlı bir sistem olması nedeniyle kent sakinleri tarafından ilgi göreceği,
- Metrobüs yerine monoray sistemlerinin tercih edilmesinin daha uygun olacağı,
- Yatırım finansmanının gelir paylaşımı modeli ile sağlanabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

X17 Belediyesi anket sonuçları, Çizelge 6.17’de yer almaktadır.

Çizelge 6.17 : X17 belediyesi’ne ait anket sonuçları.

1	Monoray sisteminin bilinmesi durumu;	EVET
2	Herhangi bir ülkede monoray sisteminin deneyimlenmesi durumu;	Japonya/İngiltere
	Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular;	
3	Kapasite Hız Maliyet Üretici Firmalar Diğer sistemlerle kıyaslama Avantajları Dezavantajları + + - - + + +	
4	Monoray yatırımı yapmayı düşünüp düşünmeme durumu ve gerekçesi; Açıklama: (Evet) Üniversite ile diğer raylı sistemlerin entegre edilmesinin sağlanması	EVET
5	Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu; Takip edilen İller -Projeler / Kaynaklar: -	HAYIR
	Monoray sistemini uygulamak isteyip istememe durumu ve gerekçesi;	EVET
6	Açıklama: (Evet) Yolcu potansiyeli açısından yüksek kapasiteli sistemleri gerektirmeyen bölgelere hizmet etmesi için	
	Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve gerekçeli tercihi;	
7	Açıklama: Bütün toplu taşıma sistemlerinin taşıma kapasitesi ve maliyetler açısından değerlendirilmesi gerektiği	
	Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler- Söz konusu prosedürlere ait süreler-süreci yönetmenin zorlukları;	
8	Açıklama: Ulaşım Etüdü (6 ay), Belediye Meclisi ve UKOME kararı (1 ay) İhale aşaması (2 ay)	
9	Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri; Açıklama: öz kaynak, yap-işlet-devret modeli	
10	Kent sakinlerinin Monoraya yaklaşımına ilişkin değerlendirme; Açıklama: Kent sakinleri tarafından kabul ve ilgi göreceği,	
11	Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler; Açıklama: - Her hangi bir görüş belirtilmedi.	
12	Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemler hakkında bilgi; Açıklama: Teleferik	

X17 Belediye yetkilisinin verdiği bilgilere göre;

- Monoray sistemleri hakkında genel olarak bilgi sahibi oldukları,
- Bütün sistemlerin taşıma kapasitesi-maliyetler açısından değerlendirilmesi gerektiği,
- Üniversite ile diğer sistemlerin entegre edilmesi ve düşük yolcu potansiyeli olan bölgelere hizmet etmesi amacıyla monoray yatırımı gerçekleştirmeyi düşündükleri,
- Teleferik sistemleri ile ilgili çalışma yaptıkları,
- Monoray yatırımları ile ilgili ulaşım etüdü (6 ay), Belediye Meclisi ve Büyükşehirlerde UKOME kararı (1 ay), İhale aşaması (2 ay) gibi süreçlerin olduğu,
- Kent sakinleri tarafından monorayın kabul ve ilgi göreceği,
- Öz kaynak ya da yap-işlet-devret modelinin kullanılabileceği,

görüş ve değerlendirmelerine ulaşılmıştır.

6.2 Anket Sonuçlarının Konu Bazlı Bütüncül Olarak Değerlendirilmesi

Bu bölümde, Büyükşehir Belediyeleri ve diğer İl Belediye yetkililerinin verdiği cevaplar bütüncül olarak değerlendirilmiş; araştırma kapsamında yapılan görüşmeler sonucunda Belediye yetkililerinin verdiği cevaplar her bir konu başlığında detaylı ve bütüncül olarak irdelenmiş ve yorumlanmıştır.

“Monoray sistemlerini duyup/duymadıkları” sorusuna ilişkin;

1’i İl Belediyesi ve 1’i Büyükşehir Belediyesi yetkilisi olmak üzere toplam 2 Belediye yetkilisi monorayı hiç duymadıkları cevabını vermiştir.

“Herhangi bir ülkede monoray kullanıp/kullanmadığı” sorusuna ilişkin;

2’si Büyükşehir Belediyesi, 1’i İl Belediyesi yetkilisi, monoray sistemlerini Almanya, Japonya ve İngiltere’de deneyimlediklerini ifade etmiştir.

“Monoray hakkında bilgi sahibi olunan konular” sorusuna ilişkin;

- 9 Büyükşehir Belediyesi, 3 İl Belediye yetkilisi monorayların kapasite özellikleri,
- 8 Büyükşehir Belediyesi, 2 İl Belediye yetkilisi monorayların hız özellikleri,
- 11 Büyükşehir Belediyesi, 2 İl Belediye yetkilisi monorayların maliyeti hakkında,
- 4 Büyükşehir Belediye yetkilisi monoray üretici firmalar hakkında,
- 8 Büyükşehir Belediyesi, 1 İl Belediye yetkilisi diğer raylı sistemlerden farkı hakkında,
- 8 Büyükşehir Belediyesi, 4 İl Belediye yetkilisi monorayların avantajları hakkında,
- 6 Büyükşehir Belediyesi, 3 İl Belediye yetkilisi monorayların dezavantajları hakkında,

bilgi sahibi olduklarını belirtmişlerdir. Maliyet, kapasite ve monorayın avantajları en çok bilinen konu başlıklarıdır. En az bilinen konunun ise monoray üreticisi firmalar olduğu görülmektedir.

