

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPLU TAŞIMADA RAYLI SİSTEMLERİN ÖNEMİ VE  
KENTİÇİ UYGULAMALARININ SAĞLADIĞI  
KAZANIMLARIN AKÇARAY ÜZERİNDEN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**CEBRAİL SİNA BAYRAM**

**KOCAELİ 2018**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPLU TAŞIMADA RAYLI SİSTEMLERİN ÖNEMİ VE  
KENTİÇİ UYGULAMALARININ SAĞLADIĞI  
KAZANIMLARIN AKÇARAY ÜZERİNDEN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**CEBRAİL SİNA BAYRAM**

**Doç. Dr. Kasım BAYNAL**  
Danışman, Kocaeli Üniversitesi  
**Dr. Öğr. Üyesi Fatma Serap ONURSAL**  
Jüri Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi  
**Dr. Öğr. Atakan ALKAN**  
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi



**Tezin Savunulduğu Tarih: 23.07.2018**

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Günümüzde hızlı nüfus artışı ve kentlerde oluşan yoğunluktan dolayı, toplu ulaşımın modern şehirlerde olduğu gibi kent içi raylı sistemlerle çözümlenmesi hedeflenmektedir. İyi bir ulaşım etüdü ile şehirlere özgü en uygun raylı sistem uygulaması hayata geçilebilir. Bu çözüm aranırken en ekonomik, güvenli, ve çevreci yani optimum sonuç aranması gerekmektedir. Bu konuyu araştırma fırsatı verdiği için danışman hocama teşekkür ederim. Bana desteğini, değerli vaktini ayırıp emeğini üzerimden eksik etmeyen sayın Doç. Dr. Kasım BAYNAL'a, bilgi ve tecrübesi ile beni doğru yönlendiren Raylı Sistemler Proje Şefi Yusuf Ziya ÖZYURT'a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca hem sahada hem teoride raylı sistemleri bir bütün olarak ele almamı sağlayan Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Dairesi Raylı Sistemler Müdürlüğünde çalışmak benim için hep bir şans olmuştur. Mesai arkadaşlarıma paylaşımları ve destekleri için teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca hayatım boyunca beni destekleyen aileme ve sevgili eşim, hayat arkadaşım Şeyma Nur BAYRAM'a sonsuz minnet duygularımı sunarım.

Kocaeli - 2018

Cebrail Sina BAYRAM

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iV
TABLOLAR DİZİNİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ÖZET .....	viii
ABSTRACT .....	iX
GİRİŞ.....	1
1. TOPLU TAŞIMA VE ULAŞIM .....	3
1.1. Tanımlar .....	3
1.2. Ulaşım Stratejileri .....	5
1.3. Kent İçi Ulaştırma Sistemleri.....	7
1.3.1. Teknolojik özellikler.....	9
1.3.2. Ekonomik özellikler .....	11
1.3.3. Çevresel özellikler .....	16
1.4. Kocaeli’de Toplu Ulaşım.....	20
1.4.1. Kocaeli’nin coğrafi konumu .....	20
1.4.2. Genel hareketlilik ve yolculuk talepleri.....	23
1.4.3. Deniz yolu ağı .....	26
1.4.4. Karayolu ağı.....	28
1.4.5. Raylı sistem ağı .....	30
2. KENTİÇİ RAYLI SİSTEM UYGULAMALARI .....	31
2.1. Tramvay Sistemleri .....	31
2.2. Hafif Raylı Sistem.....	34
2.3. Metro Sistemleri.....	35
2.3.1. Dünyadan metro örnekleri .....	36
3. TÜRKİYE’DE KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLERİN DURUMU .....	41
3.1. İstanbul’da Raylı Sistemlerin Durumu .....	41
3.2. Diğer Büyükşehirlerimizde Raylı Sistem Hatları .....	45
4. EKONOMİK FİZİBİLİTE ETÜDÜ .....	47
4.1. Tramvay Hattı Yapım İş Etki Alanı Hedef Yılı Projeksiyonları .....	53
4.2. Akçaray Fizibilite İncelemeleri .....	61
4.2.1. Araç sayıları ve işletme özellikleri .....	62
4.2.2. İşletme giderleri.....	63
4.2.3. İşletme gelirleri.....	63
4.2.4. Bilet geliri .....	63
4.2.5. Reklam geliri .....	65
4.3. Ekonomik Analiz .....	67
4.3.1. Otobüs yatırımı ve işletme modeli .....	67
4.3.2. Karayolu bakım ve onarım maliyeti .....	70
4.3.3. Kaza maliyeti.....	71
4.3.4. Zamanın ekonomik değeri .....	72
4.3.5. Çevresel maliyetler .....	73

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	75
KAYNAKLAR.....	80
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER .....	86
ÖZGEÇMİŞ.....	87



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Viyana’da Bisiklet Yolu .....	8
Şekil 1.2.	Tramvayın planlı kentleşmeye sağladığı katkı.....	10
Şekil 1.3.	Tramvayın kent estetiğine, sosyal ve ekonomik yaşantısına katkısı .....	11
Şekil 1.4.	Tramvay, körüklü otobüs ve otomobilin yolcu taşıma kapasitesi yönünden karşılaştırılması .....	13
Şekil 1.5.	Toplu Ulaşım Araçlarından Hangisini Tercih Edersiniz .....	14
Şekil 1.6.	Tramvayın Tercih Edilme Nedenleri.....	15
Şekil 1.7.	Araç Sahipliği ve Tramvayı Tercih Etme Nedeni .....	15
Şekil 1.8.	Tramvay Hizmetinden Genel Olarak Memnuniyet .....	16
Şekil 1.9.	Tramvay ve Otomobilin Çevreye Etkilerini Gösteren Grafik (Otomobilde 1-2 kişi , tramvayda ise %20 doluluk varken) .....	19
Şekil 1.10.	Kocaeli Nüfusunun artışı .....	19
Şekil 1.11.	Kocaeli İl Haritası.....	21
Şekil 1.12.	Marmara Bölgesi İllerinin Göç Bilgileri (2015-2016) .....	22
Şekil 1.13.	Kocaeli 2017 yılı Yolculuk Hareketleri .....	24
Şekil 1.14.	Akçaray Tramvay güzergahı .....	25
Şekil 1.16.	Kocaeli Deniz Ulaşım Sefer Yapısı .....	28
Şekil 2.1.	Eskişehir’de Tramvayın Kent Estetiğine Katkısı .....	32
Şekil 2.2.	Bremen Tramvay Hattından Görünüm .....	33
Şekil 2.3.	Karaköy-Beyoğlu arası çalışan metro Füniküler Sistem .....	37
Şekil 2.4.	Berlin Metro su .....	38
Şekil 2.5.	Dünyadan bazı büyük şehirlerin günlük raylı sistem yolculukları .....	38
Şekil 2.6.	Tramvay ve Hafif Raylı Sistem Hattı Entegrasyonu .....	39
Şekil 2.7.	Stuttgart Şehrindeki Raylı Sistemler Entegrasyonu (HRS-Metro-Tramvay) .....	40
Şekil 2.8.	Stuttgart Şehir Merkezi Raylı Sistemler Haritası .....	40
Şekil 2.9.	Stuttgart Genel Raylı Sistemler Ağı .....	40
Şekil 3.1.	İstanbul Mevcut ve Planlanan Raylı Sistem Haritası, Metro İstanbul .....	42
Şekil 3.2.	Aylara Göre Hatların Yoğunluğu .....	43
Şekil 3.3.	Yıllara Göre Yolcu Sayıları .....	44
Şekil 3.4.	Ülkemizde Kent içi Raylı Sistemlere Sahip Kentler .....	45
Şekil 4.1.	Visium ile Kocaeli ilinin zonlara ayrılması .....	52
Şekil 4.2.	Visium programı ile matrisler ve formülleri .....	53
Şekil 4.3.	Tramvay Hattı Etki Alanında Kalan Nüfus Değişimi .....	53
Şekil 4.4.	Tramvay Etki Alanındaki Öğrenci Değişim Sayısı .....	54
Şekil 4.5.	Tramvay Etki Alanındaki Çalışan ve İstihdam Sayıları .....	55
Şekil 4.6.	Tramvay Etki Alanındaki Hane Halkının Ortalama Geliri .....	55
Şekil 4.7.	İzmit Tramvay Hatları Haritası .....	56
Şekil 4.8.	20 Kasım tarihli saatlik yolcu hareketleri .....	59
Şekil 4.9.	20-26 Kasım tarihli haftalık-saatlik yolcu hareketleri .....	59

Şekil 4.10.	Kocaeli Ana Transfer Noktaları Planlaması .....	60
Şekil 4.11.	İzmit Ana Transfer Merkezleri .....	60



## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Toplu taşıma sistemlerinin maliyetlerinin karşılaştırılması .....	12
Tablo 1.2.	Kocaeli 01.07. 2017-01.01. 2018 arası Akçaray yolculuk verileri .....	24
Tablo 1.3.	Kocaeli şehri 2017 yılı yolculuk türel dağılımı .....	26
Tablo 2.1.	Tramvay, Hafif Metro ve Metro Karşılaştırılması .....	36
Tablo 2.2.	Dünya metrolarının karşılaştırılması .....	37
Tablo 3.1.	İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin yıllara göre kentiçi raylı sistem hat uzunlukları .....	42
Tablo 3.2.	İstanbul Mevcut Raylı Sistem Hatlarının Bilgileri .....	43
Tablo 3.3.	İstanbul'da toplu ulaşımın dağılımı .....	44
Tablo 3.4.	Türkiye'deki kentiçi raylı sistemler ait güzergah bilgisi.....	46
Tablo 4.1.	Ev-İş yolculukları Model Üretim Tablosu.....	51
Tablo 4.2.	Tramvay etki alanında otomobil sahipliği değişimi .....	56
Tablo 4.3.	Akçaray tramvay hattının günlük yolcu hareketleri .....	57
Tablo 4.4.	Akçaray Hattı Zirve Saat Yolculuk Hareketleri .....	58
Tablo 4.5.	20 Kasım 2017 tarihli durak bazlı yolculuk hareketleri .....	58
Tablo 4.6.	Sekapark-Otogar Tramvay Hattına Aktarmalı ve Aktarmasız Binen Yolcu Sayısı .....	59
Tablo 4.7.	2035 Yılında Ana Transfer Merkezlerinde Toplu Taşıma Hatları ve Yolcu Sayıları .....	61
Tablo 4.8.	İşletme Özellikleri.....	63
Tablo 4.9.	Raylı Sistem Koridoru Yolcu Değerleri .....	63
Tablo 4.10.	Yıllara Göre Yolcu Sayıları ve Gelirleri .....	65
Tablo 4.11.	Reklam Gelirleri için kullandığımız Veriler.....	66
Tablo 4.12.	Yıllık Reklam Geliri Tahminleri .....	67
Tablo 4.13.	İşletme Gelirleri Toplamı .....	68
Tablo 4.14.	Yatırım Yapılmaması Durumunda Otobüsle Taşınacak Yolcu Sayıları(€).....	69
Tablo 4.15.	İhtiyaç Duyulacak Otobüs Sayıları ve Otobüs Yatırım Maliyeti Tasarrufu (€).....	70
Tablo 4.16.	İşletme Maliyeti Tasarrufu (€).....	71
Tablo 4.17.	Karayolu Bakım/ Onarım Maliyeti Tasarrufu (€).....	72
Tablo 4.18.	Kaza Maliyeti Tasarrufu (€) .....	73
Tablo 4.19.	Zaman Maliyeti Tasarrufu (€).....	74
Tablo 4.20.	CO2 Emisyonundaki Azalmanın Ekonomik Faydası(€).....	75
Tablo 4.21.	Fayda/Maliyet Tablosu (€) .....	78



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

ATO	: Automatic Train Operation (Otomatik Tren Operasyonu)
GOA	: Grand of Automation (Otomasyon Seviyesi)
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HRS	: Hafif Raylı Sistem (Metro)
İÇDP	: 1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı
İDO	: İstanbul Deniz Otobüsleri
İETT	: İstanbul Elektrik ve Tramvay Teşkilatı
KBB	: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi
KOBİS	: Kocaeli Bisiklet Sistemi
KUAP	: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Ana Planı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

# TOPLU TAŞIMADA RAYLI SİSTEMLERİN ÖNEMİ VE KENTİÇİ UYGULAMALARININ SAĞLADIĞI KAZANIMLARIN AKÇARAY ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

Günümüzün modern şehircilik anlayışında, özellikle nüfusun kentlerde yoğunlaşması dolayısıyla ulaşım büyük bir problem olmaya başlamıştır ve çözüm yolları aranmaktadır. Merkezi ve Yerel yönetimler yeni ulaşım planları düzenleyerek toplu taşımayı teşvik etmektedirler. Toplu taşıma denilince akla ilk gelen otobüsler, minibüsler modern şehircilik anlayışıyla yerini daha konforlu, verimli, ekonomik ve entegre olan Raylı Sistemlere bırakmıştır. Raylı sistemler, en güvenilir ve sürdürülebilir toplu taşıma sistemleridir. Metropollerde kent içi raylı sistemler hız, konfor ve çevre dostu oluşlarıyla büyük şehirlerin vazgeçilmezi olmalarıyla birlikte, sundukları yüksek kapasite ile de ön plana çıkmaktadırlar. Raylı sistemlerin önemi günden güne artmaktadır. Otomobile dayalı ulaşım politikalarında ne kadar fazla yol, köprü, viyadük yapılırsa yapılsın, uzun vadede başarımın elde edilmesinin mümkün olmadığını deneyimler göstermiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2016 verilerine göre Kocaeli’nde 1830772 kişi yaşamaktadır; nüfus bakımından Kocaeli, Türkiye’nin onuncu büyük şehridir. Kocaeli’nin nüfusu bir önceki yıla göre 50717 kişi artmıştır. Bu sayı da yüzde olarak 2,85’e denk gelmektedir. Araç sayısı da buna bağlı olarak her geçen gün artmaktadır. TÜİK Kocaeli Bölge Müdürlüğü verilerine göre; Kocaeli’nde trafiğe kayıtlı araç sayısı 2015 yılında 328709 iken 2016 yılında bu sayı 357826 olmuştur. Bu da bir önceki yıla göre 29117 yeni aracın trafiğe çıktığı anlamına gelmektedir. Bu rakam %8,8’e karşılık gelmektedir. Yani nüfus bir artıyorsa araç üç misli artıyor gibi bir durum söz konusu olmaktadır. Verilere bakılırsa toplumun gelirinin artması, hane başına düşen araç sayısının artması ayrıca toplu taşımada gerek planlamada gerekse teşvikte eksikler olduğu ve buna bağlı olarak ta vatandaşın kendi kişisel aracıyla seyahat etmeyi tercih ettiği görülmektedir. Bu kadar yoğun nüfus ve buna bağlı olarak trafiğe çıkan araç sayısındaki artışların olduğu toplumlarda, yerleşim birimlerinde önemli ulaşım problemleri ortaya çıkmaktadır. Ulaşım problemleri için optimum çözümler ararken vatandaşın konforu, ekonomik gücü, ulaşımın güvenliği, güvenilirliği faktörleri göz önünde bulundurulmalı ve kamu kaynaklarının da en etkili bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada Dünyada ve Türkiye’deki Raylı Sistemlerin durumu ve gelişimi, bu sistemlerin toplu ulaşımındaki rolü ve Kocaeli’ndeki uygulaması açıklanmaya çalışılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Raylı Sistemler, Şehir Planlama, Toplu Ulaşım, Toplu Taşıma Sistemleri.

# **THE IMPORTANCE OF RAILWAY SYSTEMS AND THE AKÇARAY'S EVALUATION ABOUT BENEFITS OF URBAN RAILWAY SYSTEM PRACTISES**

## **ABSTRACT**

In today's modern urbanism concept, transportation has become a big problem and authorities try to find best solutions. Traffic problems are caused by concentration of population in the city. Central and local governments are encouraging public transport by organizing new transportation plans. The first buses and minibuses that came to mind in terms of public transportation have left their place with more comfortable, efficient, economical and integrated Rail Systems with modern urbanism. Rail systems are the most reliable and sustainable public transport systems. In metropolitan cities, with their speed, comfort and environment friendliness, big cities are indispensable, and they are at the forefront with their high capacity. The importance of rail systems increases day by day. Experiences have shown that it is not possible to achieve success in the long run, no matter how many roads, bridges, viaducts are built in automobile-based transportation policies.

According to the statistics of the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) 2016, 1830772 people live in Kocaeli; In terms of population, Kocaeli is the tenth largest city of Turkey. Kocaeli's population increased by 50717 compared to the previous year. This number is equivalent to 2.85 percent. The number of vehicles increases with each passing day. According to the data of TURKSTAT Kocaeli Regional Directorate; While the number of vehicles registered in traffic in Kocaeli was 328709 in 2015, this number was 357826 in 2016. This means that 29117 new vehicles were trafficked compared to the previous year. This figure corresponds to 8.8%. In other words, if the population is increasing, the situation is such that the vehicle is increasing by three times. Looking at the data, it is seen that the income of the society increases, the number of the vehicles per household increases and also the incentive is lacking in planning and transportation in public transportation and it is seen that the citizens prefer to travel with their personal vehicle. Significant transportation problems arise in communities and settlements where there is such a dense population and the corresponding increase in the number of vehicles on the road. When searching for optimum solutions for transportation problems, the comfort of the citizen, economic strength, safety, reliability factors of transportation should be taken into consideration and public resources should be used in the most effective way.

In this study, the status and development of rail systems in the world and Turkey, the role of these systems in public transportation and its application in Kocaeli are tried to be explained.

**Keywords:** Railway Systems, City Planning, Public Transportation Systems, Public Transport.

## GİRİŞ

Gelişen ve büyüyen bir toplumda ilk dikkat çeken, insanların refah durumlarının iyileşmesi, hayat standardının yükselmesi ve bunun bir sonucu olarak yaşamın her alanında istenen daha yüksek bir konfor arayışı olarak görülebilir. Sağlıklı toplumlar, kargaşanın kaos ortamının olmadığı, bireylerin rahat ve konforlu bir şekilde seyahat edebildiği, gezebildiği ortamlarda oluşur. Ekonomik kalkınmışlık, iş haricinde, sosyal etkinlikler nedeniyle de bir hareketlilik doğurduğundan, yolculuk talebinin getirdiği bir ihtiyaç olarak ulaşım sistemlerinin yapılması zorunluluğunu oluşturmuştur. Kamu kuruluşları bu talepleri inceleyip, değerlendirip çözüm üretmekle görevlidirler.

Nüfusun hızla artışı ve kırsaldan kente yoğun göç sosyolojik bir unsur olmakla beraber, aynı zamanda özellikle büyük şehirlerimizde trafik yoğunluğunu gün geçtikte artmakta ve bu durumu minimize etmek için belediyeler ve kamu kuruluşları birbirleriyle koordine bir biçimde çalışarak planlamalar yapmaktadırlar. Bu planlama yapma zorunluluğu, artan trafikle beraber oluşan kazalar, stres ve hava kirliliği, enerji sıkıntısı gibi mevcut problemleri çözmek için ulaşım planlama yapılması zorunlu kılmaktadır.

Artan nüfus ve göç dalgası neticesinde ulaşımın karşılanmasına yönelik alt yapının yeterince oluşturulmamasına bağlı olarak minibüs ve dolmuş gibi ara toplu taşıma sistemleri ile özel halk otobüslerinin sayıları hızlı bir şekilde çoğalmıştır. Fakat bu araçlar halkın ulaşım talebini karşılasa da büyük miktarda olan yolculuğun düşük kapasiteli araçlarla karşılanmasının bir sonucu olarak özellikle metropollerde trafik sıkışıklığı, hava kirliliği ve ölüm ve yaralanmalara neden olan kazalar meydana gelmektedir. Ayrıca, bu ulaşım türleri konforsuz, düzensiz, güvensiz bir ulaşım sisteminin oluşmasına, toplu taşıma sistemlerinde kullanılan ortak ödeme-bilet uygulamasına özellikle dolmuş ve minibüslerde kullanılamamasından dolayı taşınan yolcu sayısı ve gelirlerin tespit edilmesi konusunda sıkıntılar oluşturmaktadır.

1,8 milyonu bulan nüfusu, hızla gelişen sanayisi ile Marmara Bölgesi'nde yoğun bir göç odağı haline gelmiş, halen büyüyen ve gelişen bir yerleşim alanı olan Kocaeli metropoliten alanı bütünü ve bu alanda yer alan kentsel yerleşim merkezlerinin, mevcut ulaşım sisteminde yaşanan sorun ve darboğazları kapsamlı bir şekilde ele

alınarak tespit edilip, kentsel işlevlerin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamak adına, 2010 yılı içerisinde Kocaeli Ulaşım Ana Planı çalışmalarına başlandı. Kocaeli Ulaşım Ana Planı çalışmaları sonucu Kocaeli ili geneli için karayolu, demiryolu, denizyolu, otopark, yaya ve engelli ulaşımı gibi birçok alanda detaylı çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar neticesinde Kocaeli ili geneli için öneriler getirilmiştir. Bu öneriler üzerinde konu ile ilgili uzman meslek dallarından kişiler ve karar vericiler ile çalışmalar, görüşmeler ve toplantılar düzenlenmiş, uzman meslek dallarının yaptığı çalışmalar sonucu ortaya çıkan her türlü alternatif değerlendirilerek karar alınmıştır. Kocaeli Ulaşım Ana Planının hedefleri; günümüzdeki ve gelecekteki ulaşım sisteminde, insanlara ekonomik, hızlı, güvenli ve konforlu bir biçimde seyahat etme imkânı verilerek, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanımının özendirilmesi sonucunda daha yaşanabilir bir kentsel çevrenin oluşturulmasıdır. Dünyanın bütün gelişmiş ülkelerinde, şehir içi ulaşımın büyük bir bölümünü raylı taşıma sistemleri oluşturmaktadır.

Ekonomik kalkınmışlık, özel araç teknolojisindeki ilerleme ve fiyatların artmasına rağmen kredi ve ödeme imkanlarının da artırılması sonucu otomobil sayısında yükselmeye neden olmuş, meydana gelen bu artış bir takım sıkıntıları da beraberinde getirmiştir. Plansız kentleşme de ulaşım sistemlerinin uygun bir şekilde yapılmasını güçleştirmiştir. Ulaşım altyapısının yetersiz olması, özel araç sayısının artması ve çarpık yapılaşmaya bağlı olarak kendiliğinden mecburen gelişen karayolu ulaştırma sistemleri zaman içerisinde kapasitesinin üzerinde hizmet vermeye zorlanmış ve trafiği içinden çıkılmaz hale getirmiştir.

Ulaştırma proje yatırımları, altyapısı pahalı ve sadece yapıldıkları amaç için kullanılabilen sistemler olmaları nedeniyle ülkemiz gibi kısıtlı olanaklara sahip ülkeler bu yatırımların karar alma süreçlerinde doğru ve yerinde kararlar vermek zorundadırlar. İmkânların kısıtlı olması ulaştırma yatırımları aşamasında bütün faktörlerin (çevre etkisi, zaman tasarrufu, siyaset ve vatandaş baskısı, siyaseten verilen sözler ve psikolojik etki gibi) değerlendirilmesi ve fayda maliyet analizi sonucunda doğru karar verme sürecinin çok iyi yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Yanlış kararlar eldeki kaynakların boşa gitmesine, yapılan yatırımın atıl kalmasına neden olabilmektedir.

## 1. TOPLU TAŞIMA VE ULAŞIM

Kent içi ulaştırma sistemleri, şehirde yaşayanların iş, okul, sosyal aktivite gibi nedenlerle araçlı ya da yaya olarak yaptıkları yolculuk talebine bağlı oluşan sistemlerdir. Bu yolculuklar hareketlilik olarak ifade edilir ve ulaştırma sistemleri bu hareketliliğe bağlı olarak ortaya çıkan yolculuk taleplerine göre belirlenmektedir. Yolculuk talebi ön koşul olmakla beraber ulaştırma sistemleri yatırım kararlarında başka faktörlerde göz önüne alınmaktadır. Bunlara kamulaştırma maliyetleri, arazi kullanım kararları, kapasite kullanımının sürdürülebilir olması gibi etkenler örnek olarak verilebilir. Bir ülke veya şehir “yaşanılabilir” denmesi için o ülkedeki kişi başına düşen gelir (ekonomik) , trafikte geçen zaman ve ulaşım altyapısı (toplu taşımının durumu) ve güvenlik, sağlık, eğitim gibi ana kriterler incelenmektedir.

### 1.1. Tanımlar

Kent içi ulaştırma sistemleri, şehirde yaşayanların iş, okul, sosyal aktivite gibi nedenlerle araçlı ya da yaya olarak yaptıkları yolculuk talebine bağlı oluşan sistemlerdir. Bu yolculuklar hareketlilik olarak ifade edilir ve ulaştırma sistemleri bu hareketliliğe bağlı olarak ortaya çıkan yolculuk taleplerine göre belirlenmektedir. Yolculuk talebi ön koşul olmakla beraber ulaştırma sistemleri yatırım kararlarında başka faktörlerde göz önüne alınmaktadır. Bunlara kamulaştırma maliyetleri, arazi kullanım kararları, kapasite kullanımının sürdürülebilir olması gibi etkenler örnek olarak verilebilir.

Ulaşım ise kısa bir tanımla şu şekilde açıklanabilir ; “İnsanların ve eşyaların yer değiştirmesi ve bunun organizasyonudur.” Ulaştırma bir ülkenin ekonomik gelişimini ve refah seviyesini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Trafik güvenliğinin artırılması ve istenen düzeye taşınması; ancak ulaşım türleri arası dengeli dağılım ve entegrasyon ile sağlanabilir. Ve bu bağlamda da; hangi ulaşım türü olursa olsun toplu ulaşım seçeneğinin güçlendirilmesi, çeşitlendirilmesi ve öne çıkarılması büyük önem arz etmektedir. Toplu ulaşımın tercih edilirliliği; ihtiyacı karşılayabilir olması(arz-talep yönetimi ve yönlendirmesi), tüketim kültürünün doğru yöne aktarılabilmesi yeteneği,

yenilikçi ve teknik donanımlı olması ve hizmet parametreleri (dakiklik, konfor, güvenlik, maliyet) ile doğrudan ilişkisi vardır [1].

Toplu Ulaşım; daha az yer kaplayan, daha denetlenebilir ve konforlu bir sistemi ortaya koyabilme potansiyeli ile ‘trafik güvenliği’ ne önemli derecede katkı sağlayabilme yeteneğine sahip olmalıdır. Gerek karayolları ve gerekse de demiryolları, denizyolları bazlı olarak toplu ulaşım şartlarının geliştirilmesi (konfor, güvenlik, seyahat süresi, maliyet parametreleri açısından) ve yaygınlaştırılması gerekmektedir[2]. Kent içinde etkin, sağlıklı ve ekonomik bir ulaştırma sisteminin kurulması gerekir. Gelişmiş ülkelerde kentsel yönetimler gerek trafik sıklığı sorununa çözüm getirmek, gerekse verimli yolcu taşımacılığını gerçekleştirebilmek için toplu taşımacılığı ön plana çıkarmışlardır[2].

Ulaşım planlarının geliştirilmesi özverili ve titiz, yoğun bir çalışmayı gerektirmektedir. Burada önem vereceğimiz husus ise araçlara değil insana öncelik veren, yatırım ve işletmecilikte kaynakların etkin kullanımını sağlayan, mevcut ulaşım altyapısının kapasitesini en üst seviyeye taşıyan, çevresel, kentsel, insani ve tarihi değerleri bozmayan aksine koruyan ve destekleyen, toplumun farklı kesimleri arasındaki eşitliği sağlamada katkıda bulunan yani herkesin ulaşabileceği, erişebileceği, topluma dokunan ve modern teknolojileri kullanan ulaşım türlerinin kullanılması olmalıdır. Sıralanan hedef ve politikalara uygun düşen ulaşım ise ancak toplu taşıma araçları ile elde edilebilmektedir. [2] Toplu taşıma çözümlerini iki değişik tarz, yönetim anlayışıyla açıklayabiliriz. İlk olarak geçmişte yapılan geleneksel ulaşım yaklaşımı diğeri ise plan programa dayalı daha modern olan toplu taşımada çağdaş yaklaşımlar olarak ele alınabilir. Talep Artışı - Trafik Tıkanıklığı - Ek Kapasite - Trafik Rahatlama bu kısır döngü Geleneksel ulaşım yaklaşımının çözümsüzlüğünü göstermektedir[3].

Türkiye'nin ulusal stratejisinin ulaştırma sektöründeki nihai hedefi; verimli çalışan, güvenli, çevreci, akıllı, erişilebilir, sürdürülebilir ve türler arası entegre bir ulaştırma sisteminin kurulması olup Avrupa'nın önemli Ülkeleri ile yarışacak seviyeye gelmek, aradaki makası daraltıp gelişmelere ayak uydurmak olarak ifade edilebilir. Bu amaçla çalışmalar yürütülmektedir. Toplu taşıma, bir şehrin ve ülkenin ekonomik, enerji ve

çevresel sorunlarının çözümlenmesinde çok önemli bir pozisyonda olup hayat standartlarının yükselmesine yardımcı olmaktadır[4].

Toplu taşımayı teşvik etme hususunda; Münih örneği konusunda yapılan incelemelerden faydalı uygulamaları paylaşmak istedim. Ulaşım sisteminin tek çatı altında toplanması ve tek bilet kavramı ulaşımda tam entegrasyonu sağlamıştır. Bilet türlerinin çeşitliliği ve özellikle zaman sınırlı bilet satışları, yolcuların farklı alternatifler arasından seçim yapabilmesine olanak tanımaktadır. Yine park-et devam et uygulaması gayet başarılı uygulanmaktadır. Ülkemizde ise Kadıköy-Kartal arası gerek Kadıköy iskele tarafı gerekse Soğanlık Metro İspark istasyonu bu konuda örnek teşkil edebilecek bir örnektir. Gerek internet gerekse durak ve araç içi bilgilendirme sistemi tam zamanlı olarak yolcuya anlık bilgi akışı sağladığı için güvenilirliği artırmaktadır. Kavşaklarda öncelikli olarak toplu taşıma araçlarına yol verilmesi ışıklarda bekleme süresini asgariye indirip işletme hızlarında %22'ye varan artışlar görülmüştür. Gece seferleri ile yolculara özel araç veya taksi yerine toplu taşıma alternatifi sunulmuştur. Normalde alınan biletlerin gece tarifelerinde kullanılması da bir avantajdır. Toplu taşıma sistemi ayrıca engelli, yaşlı ve hamile bayanları da düşünmeli bu yolculara kolaylık sağlamalıdır. Alçak tabanlı otobüsler, tramvaylar istasyonlara kolay erişim, rampalar ayrıca asansörler ve istasyonlardaki tırtıklı çizgiler hep bu yöndeki çalışmalardır. Akçaray aracında olduğu gibi engellilere özel bölgeler, araç içi bilgilendirmeler yine bu yönde teşvik edici özelliklerdir. Bu şekilde engelli vatandaşlarımıza da değer verildiğini ve her zaman yaşamımızın içinde yeri olduğunu toplu taşımamızın saygınlığını artırarak hissettirebiliriz[5].

## **1.2. Ulaşım Stratejileri**

Kentsel ulaştırma sistemlerinin uygulanabilir olabilmesi için birçok kültürün örneğin planlama , yönetim , katılım, iletişim v.b. disiplinlerin iyi analiz edilmesi ve şehir içi ulaşım stratejilerinin bilinmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bu sistemin başlangıç noktası en önemli hassas noktalarından bir tanesi ulaşım planlama kavramıdır. Kent içi ulaşım planlaması konusunda çalışanların arazi kullanım biçimi ve kararlarıyla ulaşım arasındaki ayrılmaz ilişkiyi çok iyi analiz-sentez edebilmeleri gerekmektedir. Çünkü eldeki mevcut kaynakları etkin kullanma ve ilerde oluşabilecek kaynakları kullanılabilir duruma getirme bir yönetim sorunudur.



