

**T.C**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**MONORAY ULAŞIM SİSTEMİNİN KOCAELİ  
İLİNDE UYGULANABİLİRLİĞİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tolga CANKAYA**

**İstanbul, 2011**



**T.C  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**

**MONORAY ULAŞIM SİSTEMİNİN KOCAELİ  
İLİNDE UYGULANABİLİRLİĞİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tolga CANKAYA**

**Tez Danışmanı : Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN**

**İstanbul, 2011**

**T.C**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi**

Tezin Başlığı : Monoray Ulaşım Sisteminin Kocaeli İlinde  
Uygulanabilirliğinin Araştırılması  
Öğrencinin Adı Soyadı : Tolga CANKAYA  
Tez Savunma Tarihi : 25 / 01 /2011

Bu yüksek lisans tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Y. Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA  
Enstitü Müdür V.

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Tez Sınav Jürisi Üyeleri :

Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN (Tez Danışmanı) :

Prof. Dr. Mustafa ILICALI :

Doç. Dr. Murat ERGÜN :

## ÖNSÖZ

Öncelikle Belediye ve Kamu kurumlarında çalışanlara sağlamış olduğu burs sayesinde yüksek lisans eğitimi yapmamıza olanak sağlayan Bahçeşehir Üniversitesi ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi yetkililerine teşekkürlerimi sunuyorum.

Gerek tez çalışmamda ve gerekse derslerimde beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN' e, ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca ve stresli bir süreç olan tez hazırlamamda desteklerini esirgemeyen eşim, ailem, çalışma arkadaşlarım ve amirlerime teşekkürü bir borç kabul ediyorum.

25 / 01 / 2011

Tolga CANKAYA

## ÖZET

### MONORAY ULAŞIM SİSTEMİNİN KOCAELİ İLİNDE UYGULANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Cankaya, Tolga

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi  
Tez Danışmanı : Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN

Ocak 2011, 98 Sayfa

Kocaeli İli Çevre Gelişim Planında kuzey ve güney yönünde kentsel gelişme öngörülmesine rağmen, doğal engeller nedeniyle Kocaeli doğu-batı doğrultusundaki kent formunu korumaya devam etmektedir. Genel ulaşımda kent merkezinde oluşan ve çevre yerleşimlerden gelen yolculukların büyük bir bölümü doğu batı yönündeki tek bir aksa (D-100 Karayolu) yüklenmiş durumdadır.

Tezin konusunu oluşturan Monoray sistemi günümüzün modern toplu taşıma sistemlerinden biri olup uygulandığı şehirde, şehrin çehresini değiştirmekte ve modernizasyonunu tetiklemektedir.

Bu çalışma kapsamında alternatif bir ulaşım modeli olarak sunulan monoray ulaşım sisteminin uygulanabilir güzergah seçimi , bu güzergahtaki mevcut durum, yolculuk kapasitesinin belirlenmesi, kuruluş ve işletme bakımından monoray sisteminin mali portresinin çıkartılması ve bu çıkarımlar sonucunda fayda ve maliyet girdilerinin belirlenmesi ve sistemin uygulanabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir.

Tezin birinci bölümünde, çalışmanın amacı, objektifleri ve monoray ulaşım sistemi hakkında kısa bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde, dünyadaki monoray uygulamaları, mevcut sistemler, sistem birleşenleri ve sistem kurulumu için genel maliyet birleşenleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde, Kocaeli ilinin coğrafi özellikleri, nüfus bilgileri, Büyükşehir belediyesinin sınırları ve mevcutta kullanılan toplu taşıma sistemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde, güzergah belirlenirken incelenen kriterler, önerilen güzergah , güzergahtaki mevcut toplu ulaşım sistemleri ve hattın yolculuk tahminleri incelenmiştir. Beşinci bölümde ise maliyetler ve fizibilite hesapları sunulmuştur. Son bölümde ise elde ettiğimiz veriler neticesinde sonuç ve öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler :** Kent içi Ulaşım Sistemleri, Monoray, Fizibilite Etüdü.