“Monoray yatırımı yapmayı düşünen/isteyen” belediye yetkilileri;

Eğim problemi, imar yollarının darlığı ve yetersizliği, artan nüfus ve araç sahipliğine bağlı olarak şehir içi trafik yükünün artması gibi sebeplerle;

- Trafik ve ulaşım sorununa alternatif çözüm sunması,
- Toplu taşımada yüksek teknolojide hızlı ve konforlu hizmet sunması,
- Yolcu potansiyeli açısından yüksek kapasiteli sistemleri gerektirmeyen bölgelere yönelik düşük yolcu kapasiteli çözüm sunması,
- Sahil kentlerinde kent ve deniz bütünlüğünü koruması,
- Monorayın şehrin coğrafik özelliklerine, cadde ve bulvar yapısına ve engebeli arazi şartlarına uygun olması,
- Şehir içinden veya yakınlarından geçen dere, nehir ve kanalların üstünden gidebilme imkanı sunması,
- Şehrin imar planlarına çok uygun olması,
- Orta refüjlerin kullanıma uygun olması,
- Kamulaştırma ve yapım maliyetlerinin uygun olması,
- Fuar, üniversite alanları ve turizm bölgelerine ulaşımı ve diğer kent içi raylı sistemler ile entegrasyonu sağlaması,
- Sürdürülebilir ulaşım modu olması ve petrole bağımlılığı azaltması,
- Şehir içinde lastik tekerlekli araçlarla çakışmaması,

gerekçeleri ile monoray yatırımı gerçekleştirmeyi düşündükleri, istediklerini veya isteyebileceklerini belirtmişlerdir.

“Monoray yatırımı yapmayı düşünmeyen/istemeyen” belediye yetkilileri;

- Mevcut ve imar yollarının darlığı ve şehrin ulaşım altyapısının monoray için uygun olmaması,
- Nüfusun yetersiz olması,
- Sistemin kapasitesinin talepten fazla olması, mevcut karayolu toplu ulaşımının şehir içi yolculuk talebini karşılaması,
- Yeterli yolculuk talebi ve potansiyelin bulunmaması, yatırım maliyetinin fizibilite değerlendirmesi açısından uygun olmaması,
- Yatırım maliyetinin yüksek olması,
- Entegrasyonu sağlanacak başka bir toplu taşıma sisteminin olmaması,

- Engebeli araziye uygun olmaması,
- Şehrin dağınık olarak yerleşmesi nedeniyle uygun olmaması,
- Şehrin görüntüsünü ve tarihi dokuyu bozabilecek olması,
- Alternatif olarak trolleybüs sistemine ilişkin çalışmalarının yapılması,

gerekçeleri ile monoray yatırımı gerçekleştirmeyi düşünmedikleri / istemediklerini belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuçlara göre engebeli arazi şartları, maliyet, yolculuk potansiyeli ve mevcut ulaşım ağları gibi gerekçeler, monoray yatırımları için hem olumlu hem de olumsuz gerekçeler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumun, monoray ve özelliklerinin tam olarak bilinmemesinden veya şehirlerimizin kendine has bazı yerel özelliklerinden kaynaklandığı görülmektedir.

“Türkiye’de gündemde olan monoray çalışmalarının takip edilme durumu” sorusuna ilişkin;

4 Büyükşehir Belediye yetkilisi Ankara, Kocaeli, Mersin, İzmir, İstanbul’daki monorayla ilgili çalışma ve gelişmeleri yazılı ve görsel medyanın yanı sıra Belediyelerin ve Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı’nın web sayfalarından takip ettiklerini belirtmiştir.

“Monoray sisteminin, diğer raylı sistemlerle mukayesesi ve tercih edilme durumu” sorusuna ilişkin;

Bazı belediye yetkilileri farklı toplu taşıma sistemlerinin etkilerinin çok boyutlu olarak incelenmesi gerektiği ve farklı kent içi raylı sistemlerin birbirlerinin alternatifi olarak değil, tamamlayıcısı olarak görülmesi gerektiği yönündeki yanıtlarında; monoray, metro, hafif raylı sistem, tramvay metrobüs ve trolleybüse ilişkin karşılaştırma ve değerlendirmeler yapılmıştır. Belediye yetkilileri tarafından yapılan karşılaştırmalara göre, toplu taşıma sistemlerinin ön plana çıkan üstün ve zayıf yönleri Çizelge 6.18’de derlenmiştir.

Çizelge 6.18 : Anketlere göre raylı sistemlerin üstün ve zayıf yönleri.

	Verilen Cevaplara Göre Üstün Yönleri	Verilen Cevaplara Göre Zayıf Yönleri
MONORAY	- Sıkışık kent merkezlerinde ve kısıtlı arazilerde uygulanabilmesi, - Eğimli bölgelerde uygulanabilmesi, - Modern toplu taşıma imkanı vermesi - Yatırım maliyetinin düşük olması, - Kamulaştırma maliyetlerinin düşük olması - Hızlı olması, - Güvenli olması, - Düşük yolcu potansiyeli olan bölgelerde kullanılabilmesi, - Geniş açıklıklı ve dar kesitli viyadüklerle geçilmesi - İstasyonlara kolay erişim - Geniş kurba gerektirmemesi	- Dar sokaklı kent merkezlerine ve tarihi dokuya uygun olmadığı - Coğrafi özelliklere uygun olmadığı, - İlk yatırım maliyetini yüksek olması, - Kent silüetini olumsuz etkilediği
METRO	- Yüksek kapasite	- Pahalı olması, - Uzun inşaat süresi olması, - Zemin suyunun yüksek olduğu yerlerde uygulamasının zor olması
LRT	- Geniş kurba gerektirmemesi	- Geniş açıklıklı ve dar kesitli viyadüklerle geçilmesi
TRAMVAY	- Yapım ve işletme maliyetleri daha düşük olduğundan tramvay sistemi - İstasyonlara kolay erişim - Geniş kurba gerektirmemesi	- Karayolunda hizmet vermesi
METROBÜS	- Şehir estetiğini bozmaması, - Maliyetinin düşük olması - Kapasitesinin yüksek olması	- Karayolunda hizmet vermesi
TROLEYBÜS	- Kapasite-fayda-maliyet analizleri sonucu en uygun sistemin olduğu, - Şehir estetiğini bozmaması, - Maliyetinin düşük olması	-