Temelde toplam maliyeti en aza indirecek, etkinliği en üst seviyeye çıkaracak sistemi başarı ile yürütmek için hedeflenen ulaşım stratejileri maddeler halinde řu şekilde açıklanabilir;

- a) Kent merkezine yoğunlaşan trafik yükünü azaltmak için orta ve büyük ölçekli sanayinin şehir dışına alınması,
- b) Merkez dışında yeni yerleşim alanlarının oluşturulması,
- c) Dolaşım ve otopark kısıtlamalarının yapılması,
- d) Toplu taşıma ve yayalara öncelik verilmesi,
- e) Deniz ulaşımı veya su yolu ulaşımı olan yerlerde deniz yolu ile ulaşım ağırlık verilmesi,
- f) Esnek sinyalizasyon sistemlerinin hayata geçirilmesi,
- g) Ulaştırma sistemleri arasında entegrasyonun sağlanmasına büyük katkı sağlayan aktarma merkezlerinin oluşturulması, olarak kısaca sıralanabilir.

Yukarıda açıklanan ulaşım stratejileri doğrutusunda ulaşım sorunlarının belirlenmesinde ve çözümünde ilk görev yönetim sorumluluğu olan kişi ve kurumlarda bulunmaktadır. Kentlerde ulaşım ihtiyaçlarının karşılanabilmesi, var olan olanakların sunulabilmesi, uzun-orta ve kısa vadeli ulaştırma planlarının yapılarak hayata geçirilmesi, ulaşım ağının ve trafiğin yönetimi, denetlenmesi, toplu taşıma sistemlerinin yönetim ve denetim gibi görevlerin eş zamanlı olarak yürütülmesi ile mümkün olabilmektedir. Ulaşım stratejilerinin, planının oluşması için dört ana aşama vardır; yolculuk yaratımı (üretim ve çekimi), yolculuk dağılımı, türel dağılım ve trafiğin atanması. Akçaray ekonomik analiz ve yolculuk sayılarının atanması, model oluşumunda bu hususu detaylıca inceledim. Burada çalışma yapılacak alanlar bölgelere-zonlara bölünür. Ve buradaki yolcu hareketleri izlenir. Üretim burada bölgenin kendi içinde veya diğer bölgelere gerçekleşen yolculukları anlatırken, çekim söz konusu bölgeye diğer bölgelerden ne kadar yolculuk gerçekleştiğidir. Yolcu üretim-çekiminin matematiksel ifadesine model denir, yani formülasyona oturtulmuş şeklidir[6].

Toplu taşıma sistemleri karayolu, raylı sistem ve deniz yolu olmak üzere üç alt başlık altında incelenebilir. Karayolu toplu taşıma araçları otobüs, trambüs, dolmuş-minibüs ve İstanbul'da 2007 yılında ilk defa devreye alınan metrobüstür. Metrobüs, raylı sistem konforu ve düzenliliği ile otobüslerin esnekliğini birleştirip yüksek sayıda

yolcuya hitap edebilen yolcuların beğenisini kazanmış, yüksek yatırım bedeli gerektirmeyen ve kısa sürede devreye alınabilen, raylı sistem gibi planlanıp, raylı sistem gibi işletilen yolcu taşımacılığına yeni bir yaklaşım getiren bir sistemdir [7].

Toplu ulaşım türleri olarak tanımladığımız lastik tekerlekli ve raylı sistemler, nüfusun belli bir sayısına kadar birbirlerine rakip olarak görünse de özellikle Türkiye’de nüfusu 1000000’un üzerindeki birçok şehirde artık birbirlerini tamamlayan türler olarak karşımıza çıkmaktadır. 700000 üzerinde nüfusa sahip şehirler Türkiye’de Büyükşehir olarak adlandırılmaktadır ve planlamaları bütçeleri bu şekilde yapılmaktadır. İlerleyen günlerde Büyükşehir statüsünde olacak yeni kentlerin olması muhtemeldir. Nüfusu bu rakamın (1000000) üzerinde ise genelde raylı sistem çözümlerinin raylı sistemler üzerine kurulu olduğunu aksi halde ise lastik tekerli çözüm yollarının uygulandığını görülmektedir. Saatte tek yönde bir kesitte taşınabilecek yolcu sayısı otobüs sistemi için en fazla 7500 yolcu/ saat, tramvay sistemi için 15000 yolcu/saat, metrobüs ve hafif raylı sistem için (hemen hemen aynı mantıkta çalışmaktadırlar) 30000 yolcu/saat ve metro sistemi için 70000 yolcu/saat olduğu görülmektedir[4].

### **1.3. Kent İçi Ulaştırma Sistemleri**

Kent içi ulaştırma sistemleri genel olarak “Otobüs, minibüs gibi lastik tekerlekli sistemler ve tramvay, metro gibi ray üzerinde giden kılavuzlanmış sistemler” olmak üzere iki ana başlık altında adlandırılabilir. Bu sistemlere ek olarak kıyı kentlerde deniz ulaştırması, iç su geçen yerlerde iç suyolu ulaştırması ve teleferik gibi havai hatlarda ulaştırma sistemleri içinde değerlendirilebilir. Karayolu ulaştırmasında esnek bir taşıma imkanı sunan lastik tekerlekli sistemler her zaman kullanıma hazır olmaları, istenilen sayıda insanı veya istenilen miktarda eşyayı zaman parametresine bağlı olmadan bir noktadan başka bir noktaya taşıma kolaylığı sağlaması olsun, gerekse de diğer ulaştırma sistemleri ile entegrasyonun kolay olması ve yatırım maliyetlerinin düşük olması nedeniyle kent içi ulaşımında tercih edilmekte ve kaynakların büyük çoğunluğu bu sistemlere aktarılmaktadır. Kent içinde hem toplu taşıma hem de özel otomobil taşımacılığı bu sistemlerle mümkün olabilmektedir.

Kentlerde ayrıca yürüyüş yolları ve bisiklet yolları yapılması halkın sağlığını düşünen olumlu bir politika olarak göze çarparken modern şehirlerde olması gereken faaliyetlerdir. İnsanları toplu ulaşım ile raylı veya lastik tekerli sistemlerle taşırken bireysel araç kullanımını minimuma indirmek hedeflenmelidir.



Şekil 1.1. Viyana’da Bisiklet Yolu [30]

Aynı zamanda kısa mesafede yaya yolları ve bisiklet sistemleri (kentnin coğrafi yapısı elverdiği ölçüde) aktif olarak kullanılmalıdır. 2017 verilerine göre Kocaeli şehrimizde 37 km bisiklet yolu bulunmaktadır. Ayrıca 2014 yılında kurulan KOBİS adı verilen akıllı bisiklet ulaşım sistemleri ile Kocaeli sınırları içerisinde kent içi erişimi kolaylaştırmak, toplu taşıma sistemlerini besleyici nitelikte ara imkânlar oluşturmak, çevresel ve sürdürülebilir bir ulaşım aracının kullanılmasını özendirmek için bisiklet kiralama sistemi hayata geçirilmiştir.

İzmit ilçemizde 23, Kartepe 3, Başiskele 2, Darıca 1, Derince 1, Gebze 1, Gölcük 2, Karamürsel 1, Körfez 1 olmak üzere 35 adet istasyon bulunmaktadır. İstasyonlarda en az 12 en fazla 24 olmak üzere 444 bisiklet park ünitesi ve 260 adet bisiklet bulunmaktadır. Herhangi bir istasyondan kiraladığınız bisikleti istediğiniz bir başka istasyona teslim edilebilmektedir.[31] Bu sistem ile mevcut kent kart kartınız ile bisikletleri kiralama şeklinde kullanabilmektedir. Yine bisiklet kültürünün yerleşmesi ve bisiklet yollarının öneminin vurgulandığı bir şehir olan Viyana’da Şekil 1.1’de görüldüğü üzere modern bir köprü inşa edilmiş.

Kılavuzlanmış sistemler, bir yerden bir yere madeni bir yol üzerinde, mekanik bir güçle hareket ettirilen madeni tekerlekli araçlar, içinde insan ve eşya taşınmasını sağlayan tesislerin tümüne demiryolu denilmektedir [8]. Tanımdan da anlaşılacağı gibi sabit bir madeni yol üzerinde hareket eden lastik tekerlekli sistemler gibi esnek olmayan belirli güzergâh dışına çıkamayan bir ulaştırma türüdür. Kent içi raylı sistemler kullandıkları yol ve taşıdıkları yolcu sayısına göre metro, hafif raylı sistemler-tramvay ve banliyö olarak sınıflandırılabilir. Denize kıyısı olan veya kent içinde iç su yolu geçen kentlerde deniz ulaşımı veya iç su yolu ulaşımı söz konusudur. İstanbul, İzmir, Kocaeli gibi şehirlerimizde kent içi deniz ulaşım aktif olarak kullanılmaktadır, fakat tabii ki istenen seviyelerde henüz değildir.

Toplu taşımacılıkta kullanılacak sistemin belirlenmesinde; taşınacak yolcu sayısı, kapasitesi, frekansları (sefer aralıkları-sıklığı) ve hacmi birçok değişik faktöre bağlıdır. Genelde bu faktörler bölgeden bölgeye, şehirden şehire ve ülkeden ülkeye değişim gösterirse de değişmeyen ve değiştirilemeyen tek faktör taşımacılıkta kullanılacak sistemin güvenli, hızlı, ekonomik, dakik, sık işleyen, tarifeli ve düzgün işleyen sistem olmasıdır. Bir bölge veya bir kent için sistem belirlenirken o bölgenin veya kentin coğrafi yapısı, kentin sosyo ekonomik yapısı, şehrin planlama özellikleri, mevcut olan yolların veya sistemlerin kaliteleri, verimliliği, imar ve şehircilik planları, nüfus- toplu taşıma yolculuk verilerinin doğruluğu ..vb birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır[11]. Kent içi toplu taşıma sistemlerinin değerlendirilmesinde, yolcuları etkileyen , şehri ve trafiği etkileyen , ülke ve kentte yaşayan diğer insanları etkileyen , işletmeyi etkileyen ölçütler gibi bir çok etken değerlendirilir ki bunlar teknolojik, ekonomik ve çevresel olmak üzere 3 ana başlıkta toplanabilir [12].

### **1.3.1. Teknolojik özellikler**

Sistemin yeterli konfora ve güvenliğe sahip olması beklenir. Taşıtların yolcu kapasitesi, sistemin saatlik kapasitesi, enerji tüketimi teknolojik özellikler içinde karşılaştırma kriterleridir. Teknolojik özelliklere bağlı olarak sunulan hizmet kalitesi de yolcuların kent içi toplu taşıma sistemleri arasında seçim yapmasında önemli bir ölçüttür. Bunlar sefer sıklıkları, yolculuk süreleri, güvenilirlik, yolculuk konforu, yolculuk ücretleri, taşıtların fiziki şartları, bilet alınmasındaki kolaylık, yaşlılar, engelliler ve çocuklar için gerekli kolaylıklar, yolcuların beraberinde ki eşyalarını

taşıyabilme olanaklarıdır. Yolculuğu modern teknoloji ile kolaylaştıran gerek ücret ödemede gerekse yolculuk süresine hayatımızı kolaylaştıran ne varsa bu kategoriye girmektedir. Hizmetin kalitesini artırmak için bilet dolum noktaları, engelli ve yaşlılar için özel bölümler ayrıca eşya taşıma için araçlarda ergonomik, pratik seçenekler sunulmalıdır.

Böylelikle yolcular varacakları noktaya en hızlı, en konforlu ve en güvenli biçimde ulaşabilmeyi tercih eder [10]. Tüm bunlar değerlendirildiğinde raylı sistemlerin en teknolojik modern yaklaşım olduğunu açık bir şekilde görebiliriz.



Şekil 1.2. Tramvayın planlı kentleşmeye sağladığı katkı [24]

Şekil 1.2’de Freiburg kentinin tramvay planlaması yer almaktadır. Bu da yeni planlı bir kentin nasıl oluşturulduğu ile ilgili bir örnek sağlamaktadır. Antalya EXPO, Samsun Yeni Stad ve Kocaeli Şehir Hastanesi bölgesine oluşan veya planlanan tramvay hatları buna açık bir örnektir. Önceden atıl veya şehirden uzak olan bu bölgeler zamanla çekim merkezi haline gelecektir.



Şekil 1.3. Tramvayın kent estetiğine, sosyal ve ekonomik yaşantısına katkısı [24]

Yukarıdaki Şekil 1.3’de tramvayın kent merkezini canlandırdığını, güzergah bölgelerine ve şehir estetiğine olumlu yönde katkısı olduğunu vurgulayan bir şekil kullanılmıştır.

Ulaşım sistemlerinde fiziksel özerklik (Güzergah bağımsızlığı) arttıkça kaza olasılığı da ortadan kalkmaktadır. Özellikle raylı toplu taşıma sistemlerinde bilgisayar ve elektronik sistemlerle kaza oranları minimuma düşmektedir ve hizmet güvenirliliği sağlanmaktadır. Otobüs, dolmuşlar fiziksel özerkliği olmayan, tramvay karma trafikte gittiği için zaman zaman karayoluyla kesişmekte olup yarı özerk, hafif raylı sistem ve metrolar ise tam özerk sistemlerdir[19].

### 1.3.2. Ekonomik özellikler

Yapım (ilk yatırım) ve işletme maliyetleri, sistemin kamuya, işleticiye ve kullanıcıya maliyeti ekonomik kıyaslama kriterleridir. Toplu taşıma sistemlerinde maliyet, yapım ve işletme olmak üzere ikiye ayrılır. Sistem kapasitesi, altyapı tipi, ekonomik ömrü, finansman durumu, faiz oranları ve kamulaştırma masrafları altyapı maliyetini etkileyen temel unsurlardır. İlk yatırım maliyeti km başına 5 milyon dolar altı olan işletmelerde otobüs veya trambüsler iş görebilmektedir. Hafif raylı sistemler veya metrolar yüksek yatırım bedelleri istediğinden bu potansiyeli karşılayacak yolcu

yükününde olması gerekmektedir. Bu şekilde işletmeler kendi harcamalarını karşılayamayacak duruma gelir ve yolcuya kaliteli hizmet veremez.

İşletmenin kısa ve orta vadede kendini döndürebilmesi kara geçirmese de maliyetlerini karşılaması beklenir. Bu tür yatırımların kararının alınırken kamu kaynaklarının etkin olarak kullanılması, bir yandan efektif doğru planlanmalı ve uygun model seçilmeli ancak diğer taraftan da raylı sistemlere yatırım konusunda cesur olmak gerekli ve bundan dolayı sadece kar amaçlı bakılmamalı, sosyal ve kalkınmış refah düzeyi yüksek ülkeler seviyesine gelmemiz için bu tarz sistemlerin kente entegrasyonu mecburi duruma gelmiştir.

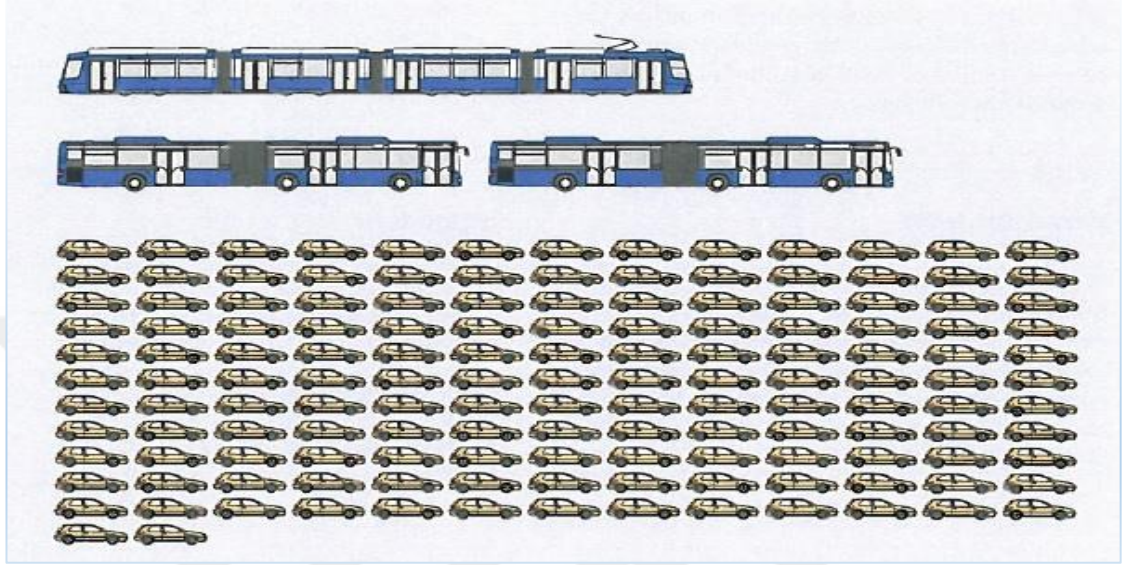
Kent içi ulaşımında sistem seçimlerinde ekonomik faktörlerin gözetimi son derece önem arz etmektedir. Yaptığımız yatırımın optimum , en uygun tercih olması gerekmektedir . Bu konuda geçmiş çalışmalarda, literatürde yapılan kabul, bir yolcu için durakta 5 dakikalık bekleme süresinin normal olduğu varsayıldığında bir yöndeki saatlik yolculuk talebi;

- a)Yolcu sayısı < 92 ise dolmuşun
- b)Yolcu sayısı 92 - 225 arasında ise minibüsün
- c)Yolcu sayısı 225 - 6400 arasında ise otobüsün
- d)Yolcu sayısı 6400-12800 arasında ise metrobüsün
- e)Yolcu sayısı 12800-32000 arasında ise tramvayın
- f)Yolcu sayısı >32000 arasında ise hafif raylı sistem veya metronun ekonomik olduğu durumlardır [3].

Tablo 1.1. Toplu taşıma sistemlerinin maliyetlerinin karşılaştırılması [14]

	<b>İnşaat maliyeti</b>	<b>Araç maliyeti</b>	<b>İşletme maliyeti</b>	<b>Bakım maliyeti</b>
<b>Otobüs</b>	Yok	Düşük	Çok düşük	Çok düşük
<b>Metrobüs</b>	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
<b>Tramvay</b>	Düşük	Düşük-orta	Düşük	Orta-yüksek
<b>HRS</b>	Düşük	Orta	Düşük	Orta-yüksek
<b>Metro</b>	Yüksek – çok yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek - çok yüksek
<b>Banliyö</b>	Orta-yüksek	Yüksek	Orta-yüksek	Yüksek

Tablo 1.1’de görüldüğü üzere yer altındaki metronun sadece istasyonları arazi işgal edip kamulaştırma yapılacağı için inşaat maliyetleri yüksek olacaktır. Çünkü tünel delme ve peronların yapımı, hattın tamamen yer altından gitmesini sağlamak oldukça maliyetlidir.



Şekil 1.4. Tramvay, körüklü otobüs ve otomobilin yolcu taşıma kapasitesi yönünden karşılaştırılması [24]

Şekil 1.4’te görüldüğü gibi 218 kişi 1 tramvay ile taşınabilirken öte taraftan iki körüklü otobüs ve 145 otomobil bu işlevi görebilmektedir. Alan kullanımı açısından da bakınca tramvay gayet efektif görünmektedir. Ayrıca modern şehirlere bir estetik hava da katmaktadır[24].

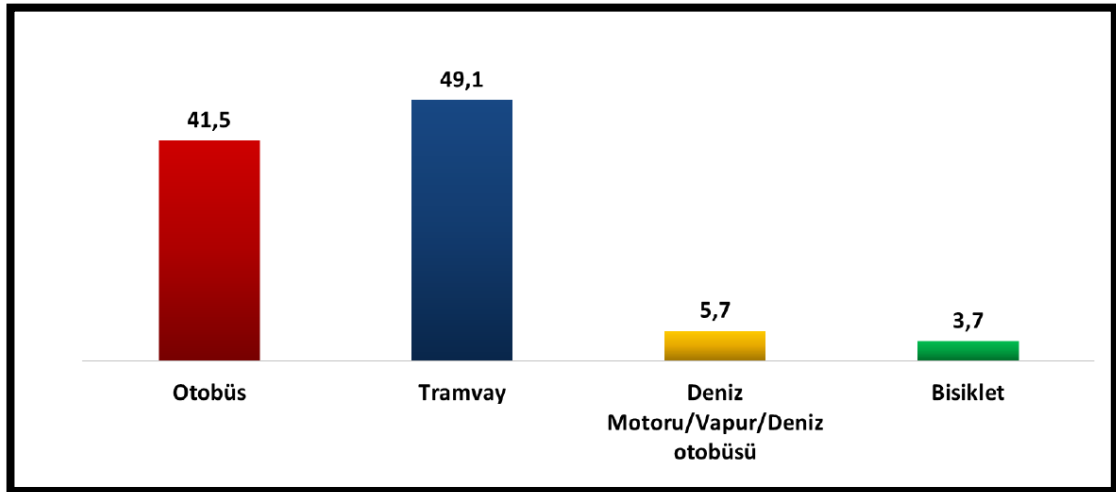
Helsinki kenti Finlandiya ülkesinin başkenti olup 2016 yıllık raporlarını incelediğimizde 367000000 her yıl toplu taşıma ile yolculuk yapıldığını görmekteyiz.48 km tramvay ve 21 km metrosu olan bu kentte 293 tramvay, 17 metro istasyonu bulunuyor.123 milyon yolcu yani toplu taşıma kullanan yolcuların yarısından fazlası Helsinki kentinde seyahat halinde olmuş. 56,6 milyon tramvay yolculuk sayısı bir önceki sene yani 2015 e göre 1,4 milyon artmış. %99,84 ile tramvay seferleri gayet başarılı bir emre amadelik yani dakiklik göstermiş. 2016 yılında tramvay da 29,6 Gwh enerji harcanırken metroda 47,5 Gwh elektrik harcanmış ayrıca kwh/yolcu başı km de ise tramvay 0,24 değerini almış[21]. Yine bir hesaplamada MVV Mannheim verilerine göre otobüs veya araba ile light rail (hafif raylı ) aracını kıyaslamış ve şu sonuca



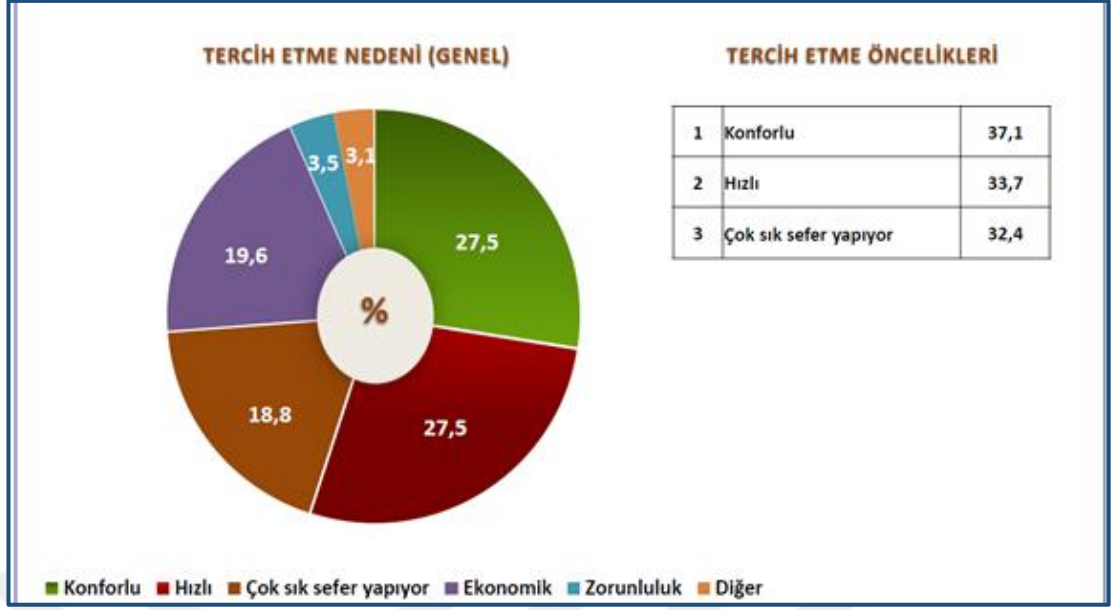
varmışlardır. Bir tramvay ortalama enerji tüketimi 4 kWh/km , ortalama bir tramvayda yolcu sayısı kişi kilometre/ vagon kilometre =  $221,2/5,698= 39$  kişi. Enerji tüketimi her kişi için ve km başı tramvayda şu şekildedir:  $4/39=0,1$  kWh/kişi\*km. Otobüs tüketiminde ise  $0,38$  l dizel/km  $1 \text{ m}^3 = \text{ca } 9900$  kWh (İsveç Petrol Enstitüsünün verileridir.)  $0,38 \text{ l}=\text{ca } 3,8$  kWh.Ortalama otobüste yolcu sayısı , kişi km/vagon km=  $43,8/3,249=13,5$  kişi. Otobüste ortalama enerji tüketimi kişi-km :  $3,8/13,5= 0,3$  kWh/kişi\*km; sonuç olarak  $0,3/0,1=3$  yani otobüsün enerji tüketimi ile tramvay-hafif raylı sistem aracının arasında 3 kat fark vardır[28].

Kocaeli Büyükşehir Belediyesinin yaptığı anket incelendiğinde yolcuların tramvaya olan memnuniyeti ve ilgisi göze çarpmaktadır. Bağımsız kuruluşa yapılan anket sonucu; halkın %49,1 gibi büyük bir bölümünün gideceği yere tramvayla ulaşmak isteyeceği görülmektedir(Şekil 1.5.).

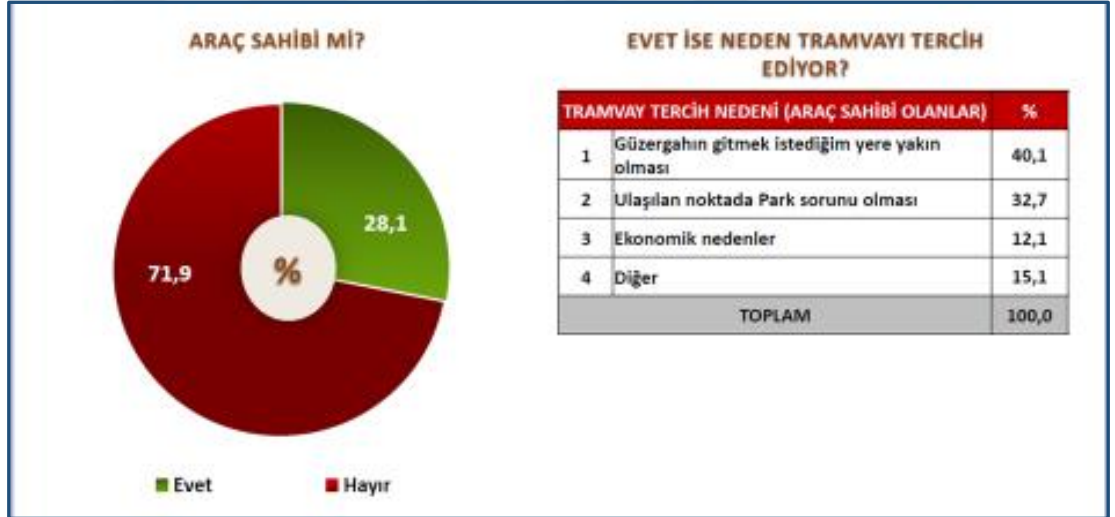
Bu tercihin başlıca nedenleri ise hızı, konforu ve sefer sıklığı olarak açıklamıştır (Şekil 1.6). Akçaray'ı toplu taşımada tercih edenlerin %61'i araç sahibi değil ve şekillerde de görüldüğü üzere %60,9'u çok memnun, %34'te memnun olarak anket sonuçları yüksek bir memnuniyet oranı belirtmektedir. Bu halkın yapılan yatırımı ne kadar benimsediğini göstermektedir.



Şekil 1.5. Toplu Ulaşım Araçlarından Hangisini Tercih Edersiniz [13]

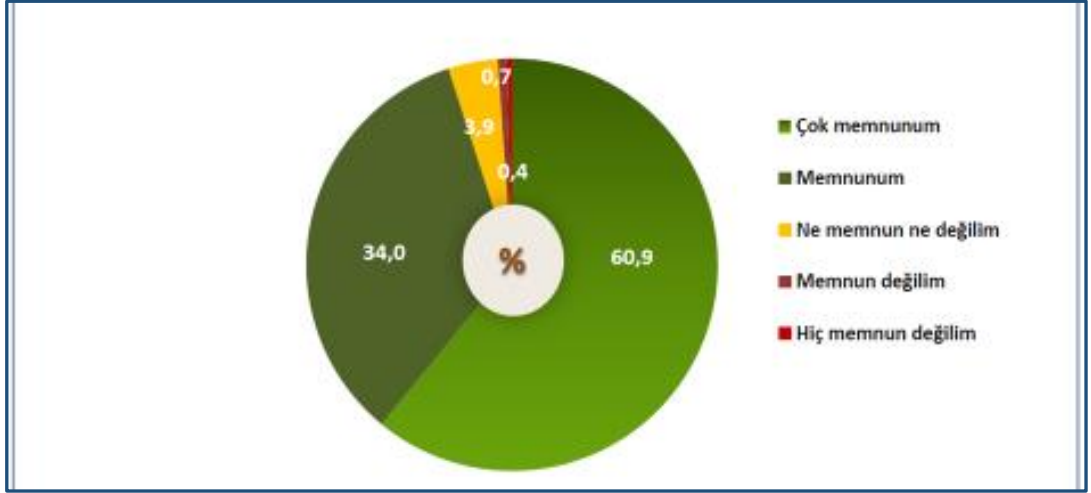


Şekil 1.6. Tramvayın Tercih Edilme Nedenleri[13]



Şekil 1.7. Araç Sahipliği ve Tramvayı Tercih Etme Nedeni[13]

Şekil 1.7 ve Şekil 1.8 değerlendirildiğinde, anketimize katılanların %71,9 gibi büyük bir çoğunluğun araç sahibi olmadığını ve toplu taşıma kullanımına daha yatkın kişiler olduğunu görüyoruz. Araç sahibi olanlar ise yani %28 lik kısım ise güzergahın yolcunun varış noktasına yakın olduğundan ve park sorunu yaşamamak adına tramvayı tercih ettiğini görüyoruz. Ekonomik nedenler ise araç sahiplerinin tramvayı tercih etme sebebinin sadece %15 ini oluşturmaktadır.



Şekil 1.8. Tramvay Hizmetinden Genel Olarak Memnuniyet[13]

Şekil 1.8’de ise halkın %60 ının tramvay hizmetinden çok memnun olduğunu, %34 ünün ise memnun ve %3,9 unun kararsız olduğunu görmekteyiz. Bu veriler bize halkın memnuniyeti doğrultusunda, efektif bir planlama yapılarak tramvay hatlarının uzatılması hususunda olumlu görüş vermektedir.

### 1.3.3. Çevresel özellikler

Avrupa ve Dünyanın birçok ülkesi artık dizel araçlardan vazgeçmekte elektrikli otomobilleri, otobüsleri tercih etmektedir. Toplu ulaşım sisteminin çevreye etkileri (hava kirliliği, gürültü, karbondioksit salınımı, kaza olasılıkları) çevresel karşılaştırma kriterleridir. Sistemlerin trafikte oluşturduğu çevresel etkilerden en önemlisi hava kirliliğidir. Elektrik enerjisi ile çalışan sistemlerin seçimi atmosferik kirlenmelerin azalmasına katkıda bulunacaktır.

Özellikle Dünyada hibrit otomobillerin ön plana çıkması ve ülkemizde toplu taşımada elektrikli ve Cng doğalgazlı otobüslerin tercih edilmesi, karbon salınımını en aza indirmek ve çevreyi korumak amacıyla yapılmaktadır. Toplu taşıma araçları olabildiğince çevreci ve minimum karbon ayak izi oluşturacak şekilde tasarlanmakta ve son teknolojiye uygun olarak tasarlanmaktadır[32,33].Şahsi araçlarımızla gittiğiniz km başına olan emisyonları toplu taşıma kullanarak %90’a varan oranda azaltmamız mümkün olmaktadır[11]. Çünkü karbon ayak izinin %15 gibi büyük bir payını kömür, petrol gibi yakıtlar neden olur %10’luk ikinci büyük payını ise özel araçlarımız oluşturmaktadır [20].