“Monoray yatırımlarında yerel yönetimlerin izlemesi gereken prosedürler-ve süreçler” sorusuna ilişkin;

Bu soruya 3 belediye yetkilisi herhangi bir görüş belirtmemiş, 1 yetkili ise bu konuda bilgisi olmadığını ifade etmiştir. Belediye yetkilileri, monoray yatırımlarına ilişkin prosedür ve süreçlere kısmi cevaplar vermiş olup, belediye yetkilileri tarafından verilen cevaplara göre iş kalemlerinin sıralaması ve derlenmesi yapılmıştır. Bu

soruya verilen cevapların birleştirilmesi sonucu elde edilen monoray yatırımlarına ilişkin prosedür ve süreçlere dair görüşler aşağıdaki gibidir:

- Böyle projelerin gerçekleştirilmesi için kentteki bütün karar alıcıların katılımının sağlanması ve bu konuda üniversite desteğininin de alınması,
- Raylı sistem yatırım süreçlerine, yolcu talebi-kapasitesinin belirlenmesi ve ulaşım etütlerinin yapılmasına yönelik ulaşım master planı çalışmalarının ardından başlaması,
- Monoray maliyetleri ile ilgili kredi sağlayacak kurum/kuruluşların devlet güvencesi isteyeceği ve buna yönelik fizibilite etütleri için Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü (AYGM)’nün onayının alınmasının gerekmesi ancak bu sürecin zor ve uzun olması,
- Ulaşım Ana Planı, AYGM ve ihale süreci için en az 36 aya gereksinim olması,
- Fizibilite ve ön projeler için en az 3-5 yıla gereksinim olması,
- ÇED süreci için en az 6 aya gereksinim olması,
- İmar planlarının hazırlanarak Belediye Meclis kararı alınması, UKOME kararı alınması ve onay süreçleri için en az 6 aya gereksinim olması,
- Yapım işleri için ihale sürecinin 3-4 ay sürecektir olması,
- İnşaat ve teslimat süreci için en az 24 aya gereksinim olması,

“Monoray yatırımına ilişkin finansman alternatifleri” sorusuna ilişkin;

Bu soruya katılımcılar tarafından öz kaynak (9 kişi), yurt içi ve yurtdışı kredileri (6 kişi), yap-işlet-devret modeli (4 kişi), AB fonları, kredileri ve yurtdışı teşvikleri (3 kişi), İLBANK kredisi (1 kişi), Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı’na sağlanacak fon (1 kişi) cevapları verilmiş olup, birçok belediye yetkilisi tarafından birden fazla cevap verilmiştir. 2 belediye yetkilisi ise hat uzunluğuna bağlı maliyetler ile kesin projelerin ve alınacak araç sayısının belirlenmesinin ardından oluşacak yaklaşık maliyet hesabına göre finansmanın öz kaynak veya kredi ile sağlanabileceği cevabını vermiştir.

“Kent sakinlerinin monoraya yaklaşımı” sorusuna ilişkin;

Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde, kent sakinlerinin genel olarak raylı sistem kullanıcısı oldukları ve altyapıya fazla müdahale gerektirmeyen, hızlı, güvenli,

konforlu, çevreci ve yeni nesil monoray sistemlerinin kent sakinleri tarafından büyük oranda ilgi göreceği sonucuna ulaşılmıştır. 1 belediye yetkilisi vatandaşların monoray projesini heyecanla ve ilgi ile beklediklerini belirtmiştir. Bazı belediye yetkilileri, vatandaşın yaşanan trafik sıkışıklığının çözülmesi amacıyla karayolu toplu taşıma sistemi haricinde herhangi bir raylı sistem yatırımı talep ettiği ifade etmiştir. 2 belediye yetkilisi ise, monorayın kent sakinleri tarafından ilgi görmeyeceği belirtmiştir.

Monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşler;

6 belediye yetkilisi ilave olarak herhangi bir görüş belirtmemiştir. Dikkat çeken cevaplar ise; monorayın kent silüetini olumsuz etkilediği, ülkemizde henüz uygulanmayan bir sistem olması nedeniyle avantaj-dezavantajlarının çok iyi tarifişlenmesinin gerektiği, monoray için fayda maliyet analizleri yapılarak diğer sistemlerle karşılaştırılmasının gerektiği, özenti sonucu ve sadece imaj beklentisi ile yapılmamasının gerektiği, gelecek yıllarda ülkemizde tercih edilebilir bir sistem olacağı, mevcut metrobüs hatlarının kaldırılarak yerine monoray sisteminin kullanılmasının daha uygun olduğu şeklindedir.

“Metro, tramvay ve monoray dışında ilgi duyulan yeni ulaşım sistemleri” sorusuna ilişkin;

Bu bölüm ile ilgili 3 belediye yetkilisi herhangi bir görüş belirtmemiş olup, diğer 3 belediye yetkilisi de; herhangi bir araştırma ve çalışmalarının bulunmadığını ifade etmiştir. Diğer iki belediye yetkilisi ise küçük bir şehir olmaları ve nüfus ve yolcu talebi kriterleri nedeniyle herhangi bir raylı sistem planları bulunmadığı ifade etmiştir. Bu soruya 1’den fazla cevap veren belediye yetkilileri de bulunmakta olup; verilen cevaplar bütün olarak incelendiğinde engebeli ve yüksek eğimli arazi yapısı nedeniyle 4 teleferik ve 2 fönüküler cevabı verildiği, ayrıca 2 metrobüs, 1 mini metro, 1 raybüs, 1 elektrikli otobüs, 1 tramvay cevapları verildiği görölmüştür.

7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Kent içi raylı sistemler birbirlerinin tamamlayıcısı olarak şehir yaşantısında yerlerini almakla birlikte, özellikle kent merkezlerinde şehir içi ulaşımın çözümünde monoray sistemleri de çözümün bir parçası olarak değerlendirilmektedir.

Kentsel raylı sistem türleri belirlenirken, bölgenin veya kentin topoğrafik ve iklim yapısı, jeolojisi, bölgenin veya kentin sosyoekonomik yapısı, ulaşım master ve imar planı kararları, mevcut yol ve sistem bilgileri, yolculuk talebi ve potansiyeli, kapasitesi, frekansları ve hacmi gibi birçok değişik faktöre bağlı olarak belirlenen kriterler yanında raylı sistem türlerinin sahip olduğu teknolojik, ekonomik ve diğer özelliklere göre birbiri ile kıyaslama yapmak mümkündür.

Monoray sistemleri ile diğer kent içi raylı sistemler genel olarak yukarıda belirtilen kriterler kapsamında kıyaslandığında; monorayı diğer kent içi raylı sistemlerden ayıran avantajları aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- Mevcut altyapı ve topografyaya uyabilmesi,
- Diğer raylı sistemlerin kullanılmadığı yüksek eğimli güzergahlara uygun olması,
- Hızlı inşa edilmesi (neredeyse tüm ana parçalar önceden imal edilerek proje alanına getirildiği için kısa sürede hizmete açılabilir),
- İnşaat süreci boyunca çevreye rahatsızlık vermemesi.(çevreye verilen en büyük rahatsızlık kolon temellerinin inşası esnasındadır),
- Hat yollarının dar oluşu nedeniyle güneş ışığını daha az kesmesi ve perspektifi etkilememesi,
- Değişik iklim koşullarına uyum göstermesi,
- Kent yüzeyini ve karayolu trafiği ve yaya sirkülasyonunu engellememesi,
- Devrilme ve raydan çıkma riski bulunmaması ve kendine ait hat yolundan ilerlemesine bağlı olarak kaza riskinin bulunmaması, emniyetli olmaları,

- Hızlı olması, sık sefer sayısına olanak vermesi, dakik ve güvenilir olması,
- Yolcu taşıma kapasitesinin birçok raylı sistemden yüksek olması,
- İleri teknoloji kullanılması,
- Otomatik (sürücüsüz) kullanıma uygun olması,
- Çevre dostu olması (elektirik enerjisine bağlı olarak sıfır emisyon),
- Hem enerji hem de lastik tekerlek teknolojiye bağlı olarak gürültülü kirliliği oluşturmaması,
- Genellikle refüjlere yapılması ve çok dar bir alan kaplaması nedeniyle kamulaştırma maliyetlerinin düşük olması,
- Yatırım maliyetinin metroya göre daha düşük olması,
- Düşük işletme maliyetine sahip olması (sürücüsüz ve tam otomasyon),
- Kirişlerin bakım gerektirmemesi ve lastik tekerleklerin 160.000 km varan yol yapması nedeniyle bakım maliyetlerinin düşük olması,
- Modern görünümleri nedeniyle şehirler için imaj ve prestij kaynağı olması

Yukarıda monoray sistemleri için belirtilen hız, sefer sıklığı, dakiklik ve güvenilirlik, yolcu taşıma kapasitesinin yüksek oluşu, sürücüsüz kullanıma uygun olması, çevre dostu olması gibi avantajlar metro ve hafif raylı sistemler için de geçerlidir.

Monoray sistemlerinin avantajlarının yanında bazı dezavantajları olduğu da bilinmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilen monoray sistemlerinin dezavantajlı olduğu hususlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- Yeni bir teknoloji olmasından dolayı emniyetinin ve geçerliliğinin henüz ispatlanmamış olması,
- Acil durumlarda yolcu tahliyesinin zor olması,
- Makaslama işleminin sürekli olarak kullanılması halinde, makas değiştirme süresinin fazla olmasına bağlı olarak sefer sıklığının azalması,
- Toplu taşıma açısından sınırlı kapasiteye sahip olması,
- Kirişlerin ebatları nedeniyle makas sistemlerinin raylı sistemlere göre daha yavaş olması (0,6 saniye ye karşılık 15 saniye),

- Yükseltilmiş istasyona ihtiyaç duyulması,
- Yatırım maliyetinin tramvay ve hafif raylı sistemlere göre daha yüksek olması,
- Birim yolcu-km başına enerji maliyetinin tramvay ve hafif raylı sistemlere göre daha yüksek olması,
- Bakım merkezlerinde yeni teknolojiden ziyade mevcut sistemlere yönelik hizmet verilmesi,
- Yedek parça temininin diğer sistemlere göre zor olması,
- Hattın ve yolcu istasyonlarının yükseltilmiş olması sebebi ile görüntü kirliliği oluşturması,

gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Monoray yatırımlarının büyük bütçeli yatırımlar olması, sonraki süreçte yapılacak birçok projeye altlık teşkil etmesi ve belirleyici nitelikte olması nedeniyle yapılacak yanlış yatırım kararları sonucunda hem şehircilik anlamında hem ekonomik açıdan geri dönüşü zor sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle diğer raylı sistemlerde olduğu gibi monoray yatırımı yapılırken, alternatif ulaşım sistemlerinin iyi incelenerek, ulaşım talepleri doğrultusunda, analiz, planlama, tasarım, fizibilite ve uygulama aşamalarının tüm yönleriyle irdelenmesi, fayda maliyet analizlerine bakılarak, sonucunda en doğru kararın alınması ve belirlenen öncelikler doğrultusunda sürecin yönetilmesi şehirlerimiz ve kent sakinlerimiz için büyük bir öneme sahiptir.