Tüm bunların yanında ulaşım araçlarının yarattığı ses şehirlerdeki gürültünün en önemli nedenlerinden biridir. Ses dalgaları uluslararası standartların belirlediği çerçeveler içinde ve güzergah üzerindeki gerek seyahat eden gerekse o bölgede ikamet eden kentlileri rahatsız etmemeli, gürültü oluşturmamalıdır. Motorlu taşıtlara nazaran raylı toplu taşıma araçları daha az gürültüye neden olmaktadır. Raylı sistemler (Tramvay, HRS, Metro) en çevreci ulaşım çözümleridir ve karayolu araçları gibi doğaya CO<sub>2</sub> vermez, elektrikle çalışır ayrıca gürültü olarak ta daha az ses çıkardığından tamamen çevrecidir.

Ortalama 1,2 - 1,4 kişi taşıyan 1000 kg civarındaki otomobiller yolcu başına en çok enerji sarf eden ve CO<sub>2</sub> yayan ulaşım sistemidir. 1 kg akaryakıt eşdeğeri enerji ile bir yolcu otomobiller 19, otobüsler 39, metro 48 km taşıyabilmektedir.

Bugün pek çok ülkede artık dizel yakıtlı toplu taşıma ve özel araçlarının kullanılmadığı hatta Almanya'nın Stuttgart kentinde 1 Ocak 2018'den itibaren dizel motorlu araçlar trafiğe çıkamayacağı bilinmektedir. Deutsche Umwelthilfe isimli çevreci kuruluşun açtığı dava sonucu artık dizel araçlar Stuttgart'ta trafiğe çıkamayacak ve hava kirliliği büyük ölçüde azalacaktır. Yeni üretilen araçların elektrikli olması teşvik edilecektir[34,36]. Ayrıca ülkemiz enerji bakımından dışarı bağımlı durumdadır. Elektrikli araçlara, toplu taşımada aynı şekilde tamamen elektrikle çalışan raylı sistemlere yönelmek sadece trafik sorununu çözmeyecek aynı zamanda azalan petrol rezervleri ve ülkemizin dışa bağımlı olduğu enerji hususunda ekonomimize olumlu faydalar sağlayacaktır.

Raylı sistemlerin bu kadar çevreci olması dolayısıyla gelecekteki toplu ulaşımı da şekillendirecektir. Çünkü Türkiye'de ulaştırmadan kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımı 1990-2009 yılları arasında %80 artarak 47 milyon tona ulaşmıştır. CO<sub>2</sub> salınımının ulaştırma kesimi içindeki dağılımına bakıldığında; 2009 yılında karayolu taşımacılığı %85 ile en büyük paya sahiptir[12]. İstanbul şehrimizde hava kirliliği tehlikeli sınırlara çıkmış olup, sağlıksız olarak nitelendirilecek durumdadır [37,39].

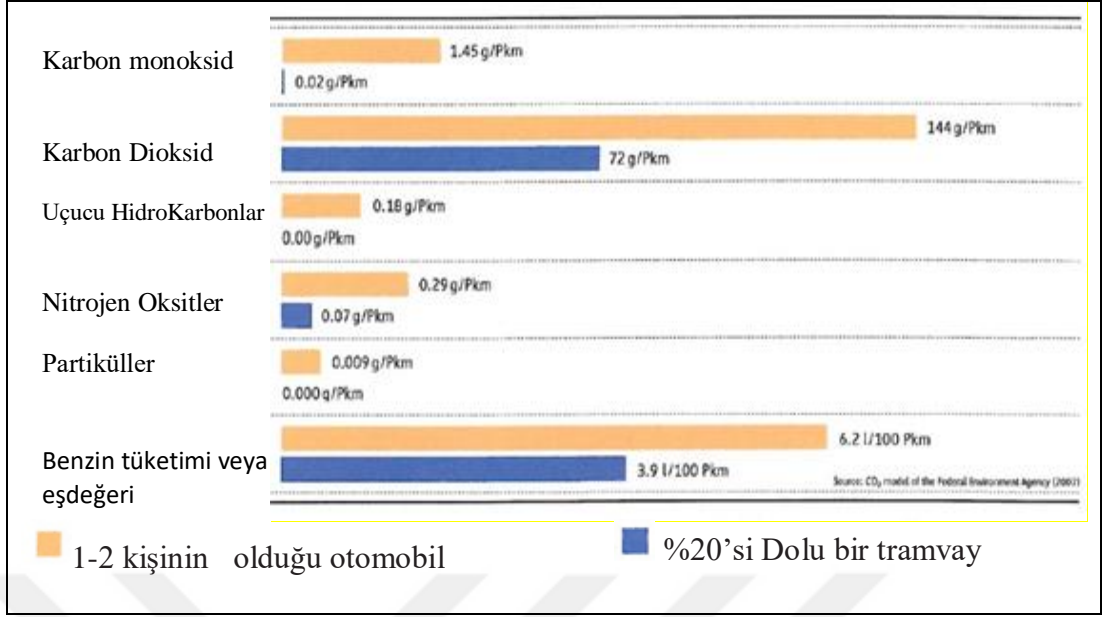
Bu durum Koah, Astım gibi solunum yolu hastalıklarını tetiklemektedir[22]. Bugün özellikle Avrupa'da çevre kirliliğini azaltmak için toplu ulaşımında büyük devrimler olmaktadır. Bu devrimleri yapabilmek ve finanse edebilmek için tabii ki ulaşım

altyapısı ve bunu finanse edebilecek bir yatırım, işletme gücü olması önemlidir. 222326 nüfuslu Avusturya'nın ikinci büyük şehri Graz, bizde nüfusa bakıldığında Bilecik, Sinop gibi küçük bir vilayete denk gelmektedir. Ancak bu ufak şehirde 6 tramvay hattı, 24 otobüs hattı bulunmaktadır. Altstadt yani eski şehir denilen bölgeye ücretsiz tramvay taşımacılığı yapılmaktadır[65]. Almanya'da ise yine çevre kirliliğini düşürmek ve toplu taşımada raylı sistemleri teşvik etmek için Alman Demiryolları, şehir içi yolculuklarda bedava bilet uygulaması başlatmayı planlıyor.

Alman Demiryollarının bu uygulamasına göre 100 kilometre ve daha uzak mesafelerde trenle yolculuk yapanlar, aynı gün otobüs, tramvay, metro ve banliyö trenlerine ellerindeki Alman Demiryolları şirketine ait biletle ücretsiz binebilecek. Demiryolları, şimdiye kadar şehir içi toplu taşıma araçlarını sadece yıllık tren kartı sahiplerine ücretsiz kullanıyordu. Uygulamanın Ağustos ayında yürürlüğe girmesi planlanıyor[66,67]. Almanya, Avrupa Birliği'nin hava kirliliği baskısına, otobüsleri ve trenleri ücretsiz yaparak cevap vermeye hazırlanıyor. İlk etapta, Bonn, Essen, Reutlingen, Mannheim ve Herrenberg şehirlerinde pilot proje olarak uygulamaya başlanacağı açıklandı.

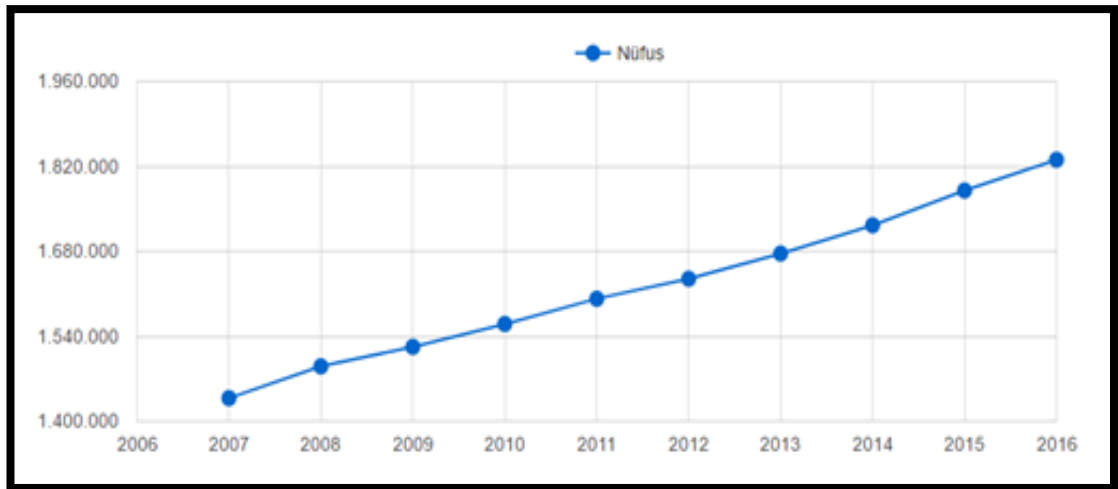
Kocaeli ilinde ise özellikle Gebze-Dilovası bölgesinde çarpık kentleşmenin ve plansız büyümenin neticesinde hava kirliliği kansere neden olacak şekilde hızla artmaktadır[30]. Kocaeli, Sakarya, İstanbul ve Bursa gibi nüfusun, sanayinin yoğun olduğu bölgelerde hava kirliliği görülmesi muhtemeldir ve raylı sistemler ile sadece trafik sorunu çözülmemekte aynı zamanda çevre ve insan sağlığı da olumlu yönde etkilenmektedir.

Yeni ulaşım planlamalarında yol güzergahları trafik yoğunluğunu azaltacak şekilde, çevre yolları ve alternatif güzergahlar ile kent merkezi trafiği azaltılması hedeflenirken, raylı sistemler gibi yeşil toplu taşıma sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmalıdır. Trafikte emisyon azaltıcı özellikler taşıyan yeni araçlar kullanılması, hibrit ve elektrikli araçların kullanımının yaygınlaşması gibi hususlarda yasal düzenlemeler ve kampanyalarla halk çevreci araçlara teşvik edilebilir[20].



Şekil 1.9. Tramvay ve Otomobilin Çevreye Etkilerini Gösteren Grafik (Otomobilde 1-2 kişi , tramvayda ise %20 doluluk varken) [24]

Şekil 1.9'da açıkça görüldüğü gibi çevreye zararlı olan CO<sub>2</sub>, CO vb. gazların salınımı raylı sistemlerde yok denecek kadar azdır. Tüm Dünya'da otomobil sahipliği arttığı halde her bireyin veya ailenin bir otomobili olamayacaktır. Olsa dahi trafik ve çevre kirliliği, enerji tüketimini düşürerek, araçlarımızla gideceğimiz yerlere toplu taşımayı kullanarak teşvik etmemiz ve idareler olarakta bu sistemleri geliştirmemiz gereklidir. Özellikle gelişmiş olan ülkelerde şehir sakinleri ağırlıklı olarak toplu ulaşım sistemlerini kullanmaktadırlar.



Şekil 1.10. Kocaeli Nüfusunun artışı [40]

Şekil 1.10'da görüldüğü gibi Kocaeli'de nüfus her geçen gün hızla artmakta ve buna bağlı olarak da ulaşım, barınma-konut ihtiyacı aynı şekilde çevre sorunları, gecekondulaşma ve işsizlik problemleri ortaya çıkmaktadır.

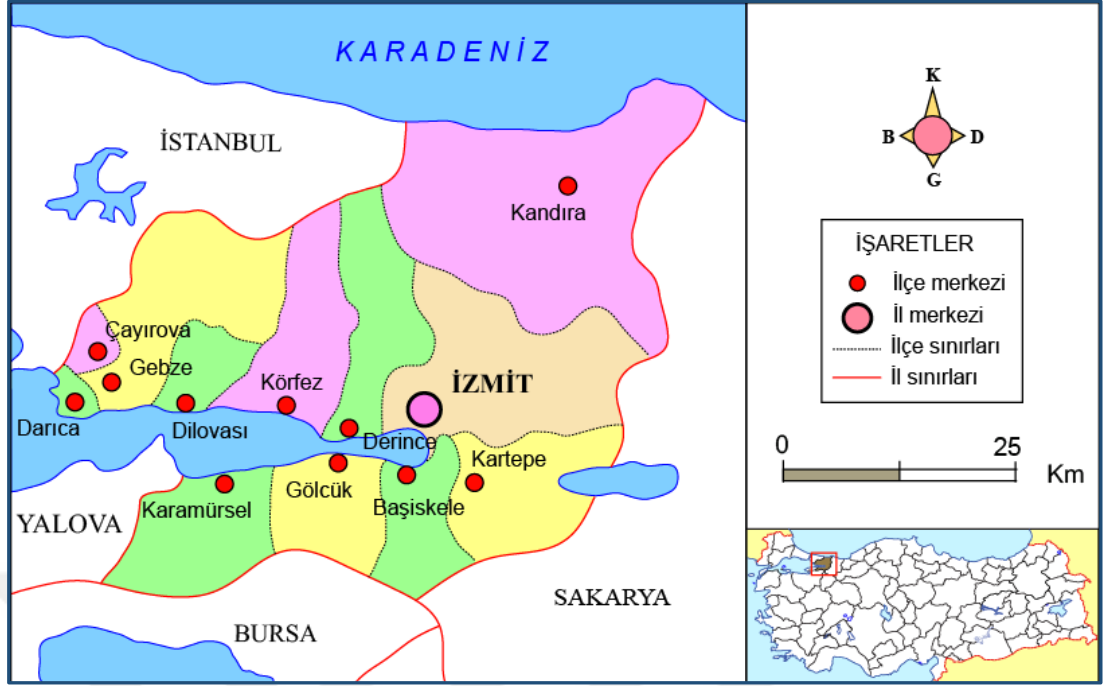
#### **1.4. Kocaeli'de Toplu Ulaşım**

Kocaeli ilinde toplu ulaşım deniz yolu, karayolu (otobüs, minibüs), tramvay ile sağlanmaktadır.

##### **1.4.1. Kocaeli'nin coğrafi konumu**

Tarihi değerlere ve eşsiz doğal güzelliklere sahip olan Kocaeli, Marmara bölgesinde Çatalca-Kocaeli bölgesinde kurulmuştur. Doğu ve güneydoğuda Sakarya, güneyde Bursa illeri, batıda Yalova ili, İzmit Körfezi, Marmara Denizi ve İstanbul ili, kuzeyde de Karadeniz'le çevrilidir. Konumu nedeniyle çok eğimli bir arazi yapısına sahiptir. Şehrin yapısı, arazi kullanım kararları ve mevcut şehirleşme biçimini etkileyen bu yapı ulaştırma sistemleri içerisinde karayolu ulaştırma sistemlerinin planlamasını etkilemekte ve ulaştırma akslarının birbiri ile entegrasyonunu zorlaştırmakta, yapılsa bile yüksek maliyetli bir yatırım haline getirmektedir. Örneğin Kocaeli'nin merkez ilçesi olan İzmit, doğu-batı aksında hareket imkanı tanımaktadır. İstanbul'dan Sakarya tarafına doğru olan bu hareket bir tarafı deniz, diğer tarafı ise dağlık olmasından kaynaklanmakta ve ulaşım yapısını etkilemekte, fazla alternatif çözüm bulunmasına mani olmaktadır. Doğal bir liman olan İzmit Körfezi, işlek bir denizyoludur. Şekil 1.11'de görüldüğü üzere Kocaeli'nin kuzeybatı yüzündeki İstanbul il sınırı, Gebze ile İstanbul arasında akan Kemiklidere'nin doğusundan geçer. Güneybatıda İstanbul-Kocaeli sınırı İzmit Körfezi'nin karşı kıyısında Yalova topraklarıyla son bulur. Bursa sınırını Samanlı Dağları'nın tepelerinden geçen hat oluşturur. Güneydoğuda bu sınır Maşukiye'nin hemen yanındaki Sapanca Gölü kıyısında Sakarya iline dayanır. 2011 yılı itibariyle nüfusu 1601720'dir. İlin yıllık nüfus artış hızı %2,7'dir. Km<sup>2</sup>'ye düşen nüfus miktarı 398 kişiye ulaşarak İstanbul'dan sonra Türkiye'nin en kalabalık ikinci ili olmuştur. Yüzölçümü bakımından Türkiye'nin en küçük yedinci ilidir [45].

Nüfustaki büyüme Kocaeli'nin sanayi bölgesi olması ve dolayısıyla iş imkânlarının çekim gücü oluşturması sonucu oluşan yoğun göç nedeniyledir[41].



Şekil 1.11. Kocaeli İl Haritası[42]

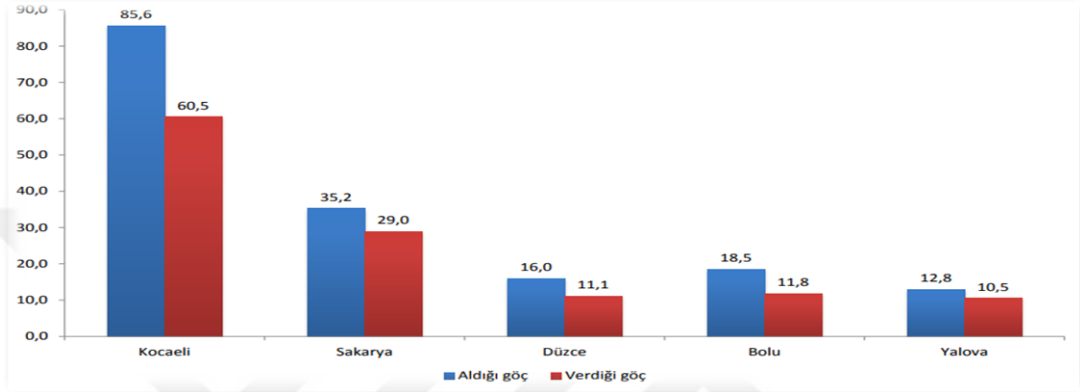
Kocaeli'nin sanayileşmesinde en önemli etken, tüm ulaşım imkanlarına sahip olmasıdır. Kara ve demiryolu ağları ile yapılan taşımacılık özellikle Avrupa ve Ortadoğu'ya yapılmakta olup, limanlar ile yapılan deniz taşımacılığı da önemli bir boyuta ulaşmıştır. İstanbul ve Bursa gibi önemli ticaret ve sanayi merkezlerine yakınlığı, yatırımlar açısından Kocaeli'yi öncelikli kılmaktadır.

Kocaeli'nin kent merkezi İzmit'in İstanbul'a uzaklığı 85 km'dir. İstanbul'un batı yakasında bulunan Atatürk Hava Limanı ve doğusunda faaliyet gösteren hemen yakınındaki Sabiha Gökçen Havalimanı ile dünyaya açılan Kocaeli, Ankara'ya da TEM otoyolu ile bağlıdır. Uluslararası İstanbul Atatürk Havalimanı 90 km. mesafededir. Ayrıca Uluslararası Sabiha Gökçen Havalimanı'na 50 km. mesafededir. 5'i Kamu Limanı (Derince ve Yarımca) ve 35 özel iskele ile deniz ulaşımı imkanları açısından tüm Anadolu'nun en iç noktasındadır.

Nüfus artışının ortaya çıkardığı konut yetersizliği, kent kültüründen uzak insanların, sadece içinde barınabilecek bir yer edinme isteği çarpık yapılaşma ile giderilmeye çalışılmıştır. Yerel yönetimlerin planlı yapılaşma ve konut üretimi konusunda isteksiz ve yetersiz kalması sorunu daha da büyütmüş ve zamanla içinden çıkılmaz hale getirmiştir.



Çarpık yapılaşma sonucu karayolu ulaştırma sistemi kendiliğinden meydana gelmiş, hiçbir planlama ilke ve kuralına uymayan yollar ortaya çıkmıştır. Nüfus artış hızı ile beraber trafiğe çıkan karayolu taşıtlarının sayısı da artmıştır. 2010 yılı TÜİK verilerine göre Kocaeli’de nüfus 1560000 kişi yaşarken 2016 yılında bu rakam 1831000 olmuştur. Senede ortalama 45000 e yakın nüfus artışı görülmekte ve sürekli artan bir ivme görülmektedir.



Şekil 1.12. Marmara Bölgesi İllerinin Göç Bilgileri (2015-2016)[26]

Marmara bölgesi Ülkemizin en çok göç alan bölgesidir. Şekil 1.12’de bazı illerin aldığı ve verdiği göçler görülmektedir. Kocaeli’nin nüfus büyümesi diğer Marmara bölgesi illerine göre ciddi şekilde daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Yine TÜİK verilerine göre Kocaeli’nde 2010 yılında 240000 motorlu araç varken 2016 yılında bu rakam 358000 olmuş, 2017 verilerinde ise (Ocak-Şubat) 361000 olarak belirlenmiştir. Trafik kazalarına bakıldığında 2015 yılında Kocaeli’de 4284 kazada 7139 yaralı 95 ölüm meydana gelmiştir.

Bu da gösteriyor ki toplu taşımaya insanları teşvik edilmezse ve ulaşım altyapısı buna göre dizayn edilmezse, nüfus artışına ve gelire bağlı olarak araç artışı yine bunun sonucu trafik kazaları, stres, trafik sıkışıklığı, egzoslardan çıkan CO<sub>2</sub> miktarındaki artıştan dolayı çevre kirliliği, daha fazla yakıt tüketimi ve enerji ihtiyacı gibi benzer birçok problem ile karşı karşıya kalınacaktır.

Yukarıdaki verilerden görüldüğü üzere Kocaeli’de hızla artan nüfusla beraber motorlu karayolu taşıt sayısı da artmaktadır. Çarpık yapılaşma sonucu oluşan dar yollar, artan taşıt trafiğini kaldıramaz noktaya gelmiş ve trafik tıkanıklığına neden olmuş, uzun zaman ve büyük maddi kayıplara sebebiyet vermiştir.

Ana hat-yol konumunda bulunan yollar (Şehir içinden geçen D-100 dahil) mevcut kapasitelerini zorlamakta, büyük çoğunluğu kapasitesinin üstünde hizmet vermektedir. Bu da araçlarda seyir hızında düşmeye, trafikte tıkanmaya neden olmakta ve doruk saatlerde durma noktasına gelmektedir.

Toplu taşıma içerisinde karayolunun payı %98'dir[13]. Yoğun bir toplu taşıma sistemi ve son beş yılda özel otomobil sayısındaki artış nedeniyle zorlanan karayolu ulaşım altyapısı kapasite oranının üzerinde hizmet vermektedir.

#### **1.4.2. Genel hareketlilik ve yolculuk talepleri**

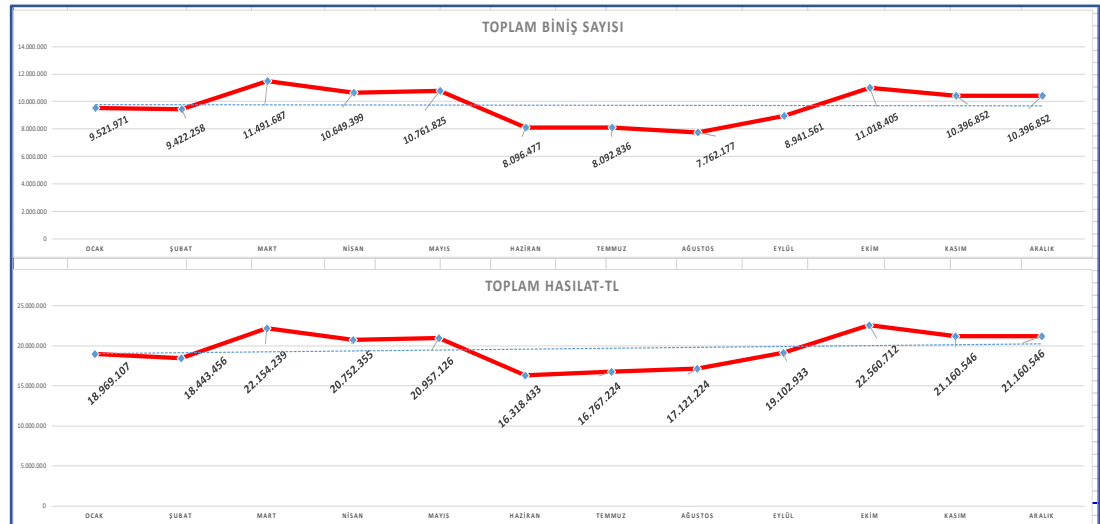
Kocaeli'de 2014 yılında Büyükşehir Belediyesi tarafından hedef yıl 2035 baz alınarak Ulaşım Master Ana planı hazırlanmıştır. Bu çalışma (5216 sayılı Yasa ile hizmet alanı belirlenen) dikkate alınarak 12 ilçe ve 272 mahalleyi kapsamakta olup içerisinde Köseköy-Körfez metro hattı, tramvay hatları ve metro hatlarını öngören bir çalışmadır[17].Yolculuk hareketleri okullar için Milli Eğitimden, iş yerleri için İŞKUR ve resmi kurumlardan bilgiler edinilmiştir. Visum programı ile eldeki veriler geleceğe modellenmiştir.

Bu çalışmaya konu olan Tramvay hattı ise Kocaeli'nin merkezi konumları olan birçok konut, sosyal yaşam merkezi ve iş alanları, okullar yer almaktadır. Proje Kozluk, Kemalpaşa, Tepecik Körfez, Kadıköy, Yenişehir, Mehmet Ali Paşa ve Yahya Kaptan gibi yolcu hareketlerinin yoğun olduğu bölgeleri kapsamaktadır.

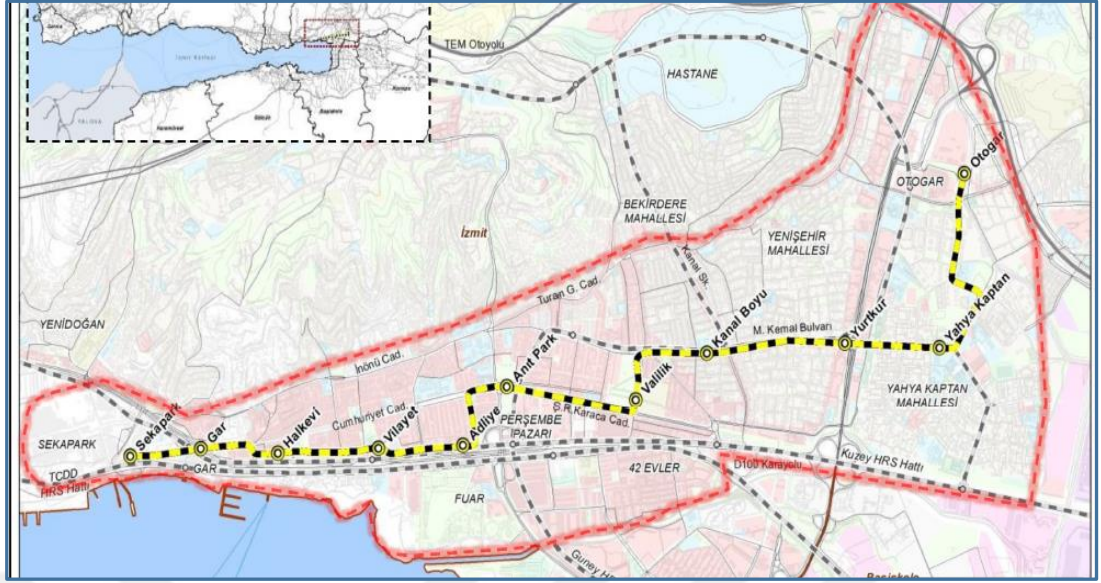
Tablo 1.2. Kocaeli 01.07. 2017-01.01. 2018 arası Akçaray yolculuk verileri [13]

AYLAR	SERBEST	İNDİRİMLİ	KREDİ KARTI	TAM	7/24 PARA	ÖĞRENCİ	65 YAŞ	TOPLAM BİNİŞ SAYISI
OCAK	1,126,099	421,273	35,606	4,923,896	49,587	2,956,547	8,963	9,521,971
ŞUBAT	1,144,808	423,030	40,547	4,589,013	46,689	3,168,949	9,222	9,422,258
MART	1,369,140	509,632	49,973	5,191,672	53,028	4,306,841	11,400	11,491,687
NİSAN	1,304,500	467,190	48,526	4,953,930	56,820	3,808,303	10,127	10,649,399
MAYIS	1,331,023	473,990	46,782	4,994,970	58,712	3,845,610	10,738	10,761,825
HAZİRAN	1,102,778	369,463	42,506	4,311,041	60,022	2,201,582	9,084	8,096,477
TEMMUZ	1,147,917	314,121	47,491	4,593,166	69,345	1,911,333	9,463	8,092,836
AĞUSTOS	1,126,345	293,002	48,392	4,368,117	71,015	1,845,890	9,415	7,762,177
EYLÜL	1,122,876	372,097	47,603	4,320,748	73,885	2,995,583	8,769	8,941,561
EKİM	1,300,813	439,892	59,451	4,681,837	67,867	4,459,639	8,905	11,018,405
KASIM	1,271,848	421,812	61,168	4,373,570	62,694	4,197,150	8,610	10,396,852
ARALIK	1,271,848	421,812	61,168	4,373,570	62,694	4,197,150	8,610	10,396,852
YILLIK TOPLAM	14,619,995	4,927,314	589,213	55,675,530	732,358	39,894,577	113,306	116,552,300
AYLIK ORTALAMA	1,207,630	408,369	46,688	4,692,839	60,697	3,150,028	9,609	9,575,860
GÜNLÜK ORTALAMA	40,055	13,499	1,614	152,536	2,006	109,300	310	319,321
YOLCULUK ORANI	312.3%	105.2%	12.6%	1189.2%	15.6%	852.1%	2.4%	2489.5%

Burada belirtilen tarih aralığında yolcu hareketleri ve toplam hasılat Şekil 1.13.'te görülebilmektedir. Tablo 1.2'de UlaşımPark'tan alınan yolcu verilerine ve yolculuk tiplerine göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 1.13. Kocaeli 2017 yılı Yolculuk Hareketleri [13]



Şekil 1.14. Akçaray Tramvay Güzergâhı [17]

Şekil 1.14'te ise tramvay güzergâhı haritada belirtilmiştir. Sekapark - Otogar 1.Etap Tramvay Hattı güzergâhı batıda Sekapark Bilim Merkezi bölgesinden başlayarak, TCDD Garı ve Yürüyüş Yolu üzerinden devam etmekte, Perşembe Pazarını geçerek Şehit Rafet Karaca Caddesini takip etmektedir. Doğu Kışla Gençlik Parkı'na kadar Şehit Rafet Karaca Caddesi üzerinden devam eden tramvay güzergâhı, Köse Sokak üzerinden Mustafa Kemal Bulvarı'na dönmektedir. Buradan Necip Fazıl Caddesi'ne geçerek Sarı Mimoza, Salkım Söğüt ve Hanlı Caddeleri üzerinden Kocaeli Otobüs Terminali'nde sonlanmaktadır.

Böylece Hızlı Tren Garı, Otobüs Terminali ve İzmit Çarşısı merkezi gibi yolcu potansiyeli yüksek olan birçok alan birbirine entegre olmuş durumdadır. Tablo 1.3'de Kocaeli kentine ait 2017 yılı yolculuk türel dağılımı görülmekte ve sadece 7 km lik hat ayrıca 6 aylık bir raylı sistem geçmişi olduğundan kara yolunun ağırlığı hissedilmektedir. Raylı sistem ağlarını genişleterek bu yüzdelerin daha dengeli dağılmasını sağlamak hedeflenmektedir.