Monoray sistemleri ile ilgili kararlar alınırken mevcut arazi kullanımı, kentin gelişim yönü, projeksiyon nüfusları, alt ve üst ölçekli plan kararlarının dikkate alınması gerekmektedir. Buna göre monoray sistemlerinin, diğer ulaşım sistemleri ile entegrasyonunun sağlanması ve birbirini besleyecek şekilde uygulanması ve işletilmesi hedeflenmelidir.

Ayrıca monoray yatırımları yapılırken, bölgenin veya kentin topoğrafik ve iklim yapısı, jeolojisi, bölgenin veya kentin sosyo ekonomik yapısı, imar ve ulaşım plan kararları, mevcut yol ve sistem bilgileri, yolculuk talebi ve potansiyeli, kapasitesi, frekansları ve hacmi gibi birçok değişik faktöre bağlı olarak belirlenen “Teknolojik Kriterler”, “Ekonomik Kriterler” ve “Kentsel-Çevresel Kriterler” e göre inceleme yapılması gerekmektedir.

Belediyelerin yüksek maliyetli monoray yatırım kararlarını verebilmeleri için öncelikle kısa, orta ve uzun vadeli planlama kararlarını belirleyen Ulaşım Ana Planının oluşturulması ve söz konusu planda monoray yatırımına yer verilmiş olması önem arz etmektedir. Böylesi bir durumda yatırım sürecinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi ve beklenen faydanın optimum maliyetle elde edilebilmesi için metodolojik bir süreç izleyen ve matematiksel yöntemler ile talep tahmin modellerinin kurulumunu amaçlayan kapsamlı bir çalışma yapılmalıdır.

Ulaşım yatırımlarının finansmanı için dünya genelinde çeşitli uygulamalar mevcuttur. kamu öz kaynakları, kamu-özel sektör işbirliği, dış finansman kaynakları ve sermaye piyasası araçları gibi finansman model ve alternatiflerini kullanarak monoray yatırımlarını gerçekleştirmek mümkündür.

Yerel yöneticiler ile yapılan anket çalışması kapsamında edinilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, belediyelerin ulaşımdan sorumlu teknik yöneticilerin birçoğunun monoray sistemleri hakkında genel anlamda bilgi sahibi oldukları, bir kısmının şehirlerine monoray yatırımı yapılmasını planladıkları, bir kısmının ise monoray yatırımı fikrine sıcak baktığı görülmüştür. yapılan görüşmelerde net olarak ifade edilmese de, monoray projelerinin şehirlerine prestij katacağından bahisle Türkiye’de monoray yatırımı gerçekleştiren “ilk belediye” olma fikrinin yerel yöneticiler tarafından cazip bulunduğu kanaati oluşmuştur.

Ayrıca tez kapsamında ulaşılan sonuçlardan biri de monoray yatırımlarının işletme maliyetlerinin belirsizliği ile ilgilidir. Ülkemizde gerçekleştirilen ve işletme aşamasında olan herhangi bir monoray projesi bulunmadığından, yapılması planlanan monoray hatlarına ilişkin hazırlanan fizibilite raporlarından birinde, işletme maliyetleri hesaplanırken metro sistemlerinin işletme maliyetleri emsal Kabul edilerek hesaplama yapılmış olmasına rağmen diğer bir fizibilite etüt raporunda ise metro sistemlerinin işletme maliyetlerinin $\frac{1}{2}$ si oranı kullanılarak hesaplama yapıldığı görülmüştür.

Yine ülkemizde monoray yatırımları ile ilgili olarak; monoray üretici firmaların araç ve altyapı sistemlerinin ve maliyetlerinin birbirlerinden çok farklı nitelikte olması ve monoray sistemlerinin standardizasyonunun tam olarak tamamlanmaması nedeniyle inşaat yapım ihale süreçleri, yürürlükte olan 4734 sayılı kamu ihale kanunu ile 4735 sayılı kamu ihale sözleşmeleri kanunu kapsamında değerlendirildiğinde; yapılacak

işin net olarak ifade edilmesi halinde üretici firmanın işaret edildiği, yapılacak işin genel hatları ile belirtilmesi durumunda ise ihale bedeline aşırı sapmaların yaşandığı bir durum ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alkubaisi, M. I. T.** (2014). Predefined evaluating criteria to select the best tramway route, *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, 2 (3).
- Altun, D. Ş.** (2013). *Ulaştırma Yatırım Projeleri İçin Kontrol Listeleri ve Değerlendirme Matrislerinin Oluşturulması Üzerine Bir Deneme*. (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arjvistrong & Wright** (1986). Urban transit systems guidelines for examining options. *World Bank Technical Paper*, 52, (77 p), Washington, D.C., U.S.A.
- Arlı, V.** (2010). Kent içi Raylı Sistemler. *Teknik Dergi*, EMO Antalya Şubesi Yayını, 15 -16
- Aydın, T.** (2012). Hafif Raylı Sistemlerin Elektrik Güç Beslemesinde Güvenilirlik Analizi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayhan, S.** (2007). Kentsel Raylı Sistemlerde İşletme Maliyetleri. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Barut, H. B.** (2012). Türkiye’de Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinde Hizmet Düzeyinin Belirlenmesi İçin Bir Yöntem Geliştirilmesi. (Doktora Tezi). Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Belošević, I., Ivic, M., Kosijer, M.** (2012). Multicriteria decision-making in railway route planning and design, *Gradevinar*, 195-205.
- CEMT** (1994). Les systemes de metros legers. *European Conference of Ministers of Transport*, (234 p).
- Çakar, A. E.** (1997). Ankara Kent içi Ulaşımının Dünü Bugünü Yarını. *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalı Trafik Dergisi*, Özel Sayı, 17.
- Çankaya, T.** (2011). Monoray Ulaşım Sisteminin Kocaeli İlinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çetintaş, C.** (2013). Kocaeli Kent Merkezinde Alternatif Ulaşım Sistemlerinin Mikroskopik Etkileri Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Doğan, F.** (2014). Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri ve Malatya Örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dursun, H.** (2013). Raylı Sistemlerin Gelişimi ve Kent İçi Raylı ve Lastik Tekerlekli Toplu Taşıma Sistemlerinin Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi:

- İstanbul Örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdoğan, Ç.** (2011). Kocaeli Hafif Raylı Taşıma Sistemi Fizibilite Raporu. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Evren, G.** (2001). Kentsel ulaştırma politikaları. *I.Kentiçi Ulaşım Ve Trafik Sempozyumu*, (ss.31-35). Antalya.
- Farkas, A.** (2009). Route/Site selection of urban transportation facilities: An integrated GIS/MCDM approach, in Proc. 7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking.
- Gerçek, H., Karpak, B., Kılınçaslan, T.** (2004). A multiple criteria approach for the evaluation of the rail transit networks in İstanbul, *Transportation*, 31 (2), 203-228.
- Dmjm & Harris** (2001). Monorail Technology Assesment Report.
- Dodiya, D., Parekh, J. A., Raval, N.G.** (2012). Overview of monorail rapid transit system, *Journal of Information, Knowledge and Research in Computer Engineering*, 2 (2), 285-291.
- Gökdağ, M.** (1999). Kentsel ulaşımında karayolu ve raylı taşıma sistemlerinin bazı önemli faktörlere göre karşılaştırılması. *II Ulaşım Ve Trafik Kongresi – Sergisi*, (ss.394-400). Ankara.
- Gökdağ, M. ve Yüksel, F.** (1999). Enerji Verimliliği Açısından Demiryollarının Önemi ve Gelistirilmesi. *Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi*. Ankara.
- Gültekin Z., Ergen Z. H., Çinal S. ve Öztürk, M. M.** (2003). Kent içi ulaşımında monorail sistemi, *4. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi Bildiriler Kitabı*, (s.333) Makine Mühendisleri Odası
- Gürel, F.** (2011). Hafif Raylı Ulaşım Sisteminin Kocaeli İli İçin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hajiani, N.D. & Marathe, R.** (2013). A review of research on monorail as an alternative mass rapid transit system, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4 (2), no. 2, 275-277.
- Hamurcu, M. & Eren, T.** (2016). A multicriteria decision-making for monorail route selection in Ankara, *International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering*, 4 (5), 121-125.
- Ishikawa, K.** (1999). Straddle type monorail as a leading medium scale intercity traffic system for the 21st century, *Hitachi Hyoron*, 81, 227-230.
- İmrak, C. E. ve Salman, Ö.** (2010). Füniküler Sistemler ve Türkiye’de Kullanımı, (ss.33-40). İzmir.
- Kennedy, R.R.** (2007). Considering monorail rapid transit for north American cities, *The Monorail Society*, 41, 2-43.
- Kera, K.** (1999). Next-generation needs of railway systems and hitachi’s approaches, *Hitachi Hyoron*, 81, 208-214.

- Kancabaş, E. S.** (1998). *Urban Transportation Planning Applications in Developed and Developing Countries, and Analysis of Transportation System in Ankara on the Basis of Rail Transit*. (Yüksek Lisans Tezi). ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kırmızı, Z., Kolağasıoğlu, M. Ş. ve Çalışkan, F. T.** (2012). *Kentiçi Ulaşım Terimleri Sözlüğü*. Cinius Yayınevi. Ankara.
- Kölük, E.** (2005). *Demiryollarının Ülkemizde ve Dünyadaki Gelişimi. TCDD Eğitim Merkezi yayınlanmamış ders notları*, Ankara.
- Liu, X., Lui, F., Sun, H.** (2014) Study on the application and development of monorail transit system, *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3 (5), 213-216.
- Mergen, T.** (2008). *Kent İçi Ulaşım Sorunları Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Murteza, M.** (2010). *Raylı Sistem Yatırımları Fizibilite Etütleri Ve Yapım Yöntemleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- N. Kimijima, H. Takahashi, I. Kawabata ve S. Matsuo** (2010). New Urban Transport System for Middle East Monorail System for Dubai Palm Jumeirah Transit System (s.47-51)
- Öğüt, K. S. ve Evren, G.** (2006). Türkiye’de kentsel raylı sistemlerin gerekliliği ve uygulamada dikkat edilecek konular. *Uluslararası Demiryolu Sempozyumu*, (ss.1169-1979). Ankara-İstanbul.
- Özgür, Ö.** (2009). *An Analysis Of Rail Transit Investments In Turkey: Are The Expectations Met? Türkiyedeki Raylı Sistem Yatırımlarının Analizi: Beklentiler Karşılandı mı?* (Yüksek Lisans Tezi). ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, N. F.** (2012). *Hafif Raylı Sistemlerde PLC ile Makas Kontrolü*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Solak, K.** (2011). *Raylı Sistem Alternatifleri İle Manyetik Yastık Üzerinde Hareket Eden Trenlerin (Maglev) Çok Ölçütlü Değerlendirme Yöntemi İle Karşılaştırılması*.
- Şenlik, İ.** (2013). Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemlerinin Değerlendirilmesi. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 447, 24-26.
- T. Kuwabara, M. Hiraishi, K. Goda, S. Okamoto, A. Ito ve Y. Sugita** New Solution for Urban Traffic: Small-type Monorail System (s.139-143)
- Timan, P. E.** (2015). Why monorail systems provide a great solution for metropolitan areas, *Urban Rail Transit*, 1 (1), 13-25.
- Toprak, R. ve Aktürk, N.** (2001). Raylı toplu taşıma sistemleri ve raylı toplu taşıma sistemlerinde güvenliği tehdit eden tehlikeler. 3. *Ulaşım ve Trafik Kongresi -Sergisi Bildiriler Kitabı*, 280, (s.99-108) Makine Mühendisleri Odası