Tablo 1.3. Kocaeli Şehri 2017 Yılı Yolculuk Türel Dağılımı [13]

	2017 Binişler	Yüzde
<b>Lastik Tekerlekli(L)</b>	176.557.100,06	%98,01
<b>Raylı Sistem(R)</b>	3.143.268,00	%1,74
<b>L+R (TOPLAM)</b>	179700368,06	Personel dahil (22,428)
<b>Deniz Ulaşımı(D)</b>	447.066,00	%0,25
<b>L+R+D (TOPLAM)</b>	180147434,06	%100,00
<b>Not:</b> Raylı sistemin 6 aylık yolculuğu baz alınarak 11 aylığa göre revize edilmiştir.		
Biletli yolcu sayısıdır.		117239605,00
Paralı + Biletli yolcu sayısıdır.		179700368,06

### 1.4.3. Deniz yolu ağı

Etrafı denizlerle çevrili Kocaeli'nin gerek çevre illerle gerekse bir yay gibi ortasına denizi almış coğrafi koşullarından dolayı deniz ulaşımının daha yaygın olması beklenmektedir; ancak deniz ulaşımını yeterince etkin kullandığı pek söylenemez. Derince Limanı, Körfezde bulunan Dubaiport, Gölcük tersaneleri... vb limanları inceleyince Kocaeli gibi büyük bir sanayi şehrinin ticaretten dolayı oluşan ithalat ve ihracat için deniz yollarının ve limanlarının verimli çalıştığı ve aktif olduğu görülmektedir; ancak aynı verimin toplu taşımada kentçi veya şehirler arası denizyolu yolcu taşımacılığında uygulanamadığı görülmektedir. Deniz Ulaşım toplam yolculuğun %1'ine bile denk gelmemektedir (Tablo 1.3).

Halkın deniz ulaşımın sefer aralığının çok uzun olması ve inilecek olan iskelelerden gidilecek noktalara entegre bir ulaşımı bulmada zorlanmasından dolayı pek tercih etmediği, sistemin daha efektif çalışması gerektiğini gözler önüne sermektedir. İzmit, Gölcük, Değirmendere ve Karamürsel kentin güney kesmine hitap ederken körfezin üst kısmında ise Derince, Körfez bulunmaktadır.

Şekil 1.15'te Kocaeli Belediyesinin sefer sıklığı ve tarifesi görülmektedir. Deniz seferlerinin efektif kullanılmamasının nedeninin yakıtının pahalı olmasının ve halkın talebinin masrafları dahi karşılayamamasının etkisinin olduğu düşünülmektedir.

KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ  
DENİZ ULAŞIM

TOPLU TAŞIMA  
DAİRESİ BAŞKANLIĞI

# KIŞ SEFER TARİFESİ

## HAFTA İÇİ



### DENİZ ARACI (YOLCU VAPURU) SEFERLERİ

HAT - 1	İZMİT	GÖLCÜK	D.DERE	K.MÜRSEL	K.MÜRSEL	D.DERE	GÖLCÜK	İZMİT
	Kalkış	Variş	Variş	Variş	Kalkış	Variş	Variş	Variş
	08:15	08:45	09:05	09:50	06:45	07:30	07:45	08:15
	14:00	14:30	14:50	15:35	12:00	12:45	13:05	13:35
	17:50	18:20	18:40	19:20	16:00	16:45	17:05	17:35



### DENİZ ARACI (YOLCU MOTORU) SEFERLERİ

HAT - 3	İZMİT	GÖLCÜK	DERİNCE	T.ÇİFTLİK	D.DERE	YARIMCA	YARIMCA	D.DERE	T.ÇİFTLİK	DERİNCE	GÖLCÜK	İZMİT
	Kalkış	Variş	Variş	Variş	Variş	Variş	Kalkış	Variş	Variş	Variş	Variş	Variş
	-	08:00	08:15	08:30	08:45	09:15	-	07:15	07:30	07:45	08:00	-
	13:00	13:30	-	-	-	-	09:15	11:00	11:15	11:30	11:45	12:15
	-	14:45	15:00	-	-	-	-	-	-	15:00	15:15	15:45
	16:00	16:30	16:45	17:00	17:15	-	-	17:45	18:00	18:15	18:30	19:00
	19:15	19:45	20:00	20:15	20:30	-	-	-	-	-	-	-

HAT - 4	GÖLCÜK	DERİNCE	T.ÇİFTLİK	D.DERE	YARIMCA
	Kalkış	Variş	Variş	Variş	Variş
	07:15	07:30	07:45	08:00	-
	10:30	10:45	11:00	11:15	-
	13:45	14:00	14:15	14:30	15:00
	-	-	15:45	16:00	-
	17:45	18:00	18:15	18:30	-
	-	-	18:45	19:00	-

HAT - 4	YARIMCA	D.DERE	T.ÇİFTLİK	DERİNCE	GÖLCÜK
	Kalkış	Variş	Variş	Variş	Variş
	-	08:00	08:15	08:30	08:45
	-	13:00	13:15	13:30	13:45
	15:00	15:30	15:45	-	-
	-	17:00	17:15	17:30	17:45
	-	18:30	18:45	-	-
	-	19:30	19:45	20:00	20:15

HAT - 2	K.MÜRSEL	HEREKE	HEREKE	K.MÜRSEL
	Kalkış	Variş	Kalkış	Variş
	06:00	06:35	06:40	07:15
	07:15	07:50	08:15	08:50
	09:00	09:35	09:45	10:20
	12:00	12:35	14:15	14:50
	16:15	16:50	17:30	18:05
	18:15	19:00	19:00	19:35

**Karamürsel'den Tütüncütlük ve Derince'ye gidecek yolcular için aktarma yapılır.**

**Derince ve Tütüncütlük'ten Karamürsel'e gidecek yolcular için aktarma yapılır.**



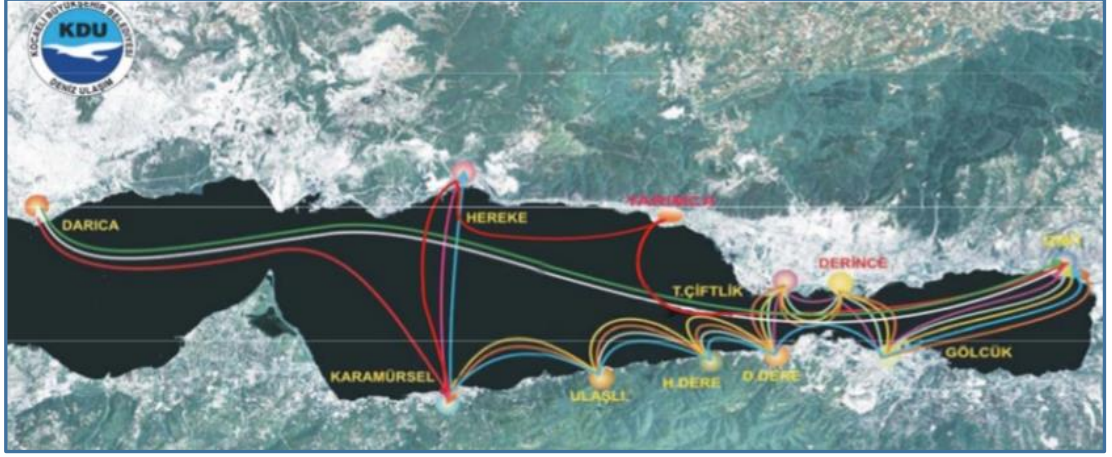
Deniz Ulaşım Şube Müdürlüğü	0262 321 24 29
İZMİT İskele	0262 339 40 50
GÖLCÜK İskele	0262 412 64 13
DEĞİRMENDERE İskele	0262 426 19 21
KARAMÜRSEL İskele	0262 452 45 48
DERİNCE İskele	0262 239 35 99
TÜTÜNÇİTLİK İskele	0262 526 42 93
YARIMCA İskele	0262 528 76 63
HEREKE İskele	0262 511 32 97

www.kocaeli.bel.tr

/kocaeliulasim denizulasim@kocaeli.bel.tr

Şekil 1.15. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Deniz Ulaşım Yolcu Seferleri Tablosu [43]

Karayolu ile verimli bir biçimde desteklenmediği için ve sefer saatlerinin uymamasından dolayı halkın deniz ulaşımına gereken talebi göstermediği görülmektedir. Halbuki Körfez'in bir yakasından diğer yakasına lastik tekerli toplu taşıma araçlarıyla gitmesi, gerek konfor gerekse vakit olarak yolcunun lehine olmayacaktır. Şekil 1.16'da Kocaeli Deniz Ulaşımı durakları görülmektedir.



Şekil 1.16. Kocaeli Deniz Ulaşım Sefer Yapısı [44]

#### 1.4.4. Karayolu ağı

Marmara Bölgesi illeri arasında önemli bir yere sahip olan Kocaeli tam ortasından Doğu-Batı aksında geçmekte olan D-100 yolu, sahil yolu ve Tem otoyoluna ev sahipliği yapmaktadır. Birçok önemli yolun ve merkezin kesişim noktası olan Kocaeli ciddi bir trafik yükü taşımaktadır. Kocaeli için geçmişten bugüne devam eden yatırımlar incelendiğinde, karayolu ağırlıklı bir ulaşım ağı olduğu söylenebilir. Bunun sonucu olarak yolculukların türlere göre dağılımına bakıldığında, eğilimin de karayolu ağırlıklı olduğu görülmektedir. Bu durum karayolunda trafik sıkışıklıklarına neden olmaktadır. Yaşanan nüfus artışı ve özel otomobil sahipliğinin artması da ortalama yolculuk süresini arttıran nedenler arasında bulunmakta ve yaşanan trafik sıkışıklığı çeşitli kayıplara neden olmaktadır.

Deniz, hava ve karayolu alanında ülkenin en büyük projelerinin Kocaeli'yi kapsayacak şekilde planlanması ve projelendirilmesi, gelecekte bölgenin yatırımlar açısından daha değerli bir alan olacağına işaret etmektedir. Marmaray Projesi, Kuzey Marmara Otoyolu Projesi ve bu projeye entegre Çevre ve Otoyol Projeleri, İzmir-Bursa-İstanbul Otoyol Projesi ve bu projeye entegre Körfez Geçişi Köprüsü, Karasu Limanı, Cengiz Topel Havaalanı'nın kargo taşımacılığına açılması ve henüz planlanma aşamasında olan birçok proje Kocaeli'nin ulaşım/erişim anlamındaki gücünü arttıracak, bölgeyi ülkenin ulaşım/erişim üssü haline getirecektir [17].

Kentsel gelişme ve ulaştırma bağlantıları, birbiriyle ilişkili ve ayrılamaz parçalardır. Ulaştırma bağlantılarının güçlü olduğu yerlerde konut alanlarının gelişmesi; özellikle de Kocaeli gibi plansız fakat hızla gelişen kentlerde ortaya çıkan en önemli sorunların başında gelmektedir. İstanbul İli içinde kentsel gelişim doğu-batı yönünde ve D-100 (E-5) bağlantı yolu boyunca olmaktadır. Sanayi ve ticaret alanlarına bakıldığında ise bu bölgelerin ana ulaşım akslarının üzerinde olduğu görülmektedir.

Yoğun ve plansız yapılaşmaya bağlı olarak gelişen çarpık karayolu ulaştırma altyapısı zamanla kapasitesinin üstünde hizmet vermeye zorlanmış, bu da trafikte yoğunluğu arttırmış, doruk saatlerde tıkanmasına neden olmuştur. Özel otomobil kullanımının fazla olması, toplu taşıma sistemlerinin sağlıklı kullanılmasına engel olmaktadır. Trafikte yaşanan sıkıntılar toplu taşıma ve özel araç kullananların zamanlarının büyük kısmını yollarda geçirmelerine neden olmakta, milli kayıplara sebebiyet vermektedir. Kocaeli'nde toplu taşıma hatlarında karayolu ulaşımı, özel halk otobüsleri, belediye otobüsleri ve dolmuşlarla sağlanmaktadır. Bunun dışında şehir içi deniz ulaşımı vapur hatları ile sağlanmaktadır. 2014 yılı itibariyle elde edilen verilere göre işletilmekte olan bütün otobüs ve minibüs hatları, deniz ulaşım hatlarına ilişkin sıklık saatleri ve ücret bilgileriyle veri tabanına işlenmiştir. Modelde 307 belediye, kooperatif, köy otobüsü hattı, 5 şehir içi deniz ulaşım hattı ve 2 arabalı vapur hattı olmak üzere toplamda 314 toplu taşıma hat bilgisi bulunmaktadır.

Ulaşım Ana Planı(KUAP) hane halkı çalışmalarından elde edilen verilere göre, toplu taşıma il genelinde tüm yolculuklar içinde %21,5 oranında kullanılmaktadır. Araçlı yolculuklar içindeki %37'lik pay ile en yüksek oranla kullanılan sistemdir. Kocaeli kentinde toplu taşıma sistemlerinden en baskın olanı karayolu toplu taşıma türüdür. Karayolu toplu taşıma içinde özel halk otobüsleri en yüksek yolcu taşıma hizmetini veren toplu taşıma sistemidir. Bu türün gerek araç yapısı, gerekse durak ve yolcu indirme-bindirme sistemleri incelendiğinde, aslında sistemin bir toplu taşıma felsefesini barındırmadığı ve toplu taşıma tanımına uymadığı görülmektedir. Bu tür ulaşım aktivitelerine toplu ulaşım denmektedir. Durak ve aktarma merkezlerinin düzensiz olduğu ve yolun herhangi bir kesitinde yolcu indirme ve bindirme eylemlerini gerçekleştiren ulaşım türlerine günümüzde daha çok köy ve kasaba gibi nüfusun düşük ve yoğun olmadığı yerleşim yerlerinde rastlanmaktadır.



Böyle bir ulaşım şeklini Kocaeli gibi nüfus ve yoğunluğun yüksek rakamlara ulaştığı şehirlerde uygulamak beraberinde ulaşım problemleri getirmektedir. Ulaşım türlerinin, araç ve duraklama sistemlerinin daha düzenli hale getirilmesi, problemin çözümü olarak görülmektedir.

KUAP hazırlanması aşamasında mevcut bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi, eksik ve tutarsızlıkların belirlenmesi gerekmektedir. Oluşturulan veri tabanının güncelleştirilmesi ve eksikliklerin giderilmesi için de yeni bilgilerin toplanması, ulaşım ana planı çalışması kapsamında yapılmaktadır. Karayolunun bu kadar yoğun olarak kullanılması gerek özel araç sahipliği gerekse toplu taşımada minibus, otobüs gibi ulaşım araçlarının varlığı zamanla artan nüfus ve araç sayısı ile yolların yeterli gelmemesi ve içinden çıkılmaz bir hale doğru gitmektedir. Bu durum çağdaş ülkelerde olduğu gibi zamandan kazanan, konforlu ve rahat; yatırım maliyeti pahalı olmakla birlikte işletme maliyeti düşük, enerji tasarrufu sağlayan, çevre kirliliğine yol açmayan ve daha fazla yolcu taşınması nedeniyle tercih edilen raylı sistemlerin (Metro, hafif raylı sistem, tramvay) en kısa sürede hayata geçirilmesini zorunlu hale getirmektedir.

#### **1.4.5. Raylı sistem ağı**

Kocaeli’nde 2015 yılında yapımına başlanan ve 2017 yılında halka açılan Akçaray projesi, kent içi raylı sistemler olarak bir ilktir. Sekapark-Otogar arası yapılan 1. etap 2018 yılı başında yapımı başlayan Kuruçeşme-Plajyoluna kadar uzayacak olan 2. etap hat yapım işine ilave olarak, Şehir hastaneleri, D-100 uzatmalarıyla devam etmesi planlanmaktadır. Aynı zamanda yine 2018 yılı içinde ihalesi yapılacak ve inşaatına başlanılacak olan Gebze-Darıca Metrosu yaklaşık 4.5 yıl içinde tamamlanması planlanmaktadır. Kuzey “Hafif Raylı Sistem” projesi ise Köseköy-Körfez arası Kocaeli şehrinin merkezinden birçok ilçeyi kapsayan uzun vadeli bir projedir.

## 2. KENTİÇİ RAYLI SİSTEM UYGULAMALARI

### 2.1. Tramvay Sistemleri

Karayolu ulaşım araçları ile aynı alanı kullanan, yol ve trafik durumuna göre bir sürücü tarafından kumanda edilen, elektrik enerjisini katenerden alan, günümüzde daha çok bir adım atılarak binilebilen alçak zeminli araçların kullanıldığı en düşük yolcu kapasiteli raylı toplu taşıma sistemleridir. Karayoluna aynı seviyede döşenen raylar üzerinde hareket ettiğinden mevcut karayolu trafik düzenine uymak zorunda olup bu araçlara geçit ve kavşaklarda karayolu araçlarına göre geçiş üstünlüğü sağlanmaktadır.

Dünyada ilk tramvay atlı tramvaylar olarak 1832 yılında Amerika da New York şehrinde kullanılmış, 1881 senesinde elektrikli tramvay sistemlerine geçilmiştir. 1920 senesinden itibaren ise artık Avrupa'ya yayılmaya başlamıştır[12]. Türkiye'de UITP ve MVG verilerine göre 2007 senesinde 5 şehir (İstanbul, Bursa, Konya, Eskişehir, Antalya) ve 66 km olan tramvay hat uzunluğu bugün çok daha iyi konumdadır. Daha çok şehirde tramvay işletmeleri yapılmakta, ayrıca birçok ilde de projeler hazırlanmaktadır.

Tramvay yolları inşa edilirken çok büyük çaplı kazı ve inşaat çalışmaları gerekmediği için maliyet açısından diğer sistemlere oranla oldukça ucuz sistemlerdir. Dünyanın pek çok şehrinde kullanılan tramvay sistemlerinde durak olarak mevcut otobüs durakları veya onlara benzer basit tesislerden faydalanılmaktadır. Tramvay durakları kolay ulaşılabilir, güvenli, mimarisi veya tasarımı ile rahatça fark edilebilir, yolcunun ihtiyacı olan bilgilere ulaşımını rahatça sağlayan, engellilere ve tüm yolcu tiplerine hitap edebilecek özelliklerde olmalıdır. Polonya'da yapılan uygulamalarda Wrocław ve Krakow örneklerinde otobüs duraklarıyla, tramvay durakları ortaklaşa kullanılmakta ve bu entegrasyonu kolay sağlamak için ayrıca ekstra durak maliyeti oluşturmamaktadır[25]. Ancak burada benim yorumum mevcut durakları en efektif şekilde kullanmak istendiğinden ve araçların yenilenmesi ekonomik olarak mümkün değilse yüksek tabanlı eski araçlarla otobüs durakları kullanılarak devam edilebilir.

Ayrıca Kilometre başına yapılan araştırmada 12 metrelik otobüs 0,037, 18 metrelik otobüs 0,028 Euro iken 30 metrelik tramvay da 0,038 ve 40 metrelik tramvayda 0,022 Euro olmaktadır. Bu hesaplamalar yapılırken araç maliyetleri, koltuk sayısı, yolculuk sayısı ve yapılan kilometreler hesaba alınmıştır[31].Berlin’de 300 km tramvay hattı (%60’ı bağımsız-tamamen ayrı) mevcut ve 24 saat tramvay işletmesi yapılıyor, ayrıca 174400000 yıllık yolcu taşımacılığı bu işe ne kadar önem verildiğini gösteriyor.

Araç genişlikleri 2200 mm ile 2650 mm arasında değişebilmektedir. Tipik bir tramvay aracı 4-6 akslı, 14-21 metre uzunluğunda, 80-180 yolcu kapasiteli ve kapasitenin %20-%40’ı oturan yolculu araçlardır. Enerji temini tramvaylarda katener diye bilinen havai besleme hatları ile sağlanmaktadır. Yaygın olarak 750 VDC kullanılır. Genellikle 1435 mm ray açıklığı olan hatlar üzerinde hareket etmektedirler. [15]Tramvay hatlarının genelde %6 yı geçmemesi beklenir, arzulanır ancak %8 i bulan T1 Bursa hatları da hali hazırda kullanılmaktadır [10].

Eskişehir, tramvay sistemini kullanmaya başlamış en tecrübeli kentlerimizden birisidir.Şekil 2.1’de Porsuk çayı üzerinde nehir gezisi ve tramvay araçları görülmekte, kente raylı sistemlerin farklı bir estetik kattığı ortadadır.



Şekil 2.1. Eskişehir’de Tramvayın Kent Estetiğine Katkısı [46]

1435 mm ray genişliği yerine 1000 mm’lik raylar tercih edilmesi, şehrin coğrafi topografik şartlarından dolayıdır. İzmir’de ve Kocaeli’de yapımı devam eden tramvay hatları vardır. Şanlıurfa, Diyarbakır, Erzurum, Erzincan ve Trabzon’da ise planlama aşamasındadır. Samsun, Konya, Kayseri, Gaziantep, İstanbul, Antalya ve Bursa’da ise mevcut işleyen tramvay hatları bulunmaktadır.

Avrupa’da Basel ve Bremen orta ölçekli şehirler tramvay hatlarıyla şehri örmüş, tüm ulaşımını bu şekilde halletmektedir. İstanbul, Münih, Londra gibi metropoller de yoğun nüfus olan ve trafiğin çok yoğun ve karmaşık olan şehirlerde tramvay ancak ara çözüm olabilir. Metro burada çözüm yolu olacaktır. Şekil 2.2.’de en aktif tramvay sistemlerine sahip kentlerden Bremen şehrinin tramvayı görülmektedir.



Şekil 2.2. Bremen Tramvay Hattından Görünüm [47]

Bremen ve Basel’den rakamlar verilmek istenirse; Bremen nüfusu 549268, bir önceki yıla göre değişim %0,05; Basel nüfusu ise 510583 ve nüfus geçen seneye göre %0,56 artmıştır. Fakat Kocaeli’de 1830772 kişi yaşamakta ve geçen seneye göre %2,85 artış yaşanmıştır. Yani bu küçük ama büyükşehirler (bir metropol değil fakat ülkelerinin ortalama üstü nüfus şehirleri), planlı programlı büyümekte ve tramvay sistemleri köklü bir geçmişe sahiptir. Basel İsviçre’nin 3. büyük şehri iken Bremen ise Almanya’nın 10. büyük şehridir [40].

Basel’de 156 tramvay çalışmaktadır. Filolarına eski tramvay yapılarına uygun yeni modern araçlar katmakta ve 68 km hat ve 10 ayrı hat-güzergahla hizmetine devam etmektedir[29]. Dünyada en uzun tramvay hattına sahip olan şehir Viyana’dır[35].Avusturya’nın başkenti olan Viyana’da 227 km tramvay hattı bulunmaktadır [50].

İngiltere Ulaşım Bakanlığının Tramvay ve hafif metro için hazırlamış olduğu raporda ise 2016/2017 yılları baz alınarak 267,7 milyon yolcu taşınmış ve 2015/2016 geçen senenin rakamlarına göre %6.2 artış olduğu %57 yolculuğun Londra da kalan kısmının ise başkentin dışında olduğu görülüyor[18].

Yine Almanya resmi istatistiklerine baktığımızda ve yine Ulaşım bakanlığının yayımlarına bakınca şu verileri elde ediyoruz: 2012 de 2550 milyon olan raylı sistem yolcu taşımacılığı 2016 da 2793 milyon olmuştur. Yani 4 yılda 60 milyon yıllık 15 milyon yolcu artışı raylı sisteme ne kadar önem verildiği ve yükselişte olduğunu göstermektedir. Yolculuk ve yük taşımacılığı olarak bakarsak 2030'da 2010'a göre yolcu kilometresinde %19 artış yükte ise %43 raylı sisteme artış bekleniyor[27].

## 2.2. Hafif Raylı Sistem

Son dönemde raylı sistem kavramı değişmiş, daha doğru deyimiyse genişlemiş ve esnek bir yapıya kavuşmuştur. Bu gelişim tramvay ve metro arasındaki kapasite yelpazesini dolduran hızlı tramvay, hafif metro, yarı metro, ön metro kavramlarıyla tanımlanan yeni raylı sistemlere dayanmaktadır. Bu yeni sistemler, gerektiğinde diğer trafikle birlikte kent caddelerini paylaşan, koşullara göre değişik biçimlerde ayrılmış yollardan veya tünellerden yararlanan, talebe göre kapasitenin artırılmasını, dolayısıyla yatırımın aşamalı biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan, bu özellikleriyle de kentsel raylı sistemlere geniş olanaklar kazandıran sistemlerdir. Tramvayla metro arasındaki bu sistemler, metro aşamasıyla sonlanma özelliğine de sahip bulunmaktadır[9]. Hafif Raylı Sistem(HRS), Şehir içi raylı toplu taşımacılık sistemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Tramvay sistemlerine oranla daha yüksek yolculuk kapasitesine sahip sistemlerdir. Saatteki maksimum yolculuk kapasiteleri 35000 yolcu/yön şeklindedir. Bu sistemler yolculuk taleplerinin yüksek olduğu ulaşım koridorlarında, ana ulaşım sistemleri olarak tercih edilmekle birlikte çok kalabalık şehirlerde daha yüksek kapasiteli sistemlerle entegre çalışan tali ulaşım sistemleri olarak da inşa edilebilmektedir. Hafif metro hatları tam tecritli güvenli sistemlerdir. Sistemin tramvaydan farkı, tecritli yolda gittiğinden daha hızlı ve güvenli ulaşım sağlamasıdır; çalışma prensibi olarak aralarında fark yoktur.

Bu sistemin metrodan farkı, yolcu kapasitesi daha düşüktür ve yer altı-üstü çalışabilir; metrolar ise genellikle tünelden gider. Metrolar 4'lü, 6'lı ve 82'li setler olarak çalışmakta iken HRS'ler kuplajla (yani yoğunluğa göre ekleme çıkarma) 4 sete kadar çıkabilir. Araç içi geçişlerde engelleyici körükler yoktur. Bursa'da hem tramvay (ipekböceği) hem hafif raylı sistem (Green City) çalışmaktadır. Tramvaylar genelde otobüs duraklarıyla ortak istasyonlara sahip olup alçak tabanlı olurken, hafif metro ve

metro araçları yüksek tabanlı araçlardır. Tramvaylar akan trafikle karışık seyreder ve araç alçak taban olduğundan ekipmanları (klima, konvertör, kompresör, vb gibi) aracın üstünde yer alır. Hafif raylı sistemler tramvay ile metro arası bir noktada yer almaktadır [3].

Tramvaylarda oluklu ray tipi kullanılırken, HRS ve metroda mantar tipi ray kullanılır[3]. Türkiye’de İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa illerinde HRS mevcuttur.

### **2.3. Metro Sistemleri**

Günümüzde şehir içi toplu ulaşım sistemleri arasında en yüksek yolculuk kapasitelerine sahip ulaşım sistemleri olarak kabul edilen metro sistemleri, dünyadaki pek çok büyük şehirde ana toplu ulaşım sistemi olarak çalıştırılmaktadır. Metrolar için her ülkede farklı isimler kullanılmaktadır. İngiltere’de "Underground", Almanya’da "S-Bahn"veya "U-Bahn", Fransa’da "Metro", ABD’de "Subway", Rusya’da "Metropolitan" bunlardan bazılarıdır [3].

Metrolar yüksek yolculuk kapasitesine sahip sistemlerdir. Maksimum saatteki yolcu kapasiteleri 100000 yolcu/yön dür. İkili, üçlü, dörtlü ve daha fazla olacak şekilde yolcu kapasitesi ve hesaplanan peron uzunluğuna göre set olarak çalıştırılabilmektedir. Büyük şehirlerde en yüksek yolculuk taleplerinin tespit edildiği hatlarda metro sistemleri tercih edilmektedir. Tam tecritli raylı ulaşım sistemleri olan metrolar, genellikle yüzeydeki trafik yüklerini hafifletmek amacıyla derin tünel yöntemleri ile yeraltında inşa edilirler. Arazinin yapısına bağlı olarak aç kapa tünel veya delme (tünel) olarak inşa edilebilen metro hatları bazen yüzeyde hemzemin şeklinde veya viyadük üzerinde de inşa edilebilmektedirler.

Metro sistemlerinde ticari hız diğer sistemlere göre daha yüksektir, ortalama ticari hız 42-48 km/saattir. Maksimum hız 90 km/saate kadar çıkabilmektedir. Metrolar "Ağır Raylı Sistem" olarak da adlandırılır. Yolculuk hacimleri yüksek olduğu için tüm tesisler buna göre inşa edilmektedir. Enerji temini, hafif raylı sistemlerde olduğu gibi katener veya rijit katener şeklinde havai besleme hatlarından yapılabileceği gibi, 3. ray şeklinde tesis edilen alttan besleme sistemlerinden de sağlanabilmektedir. Yaygın olarak 750 VDC, 1500 VDC veya 3000 VDC gerilim de kullanılabilmektedir. [3]

Tablo 2.1. Tramvay, Hafif Metro ve Metro Karşılaştırılması [15]

Tür	Tramvay	Hafif Metro	Metro
Araç Kapasitesi (yolcu)	100-250	110-250	140-280
Araç Boyu (m)	14-35	14-54	15-23
Araç Genişliği (m)	2,2-2,7	2,2-3,0	2,5-3,2
Araç Sayısı	1-3	1-4	1-10
Tren Kapasitesi (yolcu/araç)	100-500	100-750	140-2400
Hat Kapasitesi (bin yolcu/saat)	4-15	6-20	10-70
Ortalama Hız (km/sa)	60-70	60-100	80-100
İşletme hızı (km/sa)	12-20	20-45	45-60
Acil Fren İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )	2-3,7	2-3	1,1-2,1
Maksimum İvme (m/sn <sup>2</sup> )	1-1,9	1-1,7	1-1,4
Tek Hat Genişliği (m)	3-3,35	3,4-3,6	3,7-4,3
İstasyon Aralığı (m)	300-500	500-1000	500-2000
Yatırım Maliyeti(milyon dolar/km)	5-10	10-50	40-100
Tam korumalı hat yüzdesi	0-40	40-90	100
Araç kontrolü	Manuel/görsel	Manuel/sinyal	Sinyal/otomatik
Elverişlilik	Düşük-orta	Yüksek	Çok yüksek

Tablo 2.1'i incelendiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- 1-)Metro araçlarının yolcu boşaltma kapasitesi hafif metro aracına göre 3-5 kat, otobüse göre 10-20 kat fazladır.
- 2-)Tramvay, hafif metro araçlarının bir otobüse göre 2,5 kat, metro aracının ise 7 kat yolcu taşıma kapasitesi vardır.
- 3-)Metro araçları ve HRS ler tecritli ayrı yoldan gittiğinden, tramvaylar ise cadde tramvayı yani trafikle ve yayalarla iç içe olduğundan dolayı işletme hızları düşüktür, örneğin Akçaray'ın ortalama hızı 18-20 km/saat tir. Kavşak geçişleri, araçlarla ve yayalarla karşılaşılan durumlar, hat geometrisi işletme hızını etkileyen faktörlerdir.
- 4-)Metronun ilk yatırım maliyeti yüksektir, ayrıca istasyonlar arası mesafesi 1-2 km leri bulmakta iken tramvayda bu şehir merkezi canlı noktalardan geçtiği için durak arası mesafeler genel 500-600 metrede bir olur ve bu da işletme hızını düşürür. Çünkü her istasyonda ortalama 20 saniye yolcu inip-binmesi beklenmektedir.
- 5-)Tramvay sürüş ve kontrolü daha çok sürücülere dayalı iken sistem metroya doğru ilerledikçe sinyalizasyon seviyeleri artar hatta tam otomatik sürücüsüz metrolar (Goa4) mevcuttur.

### 2.3.1. Dünyadan metro örnekleri

Dünyada özellikle Avrupa coğrafyasında 19. yüzyılın başlarında metro sisteminin temelleri atılmış ve hızla yayılmıştır. Dünyanın en eski tünel yapısı (metro) 1863

yılında yapılan Londra metrosudur. İkincisi ise bugün Karaköy-Beyoğlu arası çalışmakta olan “Tünel” dir (Şekil 2.3). Bu Metro 1875 yılında kullanıma açılmıştır[48,51].



Şekil 2.3. Karaköy-Beyoğlu arası çalışan Metro Füniküler Sistem [48]

Çalışmanın bu bölümünde Dünya’da örnek Metropollerde Raylı Sistem ağlarını ve özellikleri inceleyeceğiz. Önemli Dünya metroları aşağıdaki Tablo 2.2’te gösterilmiştir. Ayrıca Şekil 2.4.’te Avrupa’nın ve Almanya’nın en eski metrolarından Berlin Metrosu’nun ulaşım haritası verilmiştir. 160 kmlik raylı sistem hattı Marmaray, tramvay, füniküler, metro tüm hatları içermektedir.124 km hat sadece metroları içermektedir.