- Toprak, R. ve Aktürk, N.** (2003). Raylı ulaşım sistemlerinin çevresel etkileri ve gürültü. *IV. Ulaşım Ve Trafik Kongresi – Sergisi Bildiriler Kitabı*, (ss.189-200). Ankara.
- Tarighi, A.** (2011). Multi-Criteria Feasibility Assessment of the Monorail Transportation System In Metu Campus. (Yüksek Lisans Tezi). ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ulusoy, A.** (2010). *Ulaşımında Raylı Sistemler ve Kayseray*. (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Verma, A.** (2010). Challenges in Transportation Planning for Asian Cities.
- Vuchic, V. R.** (2007). *Urban transit systems and technology*, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 602 p.
- UNITAR**, 2010(c):42-43.
- Weber, B. ve Alfen, H.W.** (2011). *Infrastructure as an Asset Class: Investment Strategy, Project Finance and PPP* (Wiley Finance).
- CDIA (Cities Development Initiative for Asia)**, 2013, Yıllık Raporlar ve İstatistikî Bilgiler)
- Url-1** <<http://www.jorsa.or.jp/en/activities/publicity/pdf/bestofTransSample.pdf/>>, erişim tarihi 06.11.2016.
- Url-2** <<http://www.monorails.org/>>, erişim tarihi 24.11.2016.
- Url-3** <<http://www.nihon-monorail.or.jp/pamphlet/312.pdf/>>, erişim tarihi 02.11.2016.
- Url-4** <http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/DLH/tr/DOKUMAN_SOL_MENU/Rayli_Sistem_Kriterleri/20140228_153201_10288_1_10315.pdf/>, erişim tarihi 02.11.2016.
- Url-5** <<http://www.bombardier.com/>>, erişim tarihi 22.11.2016.
- Url-6** <<http://www.urbanaut.com/Cost%20Data%204.htm/>>, erişim tarihi 11.11.2016.
- Url-7** <[http://www.wikipedia.org /](http://www.wikipedia.org/)>, erişim tarihi 17.11.2016.
- Url-8** <<http://www.istanbul-ulasim.com.tr/>>, erişim tarihi 02.10.2016.
- Url-9** <<http://www.metro.istanbul/>>, erişim tarih 07.11.2016.
- Url-10** <<http://www.hitachi-rail.com/>>, erişim tarihi 15.11.2016.

EKLER

EK A: Anket Formu

EK A

MONORAY SİSTEMLERİ ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI

İTÜ Ulaştırma Mühendisliği Programı Yüksek Lisans tez çalışması kapsamında; detaylı olarak incelenmekte olan monoray sistemleri hakkında, teknik yöneticilerin (Ulaşım ile ilgili; Müdürler veya Daire Başkanları veya Belediye Başkan Yardımcıları) monoray sistemleri ile ilgili düşünceleri, bakış açıları, monoray sistemlerini diğer şehir içi raylı sistemlerine tercih etme durumları ve sebeplerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

GİRİŞ

Türkiye’de “Havaray” olarak da bilinen Monoray sistemleri, son dönemde bir çok şehir yöneticisi tarafından daha fazla bilinmeye ve karar vericilerin gündemine girmeye başlamıştır. İstanbul, İzmir ve Mersin gibi birçok Büyükşehir Belediyesi ile diğer şehirlerde de monoray sistemleri; artık, seçenek haline gelmiş olup, fizibilite çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.

İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından yapılan bu araştırma ile söz konusu sistemin ülkemiz kent yöneticileri / karar vericileri tarafından tercih edilme durumunu belirlemek ve analiz etmek amaçlanmaktadır.

Bu nedenle, bu görüşme monoray sistemlerinin artı ve eksi yönleri ile Türkiye’de monoray yatırım potansiyelini tartışmak için esasen ulaşımdan sorumlu şehir yöneticileri ile yapılmaktadır.

TANITICI SORULAR

- 1) Monoray sistemlerini hiç duydunuz mu?
☐ Evet
☐ Hayır
- 2) Herhangi bir ülkede hiç monoray sistemini kullandınız mı?
☐ Evet
☐ Hayır

Cevabınız evet ise hangi ülke(ler)de kullandığınızı belirtiniz.

--

- 3) Monoray sistemleri hakkında bilgi sahibi olduğunuz konuları işaretleyin.
☐ Kapasite
☐ Hız
☐ Maliyet
☐ Yapımcılar
☐ Tramvay ve metro sistemleriyle mukayese
☐ Avantajları
☐ Dezavantajları

Ekleme istediklerinizi belirtiniz.

--

4) Şehrinizde, ulaşım seçeneği olarak “Monoray Sistemi” yatırımını yapmayı düşündünüz mü?

- ☐ Evet
☐ Hayır

Nedenini açıkla mısınız?

5) Türkiye’de gündemde olan Monoray çalışmalarını/gelişmelerini takip ediyor musunuz?