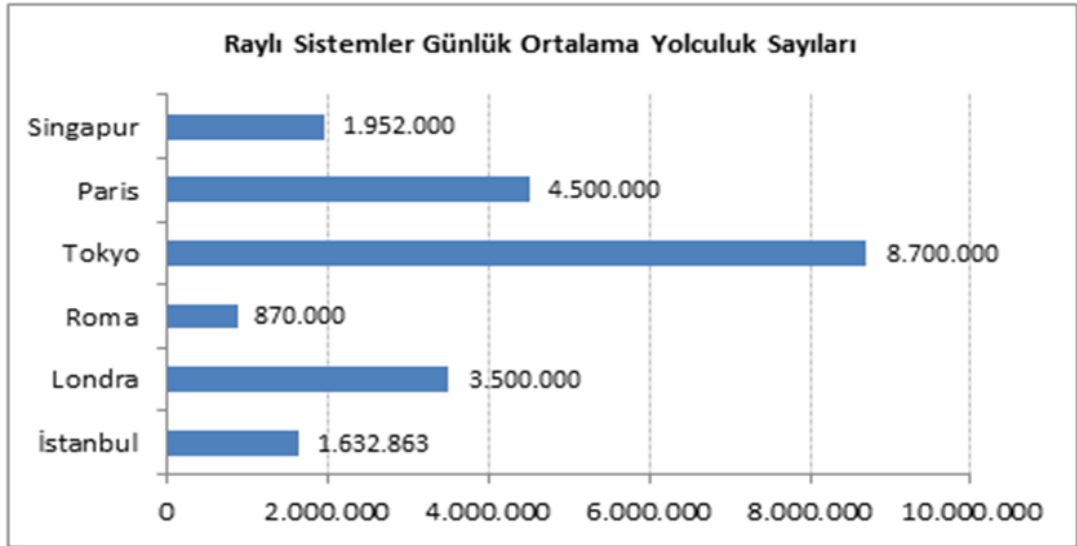
Tablo 2.2. Dünya metrolarının karşılaştırılması [52]

Şehir	Barselona	Berlin	Kopenhag	New York	Paris	Moskova	Hong kong	Londra	İstanbul
Toplam Metro Uzunluğu (km)	116	478	176	392	214	301	174	442	124
İlk Metro Başlangıç Tarihi	1924	1902	1934	1870	1900	1935	1979	1863	1875
Nüfus (*1000)	4.604	3.956	1.218	20.673	10.869	15.788	7.162	9.576	15





Şekil 2.4. Berlin Metrosu [53]



Şekil 2.5. Dünyadan bazı büyük şehirlerin günlük raylı sistem yolculukları

Nüfus olarak Tablo 2.2’de görüldüğü üzere ikinci büyük şehir olan İstanbul aynı zamanda hat uzunluğu olarak en sonlardadır. Dolayısıyla Şekil 2.5’te günlük yolculuk sayılarına bakıldığında da sonlarda olması kaçınılmazdır. Fakat 2004 sonunda 45 km olan kentiçi raylı sistemler 14 senede 160 km ye ulaşmıştır. Bu da hızlı artışın mevcut inşaatlarla birleşince önümüzdeki sene sonu 355 km ye ulaşması planlanmaktadır.



Şekil 2.6. Tramvay ve Hafif Raylı Sistem Hattı Entegrasyonu[54]

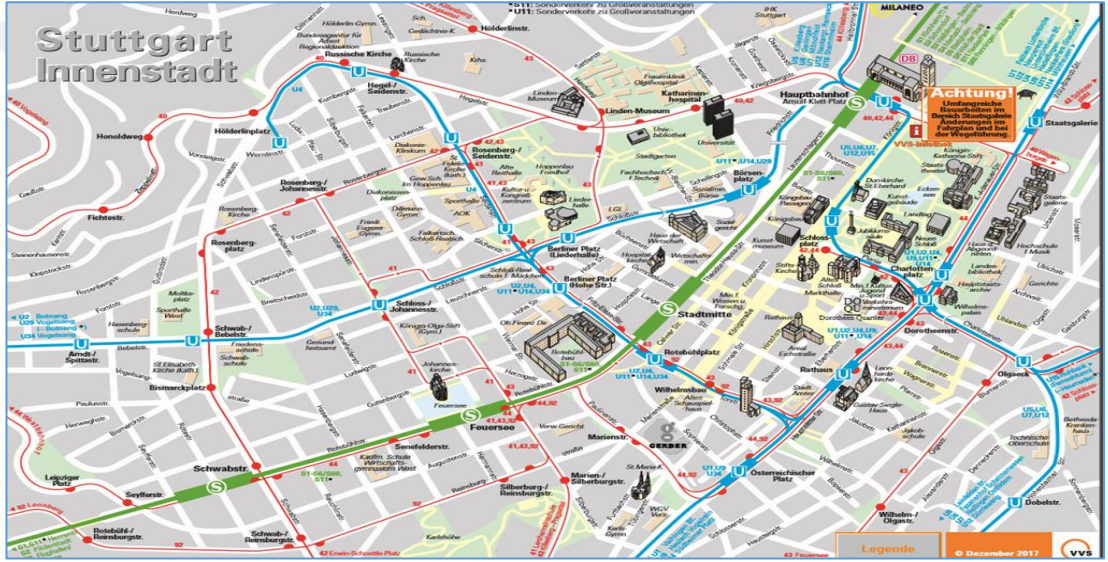
Şekil 2.5’de Dünyada bazı Avrupa şehirlerinin günlük raylı sistem yolcuları görülürken Tokyo ve Londra’nın yolculuklarının İstanbul’a göre açık ara önde olduğu görülmektedir. Burada kentin sistemi eskiden beri aktif kullanmasının ve hatlarının uzunluğunun etkisi vardır. Şekil 2.6’da ise Essen şehrinde ki Almanya’nın orta ölçekli bir şehridir banliyö hatları, hrs ve tramvayının ne kadar entegre bir biçimde çalışmakta olduğu görülmektedir. Aşağıdaki resimlerde ise Şekil 2.7 ve Şekil 2.8’de ise Almanya’nın Endüstri şehirlerinden Stuttgart kentinin raylı sistemler haritası ve Şekil 2.9.’da ise kentin raylı sistemler entegrasyonu görülmektedir.2016 Mayıs verilerine göre, Toplam 124.5 km hat uzunluğu (24 kilometresi tünel olmak üzere) 600000 kişinin yaşadığı Stuttgart çevre bölgeleri de düşünürsek 900000 kişiye hizmet

vermektedir. Bu rakamlar bize 15 milyon kişinin yaşadığı İstanbul'daki hat uzunluğunu ve efektifliğini düşününce yatırımlarda geç kalındığını göstermektedir.

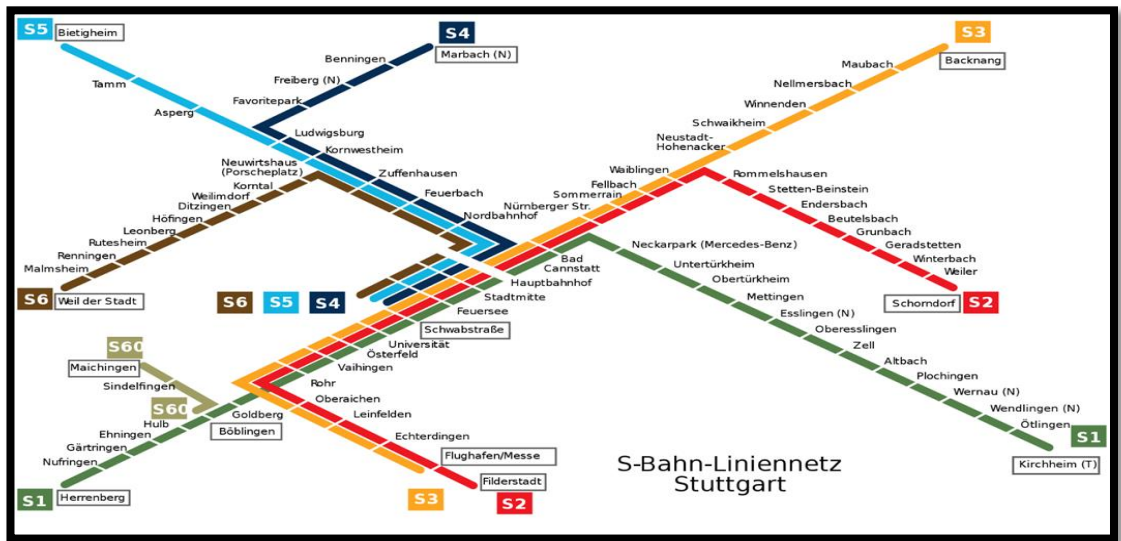


Şekil 2.7. Stuttgart Şehrindeki Raylı Sistemler Entegrasyonu (HRS-Metro-Tramvay)

[55]



Şekil 2.8. Stuttgart Şehir Merkezi Raylı Sistemler Haritası[56]



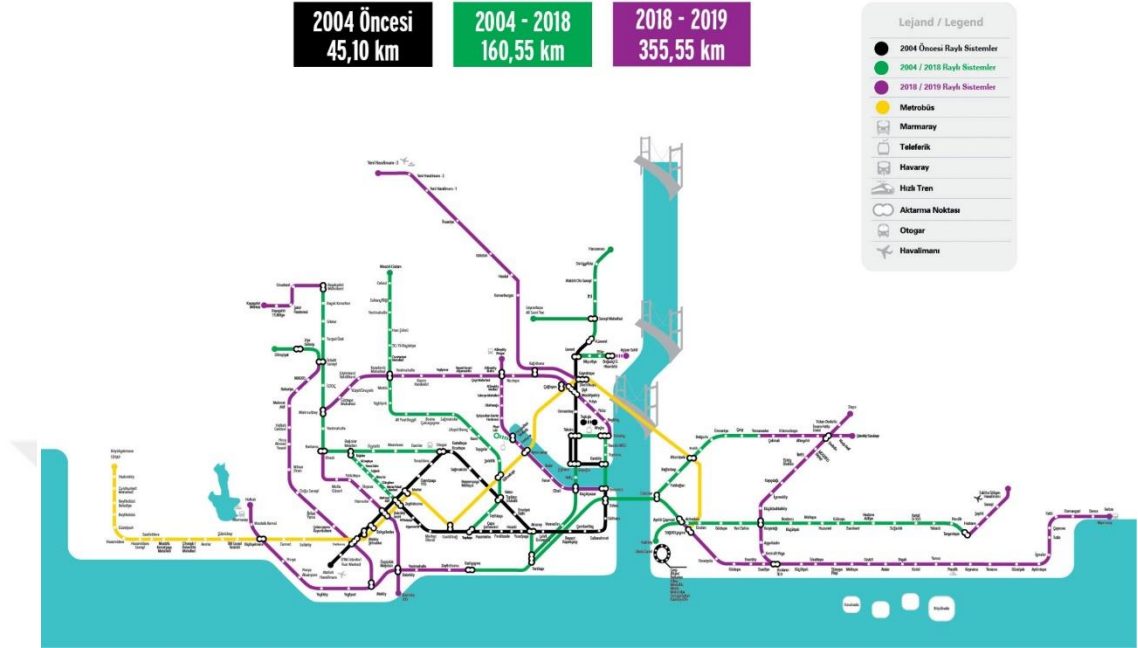
Şekil 2.9. Stuttgart Genel Raylı Sistemler Ağı [57]

### 3. TÜRKİYE'DE KENT İÇİ RAYLI SİSTEMLERİN DURUMU

#### 3.1. İstanbul'da Raylı Sistemlerin Durumu

İstanbul ilk metrosuna 1989 yılında Yenikapı-Atatürk Havaalanı hattı ile kavuşmuştur.(Dünyanın ikinci en eski metrosu Tüneli saymazsak, yani füniküler mantığında çalıştığı için bazı kaynaklarda tam manasıyla metro olarak yer almamaktadır.) Bugün bu hatta yeni düzenlemeler ve istasyonlar eklenerek sürücüsüz metroya çevirme hazırlıkları yapılmaktadır. Toplam 160 km uzunluğundaki 14 kent içi raylı sistem hattı şuan İstanbul'da işlemektedir.124 km(Marmaray) dahil, metro sistemi şuan aktif kullanılmaktadır. Bazı kaynaklarda tramvay, metro, Marmaray hepsi beraber Raylı Sistem Hatları diye geçmekte iken bazı kaynaklarda TCDD tarafından işletilen Marmaray metro hesaplamalarına katılmamıştır. Ancak benim çalışmamda 124 km olarak tünelde çalışan tüm raylı sistemler hesaplamaya dahil edilmiştir. İlk etapta 1992 yılında Sirkeci- Aksaray arasında hizmet vermekte olan T1 tramvay hattı (Şuan Bağcılar-Kabataş olarak hizmet vermektedir), Uluslararası Toplu Taşımacılar Birliği tarafından yüksek yolculuk talebini karşılanması bakımından Dünya'da en iyi uygulama seçilmiştir. İstanbul Metrosu, her gün 1800000'in üzerinde yolcuya hizmet vermektedir. 2019 yılına 355 km hat uzunluğu hedefiyle giren İstanbul 1000 km üzerine çıkmayı hedeflemektedir. Şekil 3.1'de İstanbul'un raylı sistem haritası belirtilmiştir[58].İstanbul'da 1985,1987 ve 1997 yıllarında yapılan ulaşım planlamaları çalışmalarının tamamında raylı sistemlerin önemine ve tek çıkış yolu olduğuna vurgu yapılmıştır[8].

# 2019 Yılında İstanbul'da Raylı Sistemler



Şekil 3.1. İstanbul Mevcut ve Planlanan Raylı Sistem Haritası, Metro İstanbul [59]

İstanbul'da için Şekil 3.1'de gösterildiği gibi mevcut ve planlan hat uzunlukları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de verilmiştir.

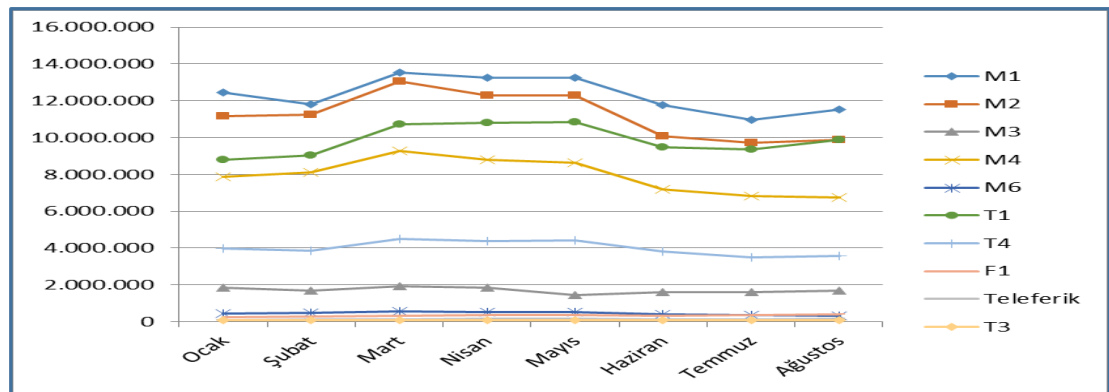
Tablo 3.1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin yıllara göre kentiçi raylı sistem hat uzunlukları [60]

2004 öncesi	2004-2017	2017-2019	2019 sonrası
45,1 km	160,45 km	355,45 km	1.023 km

Tablo 3.2. İstanbul Mevcut Raylı Sistem Hatlarının Bilgileri [58]

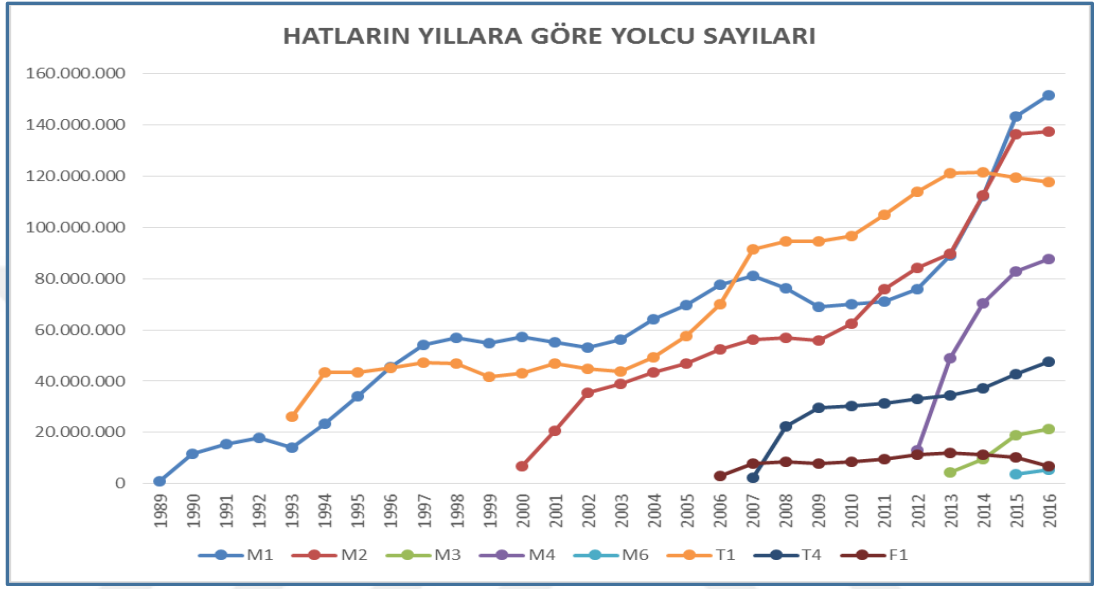
Hat kodu	Hat İsmi	Hat Uzunluğu	Durak Sayısı	Raylı Sistem Türü
M1A	Yenikapı-Atatürk Havaalanı	19,75 km	18	Metro
M1B	Yenikapı-Kirazlı	14,17 km	13	Metro
M2	Yenikapı-Hacı Osman	20,6 km	16	Metro
M3	Kirazlı-Başakşehir	15,9 km	11	Metro
M4	Kadıköy-Tavşantepe	25,6 km	19	Metro
M5	Üsküdar-Çekmeköy	10,5 km	16	Metro
M6	Levent-Boğaziçi Üni	3,1 km	4	Metro
T1	Bağcılar-Kabataş	18,2 km	31	Tramvay
T2	İstiklal Cad.Nostaljik tramvay	1,8 km		Tramvay
T3	Kadıköy-Moda nostaljik	2,6 km	10	Tramvay
T4	Topkapı-Mescidi Selam	14,5 km	22	Tramvay
TCDD	Marmaray	13,5 km	5	Metro
F1	Taksim-Kabataş Füniküler Hattı	594 m		Füniküler
	Karaköy-Tünel	573 m		Füniküler

Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te ise İstanbul Metrosu'nun Aylara ve Yıllara göre yolculuk sayıları grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Aylara Göre Hatların Yoğunluğu [61]

Şekil 3.2’de Bahar aylarında yolcu yükünün arttığını (Mart-Nisan-Mayıs) yazın ise düştüğünü görüyoruz. Bunun sebebinin öğrenci yükünün günlük ev-okul hareketinin ortadan kalktığından dolayı olduğunu düşünebiliriz. En yoğun hattın M1 hattı olduğu görülmektedir ve en yüksek yolcu kapasitesine Mart-Nisan-Mayıs aylarında ulaşmıştır.



Şekil 3.3. Yıllara Göre Yolcu Sayıları[62]

Tablo 3.3’te görüldüğü üzere hala ulaşımın büyük çoğunluğu karayolu ile sağlanmaktadır(%78,02). Raylı sistemler %17,60’lık bir paya sahiptir. Karayolunda otobüs, minibüs, servisler, ve yine büyük çoğunluğu oluşturan metrobüs yolculukları yer almaktadır. Deniz yolu ise geri kalan %4’ü karşılamaktadır. Deniz otobüsleri, vapurlar bu kapsamda yer almaktadır.

Tablo 3.3. İstanbul’da toplu ulaşımın dağılımı [63]

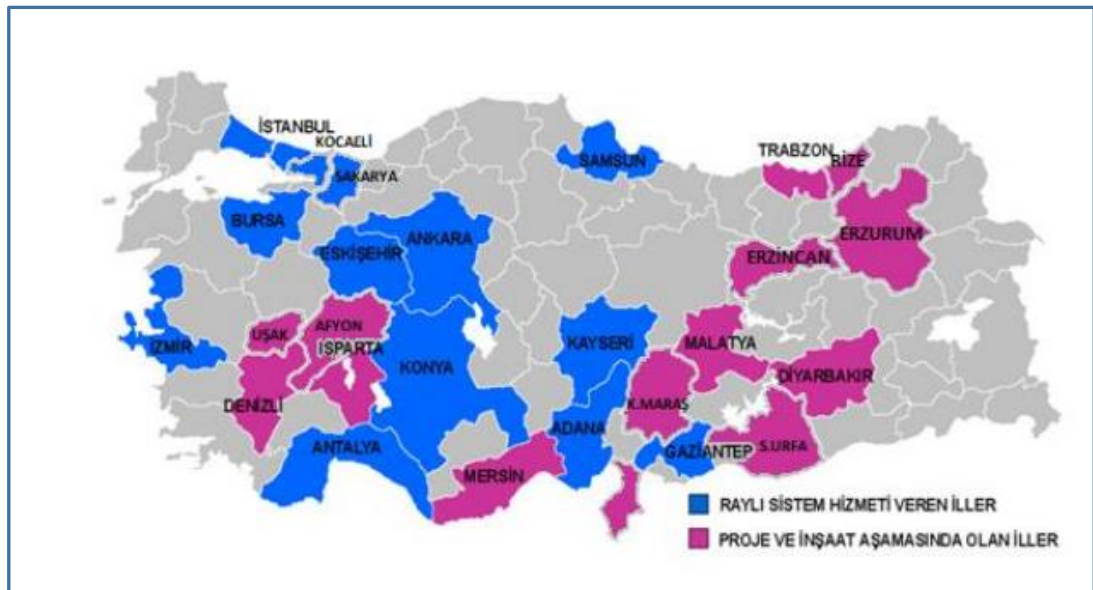
2016 Yılı	Günlük Yolcu Sayıları	Payı (%)
<b>Raylı Sistemler</b>	2.277.444	17,60
▪ Metro/ Hafif Metro/ Tramvay	2.067.461	15,98
▪ TCDD (Marmaray)	209.983	1,62
<b>Karayolu</b>	10.095.485	78,02

Ulaşım ağlarını sadece kurmak ve iyi işletmek tek başına trafik sorunlarını çözmeyecek, ayrıca ulaşım sistemlerinin yönetilebilir olması için “entegre” olması

gerekmektedir. Raylı sistemler entegrasyonu en kolay sistemlerdir. Toplu taşımanın entegre olabilme yeteneği , kaliteyi belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Alt başlıklar halinde bakarsak, fiziksel entegrasyon, hat ağı entegrasyonu, ücret entegrasyonu ve bilgilendirme entegrasyonu yapı entegrasyonu olarak inceleyebiliriz. Tüm unsurlarıyla entegre bir toplu ulaşım sistemi sağlamak, her şeyden önce yukarıda bahsi geçen adımların yapılmasıyla mümkün olabilmektedir. Tek tek İstanbul örneğini ele alırsak ,ücret entegrasyonu İstanbulkart sayesinde büyük ölçüde sağlanmıştır [49]. Vapur, otobüs, tramvay ve metrolarda bu kart geçmekte ve türler arası aktarma bilgi alışverişini, ücret entegrasyonunu sağlanmıştır. Fiziksel entegrasyonda ise türler arası aktarma mesafelerini azaltma noktasında önemli aşamalar kaydedilmiştir. Bilgilendirme entegrasyonu mobil uygulamalar ve internet sayesinde, yapı entegrasyonu ise her ne kadar farklı işletmeler arası hat, güzergah, sefer yapıları koordine edilmeye çalışılsa da sistematik ve tek elden yürütülmesi daha faydalı olacaktır.

### 3.2. Diğer Büyükşehirlerimizde Raylı Sistem Hatları

Ülkemizde Şekil 3.4'de görüldüğü gibi İstanbul harici Konya, Eskişehir, Antep, Antalya, Samsun, Bursa, Ankara, İzmir ve Kocaeli kentlerinde de kentiçi raylı sistemler mevcuttur. Ayrıca Erzincan, Erzurum, Trabzon ve Urfa gibi şehirlerde de yeni raylı sistem yatırımları olacaktır.



Şekil 3.4. Ülkemizde Kent içi Raylı Sistemlere Sahip Kentler



Tablo 3.4'te kentiçi raylı sistemler belirtilmiştir. Türkiye'de Büyükşehir statüsüne kavuşan Erzurum, Trabzon, Urfa ve Diyarbakır gibi şehirlerde de raylı sistem proje çalışmaları hızla devam etmektedir. Kocaeli'nde mevcut tramvay hattının uzatmaları devam ederken, bir yandan da metro ihalesinin yapımına hızla başlanacaktır. Raylı sistem kültürü Türkiye'de son dönemlerde yapılan yatırımlarla bir hızlanma trendi yakalamış olup kendi tramvay ve metro araçlarını üreten yerli firmalar da kendilerini geliştirip araçlarını hizmete sunmaktadırlar. Bursa, Kocaeli, Samsun ve Kayseri son ihalelerinde yerli araçları satın almışlardır.

Tablo 3.4. Türkiye'deki kentiçi raylı sistemler ait güzergah bilgisi

ŞEHİR	RAYLI SİSTEM TÜRÜ (Metro-HRS-Tramvay)	HAT UZUNLUĞU
Adana	Metro	13,5 KM
Ankara	Metro	53 KM
Ankara	HRS(Ankaray)	9,5 KM
Antalya	Tramvay	11 KM
Antalya	Nostaljik tramvay	4,6 KM
Bursa	HRS	39 KM
Bursa	Tramvay-İpekböceği	6,5 KM
Bursa	Nostaljik tramvay	2,5 KM
Eskişehir	Tramvay	16 KM
Gaziantep	Tramvay	26,5 KM
İzmir	Tramvay (2 ayrı hat)	32KM
İzmir	HRS	15,5 KM
İzmir	Banliyo	80 KM
Kayseri	Tramvay	34 KM
Konya	Tramvay	17 KM
Samsun	Tramvay	30 KM
Kocaeli	Tramvay	7 KM
İstanbul	Tramvay	37 KM
İstanbul	Metro	124 KM

#### 4. EKONOMİK FİZİBİLİTE ETÜDÜ

Sekapark-Otogar Arası yapılmış olan Tramvay Projesi'nin yapılması durumunda ulusal ve yerel ekonomiye katkısının ne olabileceği ile ilgili hesaplamalar ve öngörüler fizibilite raporunda yapılmıştır. Bu kapsamda projenin fayda/maliyet oranı bulunmuş ve yapılabilirliği sorgulanmıştır. Bu tür fizibilite çalışmaları her proje için ayrı ayrı hazırlanıp Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı bulunan Alt Yapı Yatırımları Genel Müdürlüğü(AYGM)ne iletilir. Bunlar ilgili kurullarda incelenerek görüşülür ve yapılan yorumlar da dikkate alınarak güncellenir. Bu bölümde projenin yapılmasının faydalarını, avantaj dezavantajlarını yansıtmaya çalıştım.

Projede kullanılacak ekonomik maliyetler: Yapım maliyetleri, Tramvay araçlarının maliyeti, işletme ve bakım maliyetleri olarak düşünülmüştür. Ekonomik faydalar ise, yolculuk zamanından kazanılan ekonomik değerler, karayolu araçlarının işletme ve bakım maliyetlerindeki azalma, otobüs ve minibüs yatırım maliyetlerindeki azalma, yol bakım ve onarım maliyetlerinde azalma ,Karayolu kaza maliyetlerinde azalma olarak göz önüne alınmıştır.

Böylece projenin avantajı ve dezavantajı tüm yönleriyle değerlendirilerek yatırımın durumunun incelenmesi hedeflenmiştir. Bu değerler modellenirken mevcut eldeki verilerden geleceğe yönelik Visum 14.0 programı ile geleceğe dair atamalar\*tahminler bulunulmuştur. KUAP (Kocaeli Ulaşım Ana Planı) da hedef yıl olarak 2035 seçilmiştir. Yolculuklar ulaşım model yapısı ile hesaplanmıştır. Bu modelleme yapılırken üç aşamadan geçilmiştir.

- 1-)Mevcut durumun saptanması için gerekli verilerin toplanması
- 2-)Modelin mevcut verileri için kalibrasyon ve geçerlilik sınaması
- 3-)Model kullanılarak gelecekteki ulaşım taleplerinin tahminleri.

Verilerin toplanmasında 3 grup şeklinde ilerlenmiştir. Bunlar Sosyoekonomik veriler, Ulaşım sistemi verileri ve yolculuk verileridir. Çalışmada kullanılan “Klasik Ulaşım Planlama” yönteminde ulaşım modeli dört aşamadan oluşmaktadır.

\*Yolculuk Üretim-Çekim modeli

\*Yolculuk dağılım modeli

\*Türel dağılım modeli

\*Yolculuk atama modeli.

Öncelikle çalışma alanı homojen yapı gösteren trafik analiz bölgeleri (zon) oluşturacak şekilde parçalara ayrılmıştır. Burada temel birim olarak mahalle sınırları kullanılmıştır. Modelin ilk bölümünde her bir trafik bölgesinde yolculuklar nüfus, istihdam, öğrenci sayıları, nüfusun gelir düzeyi, otomobil sahipliği gibi sosyoekonomik parametrelere bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Türel ayırım modeli ise her yolculuk amacı için sayıları ve dağılımları belirlenen yolculukların hangi ulaşım türleri ile gerçekleştirileceğini tahmin etmektedir. Dağılım modeli sonucunda zonlar arasında günlük yolculukları gösteren yolculuk matrisleri elde edilmekte olup, burada özel oto sahibi olup olmama- yolculuk maliyetleri- yolculuk süresi ulaşım türüne ilişkin değişkenlere bağlı olarak modelleme gerçekleştirilmektedir. Yolculuk atama modellerinin amacı ise özel araçlar ve toplu taşıma araçları ile yapılacak yolculukların başlangıç ve son noktaları arasında hangi güzergahların kullanılacağı belirlemektir.

2014 yılında yapılan tramvay fizibilitesi ve planlama çalışmalarında 991 iç zon (13 dış zon ile birlikte 1004 zon) oluşturulmuştur. Trafik analiz bölgelerinden oluşan üst bölgeler Gölcük, İzmit ve Gebze sektörü olarak zonlara bölünmüştür.

Model girdisi olarak kullanılan ulaşım sistemi verileri karayolu ağı ve toplu taşıma sistemi olmak üzere iki ana başlıkta incelenmiştir. Toplu taşıma verilerinin ulaşım ağı üzerinde işlenebilmesi için de Kocaeli ilinde kullanılan tüm toplu taşıma türleri dikkate alınmış ve karayolu, demiryolu ve denizyolu şeklinde çizilmiştir ve toplam ulaşım ağı 7000 km’yi bulmuştur.

Yapılan arazi çalışmalarında karayolu ağı hiyerarşi düzenine göre 7 sınıfta kademelendirilmiştir. Çalışma kapsamında Kocaeli'nin karayolu ağı; Otoyol, Otoyol bağlantı yolu, Kentiçi Hız yolu, Kentiçi Birincil Yol, Kentiçi İkincil Yol, Toplayıcı Yol ve Yerel yol olarak sınıflandırabiliriz. Sosyoekonomik verilerde Türkiye İstatistik Kurumundan, Milli Eğitimden, Organize Sanayi Bölgelerinden istihdam verileri ev Üniversitelerden öğrenci sayıları alınmıştır.