- ☐ Evet
☐ Hayır

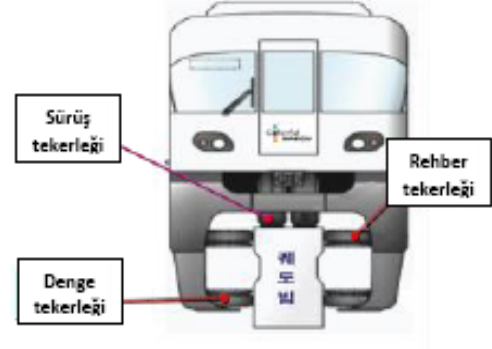
Takip ettiğiniz kaynak ve projeleri belirtiniz.

Monoray Sistemi Üzerine Bilgilendirme

Bildiğiniz üzere, monoraylar kauçuk/lastik tekerlekler kullanır ve bu yüzden geleneksel raylı sistemlerden farklıdır.

Bu sayede, geleneksel raylı sistemin teknik olarak zorlandığı çok dik rampaları çıkabilirler ve dar virajları alabilirler.

Bu sayede monoraylar karayollarına ve çoğu viyadüklere paralel olarak gidebilirler. Çoğu durumda, yolun ortasında veya paralel inşa edilen viyadükler üzerinde işletilebilmeleri, kamulaştırma maliyetlerinin daha düşük olmasını sağlamaktadır.



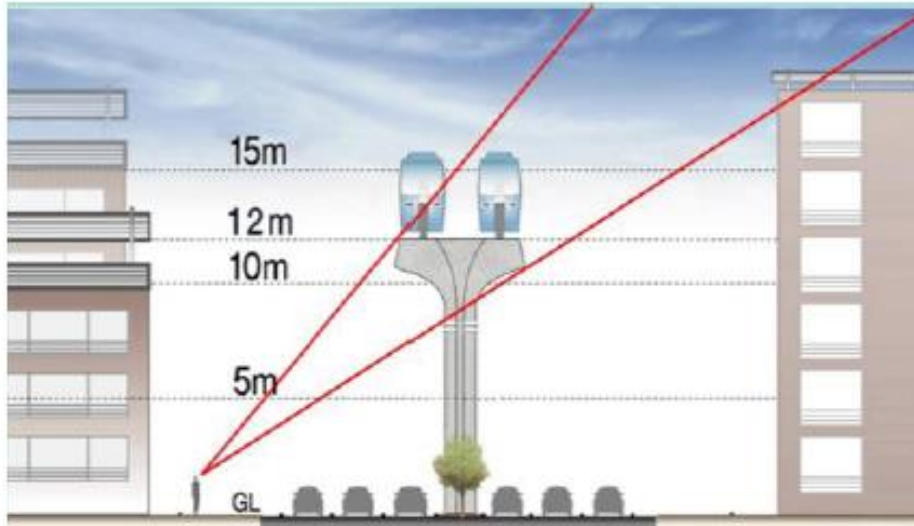
Sistemin kapasitesi bir yönde saatte 1.000 yolcudan 40.000 yolcuya hatta daha fazlaya kadar değişebilir. Kapasite arttıkça proje maliyeti artacaktır.

Aynı şekilde, birim maliyetler (kilometre başına toplam maliyete üst yapı, demiryolu levazımı, elektromekanikler dahildir) de km başına 18 milyon dolardan 40 milyona ve hatta daha fazlaya kadar değişmektedir.



Viyadük ve yükseltilmiş yollarda işletilen monoraylar daha hafif ve daha küçüktür ve bu yüzden inşa maliyeti geleneksel raylı sisteme göre daha ucuzdur. Aynı zamanda inşa yapısının altında bitki ve yeşil alan oluşturma imkânı sağlamaktadır.

Ayrıca, daha küçük ölçekli olan inşaat yapısı, LRT gibi daha büyük ölçekli ve dolayısıyla daha fazla yer gereksinimi olan inşa yapıları ile mukayese edildiğinde peyzaj açısından daha uygundur.



DIĞER SORULAR

- 6) Bu sistemi şehrinizde uygulamak ister misiniz?

- ☐ Evet
☐ Hayır

Nedenini açıklar mısınız?

- 7) Monoray sistemini, metro (LRT ve diğeri metrolarla), tramvay ve metrobüs (veya trolleybüs) ile nasıl mukayese edersiniz? bu sistemlerden hangisini hangi gerekçe ile tercih eder, hangi gerekçe ile tercih etmeyi düşünmezsiniz.

- 8) Monoray sisteminin şehrinizde uygulanması durumunda, şehrinizdeki şehir yöneticilerinin yapmak zorunda olduğu prosedürler/onaylar ile ilgili bilgi verebilir misiniz? Bu prosedürler ne kadar sürer? Bu süreci yönetmek zor olur mu?

- 9) Şehrinizde yapmayı düşünebileceğiniz monoray sistemi yatırımının finansmanını nasıl sağlarsınız?

- 10) Şehrinizde monoray sisteminin vatandaşlar tarafından kabul edilebilirliğine ilişkin görüşünüz nedir? Vatandaşların toplu taşıma kullanım alışkanlıklarını ve beklentilerini göz önünde bulundurduğunuzda, bu sistemin tercih edilme durumu size göre nasıl olur? Cevabınız olumsuz ise, belirttiğiniz olumsuzlukları gidermek için neler yapılabilir?

- 11) Şehrinizde ve Türkiye’de monoray uygulamalarına ilişkin ilave görüşünüz var mı?

- 12) Metro, tramvay ve monoray dışında farklı ve yeni yeni kentsel raylı sistemler ile ilgili bilginiz var mı? Onları şehrinizde bir seçenek olarak düşünür müsünüz?

KATKINIZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Emre MEMİŞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 1983/MANİSA
E-posta : memisemre@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2005, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- İBB – İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, (2005-2010)
- AFAD – Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, (2010-2013)
- TOKİ – İmar Planlama ve Kentsel Yenileme Dairesi Başkanlığı, (2013-,)