Yolculuk verilerinde hareketlilik oranları, yolculukların amaçları, mekânsal dağılım, yolculuk süreleri ve türel ayrımı incelenmiştir. Yolculuk amaçlarına göre ;

- 1-Ev uçlu iş (başlangıç veya bitiş noktası ev diğer ucu iş olan yolculuk)
- 2-Ev uçlu okul (başlangıç veya bitiş noktası ev diğer ucu okul olan yolculuk)
- 3-Ev uçlu diğer ( başlangıcı veya bitişi ev diğer ucu okul ve iş dışında olan yolculuklar)
- 4-Ev uçlu olmayan (başlangıç veya bitiş noktası ev olmayan yolculuklar)

2014 yılında ev uçlu iş %27, ev uçlu okul %31 ve ev uçlu diğer %34 iken sadece ev uçlu olmayan yolculuklar %8 lik bir paya sahiptir. Türel ayrımında ise yolculuk hareketlerinin ulaşım türüne göre dağılımında en büyük payı bisiklet ve yaya yolculuklarının %40 olduğu görülürken, özel oto kullanımın yolculukta payı %23 iken servisler %14 ve toplu taşıma sadece %23 olarak görülmektedir.

Ulaşım planlama ve tramvay fizibilitesi, hesapları yapılırken birçok veri kullanıldı. Visum da yapılan modelleme ve verilerin elde edilışinden kısaca bahsedersen; 2014 yılında yapılan KUAP'ta ve fizibilite raporunda tüm toplu taşıma yolculuk verileri incelenmiştir. Modelde toplam 45 belediye, 223 kooperatif, 30 köy otobüsü olmak üzere 298 toplu taşıma hat bilgisi girmiştir. Özel oto hareket-hız etütleri otoban giriş, çıkış gişelerinden alınmıştır. Brüt hareket oranları yapılan yolculuk sayısının, toplam nüfusa bölünmesiyle elde edilir. Yapılan toplam yolculuğun o yolculuğu yapan toplam insan sayısına bölünmesi ile elde edilen net hareketlilik oranlarını vermektedir.

Yolculuk hareketlerinden ve zonlardan bahsetmiştik. Yine bu planlama kapsamında bir çok yöntemle veri toplandığına da değinmiştik, bunlardan biride hanehalkı anketleri idi. Bu çalışmalara göre ortalama hane halkı geliri 1350 TL , hane başı

çalışan oranı 1,02 dir. Anket verilerine baz alınarak 2010 yılı kişi başına gelir 15882 TL olarak hesaplanmıştır. Yolculuk üretim modellerinde ana amaç her trafik analiz bölgesinden üretilen ( $P_i$ ) ve her trafik bölgesine çekilen ( $A_j$ ) yolculuk sayısının bulunmasıdır. Bu modeller ya çok basit olarak yolculuk oranlarına dayandırılır ya da zonların ürettiği veya çektiği yolculuk sayıları pek çok sosyoekonomik değişkenin fonksiyonu olarak regresyon analizi denklemi ile bulunur. Regresyon analizinde her bir trafik analiz bölgesinde üretilen ve çekilen yolculuklar, bölgenin nüfus, istihdam ve öğrenci sayıları ayrıca nüfusun gelir düzeyine göre parametrelerden tahmin edilir.

Ulaşım modeli hazırlanırken şu formül kullanılmıştır;

$$Y_j = a_0 + a_1.X_1 + a_2.X_2 + \dots + a_k.X_k \quad (4.1)$$

Denklem (4.1) de geçen parametrelerin açıklamaları şu şekildedir,

$Y_j$ = “j” seyahat türü için zonlarda yaratılan (veya zonlara çekilen) seyahat sayısı

$X_i$ =Bağımsız değişkenler (zonların sosyo-ekonomik karakteristikleri, örneğin ortalama gelir, nüfus, çalışan sayısı...gibi)

$a_k$ =Modelde kullanılan bağımsız değişkenler için regresyon analizinin bulunduğu katsayılarıdır.

Bağımsız değişkenler olarak hane halkı anketlerinden oluşan sosyo-ekonomik veriler, bağımlı değişken olarak ise üretilen ve çekilen yolculuklar kullanılmıştır. Hane halkı anketi çalışmasında toplanan 2010 yılı verileri ve diğer kurumlardan elde edilen veriler kullanılarak yolculuk üretim ve çekim modelleri kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibre edilen bu modeller geleceğe ait sosyo ekonomik verilerin tahminlerini kullanarak, gelecek seyahat üretim ve çekimlerinin tahminlerinin yapılmasında kullanılmıştır. Regresyon analizine başlamadan önce bağımlı ve bağımsız değişkenler arası ilişkiyi bulmak için korelasyon matrisleri bulunmalıdır.

Trafik zonlarındaki ev-iş yolculuklarının üretim değerleri ile çalışan nüfusun arasında güçlü bir bağ olduğu ve bu ilişkinin istatistiksel olarak da önemli olduğu görülmektedir. Nüfus ve nüfusa paralel olarak artış gösteren zonlardaki öğrenci, otomobil sayısı ve ev-iş yolculuk üretimi güçlü bir ilişkiye sahiptir.

Burada dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi çoklu bağımlılık oluşturmamaktır. Örneğin otomobil sayısı ile araç sayısı arasında yüksek bir korelasyon (0,985) görülmektedir. Dolayısıyla bu iki bağımsız değişkeni aynı model içinde kullanmamalıyız. Diğer yolculuk türlerine de baktığımızda en önemli ilişkiler; ev-okul yolculuk üretimleri ile zonda yaşayan öğrenci nüfusu; ev-diğer yolculuk üretimleri ile araç ve otomobil sayıları ,ev uçlu olmayan yolculuk üretimi ile istihdam değerleri arasında güçlü bağlantıların olduğu görülmektedir. Tablo 4.1’de kullanılan formülasyonlara değinilmiştir.

Tablo 4.1. Ev-İş yolculukları Model Üretim Tablosu

İSTATİSTİKLER				
MODEL	R	R <sup>2</sup>	DÜZELTİLMİŞ R <sup>2</sup>	TAHMİNİN STANDART HATASI
1	0,988*	0,977	0,977	381,776
2	0,989**	0,978	0,978	377,383
R <sup>2</sup> DEĞİŞİMİ	F DEĞİŞİMİ	df1	df2	Sig.F DEĞİŞİMİ
0,977	14,739,391	1	345	0
0,001	9,079	1	344	0,003

\*Bağımsız Değişken : (Sabit), Çalışan Nüfusu

\*\*Bağımsız Değişken: (Sabit),Çalışan Nüfusu, dummygebze

2010 yılı KUAP çalışmalarında 361 zon üzerinden çalışılmıştı fakat 2014 güncellemesinde 1004 zon olarak belirlendi. Zon sayısındaki değişiklik yolculuk sayısının güncellenmesine de gerekmektedir.

Yolculuk modelleri güncellenirken sabit katsayısı ve dummy değişkeni için zon sayısı oranında artış uygulanmıştır. Her üretim modelindeki sabitler 2,85 oranında büyütülürken, dummy değişkenleri ise 3,46 ile büyütülmüştür.

Model Denklemleri,

$$\text{Ev-İş Üretim}_j = -29,478 + 42,31 \times \text{Dummy} + 1,613 \times \text{Çalışan Nüfusu} \quad (4.2)$$

$$\text{Ev-Okul Üretim}_j = 6,84 + 1,951 \times \text{Hanedeki Öğrenci Nüfusu} \quad (4.3)$$

$$\text{Ev-Diğer Üretim}_j = 64,155 - 195,36 \times \text{Dummy} + 1,191 \times \text{Otomobil Sayısı} + 0,364 \times \text{Nüfus} \quad (4.4)$$

$$\text{Ev Uçlu Olmayan Üretim}_j = -3,07 - 98,53 \times \text{Dummy} + 0,363 \times \text{Otomobil Sayısı} + 0,066 \times \text{Okuldaki Öğrenci Sayısı} + 0,218 \times \text{İstihdam Edilen Nüfus} \quad (4.5)$$

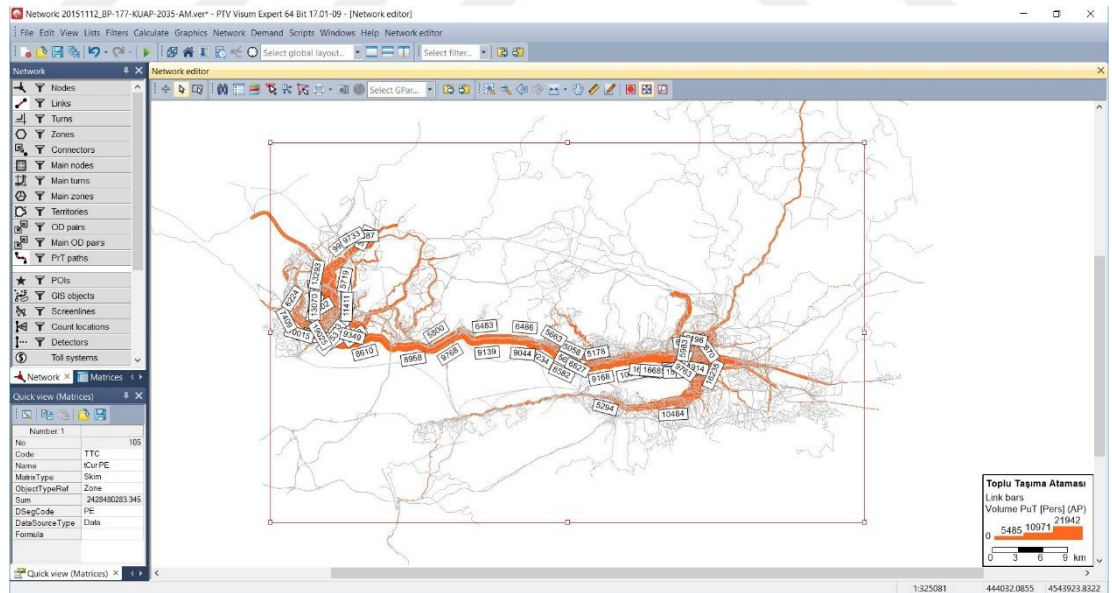
$$\text{Ev-İş çekim}_j = 112,06 + 0,931 \times \text{İstihdam Edilen Nüfus} \quad (4.6)$$

$$\text{Ev-Okul çekim}_j = 70,62 + 126,83 \times \text{Dummy} + 1,875 \times \text{Okuldaki Öğrenci Sayısı} \quad (4.7)$$

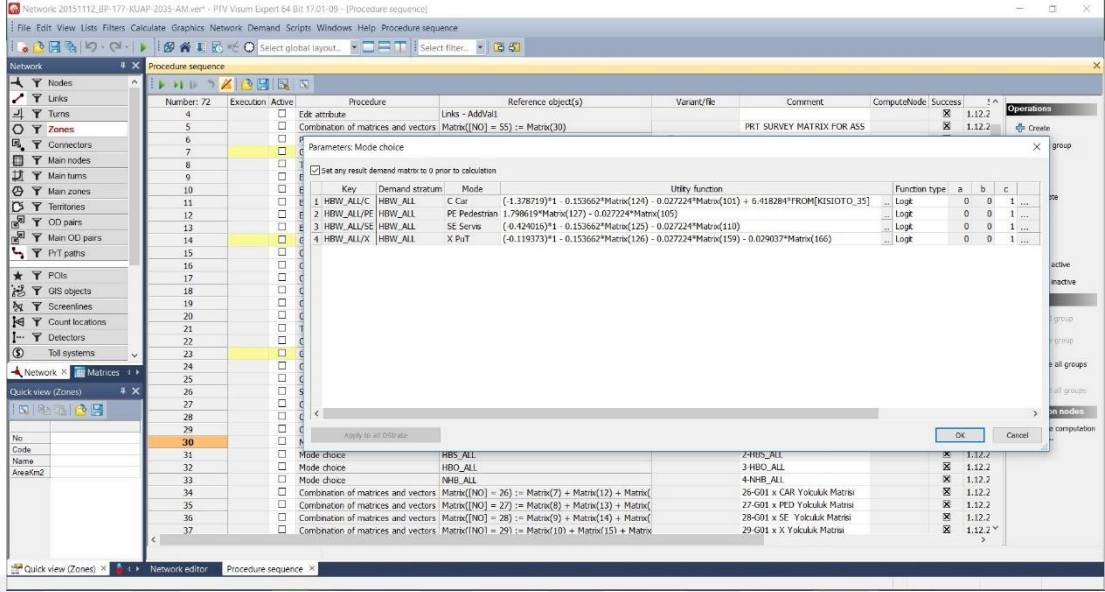
$$\text{Ev-Diğer çekim}_j = -15,76 - 438,28 \times \text{Dummy} + 1,078 \times \text{Okuldaki Öğrenci Sayısı} + 1,001 \times \text{İstihdam Edilen Nüfus} \quad (4.8)$$

$$\text{Ev uçlu olmayan çekim}_j = -11,74 - 114 \times \text{Dummy} + 0,454 \times \text{Otomobil Sayısı} + 0,262 \times \text{İstihdam Edilen Nüfus} \quad (4.9)$$

Visium programına atama modelleri, formülleri tanıtarak mevcut verilerden geleceğe dair örneğin 2035 e dair bir veriler elde ediliyor. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de yolculuk atama modelinin çalışmaları görünmektedir.



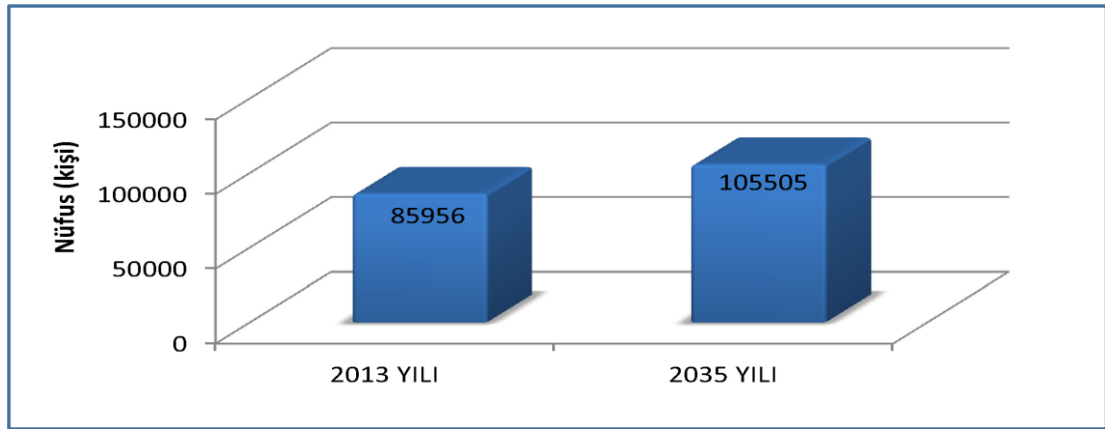
Şekil 4.1. Visium ile Kocaeli ilinin zonlara ayrılması



Şekil 4.2. Visium programı ile matrisler ve formülleri

#### 4.1. Tramvay Hattı Yapım İş Etki Alanı Hedef Yılı Projeksiyonları

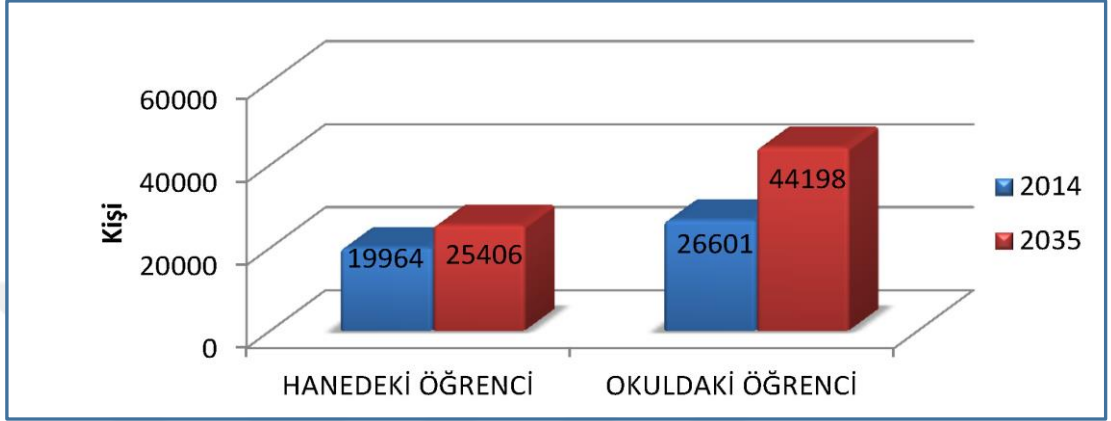
Nazım İmar Planına göre 2035 yılında Kocaeli genelindeki nüfusun mevcut nüfusa göre 2,36 kat artacağı tahmin edilmektedir. Bu oran, yine İmar Planı kararına göre proje hattının etki alanında kalan bölge için 1,23 katı kadar artacaktır. Hattın geçtiği bölgenin büyük ölçekte şehir merkezinden olmasından dolayı nüfus yoğunluğunun konut bölgelerine göre daha düşük kalması olası bir durumdur. Nüfus büyüklüğü bakımından önemli önemli bir potansiyel olan bu bölgede rakam 2013 yılında 85956 iken 2035 yılında 105505'e çıkması beklenmektedir. Şekil 4.3'de bu yükseliş açıkça görülmektedir.



Şekil 4.3. Tramvay Hattı Etki Alanında Kalan Nüfus Değişimi [17]

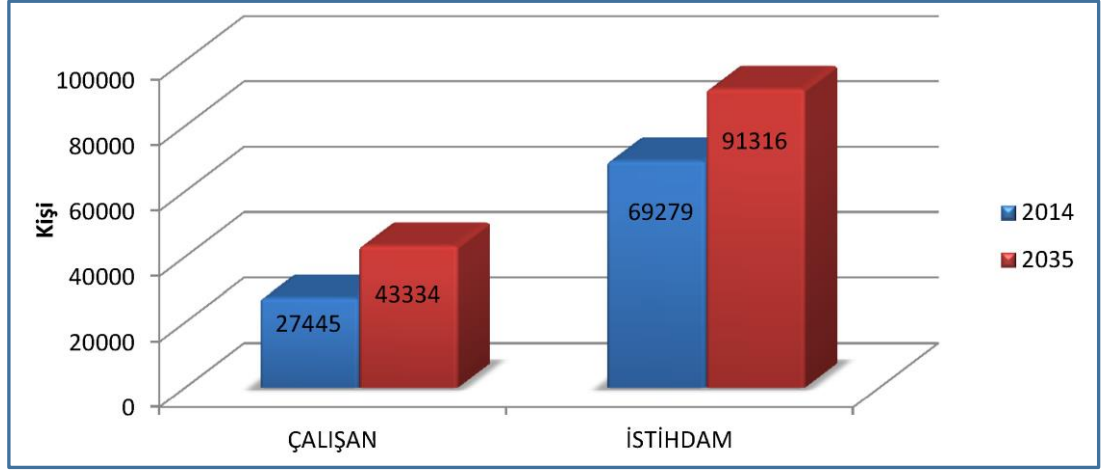


Şekil 4.4’de görüldüğü üzere ,tramvayın birincil etki alanı olarak tanımlanan bölgede öğrenci rakamlarındaki değişime bakıldığında özellikle bu bölgedeki eğitim alanlarının da yoğunluğu düşünüldüğünde ve artış ivmesi de göz önüne alındığında öğrenci sayısı 1,6 kat artmaktadır.



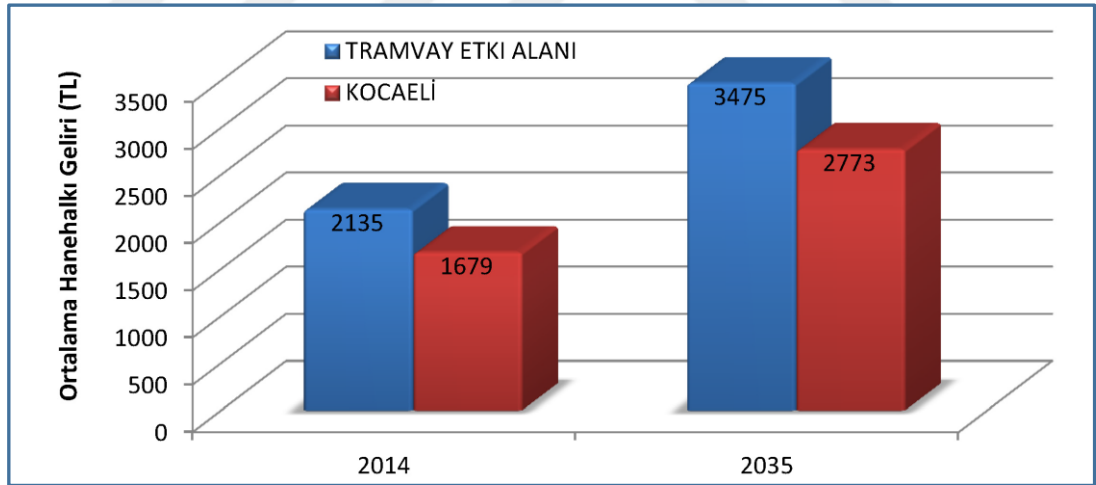
Şekil 4.4. Tramvay Etki Alanındaki Öğrenci Değişim Sayısı [17]

Tramvay etki alanına giren bölgedeki çalışan nüfusu, Şekil 4.5’de mevcut çalışan nüfusunun %5’ine denk gelirken 2035 yılında bölgenin nüfus bakımından doymuşluğu sebebi ile nüfusu kent geneline bakıldığında çok artmamakta ve buna paralel olarak toplam içindeki çalışan oranı da %3’e kadar düşmektedir. Benzer bir durum istihdamın oransal değişimi için de geçerlidir. Bugün Kocaeli’nin toplam istihdamının %12’sine denk gelen bu bölge Kocaeli genelinde artan istihdam alanları sebebi ile 2035 yılında toplam istihdamın %6’sını karşılayacaktır. Toplam istihdam ve çalışan sayısı içerisindeki payın azalmasına rağmen, bölgede yaklaşık bir buçuk katına çıkacak olan çalışan ve istihdam rakamları ile mevcuttaki yapısı gereği yolculuk çekimi ve iç hareketliliği bakımından yoğun olan bu bölgenin ilerleyen yıllarda daha da hareketlenmesi kaçınılmazdır.



Şekil 4.5. Tramvay Etki Alanındaki Çalışan ve İstihdam Sayıları [17]

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi, tramvayın birincil etki alanına giren bölgede hanehalkı geliri ortalamasının bugün olduğu gibi gelecekte de Kocaeli ortalamasından yüksek olması beklenmektedir. Bu bölge için yapılan gelir tahminini gösteren grafiğe bakıldığında görüleceği gibi, bu bölgede 2135 TL olan ortalama hanehalkı geliri 2035 yılında 3475 TL olacaktır.



Şekil 4.6. Tramvay Etki Alanındaki Hane Halkının Ortalama Geliri [17]

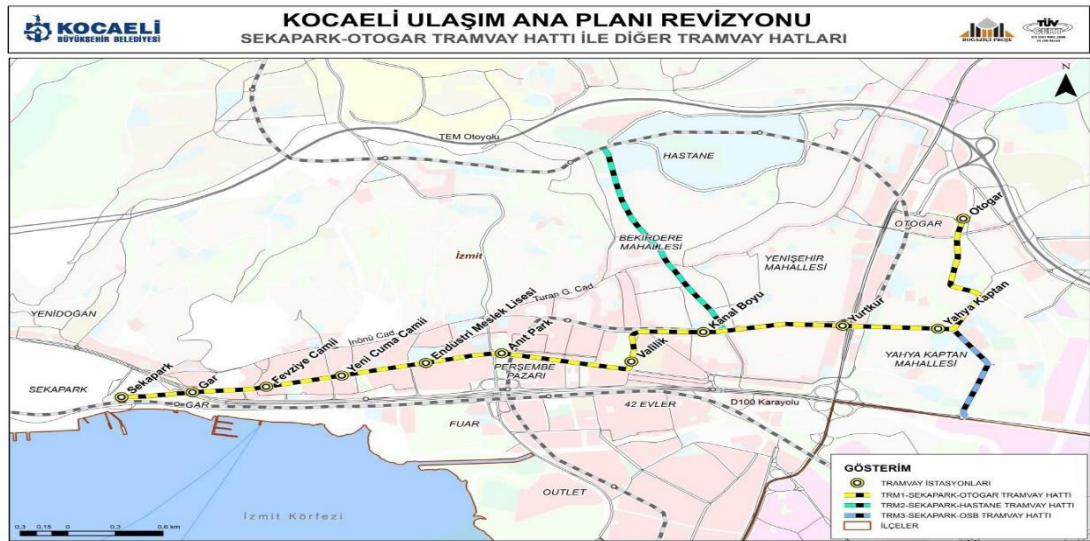
Mevcutta, tramvay etki alanı bölgesinde yaşayan 1000 kişi başına 169 otomobil düşerken 2035 yılında bu rakamın 297 otomobil civarında olması tahmin edilmektedir. Bölgedeki hanelere ait otomobil sayısı bugün 14563 iken 2035 yılında iki kat artarak 31730 olacaktır. Otomobil rakamındaki ciddi yükseliş, araçların trafiğe çıkma oranına bağlı olarak bölgedeki karayolu ulaşım ağını olumsuz yönde

etkileyeceğinden hayata geçirilen tramvay projesinin önemi görülmektedir. Tablo 4.2’de nüfus ve otomobil sayısının artışı, ayrıca 1000 kişiye düşen otomobil sayısının planlama yapılırken 2014’te ve 2035 hedef yılındaki artışı görülmektedir.

Tablo 4.2. Tramvay etki alanında otomobil sahipliği değişimi [17]

Yıl	Nüfus	Otomobil Sayısı	Otomobil sayısı/1000 kişi
2014	85956	14563	169
2035	105505	31370	297

KUAP kararları doğrultusunda ortaya çıkan ana toplu taşıma hatlarının hayata geçirilmesi, genel planlamasında yer alan ve 2020, 2025, 2030 ve 2035 yıllarını kapsayan etaplara göre planlandığı görülmektedir. Kocaeli kent merkezi tramvay ağı üç ayrı etapta tamamlanması düşünülerek tasarlanmış bir projedir. 2017 yılında açılan TRM1-Sekapark-Otogar 1. Etap Tramvay Hattı, 2025 yılına kadar İzmit’in kuzeyinde Eski Cephanelik Bölgesi’nde planlanan ve İzmit sektörü için önemli bir çekim noktası oluşturacak olan Şehir Hastanesi için TRM2-Sekapark-Hastane 2. Etap Tramvay Hattı ve 2030 yılına kadar Yahya Kaptan bölgesine hizmet vermesi için TRM1 Hattından Yahya Kaptan Kavşağı’ndan ayrılarak Necip Fazıl Caddesi üzerinden D-100 Karayoluna kadar devam edecek olan TRM3-Sekapark-Yahya Kaptan Güney 3. Etap Tramvay Hattı İzmit merkezine hizmet veren 3 ayrı işletme olacaktır. Şekil 4.7’de güzergah haritası verilmiştir.



Şekil 4.7. İzmit Tramvay Hatları Haritası [17]

Etüd edilen proje hattının yolcu değerleri hesaplanırken; 2025 yılı rakamları için TRM2-Sekapark-Kocaeli Şehir Hastanesi hattı ve buna ilave olarak 2030 yılı için TRM3-Sekapark-Yahya Kaptan Güney 3. Etap Hattı ile TRM1-Sekapark-Otogar Hattının ortak güzergâh kesimindeki yolcu hacimleri ile de dâhil edilmiştir. Sekapark-Otogar Tramvayı Hattının 2035 yılı için tek yönde kesitteki saatlik maksimum yolcu değeri 4742 civarında olacağı tahmin edilmektedir.

Güzergâh kapsamında Namık Kemal Lisesi ile Perşembe Pazarı istasyonları arasındaki kesimde tüm kesitlerden daha yüksek değerler ortaya çıktığı görülmektedir. Atama sonuçları alınmadan önce Ulaşım Ana Planında önerilen tüm ana omurga hatlarına göre lastik tekerlekli toplu taşıma hatları yeniden düzenlenmiş ve besleyici hatlar oluşturulmuştur. Kentin, güney, kuzey, doğu ve batı bölgelerinden Sekapark-Otogar Tramvayı Hattı ile bağlantı sağlayan yaklaşık 24 ayrı lastik tekerlekli hat kurulmuştur. Ayrıca Ulaşım Ana Planı çalışması kapsamında belirlenen diğer HRS sistemindeki Ana Omurga hatları da 4 ayrı işletme ile tramvay hattına entegreli bir sistemde çalışmaktadır. Proje etüdü yapılan tramvay hattına ait 2035 yılı 24 saat ve zirve saat durak indi-bindi ve kesit değerleri yönlerine göre Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te verilmektedir.

Tablo 4.3. Akçaray tramvay hattının günlük yolcu hareketleri [17]

Sekapark- Otogar Yönü				Otogar- Sekapark Yönü			
İstasyon	Bindi	İndi	Kesit	İstasyon	Bindi	İndi	Kesit
Sekapark	13705	0	13705	Izmit Otogar	7707	0	7707
Gar	9589	248	23046	Yahya Kaptan	2603	2507	11102
Fevziye Camii	3295	1928	24412	Yenişehir	5741	3491	13351
Yeni Cuma Camii	6770	5086	26097	M.Ali Paşa	2331	6169	25400
Fuar-Adliye	5201	2013	29285	Doğu Kışla	3777	3188	25989
Milli Irade Meydanı	21100	16848	33537	Milli Irade Meydanı	15410	16899	24500
Doğu Kışla	1180	3102	31616	Fuar-Adliye	2182	6104	20578
M.Ali Paşa	6744	1358	37002	Yeni Cuma Camii	6942	8949	18570
Yenişehir	3442	4880	13964	Fevziye Camii	2056	2891	17736
Yahya Kaptan	2478	3264	13178	Gar İstasyonu	395	17678	453
Izmit Otogar	0	8681	0	Sekapark	0	453	0
Toplam	73504			Toplam	52623		

Tablo 4.4. Akçaray Hattı Zirve Saat Yolculuk Hareketleri [17]

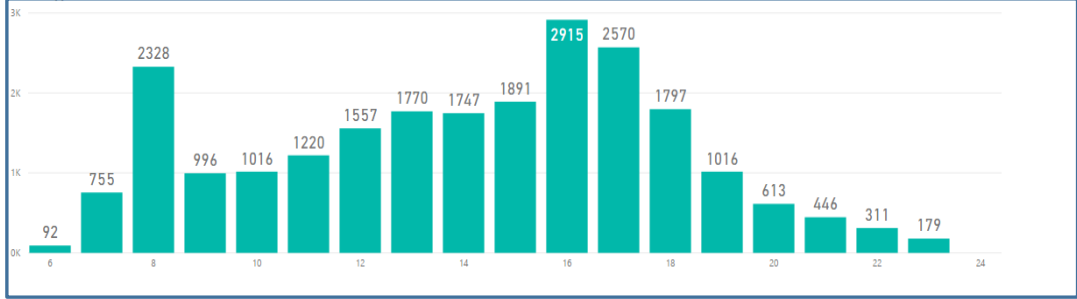
HAT 1: Sekapark - İzmit Otogar Yönü					HAT 2: İzmit Otogar - Sekapark Yönü			
No	İstasyon adı	Binen	İnen	Kesit	İstasyon adı	Binen	İnen	Kesit
1	Sekapark	2362	0	2362	İzmit Otogar	948	0	948
2	Gar	1531	44	3849	Yahya Kaptan	1413	308	2405
3	Fevziye/Halkevi	470	375	3944	Yenişehir	2000	362	4043
4	Yenicuma	803	950	3797	M.Ali Paşa	851	955	5983
5	Fuar-Adliye	188	401	3584	Doğu Kışla	555	342	6196
6	Milli İrade Meydanı	2481	4739	4459	Milli İrade Meydanı	2855	2143	6907
7	Doğu Kışla	536	1123	4159	Fuar-Adliye	66	2092	4881
8	M.Ali Paşa	761	532	4701	Yenicuma	326	3510	1698
9	Yenişehir	441	2373	1681	Fevziye/Halkevi	76	479	1295
10	Yahya Kaptan	484	1533	1270	Gar İstasyonu	17	1285	28
11	İzmit Otogar	49	8750	0	Sekapark	0	28	0
Kesit Maksimum		4701					6907	
Toplam		10106	20820		Toplam		9109	11504
Genel Toplam		30296			Genel Toplam		20611	

Mevcut Sekapark-Otogar hattında günlük ortalama 30000 yolcu taşınmaktadır. Bu yolcu kapasitesi fizibilitede hesaplananın üzerinde bir rakam olarak karşımıza çıkmıştır. Bu durum ne denli doğru bir yatırım yapıldığını ve uzatmalarında ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Tablo 4.5.'te 20.11.2017 tarihli yolcu hareketleri görülmektedir.

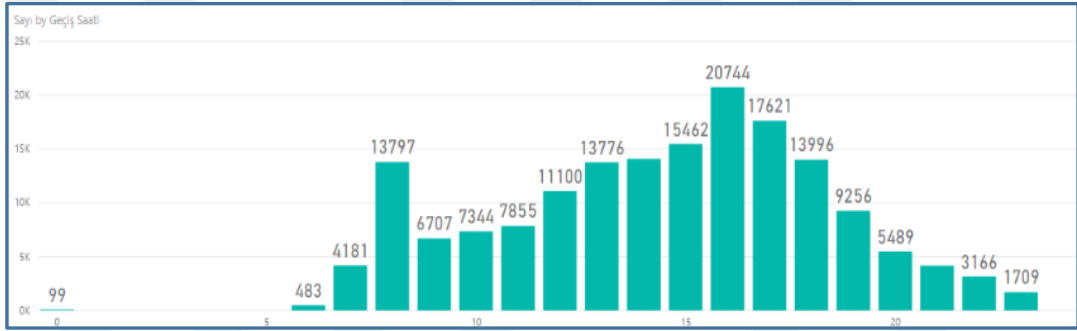
Tablo 4.5. 20 Kasım 2017 tarihli durak bazlı yolculuk hareketleri

Sekapark - İzmit Otogar Yönü			İzmit Otogar - Sekapark Yönü		
No	İstasyon adı	Yolcu Hareketi	İstasyon adı	Yolcu Hareketi	
1	Sekapark	576	İzmit Otogar	1207	
2	Gar	8	Yahya Kaptan	1698	
3	Fevziye/Halkevi	1592	Yenişehir	1438	
4	Yeni Cuma	2196	M.Ali Paşa	1455	
5	Fuar-Adliye	1300	Doğu Kışla	736	
6	Milli İrade Meydanı	1515	Milli İrade Meydanı	825	
7	Doğu Kışla	1379	Fuar-Adliye	224	
8	M.Ali Paşa	512	Yenicuma	173	
9	Yenişehir	953	Fevziye/Halkevi	2162	
10	Yahya Kaptan	1494	Gar İstasyonu	1072	
11	İzmit Otogar	701	Sekapark	3	
Toplam		12226	Toplam		10993

Ayrıca zirve saat olarak KUAP'ta sabah saatleri 07.30-08.30 ve akşam 17.30-18.30 olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki şekillerde ise günlük ve haftalık saatlere göre yolcu dağılımı verilmiştir.



Şekil 4.8. 20 Kasım tarihli saatlik yolcu hareketleri [13]



Şekil 4.9. 20-26 Kasım tarihli haftalık-saatlik yolcu hareketleri [13]

Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de ise İşletmeci firma Ulaşımпарк A.Ş'den alınan yolculuk hareketleri verilmiştir. Hattın yolcusu lastik tekerlekli besleme hatalarından, KUAP kapsamında oluşturulan diğer hatlardan ve İzmit İskelesinden çalışan vapur hatlarından aktarmalı olarak gelmektedir. Tramvay hattına binen aktarmalı yolcu sayısı 24443 olmaktadır. Hattı aktarmasız olarak kullanan yolcu sayısı ise 98204'dir (Tablo 4.6).

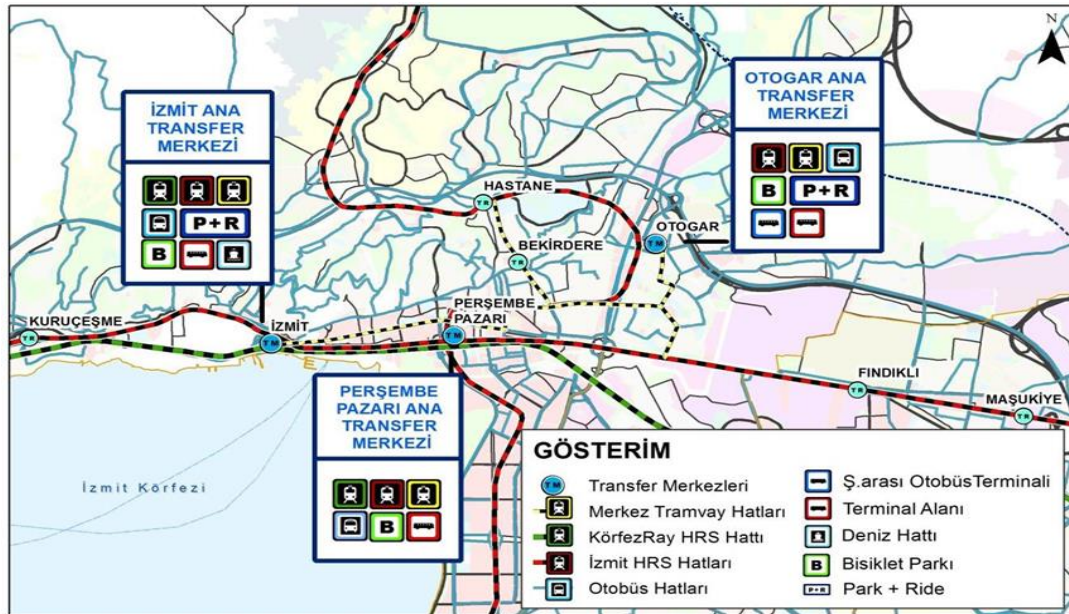
Tablo 4.6. Sekapark-Otogar Tramvay Hattına Aktarmalı ve Aktarmasız Binen Yolcu Sayısı [17]

	Mod Adı	Binen Yolcu Sayısı
Aktarmalı Yolcu	Ana Omurga (HRS)	13539
	Lastik Tekerlekli	10904
	Toplam	24443
Aktarmasız Yolcu		98204
Hatta Binen Toplam Yolcu		122647

Tramvay hattı ile entegrasyonu kurulan ana omurga hatları 20000 civarındaki tramvaya aktarma yapan yolcu sayısı ile dikkat çekmektedir. Tramvay hattına aktarmalı yolculuklarda önem kazanan merkezler arasında KUAP çalışması kararları doğrultusunda planlanan ana transfer merkezleri arasında yer alan İzmit Ana Transfer Merkezi, Perşembe Pazarı Ana Transfer Merkezi ve Otogar Ana Transfer Merkezidir.



Şekil 4.10. Kocaeli Ana Transfer Noktaları Planlaması [17]




Şekil 4.11. İzmit Ana Transfer Merkezleri [17]

Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de Kocaeli Ulaşım Ana Planında yer alan transfer merkezleri, Perşembe Pazarı’nın adeta bir merkez gibi yapılacak hatların kesişim noktası olarak planlandığı görülmektedir. Tablo 4.7’de hatlar ve entegrasyon planı belirtilmiştir.

Tablo 4.7. 2035 Yılında Ana Transfer Merkezlerinde Toplu Taşıma Hatları ve Yolcu Sayıları [17]

ANA TRANSFER MERKEZLERİ	GÜNLÜK YOLCU SAYISI	DENİZ H.	HRS HATLARI				TRAMVAY HATLARI				LASTİK TEKERLEKLİ HATLAR			DİĞER	
		İzmit 1 Mart İskelesi	KörfezRay Hattı	Kuzey HRS Hattı	Güney HRS Hattı	Üniversite HRS Hattı	Sekapark-Otogar Tramvay Hattı	Sekapark- Hastane Tramvay Hattı	Sekapark- Y. Kaptan	şehirçi Hatları	Merkez Hatlar	Birinci Derece Hatlar	Besleme Hatlar	Kırsal Hatlar	Şehirler Arası Otobüsler
İzmit	223.000														
Perşembe Pazarı	697.836														
Otogar	216.009														

 Ana transfer merkezine gelen toplu taşıma hattını gösterir.

## 4.2. Akçaray Fizibilite İncelemeleri

Bu bölümde, Sekapark-Otogar Tramvay Projesi’nin yatırım ve işletme giderleri, finansman planı ve projeden beklenen gelirler hesaplanarak mali fizibilite ortaya konacaktır. Proje sonucunda oluşacak nakit akışı, projenin karlılığı ve yatırımın geri ödeme süresi de bu bölümde incelenecektir. Mali analiz yapılırken kabul edilen şablon aşağıdaki gibidir.

Sistemin yapımı, inşaatı 2016-2017 yıllarında gerçekleştirilecek ve 2018 yılı içerisinde hizmete alınacaktır. Tahmin ettiğimiz şekilde yapım 2017 Haziranda tamamlanmış, yolcusuz testlerin bitmesiyle 1 Ağustos 2017 yılında ücretli taşımacılığa başlanmıştır. Mali Analizler hesaplanırken 2016 ve 2040 yılları arası esas alınmış olup Euro kuru olarak 10.06.2014 tarihli TCMB kuru 1 €= 2,83 TL, 1 dolar= 2,08 TL) dikkate alınmış, hesaplamalar bu şekilde yapılmıştır. Aksi halde mevcut Dolar ve Euro kurları üzerinden sonuçları değerlendirmek sağlıklı neticelere bizi ulaştırmaz. Değerlendirme dönemi boyunca her yıl için hesaplanan gelir ve giderler, yıllık %10 oranında (Kalkınma Bakanlığı’nın eski adıyla DPT’nin önerdiği orandır) iskonto edilmiştir.



#### 4.2.1. Araç sayıları ve işletme özellikleri

Sekapark-Otogar Tramvay Hattı işletmesi için ön görülen özellikler Tablo 4.8’de verilmiştir. Buna göre 7 km uzunluğundaki iki yönlü tramvay hattının ortalama işletme hızı 18 km/sa kabul edilmiştir. Tek yönde yaklaşık 23 dakika süren hattın toplam rotasyon süresi yaklaşık 50 dakika olacaktır. Bu durumda sistem 3 dakikalık sefer aralıklarıyla zirve saatte 20 sefer sayısına ulaşabilecektir.

Tablo 4.8. İşletme Özellikleri

<b>İşletme Hızı</b>		18
<b>Mesafe-km</b>		7
<b>Süre-dk</b>		23
<b>Rotasyon Süresi</b>		50
<b>Zirve Saat Sefer</b>	Açılış Yılı-7	2040 yılında-24
<b>Zirve Saat Sefer</b>	Açılış Yılı-8,57	2040 yılında-2,50

Hattın bulunduğu koridorda Kocaeli Ulaşım Ana Planı Model Kalibrasyon çalışmaları sonuçlarına göre 2018 açılış yılı ve 2020-2040 arasında 5 yıllık periyotlarda zirve saatteki kesit değeri ile iki yönde günlük ve yıllık yolcu sayıları Tablo 4.9’da verilmiştir. 2018 açılış yılı yolcu değerleri hesaplanırken, 2014-2020 yılları atama modeli sonuçları arasında interpolasyon yapılmıştır. Buna göre sistemin açılış yılında zirve saatte tek yönde kesitte 2000 yolcuya ulaşacağı hesaplanmıştır.

Tablo 4.9. Raylı Sistem Koridoru Yolcu Değerleri [17]

	2017	2020	2025	2030	2035	2040
<b>Zirve Saatte Tek Yönde Toplam Yolcu</b>	4509	5047	5880	8056	10106	13220
<b>Zirve Saatte En Yüksek Kesit Değeri (yolcu/saat - yön)</b>	2562	3450	4337	5906	6907	8070
<b>Zirve Saatte İki Yönde Toplam Yolcu</b>	6888	9622	11632	15822	19215	22436
<b>Günlük İki Yönde Toplam Yolcu</b>	47435	63089	77117	98354	122647	139927
<b>Yıllık İki Yönde Toplam Yolcu</b>	16175403	21513258	26297019	33538749	41822668	47715243

Açılış yılında ve devam eden süreçte sistemin filo ihtiyacı belirlenirken “Zirve Saatte En Yüksek Kesit Değeri (yolcu/saat-yön)” belirleyici olmaktadır. Bu çalışmada, araç kapasitesi olarak Türkiye’deki benzer işletmelerde kullanılan araç sayıları baz alınmış ve kapasite araç başına 269 yolcu kabul edilmiştir (metrekareye 6 kişi)- AW3 yükü olarak adlandırılan bu kapasiteyi Durmazlar firmasının mevcut aracı sağlayabilmektedir. İstasyonların peron boyları, dizide en fazla 1 araç olacak şekilde tasarlanmıştır. Kocaeli’de araçlar 5li dizi olacak şekilde 33 metre uzunluğunda tek set olarak çalışmaktadır.( kuplajlı değil).

Buna göre Tablo 4.9’da verilen işletme özelliklerine göre sistemin saatlik kapasitesi 2040 yılına gelindiğinde kesitte tek yönde 8070 yolcuya ulaşmaktadır. Sistemin yıllara göre filo ihtiyacına bakıldığında, açılış yılı 2018 yılında yedek araçlar dâhil 7 araçla işletmeye başlaması, 2040 yılında ise 22 araçlık bir filo büyüklüğüne ulaşması öngörülmektedir.

#### **4.2.2. İşletme giderleri**

Raylı sistemin işletme giderleri aşağıda sıralanan gider kalemlerinden oluşmaktadır:

- Enerji Giderleri
- Yol ve Sabit Tesislerin Bakım ve Onarım Giderleri
- Araçların Bakım ve Onarım Giderleri
- Personel Giderleri

#### **4.2.3. İşletme gelirleri**

Proje güzergâhına yönelik hazırlanan Ulaşım Etüdü belirlenen yolculuk tahminlerine dayalı bilet geliri ve istasyonlar ile araçlardaki reklam kira bedelleri dikkate alınarak toplam yıllık işletme gelirleri hesaplanmıştır.

#### **4.2.4. Bilet geliri**

Bu fizibilitenin hazırlandığında yani etüdünün yapılıp yatırım karar Temmuz 2014 tarihinde, tramvay hattının yer aldığı İzmit kent merkezinde yer alan toplu taşıma hatlarının ücretleri tam bilet 1,9 TL, indirimli bilet 1,4 TL, Öğrenci 1,15 TL, Akıllı Kağıt Bilet 2,15 TL ve şoför kart ile biniş 2,4 TL’dir. Elektronik bilet verilerinden elde

edilen kullanım oranlarına göre %53 tam bilet, %40 öğrenci ve %7 indirimli kart kullanıldığı belirlenmiştir.

Kocaeli’de belediye otobüsleri ile vapur hatları için geçerli olan 90 dakikada %50 indirimli aktarmalı biniş sistemi bulunmaktadır. Bu sistemin, uzun vadede açılacak raylı sistem koridoru ile lastik tekerlekli sistem arasında entegreli olarak besleme hatlarından aktarmalı yolculuklarla geliştirilerek çalışacağı öngörülmektedir. Model sonuçlarına dayanarak, yolcuların %20 oranında raylı sisteme aktarma yapacağı ve aktarmalarında yine tam bilet fiyatı üzerinden %50 indirimle ücretlendirileceği varsayımından hareketle, 2018 yılı ve sonrası için ortalama yolculuk bedeli olarak 1,41 TL (0,50 Avro) değeri kabul edilmiştir.

Fizibilite etüdü aşamasında yolculuklar mevcut otobüs hatlarının kaldırılması ve buna ek olarak başta otobüs hatları olmak üzere diğer ulaşım sistemleriyle bu hattın beslenmesi söz konusu olduğunda raylı sistemin taşıyacağı yolculuklar tahmin edilmiştir. Yıllık yolculuklar ve işletme gelirleri, işletme dönemindeki her yıl için hesaplanarak Tablo 4.10.’da gösterilmektedir. Burada hesap yapılırken yıllık yolculuk sayısı X 0,49 olarak toplam yolculuk geliri elde edilmiştir.

Tablo 4.10. Yıllara Göre Yolcu Sayıları ve Gelirleri [17]

Yıl	Yıllık Yolcu Sayısı	Toplam Yolculuk Geliri (EUR)	Yıl	Yıllık Yolcu Sayısı	Toplam Yolculuk Geliri (EUR)
2017	16175403	8053260	2029	32090403	15976873
2018	17546701	8735989	2030	33538749	16697962
2019	18917998	9418718	2031	35195533	17522826
2020	21513258	10710822	2032	36852317	18347690
2021	22470010	11187160	2033	38509100	19172554
2022	23426762	11663499	2034	40165884	19997418
2023	24383515	12139839	2035	41822668	20822283
2024	25340267	12616177	2036	42230054	21025108
2025	26297019	13092516	2037	43601351	21707837
2026	27745365	13813605	2038	44972649	22390566
2027	29193711	14534694	2039	46343946	23073295
2028	30642057	15255784	2040	47715243	23756023

#### 4.2.5. Reklam geliri

Tablo 4.11’de belirtildiği gibi hattın işletmesinde bilet geliri haricindeki gelir kaynaklarından biri de reklam ve kira gelirleridir. Fizibilitede reklam gelirleri olarak istasyonlardaki reklam panoları ve araçlardaki reklam panoları, LED ekranlar ve araç giydirme bedelleri dikkate alınmıştır. Hesaplarda kullanılan birim fiyatlar piyasadaki ortalama değerlerdir. Buna göre her istasyonda toplamda 10 pano, her araçta 2 LED ekran ve 4 pano olacağı kabul edilmiştir.

Tablo 4.11. Reklam Gelirleri için kullandığımız Veriler[17]

	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040
İstasyon Sayısı (Adet)	11	11	11	11	11	11	11
Reklam Giydirme Yapılacak Araç sayısı (adet)	9	10	12	14	20	23	27
İstasyon Pano sayısı (adet)	10	10	10	10	10	10	10
Araç İçi Pano Sayısı (adet)	4	4	4	4	4	4	4
Araç içi LED Ekran (adet)	2	2	2	2	2	2	2

Yapılan kabullere göre her beş yıllık periyotlarla artan araç sayısı ile reklam gelirleri 2040 yılında 1957452 Euro’ya ulaşacağı tahmin edilmektedir. (Bkz. Tablo 4.12)Hesaplar hep Euro üzerinden verilmiştir. Çünkü tramvayın devreye alındığı 2017 senesi ile fizibilite yapıldığı 2014 senesi ve şuan 2018 Ağustos Euro-Dolar kurları arasında ciddi farklar vardır. Araç giydirme, istasyon pano, araç içi pano ve led ayrıca reklam gelirleri toplam gelirleri oluşturmaktadır.

Tablo 4.12. Yıllık Reklam Geliri Tahminleri [17]

	Reklam Geliri- Araç giydirme (TL)	Reklam Geliri - İstasyon Pano (TL)	Reklam Geliri – Araç İçi Pano (TL)	Reklam Geliri - Araç içi LED (TL)	Reklam Geliri Toplamı (TL)	Reklam Geliri Toplamı (AVRO)
2017	394200	2122214	497443	497443	3511300	1239910
2018	394200	2122214	497443	248721	3262579	1152081
2019	438000	2122214	552714	276357	3389286	1196824
2020	525600	2122214	663257	331629	3642700	1286310
2021	525600	2122214	663257	331629	3642700	1286310
2022	525600	2122214	663257	331629	3642700	1286310
2023	525600	2122214	663257	331629	3642700	1286310
2024	525600	2122214	663257	331629	3642700	1286310
2025	613200	2122214	773800	386900	3896114	1375795
2026	613200	2122214	773800	386900	3896114	1375795
2027	613200	2122214	773800	386900	3896114	1375795
2028	613200	2122214	773800	386900	3896114	1375795
2029	613200	2122214	773800	386900	3896114	1375795
2030	876000	2122214	1105429	552714	4656357	1644252
2031	876000	2122214	1105429	552714	4656357	1644252
2032	876000	2122214	1105429	552714	4656357	1644252
2033	876000	2122214	1105429	552714	4656357	1644252
2034	876000	2122214	1105429	552714	4656357	1644252
2035	1007400	2122214	1271243	635621	5036479	1778480
2036	1007400	2122214	1271243	635621	5036479	1778480
2037	1007400	2122214	1271243	635621	5036479	1778480
2038	1007400	2122214	1271243	635621	5036479	1778480
2039	1007400	2122214	1271243	635621	5036479	1778480
2040	1182600	2122214	1492329	746164	5543307	1957452

Yine aşağıdaki tabloda belirtildiği üzere 2018 yılında 9888070 €, 2040 yılında ise 25713475€ işletme geliri tahmin edilmektedir, beklenmektedir.

Tablo 4.13. İşletme Gelirleri Toplamı [17]

YILLAR	Toplam Yolculuk Geliri €	Toplam Reklam Geliri €	TOPLAM GELİR €
2018	8735989	1152081	9888070
2019	9418718	1196824	10615542
2020	10710822	1286310	11997132
2021	11187161	1286310	12473471
2022	11663500	1286310	12949810
2023	12139839	1286310	13426149
2024	12616178	1286310	13902488
2025	13092517	1375795	14468312
2026	13813606	1375795	15189401
2027	14534695	1375795	15910490
2028	15255784	1375795	16631579
2029	15976873	1375795	17352668
2030	16697962	1644252	18342214
2031	17522826	1644252	19167078
2032	18347690	1644252	19991942
2033	19172554	1644252	20816806
2034	19997418	1644252	21641670
<b>2035</b>	<b>20822283</b>	<b>1778480</b>	<b>22600763</b>
2036	21025108	1778480	22803588
2037	21707837	1778480	23486317
2038	22390566	1778480	24169046
2039	23073295	1778480	24851775
<b>2040</b>	<b>23756024</b>	<b>1957452</b>	<b>25713476</b>

Toplam Gelir hesabı yapılırken, Yolculuk Gelirleri ile Reklam Gelirleri toplanır.

### 4.3. Ekonomik Analiz

#### 4.3.1. Otobüs yatırımı ve işletme modeli

Aşağıdaki hesaplamalarda tramvay yatırımının yapılmaması ve mevcut lastik tekerlekli sistemin devamı durumda aynı koridorda taşınacak yolcu sayısı tahmin edilmiştir.

Tablo 4.14. Yatırım Yapılmaması Durumunda Otobüsle Taşınacak Yolcu Sayıları(€)  
[17]

Yıllar	Zirve Saatte Tek Yön Kesitteki Max.Yolcu Sayıları	Zirve Saatte Çift Yön Toplam Yolcu Sayıları	Günlük Çift Yön Toplam Yolcu Sayıları	Yıllık Çift Yön Toplam Yolcu Sayıları
2018	2815	7535	50766	17311070
2019	3057	8250	51923	17705743
2020	3450	9622	63089	21513258
2025	4337	11632	77117	26297019
2030	5837	16940	116691	39791709
2035	6894	19178	122699	41840271
2040	8150	23268	132148	45062620

Hesaplanan yolcu talebini karşılamak üzere yıllara göre ihtiyaç duyulacak otobüs sayısı ve otobüs satın alma maliyeti tasarrufu Tablo 4.14’de verilmiştir. Bu veriler Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Toplu Ulaşım Dairesi ve Ulaşım A.Ş den alınmıştır. Bu tablo hazırlanırken dikkate alınan bazı hususlar şöyledir: Otobüs kapasitesi: 98 yolcu, Doluluk oranı: %60, Saatlik sefer: 6, Saatlik taşınan yolcu: 59, Mevcut araç: 39, bu veriler ışığında aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır.

Ayrıca mevcut araçların 15 yılda ekonomik ömrünü doldurduğu kabul edilerek mevcut filonun yenilenmesi de öngörülmüştür. Ekonomik analizde otobüs satın alma maliyetlerindeki (otobüs yatırım maliyeti) tasarrufu hesaplamak için, her bir otobüsün fiyatı 300000 € olarak kabul edilmektedir. Otobüs işletme maliyeti değerleri ise otobüs hatlarının yıllık otobüs-km verisi kullanılarak hesaplanmıştır. Otobüs-km birim işletme maliyeti 1 TL (0,35 €) olarak alınmıştır. İşletme maliyetlerinden oluşan tahmini tasarruf Tablo 4.15’de görülebilmektedir.

Tablo 4.15. İhtiyaç Duyulacak Otobüs Sayıları ve Otobüs Yatırım Maliyeti Tasarrufu (€)[17]

Yıllar	Gerekli Otobüs Sayısı	İlave Olarak Alınması Gereken Otobüs Sayısı	Otobüs Yatırım Maliyeti Tasarrufu (AVRO)
2014	39	0	0
2018	32	13	3900000
2019	35	0	0
2020	39	0	35925
2021	41	2	639042
2022	43	4	1242159
2023	45	19	5745276
2024	47	8	2448393
2025	49	10	3051510
2026	53	14	4119099
2027	56	17	5186688
2028	60	34	10154278
2029	63	24	7321867
2030	67	4	1067589
2031	69	2	680916
2032	72	2	680916
2033	74	26	7381346
2034	76	2	680916
2035	78	2	680916
2036	82	4	1105384
2037	85	3	836020
2038	88	31	9314501
2039	90	3	836020
2040	91	1	341497

Tablo 4.15’de görüldüğü üzere,2035 yılında 680916€, 2040 yılında ise 341497 € otobüs maliyetinden kurtulmuş oluyoruz.



Tablo 4.16. İşletme Maliyeti Tasarrufu (€) [17]

Yıllar	Yıllık km	İşletme Maliyeti
2018	1126919	397937
2019	1106519	390733
2020	1414313	499421
2021	1392216	491618
2022	1674673	591359
2023	1633568	576844
2024	1596586	563785
2025	1923861	679352
2026	1886446	666140
2027	2185317	771677
2028	2175801	768317
2029	2166453	765016
2030	2966246	1047438
2031	2953831	1043054
2032	2996434	1058098
2033	2983974	1053698
2034	2971723	1049372
2035	3497798	1235139
2036	3483791	1230193
2037	3532149	1247269
2038	3518091	1242305
2039	3504260	1237421
2040	4063168	1434782

Ayrıca Tablo 4.16’da görüldüğü gibi hedef yıl 2035’te 1235139 €, 2040’ta ise 1434782 € işletme maliyetlerinde tasarruf edilmiş olacağız. Yıllık km\*0,35 € bize işletme maliyetini vermiştir. Görüldüğü gibi ilk yatırımı pahalı olsa geleceğe yönelik gerek bizi zaman gerekse çevresel faktörlerden ilaveten işletme ve ekstra otobüs maliyetlerini de düşününce raylı sistemler gayet mantıklı bir yatırımdır.

#### 4.3.2. Karayolu bakım ve onarım maliyeti

Kilometre başına birim yol bakım ve onarım maliyeti Karayolları Genel Müdürlüğü verileri kullanılarak otobüs için km başına 0,31 € olarak hesaplanmıştır. Projenin yapılmaması durumunda otobüslerin karayoluna vereceği zararın maddi büyüklüğü Tablo 4.17’te verilmiştir.

Tablo 4.17. Karayolu Bakım/ Onarım Maliyeti Tasarrufu (€)[17]

Yıllar	Yıllık km	İşletme Maliyeti	Yol Bakım Maliyeti Tasarrufu
2018	1126919	397937	345063
2019	1106519	390733	338816
2020	1414314	499421	433063
2021	1392216	491618	426297
2022	1674673	591359	512785
2023	1633568	576844	500199
2024	1596586	563785	488875
2025	1923861	679352	589086
2026	1886446	666140	577630
2027	2185317	771677	669144
2028	2175802	768317	666231
2029	2166454	765016	663368
2030	2966247	1047438	908265
2031	2953831	1043054	904463
2032	2996435	1058098	917508
2033	2983974	1053698	913693
2034	2971723	1049372	909942
2035	3497798	1235139	1071026
2036	3483792	1230193	1066737
2037	3532149	1247269	1081544
2038	3518092	1242305	1077240
2039	3504261	1237421	1073005
2040	4063169	1434782	1244142

#### 4.3.3. Kaza maliyeti

Taşıt birim hasar maliyeti Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre 0,14 €'dur. Kazaların hasar büyüklüğünü yansıtan bu değer, kazalarda yaralanma ve ölümlerin neden olduğu işgücü kayıpları, hastane giderleri gibi maliyetleri içermemektedir. Buna göre hesaplanan toplam kaza maliyeti Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.18. Kaza Maliyeti Tasarrufu (€) [17]

Yıllar	Yıllık km	Kaza Maliyeti
2018	1126919	161935
2019	1106519	158896
2020	1414314	203095
2021	1392216	199922
2022	1674673	240483
2023	1633568	234580
2024	1596586	229270
2025	1923861	276266
2026	1886446	270894
2027	2185317	313812
2028	2175802	312445
2029	2166454	311103
2030	2966247	425953
2031	2953831	424170
2032	2996435	430288
2033	2983974	428499
2034	2971723	426739
2035	3497798	502284
2036	3483792	500273
2037	3532149	507217
2038	3518092	505198
2039	3504261	503212
2040	4063169	583471

#### 4.3.4. Zamanın ekonomik değeri

Raylı sistem yatırımının yapılmaması durumunda yolculuklar lastik tekerlekli toplu taşıma sistemleri ile yapılacağından, yolculuk sürelerinin farkından doğan ekonomik değerlerin hesaba katılması gerekmektedir. Yıllık çalışma saati 2130 saat ve çalışan nüfusun toplam nüfusa oranı 0,315 alınarak; çalışan başına ortalama zaman değeri 10,59 €/saat (30 ₺/saat) olarak hesaplanmıştır. Çalışma dışındaki saatler için zaman değeri çalışma zamanındaki değerlerin %25'i olarak kabul edilmiştir. Kocaeli'de günlük toplam yolculukların %31'inin iş amaçlı yolculuklar olması sebebiyle kişi başına ortalama zaman değeri 4,72 €/saat (13,36 ₺/saat) olarak hesaplanmıştır.

Yatırımın gerçekleşmesi ve işletmenin öngörülen plana göre yapılması halinde zamandan tasarruf ile kazanılan faydaların ekonomik değerleri yıllar itibariyle Tablo 4.19'da verilmektedir.

Tablo 4.19. Zaman Maliyeti Tasarrufu (€) [17]

	<b>Kazanılan Süre (dk)</b>	<b>Yıllık Yolcu Sayısı</b>	<b>Zaman Tasarrufu</b>	<b>Zaman Maliyeti</b>
2018	3,1	17546701	924950	4363617
2019	3,2	18917998	1029566	4857164
2020	3,3	21513258	1207572	5696941
2021	3,4	22470010	1299677	6131462
2022	3,5	23426762	1395052	6581410
2023	3,6	24383515	1477598	6970835
2024	3,6	25340267	1562150	7369727
2025	3,7	26297019	1648710	7778086
2026	3,8	27745365	1768612	8343747
2027	3,8	29193711	1891552	8923740
2028	3,9	30642057	2002168	9445588
2029	3,9	32090403	2114369	9974917
2030	4	33538749	2228155	10511725
2031	4	35195533	2357489	11121880
2032	4	36852317	2488637	11740592
2033	4,1	38509100	2621598	12367861
2034	4,1	40165884	2756373	13003687
<b>2035</b>	<b>4,1</b>	<b>41822668</b>	<b>2892961</b>	<b>13648069</b>
2036	4,2	42230054	2944257	13890063
2037	4,2	43601351	3063729	14453694
2038	4,2	44972649	3184702	15024408
2039	4,2	46343946	3307177	15602203
<b>2040</b>	<b>4,3</b>	<b>47715243</b>	<b>3431152</b>	<b>16187081</b>

#### 4.3.5. Çevresel maliyetler

Otobüslerin raylı sistemlerden daha fazla CO<sub>2</sub> emisyonuna neden oldukları noktasından hareketle, otobüs yolculuklarının yerini raylı sisteme bırakmasının çevresel açıdan da daha faydalı görünmektedir. İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Kurumu'nun (DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs) 2007 yılında yayınladığı Sera Gazları Çevrim Rehberi'nden alınan bilgiye göre, bir otobüsün CO<sub>2</sub> emisyonu kilometrede ortalama 0,089 kg iken, tramvay işletmesi emisyonu 0,065 kg olmaktadır. Otobüslerin toplam kat edeceği kilometre ile raylı sistemin yılda kat edeceği yol da dikkate alınarak yapılan hesaplamada, CO<sub>2</sub> emisyonunda azalma olacağı hesaplanmıştır (Tablo 4.20) .

CO<sub>2</sub> emisyonlarını temizlemenin maliyeti ise Victoria Ulaşım Politikaları Enstitüsü'nün 2009 yılında yayınlamış olduğu "Ulaşım Etütlerinde İklim Değişikliğine Neden Olan Emisyonların Değerlemesi Raporu" ve ulaşım sektöründe yapılmış benzer çalışmalar dikkate alınarak 247 €/ton olarak kabul edilmiştir. Buna göre, CO<sub>2</sub> emisyonundaki azalmanın getireceği toplam fayda aşağıdaki Tablo 4.20' de sunulmuştur.

Tablo 4.20. CO<sub>2</sub> Emisyonundaki Azalmanın Ekonomik Faydası(€) [17]

Yıllar	Otobüs Yıllık Km	Raylı Sistem Yıllık Km	CO <sub>2</sub> Emisyonu Otobüs/ton	CO <sub>2</sub> Emisyonu Hafif Raylı /ton	CO <sub>2</sub> Emisyonu Farkı	CO <sub>2</sub> Temizleme Maliyeti
2018	1126919	689366	100	45	55	13705
2019	1106517	689366	98	45	54	13257
2020	1414312	896175	126	58	68	16703
2021	1392213	896175	124	58	66	16217
2022	1674669	896175	149	58	91	22426
2023	1633564	896175	145	58	87	21523
2024	1596583	896175	142	58	84	20710
2025	1923857	1102985	171	72	100	24584
2026	1886441	1102985	168	72	96	23761
2027	2185311	1102985	194	72	123	30331
2028	2175798	1102985	194	72	122	30122
2029	2166450	1102985	193	72	121	29917
2030	2966238	1516604	264	99	165	40858
2031	2953824	1516604	263	99	164	40585
2032	2996428	1516604	267	99	168	41521
2033	2983968	1516604	266	99	167	41247
2034	2971716	1516604	264	99	166	40978
<b>2035</b>	<b>3497790</b>	<b>1792351</b>	<b>311</b>	<b>117</b>	<b>195</b>	<b>48116</b>
2036	3483783	1792351	310	117	194	47808
2037	3532142	1792351	314	117	198	48871
2038	3158085	1792351	313	117	197	48562
2039	3504253	1792351	312	117	195	48258
<b>2040</b>	<b>4063159</b>	<b>2068097</b>	<b>362</b>	<b>134</b>	<b>227</b>	<b>56117</b>

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Teknolojik, Ekonomik ve Çevresel olarak üç ana başlık olarak inceleyip, Akçaray tramvayının diğer toplu taşıma araçlarına üstünlüğünü özet olarak bu bölümde sunmayı amaçlandı.

Teknolojik olarak; Akçaray Kocaeli halkına modern, ergonomik ve konforlu güvenli bir yolculuk seyahat şansı sunar. Otobüslerde 100 kişi taşınabiliyorsa ortalama 300 kişi tramvaylarda rahatça seyahat edebilmektedir. Sefer sıklıkları 6 dk ya kadar peak-zirve saatlerde düşebilmektedir. Bu da bize 10 sefer X 300 tek yönde saatlik 3000 yolcu taşınabileceğini göstermektedir. Bilet ulaşımı gayet rahat istasyonlardaki tek biniş veya kent kart dolum noktaları ile rahatça yapılabilen iken bilet fiyatları öğrencilere 1 tl ve tam 1,5 tl olacak şekilde gayet ekonomik seçilmiştir ki bir öğrenci Sekapark'tan Otogara 7 km ye 1 tl ile gidebilirken km başına maliyeti 14 kuruş olacaktır. Ayrıca %100 alçak tabanlı araçlar gerek duraktan binen yolcular gerekse engelli vatandaşlar için kolaylık sağlamaktadır. Araçta bulunan engelli bölgeleri, engelli konuşma ve kapı butonları, istasyonlardaki engelli rampaları yine standartları gereği konulmuş olup yaşlı, hamile ve engelli vatandaşların kullanım kolaylığı düşünülmüştür. Ayrıca ulaşım hizmetlerinde hız ve güvenlik çok önemlidir. Genellikle iklim şartlarından karayoluna göre daha az etkilenmesi, modern, hızlı ve konforlu, yüksek yolcu kapasiteli, güvenli olmasından dolayı kentiçi ulaştırma sistemlerinde yüksek trafik hacimleriyle baş edebilmenin tek yolu olarak kabul edilmektedir[19].Güvenlik açısından değerlendirildiğinde 1 milyar yolcu-km başına demiryollarında 17 iken karayollarında 140, yaralanma riski demiryollarında 41 iken karayollarında 8500-10000 dir. Bu kıyastan da en güvenilir ulaşım yolunun demiryolları olduğu görülmektedir.

Tramvaylar ulaşımında esnekliği sağlayabilmektedirler. Çevreye uyumludur, diğer ulaşım araçları ile aynı yolu paylaşabilmektedir. Bisiklet yolları ve yayalarla, otobüs

duraklarıyla tamamen kolay bir şekilde entegre olabilir. Sokakların ,caddelerin genişliği ve kurplara (virajlara) göre katenerli, katenersiz, uzun-kısa (modül sayısı değişken) veya tekli-çiftli kuplajlı çalışabilmesi, dar-geniş yapılabilme imkanı olan kente ve isteğe göre şekil alabilen esnek sistemlerdir. Yük için pek yaygın olmasada Dresden, Zürihte kullanıldığı görülmüştür [28].

Verimlidir, gerek enerji tüketimi gerekse de yolcu taşımacılığı konusunda gayet efektifdir. Otobüslere göre daha az yer işgal eder ve sefer sayısı daha sık olabilmektedir. Heidelberg te yapılan bir kıyaslamada, yoğun saatlerde %90 kapasitede 200 den fazla kişi taşındığı görülmüş ve bu ortalama bir araçta 1,21 kişi olsa 170 araca denk geldiği ve bu araçların parklanması trafik işgaliyle 3,3 km yi kapladığı görülmektedir. Az yer kaplayıp, az enerji yakan ve verimli bir sistem olan tramvay kenti toplu taşımada önemli yer tutmaktadır. Kent estetiğine karşı katener telleri, direkleri kötü bir görünüm verebilir. Buna karşıda bataryalı, süper kapasiteli veya yerden beslemeli tramvaylar geliştirilmiştir. Yani tramvayı şehrimize göre şekillendirip biçimlendirme şansımızda mevcuttur[16].Özetleyecek olursa teknolojik üstünlük olarak tramvay diğer toplu taşıma araçlarına ve bireysel otomobillere göre trafikte kendine ait yol olması, kavşaklarda önceliği olması, ışıklarda durmaması, tramvay aracımız yerli imalat olduğu için bakım ve onarımın düşük olması ayrıca lastik tekerli araçlara göre genelde yolcu konforu kılavuz tekerlerde yani raylı sistemlerde daha konforludur, şehrin estetiğine ve teknolojik yönden katkıları vardır, bir seferde otobüse göre daha çok yolcu taşınması ayrıca klimalı vb. aksesuarlarla daha yolcu memnuniyetine hitap eden modern toplu taşıma araçları olması ve engellilere ulaşım kolaylığı sağlaması olarak özetleyebiliriz.

Çevresel olarak genel olarak tramvayların bize sağladığı faydalar ve Akçaray'ın kentimize kazandırdıklarına bakarsak; otobüsle tramvay arasındaki fark 2035 te 195 ton, 2040 ta 227 ton olarak hesaplanmıştır. Karayolu kilometresi ile raylı sistem kilometresi arasındaki fark ile CO<sub>2</sub> salınımı arasındaki fark ve temizleme maliyeti çarpılınca 2035 hedef yılında 48116 € karbondioksit temizleme maliyeti ödenecektir. Tramvay genelinde de incelersek, bir elektrikli tren 42 km seyir sonucu 1 kg çevreye CO<sub>2</sub> salınımı yaparken, aynı miktarda CO<sub>2</sub> otobüsle 12 km de yayılmaktadır. Genel olarak bakarsak hava kirliliğinde elektrikli trenlerin payı %5 iken kara yolunun %85'dir [7]. Taşıtların oluşturduğu bu çevre kirliliğini sadece hava kirliliği olarak

görmek gerekmektedir, ayrıca gürültü faktörü de vardır. Demiryolu araçları daha sessiz çalışır.

Tablo 4.21. Fayda/Maliyet Tablosu (€) [17]

YILLAR	Toplam Yatırım	Toplam İşletme Gideri	Bilet ve Reklam Gelirleri	Otobüs Yatırımları Giderleri	Otobüs İşletme Giderler	Karayolu Bakım Maliyetle	Kaza Maliyetleri	Zaman Maliyetleri	CO2 Emisyon Emilimi	Yıllık Fayda
	54862126	16463282								806223555
2016	33832547	0	0	0						-33832547
2017	12151047	0	0	0						-12151047
2018		1968779	6393291	3900000	270739	234817	110174	3581260	9472	-3520073
2019		1974729	7072155	0	265439	230221	108017	4137230	9142	6327401
2020	0	2061327	7825420	0	297866	258346	121213	4751315	10106	17530339
2021		2068823	8420712	0	292863	254007	119177	5307608	9795	29865676
2022		2076695	9016003	0	288287	250038	117315	5888690	9510	43358824
2023		2084960	9611295	3900000	346776	300766	141116	6494560	13151	58181528
2024		2093638	10206586	0	338264	293384	137652	7048423	12621	74124821
2025	1760000	2143719	10801878	0	371932	322585	151353	7617498	13662	89500010
2026		2154482	11713367	0	364140	315827	148182	8443305	13177	108343526
2027		2165784	12624857	0	357058	309684	145300	9292403	12736	128919782
2028		2177651	13536347	3900000	413627	358748	168320	10164793	16258	151400225
2029		2190111	14447837	435832	411827	357186	167587	10976254	16146	175586951
2030	7040000	2490168	15388713	965437	637867	553236	259572	11799872	24944	194720986
2031		2511537	15761322	605909	635162	550890	258471	12199483	24776	221639554
2032		2533974	16133930	605909	632504	548584	257389	12604065	24610	249306663
2033		2557534	16506539	5376938	641627	556497	261102	13013616	25178	277753688
2034		2582271	16879147	605909	638959	554183	260016	13428137	25012	306956870
2035	7040000	3009088	17369302	605909	818145	709595	332934	13847627	31949	330017335
2036		3044153	18789157	1638175	814829	706719	331584	15154630	31742	362801843
2037		3080972	19468021	1065918	811565	703888	330256	15851176	31539	396917316
2038		3119631	20146885	7392177	822831	713659	334840	16556775	32240	432404916
2039		3160224	20.825.748	1161831	819556	710819	333508	17271428	32037	469237788
2040	8800000	3787213	21.592.772	1209788	1088446	944033	442929	17995136	42448	498756337

Ekonomik olarak belirtilen faydaları kısaca özetlersek Tablo 4.21' de gösterildiği üzere gayet ekonomik ömrü uzun ve gelecek için önem taşıyan bir yatırımdır. 2015 yılında yapımı başlayan hat 2017 yılı Ağustos ayında ücretli işletmeye başladı.2019 yılında eksiden kurtulup yavaş yavaş kar etmeye başlayacak, çünkü yatırım maliyetleri giderler ilk yıllarda bir hayli fazla olacaktır. Bir köprülülük kavşağın ortalama maliyeti 40-50 milyon olarak düşünüldüğünde (örneğin Köseköy Köprülülük Kavşağı) tramvay inşaatı 2015 yılında 113 milyon'a tramvay yapımı gerçekleşti. Üç köprülülük kavşak bedeline 7 km tramvay hattı yapılabilmekte ve daha uzun ömürlü, gelecek vadeden bir proje gerçekleşmiş olacaktır.

Toplu taşımada güvenilirlik, ulaşılabilirlik, merkezi kontrol (scada sistemleri, güvenlik, haberleşme), yolculuk süresi, bilgilendirme ve bilet ücreti hep belirleyici kriterlerdir [30]. Bu kriterleri değerlendirince de kentçi raylı sistemlerin önemi ortaya



çıkılmaktadır. Dünya da kentiçi trafik sorunlarının çözümlü artık tamamen raylı sisteme geçmiş durumdadır.

Avrupa'da 2050 yılının hedefi vatandaşlar ve toplum olarak raylı taşımacılığı, hareketlilik servisi olarak yani gerek yük taşımacılığında gerekse yolcu taşımacılığı olarak ürünlerle yolcuları hedefine ulaştırmak olarak belirlemiştir. Avrupalı raylı sistem tedarikçiler ve servisleri Dünyanın bu konuda kanaat önderi, lideri durumundadır [20].

Yine 2016 yılında ERRAC (Avrupa Demiryolu Araştırma Danışmanlık Birliği) kurumu yayınladığı raporda şunlara dikkat çekmiştir; 1990 dan bu yana %25 artan toplu taşıma araçlarına göre karbondioksit emisyonu %43 düşmüş (toplam AB ulaşımından kaynaklanan karbondioksit emisyonunun%1,5 u incelenmiş) ayrıca enerji tüketimi ise %20 düşmüştür. (toplam AB ulaşımından kaynaklanan enerjinin %1,8 i incelendiğinde).Arazi kullanımı açısından demiryolu kilometre başına karayoluna göre 40 kat daha az yol kullanarak, 10 kat daha fazla taşıma kapasitesine sahiptir ayrıca şehir içi istasyonları bir havaalanına göre daha rahat, kolay geliştirilebilir[23]. Bu raporlarda komisyonun özellikle raylı sistemin öneminden ve neler yapılabilir, nasıl daha geliştirilip hayatın içine uygulanabilir yöntemler bulunabilir sorularına cevap aradığını görüyoruz.

Hızlı, ekonomik ve konforlu olmasından dolayı tercih edilen Akçaray'ı Kocaeli halkı her ay daha fazla tercih etmeye başlamışlardır. 2017 Ağustos ayında bir günde 20720 yolcu sayısına ulaşan Akçaray, 2017 Eylül ayında 23727 kişi sayısına ulaşarak kendi rekorunu kırmıştır. İlk hizmete girdiği günden bu yana yoğun ilgi gören Akçaray Tramvay hattında yoğunluk Fevziye, Yenişehir ve Milli İrade duraklarında yaşanmaktadır. KBB iştiraki Ulaşım Park'tan alınan bilgiye göre yolcuların büyük bir çoğunluğunun giriş ve çıkışları bu üç durakta gerçekleşmektedir. Kocaeli halkı tarafından yoğun olarak kullanılan Akçaray'da 1 Ağustos2017-7 Eylül 2017 tarihleri arasında toplamda 628657 yolcuya hizmet verilmiştir [64].

Toplu taşımacılık sistemlerini şehrin ana omurgası haline getirmek ve şehir dokusunun ayrılmaz bir parçası kılmak, daha yaşanabilir kentler inşa etmenin olmazsa olmazıdır. Ancak bu şekilde, toplu taşımayı, özel araç kullanımını azaltmayı ve Atatürk'ün hedefi olan "ülkeyi demir ağlarıyla örmek" hayalini 2023 senesinde gerek birçok kentin

birbirine bağlanmasıyla, gerekse yük ve yolcu taşımacılığında raylı sistemlerin gelişmesiyle gerçek olacaktır. Yerel yönetimler ise kentiçi trafik sorunları çözmek ve raylı sistem kültürünü oluşturmak için özellikle nüfus yoğunluğu yüksek olan kentlerde bu cesur adımları atmak mecburiyetindedir. Yeşil ve akıllı ulaşım sistemleri Dünyanın artık güvenliği artırmak kazaları azaltmak ve çevre duyarlılığını geliştirmek için mecburi uygulanması gereken hamlelerdir [68]. İnsanların çok daha ucuz olmasına rağmen toplu taşımayı değil, kendi özel araçlarını kullanmaları yaşamlarında zaman ve konforu öncelikli sıraya koymalarından kaynaklanmaktadır. Araç paylaşımı ve bisiklet kullanımı gerek yolların azlığından, gerek kültürün oluşmamasından gerekse de coğrafi yapıdan kaynaklandığı düşünülebilir. Araç sahibi olmanın büyük kolaylık ve hala statü göstergesi olduğu ülkemizde toplu taşımanın esnek ve yeterince altyapıya sahip olmaması iyi bir plan program ile doğru hamlelerle ancak yönetilebilir ve sürdürülebilir kılacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Ilıcalı M., Üngel A., Kızıldaş M.Ç., İstanbul'da Türler Arası Entegrasyonun Kent İçi Raylı Sistemler ve Marmaray Üzerinde Değerlendirilmesi, *Transist Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 17-19 Aralık 2015.
- [2] Saatçioğlu C., Yaşarlar Y., Kent İçi Ulaşımında Toplu Taşımacılık Sistemleri: İstanbul Örneği, *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2012,3(3), 117-144.
- [3] Çubuk M.K., Türkmen M., Erdem M., Ankara'da Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Raylı Sistemler Bazında Değerlendirilmesi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 2003,18(1),125-144.
- [4] Kızıldaş M.Ç., Sürdürülebilirlik Bağlamında Toplu Taşıma Talebi ve Kentiçi Raylı Sistemler, *Transist Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 1-3 Aralık 2016.
- [5] Arslan O., Kaliteli Bir Toplu Taşıma Sistemi Nasıl Olmalıdır, Münih Örneği, *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi 9.Ulaştırma Kongresi*, İstanbul,Türkiye,16-18 Mayıs 2011.
- [6] Güler H., Arslan O., Toplu Taşıma İşletmelerinde İşletme Planlaması ve Optimizasyon Sistemi, *Transist 2015 Kongresi*, İstanbul, Türkiye,17-19 Aralık 2015.
- [7] Aslan C., İzmir'deki Raylı Sistemlerin Kentiçi Trafikine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Ekim 2005, 202662.
- [8] Deveci M., Canitez F., Demirel N.Ç., Toplu Taşımada Entegrasyon Basamakları: Kavramsal bir inceleme, *Transist 2015 Kongresi*, İstanbul,Türkiye,17-19 Aralık 2015.
- [9] Evren G., Ögüt S., Türkiye'de Kentsel Raylı Sistemlerin Gerekliği ve Uygulamada Dikkat Edilecek Konular, *Uluslararası Demiryolu Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 13-16 Aralık 2016.
- [10] Rizelioğlu M., Şimit K.O., Arslan T., Türkiye'nin İlk Yerli Tramvayı İpekböceği Hattı Üzerine Bir Analiz ,*Uludağ Üni. Mühendislik Fakültesi Dergisi*, DOI: 10.17482/uumfd.285483.

- [11] Mazzino N. ,Perez X. ,Meuser U. , Santaro R. , Rail 2050 Vision, Rail – The Backbone Of Europe’s Mobility, *The European Rail Research Advisory Council*, 122017, 9-27, 2017
- [12] Şenlik İ. , Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemlerinin Değerlendirilmesi, *EMO Samsun Şubesi Haber Bülteni*, 14, 23-26, 2013.
- [13] KBB Ulaşım Daire Başkanlığı, Kocaeli Ulaşım Ana Planı Öncelikli Toplu Taşıma Sistemleri Ön Proje ve Fizibilite Etütlerinin Hazırlanması Kocaeli Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu, *KBB Ulaşım Daire Başkanlığı*, Kocaeli, Türkiye, 2012.
- [14] Baştürk, G., Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Sistemleri İncelenmesi ve Dünya Örnekleriyle Karşılaştırılması, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ankara, Türkiye, 2014.
- [15] Anlağan M.A, Kentiçi Raylı Sistem Hatlarının Entegrasyonu: Kirazlı-Başakşehir-Olimpiyat Metro (M3) Hattının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015, 392838.
- [16] Celik E, Bilisik ÖN, Erdogan M, Gumus AT, Baracali H. , An Integrated Novel Interval Type-2 Fuzzy MCDM Method to Improve Customer Satisfaction in Public Transportation for İstanbul, *Transportation Research Part E*, 58, 28-51, 2013.
- [17] KBB Ulaşım Daire Başkanlığı, Kocaeli Ulaşım Ana Planı Öncelikli Toplu Taşıma Sistemleri Ulaşım Modelinin Güncellenmesi ve Ulaşım Ana Planı Raporunun Revizyonu Sekapark-Otogar Arası Tramvay Hattı 1.Etap Fizibilitesi ve Kocaeli Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu, *KBB Ulaşım Daire Başkanlığı*, Kocaeli, Türkiye, 2014.
- [18] Smith A. ,Mais D. , Light Rail and Tram Statistics England Statistical Release, *Department for Transport* ,0207994 8094, 2017.
- [19] Lorasokkay M.A., Konya Kentiçi Ulaşım Sorunları ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2007, 212343.
- [20] Doherty A. , Pereira M.S. ,Saint-Martin N.C ,Research and İnnovation – Advancing The European Railway,Future Of Surface Transport Research Rail, *The European Rail Research Advisory Council*, 14, 9-57, 2016.
- [21] HKL- HST (Helsinki Public Transport Management), Helsinki Region Public Transport Annual Report 2016, *City of Helsinki*, HKL, Helsinki, 9047, 14-36, 2016
- [22] Dengiz B., Kutay F., Duman İ., Türkiye’de ve Avrupa Birliği Ülkelerinde Demiryolları, *2.Ulusal Demiryolu Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 1997.

- [23] Steinsiek D., Universiteit Utrecht, On the way to an Intermodal Transportation System-Improving the Cooperation in the public transport sector of the stadsregio/Amsterdam and the Hovedstaden Region/Denmark, Master Degree, Faculty of Geosciences Msc Utrecht,2014.
- [24] König H. , Heipp G. , The Modern Tram in Europe, *Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG)* , 90169, 4-34, 2008.
- [25] Brzezinski A., Suchorzewski W., Tram Systems In Poland- From Neglect to Recognition of Great Potentials, Master Thesis, Warsaw University of Technology, Varşova ,2004.
- [26] İyınam, A.F., Öztürk, O., İstanbul Metrosu'nun Bazı Avrupa Metrolarıyla Karşılaştırılması, 2. *Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu (ISERSE'13)*, İstanbul, Türkiye, 9-11 Ekim 2013.
- [27] Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, New Pathways for Energy, *Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI)*, 7-9, 2018.
- [28] Gunnarsson B., Löfgren A., , Light Rail Experiences from Germany, France and Switzerland ,Master Thesis, Lulea Tekniska Universitet, Civil Engineering Departmant, Lulea- İsveç, 2001:303, Issn: 1402-1617 , Isrn: Ltu-Ex- 01/303-Se.
- [29] <http://www.urbanrail.net/eu/ch/bs/basel.htm> ,(Ziyaret Tarihi : 05.05.2018).
- [30] Gümüş M.C, <https://www.muratcangumus.com/dunyanin-en-yasanabilir-sehri>, (Ziyaret Tarihi : 8.03.2018).
- [31] Güney Z., [www.ziyaguney.com/dosyalar/dokumanlar/kentici.doc](http://www.ziyaguney.com/dosyalar/dokumanlar/kentici.doc), (Ziyaret Tarihi : 13.05.2018).
- [32] Büyükçekmece Belediyesi, <http://www.bcekmece.bel.tr/tr-tr/DisIliskiler/Sayfalar/NasilAzaltabiliriz.aspx>, (Ziyaret Tarihi : 01.04.2018).
- [33] <http://ekolojist.net/karbon-ayak-izi-nedir/> ,(Ziyaret Tarihi : 17.04.2018).
- [34] Deutsche Welle, <http://www.dw.com/tr/stuttgartta-dizel-motorlu-ara%C3%A7lara-yasak/a-39874988>, (Ziyaret Tarihi : 3.11.2017).
- [35] <https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/friday-fun-it-s-bus-it-s-tram-it-s-vienna-s-new-public-transport/164356/>, (Ziyaret Tarihi: 03.04.2018).
- [36] <https://www.thelocal.de/20170728/court-rules-that-stuttgart-must-ban-diesel-engines-from-city-centre>, (Ziyaret Tarihi :28.03.2018).

- [37] <https://tr.boell.org/tr/2016/04/12/hava-kirliligi-ve-istanbul-alarm-zilleri>, (Ziyaret Tarihi : 27.05.2018).
- [38] <https://www.kocaelidayanisma.org/wp-content/uploads/2017/08/Kocaeli-Hava-Kirlili%C4%9Fi-Raporu-2016-1.pdf> , (Ziyaret Tarihi : 06.04.2018).
- [39] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, <http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editor/dosya/Ankara%20Kentair%20Raporu.pdf> , (Ziyaret Tarihi : 13.05.2018).
- [40] <http://nufus.mobi/turkiye/nufus/kocaeli> ,(Ziyaret Tarihi : 18.03.2018).
- [41] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, <http://www.kocaeli.bel.tr/icerik/kocaelisharp8217nin-sosyo-ekonomik-yapisi/320/9813> , (Ziyaret Tarihi : 13.05.2018).
- [42] [http://cografyaharita.com/haritalarim/41\\_kocaeli\\_ili\\_haritasi.png](http://cografyaharita.com/haritalarim/41_kocaeli_ili_haritasi.png),(Ziyaret Tarihi : 10.02.2018).
- [43] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, <http://www.kocaeli.bel.tr/vapursaatleri.aspx>, (Ziyaret Tarihi : 15.05.2018).
- [44] <https://www.slideshare.net/EMBARQNetwork/kocaeli-toplu-tama-sistemlerinin-yeniden-yaplandirlmas> ,(Ziyaret Tarihi : 07.01.2018).
- [45] Kocaeli Valiliği, [www.kocaeli.gov.tr](http://www.kocaeli.gov.tr) , (Ziyaret Tarihi : 08.09.2017).
- [46] Eskişehir Belediyesi, [http://www.eskisehir.bel.tr/icerik\\_dvm.php?icerik\\_id=1691&cat\\_icerik=1&menu\\_id=24](http://www.eskisehir.bel.tr/icerik_dvm.php?icerik_id=1691&cat_icerik=1&menu_id=24), (Ziyaret Tarihi : 02.01.2018).
- [47] <http://www.bombardier.com/en/transportation/projects/project.flexity-bremen-germany.html?f-region=all&f-country=fr&f-segment=all&f-name=all>, (Ziyaret Tarihi : 10.02.2018).
- [48] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İETT Genel Müdürlüğü, <http://www.iett.istanbul.tr/main/news/dunyanin-en-eski-ikinci-metrosu-tunel-bu-yil-1389>, (Ziyaret Tarihi : 10.12.2017).
- [49] Pektaş,DR.İ, Raylı Ulaşım Sistemleri Sektör Analizi, ARUS( Anadolu Raylı Ulaşım Sistemleri Kümelenmesi), <http://www.anadoluraylisistemler.org/content/upload/document-files/rayli-sistemler-sektor-an-20180106120111.pdf> , (Ziyaret Tarihi: 06.06.2018).
- [50] <https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/friday-fun-it-s-bus-it-s-tram-it-s-vienna-s-new-public-transport/164356/>, (Ziyaret Tarihi : 03.04.2018).

- [51] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İett Genel Müdürlüğü, <http://www.iett.istanbul/tr/main/news/dunyanin-en-eski-ikinci-metrosu-tunel-bu-yil-/1389>, (Ziyaret Tarihi: 10.12.2017).
- [52] <https://www.uzakrota.com/dunyanin-en-uzun-30-metrosu/>, (Ziyaret Tarihi: 09.12.2017).
- [53] <http://www.demiryolu.net/demiryolu-haritalari/metro-haritalari/almanya-berlin-metrosu-ve-tramvayi-guzergah-haritasi.html>, (Ziyaret Tarihi :08.05.2018).
- [54] <http://www.urbanrail.net/eu/de/e/essen.htm>, (Ziyaret Tarihi : 17.11.2017).
- [55] <http://www.urbanrail.net/eu/de/s/stuttgart.htm> , (Ziyaret Tarihi : 06.05.2018).
- [56] Stuttgart Toplu Taşıma İşletmesi,Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart, <http://www.vvs.de/download/Innenstadt.pdf> ,( Ziyaret Tarihi : 15.12.2017).
- [57] <http://mapa-metro.com/en/Germany/Stuttgart/Stuttgart-Stadtbahn-map.htm>, (Ziyaret Tarihi : 13.05.2018).
- [58] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Metro İstanbul, <http://www.metro.istanbul/hakk%C4%B1m%C4%B1zda/k%C4%B1saca.aspx>, (Ziyaret Tarihi : 03.03.2018).
- [59] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Metro İstanbul, <http://www.metro.istanbul/media/76170/raylisistemler-vizyon.jpg>, (Ziyaret Tarihi : 25.03.2018).
- [60] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, <http://istanbulunmetrosu.com/Anasayfa.aspx> ,( Ziyaret Tarihi : 23.05.2018).
- [61] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Metro İstanbul, [http://www.metro.istanbul/media/111605/2017\\_aylara\\_g\\_re\\_yolcu\\_say\\_lar\\_\\_2017.png](http://www.metro.istanbul/media/111605/2017_aylara_g_re_yolcu_say_lar__2017.png) , (Ziyaret Tarihi :03.04.2018).
- [62] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Metro İstanbul, [http://www.metro.istanbul/media/80074/hatlar\\_n\\_y\\_llara\\_g\\_re\\_yolcu\\_grafi\\_i.png](http://www.metro.istanbul/media/80074/hatlar_n_y_llara_g_re_yolcu_grafi_i.png), (Ziyaret Tarihi : 06.02.2018).
- [63] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İett Genel Müdürlüğü, <http://www.iett.istanbul/tr/main/pages/istanbulda-toplu-ulasim/95> , (Ziyaret Tarihi : 23.05.2018).
- [64] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, <http://www.kocaeli.bel.tr/icerik/akcaray%E2%80%99la-3-ayda-1-milyon-650-bin-yolcu-tasindi/36/39320> ,(Ziyaret Tarihi :03.01.2018).

- [65] Graz Turizmi sayfası, <https://www.graztourismus.at/en/travel-and-transport/mobile-in-graz/old-town-tram> , (Ziyaret Tarihi : 03.05.2018).
- [66] <http://www.rayhaber.com/2018/05/almanyada-uzun-mesafe-tren-yolcularina-uccretsiz-toplu-tasima/> , (Ziyaret Tarihi : 02.04.2018).
- [67] <http://turkiyegazetesi.de/almanyada-toplu-tasima-bedava-mi-oluyor/>,(Ziyaret Tarihi : 09.03.2018).
- [68] Hollanda Giriřimcilik Ajentası, Netherlands Enterprice Agency,who need cars anyway? Green and smart mobility in Turkey, <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/08/Who-need-cars-anyway.pdf?platform=hootsuite> , (Ziyaret Tarihi : 14.08.2018).





## KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

- [1] **Bayram C.S**, Baynal K., Toplu Taşımada Raylı Sistemlerin Önemi Ve Kocaeli Tramvay Uygulaması, İstanbul , *ULUK (Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi)*, 27 Ekim 2017



## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sivas'ta, Lise eğitimini İstanbul'da tamamladıktan sonra 2005 yılında girdiği Okan Üniversitesi-Endüstri Mühendisliği bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2010 senesinde TÜPRAŞ İzmit Rafinerisinde Stok Kontrol Uzmanı olarak iş hayatına başladı. Aynı sene Sakarya Üniversitesi-MBA (İşletme Tezsiz Yüksek Lisans) Yüksek Lisansına başlayıp 2012 yılında mezun oldu. 2015 yılında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistemler Şube Müdürlüğünde göreve başladı. Akçaray Tramvay projesinde Endüstri Mühendisi olarak çalıştı. Halen raylı sistemlerde görevine devam etmektedir. 2015 senesinde girdiği Kocaeli Üniversitesi-Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans çalışmalarını sürdürmektedir.