## **ABSTRACT**

### **ASCERTAIN THE APPLICABILITY OF MONORAIL TRANSPORTATION SYSTEMS IN KOCAELI**

Cankaya, Tolga

Urban Transportation Systems and Management  
Supervisor : Dr. Nilgün CAMKESEN

January 2011, 98 Pages

Though being taken into consideration the urbanism development at north and south direction in Kocaeli city environment developing plan, Kocaeli keeps its shape in the east-west direction due to the natural obstacles. The big majority of the passengers coming from the environment locals and being formed in the city central in general transportation has been dense at one axle in the east west direction ( D-100 Highway).

The monorail system forming the issue of the thesis is one of the modern mass transport systems, and if applicable, it has been changing the appearance of the city and triggers the modernization.

In this work, it has been targeted of searching of the system's applicable and determination of the cost expenditure and benefit of the monorail system, the financial portrait calculation for the institutions and enterprises, the present situation at this route, determination of travel capacity on this work to be applicable, route preference presented as an alternative transportation model.

In first section of the thesis, it is given short details about the monorail transportation system and the objectives, aiming of the work. In second section, it was examined the general cost results for system assembling and the present systems, the system combinations, the monorail system in the world. In the third section, information has been given about the mass transportation system in use and the boundaries of Kocaeli Great Municipality, the inhabitant information, the geographical peculiarities of Kocaeli city. In the fourth section, it has been examined the transport estimation of the route and the present mass transportation systems, proposed route, the examined criteria on route determination. In the fifth section, the cost and the feasibility accountings have been presented.

**Key words :** The urbanism transportation system, Monorail, Feasibility study

## İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER.....	ix
RESİMLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 ÇALIŞMANIN AMACI .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 ÇALIŞMANIN OBJEKTİFLERİ .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 MONORAY ULAŞIM SİSTEMLERİ .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 MONORAY ULAŞIM SİSTEMLERİNİN TERCİH EDİLMESİNİ SAĞLAYAN ÖZELLİKLER .....</b>	<b>7</b>
<b>2. MONORAY UYGULAMALARI VE SİSTEMLERİ.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 DÜNYADAKİ MONORAY UYGULAMALARI.....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Asya Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları.....	10
2.1.2 Afrika Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları.....	11
2.1.3 Avustralya Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları.....	12
2.1.4 Avrupa Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları .....	12
2.1.5 Japonya’da Bulunan Monoray Uygulamaları.....	13
2.1.6 Amerika (Kuzey – Güney) Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları.....	14
<b>2.2 MEVCUT MONORAY SİSTEMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ .....</b>	<b>16</b>
2.2.1 Hitachi Monorail.....	17
2.2.2 Bombardier Monorail .....	19
2.2.3 Monorail Malezya (MM) .....	21
2.2.4 Maglev Monorail.....	21
<b>2.3. MONORAY SİSTEMİ BİRLEŞENLERİ .....</b>	<b>24</b>
2.3.1 Monoray Hattı .....	25
2.3.1.1 Kirişler.....	25
2.3.1.2 Kolonlar .....	26
2.3.2 Duraklar.....	28
2.3.3 Makaslama istasyonları .....	29
2.3.4 Diğer inşaat kalemleri.....	30
2.3.5 Sismik Kodlar.....	30
2.3.6 Elektromekanik Bileşenler .....	30
2.3.7 Güç Sistemleri .....	31
<b>2.4 MONORAY SİSTEM KURULUMU GENEL MALİYET ANALİZİ.....</b>	<b>31</b>
2.4.1 Kuruluş Maliyetleri .....	31
2.4.2 İşletme Maliyetleri .....	32
<b>2.5 DÜNYADAKİ KURULMUŞ SİSTEMLERİN MALİYET ANALİZLERİ...33</b>	
2.5.1 Seattle Monoray Maliyet Analizi.....	33



<b>3. KOCAELİ KENT İÇİ ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ</b> .....	<b>35</b>
<b>3.1 COĞRAFI KONUM VE YERLEŞİM</b> .....	<b>35</b>
<b>3.2 NÜFUS VE NÜFUS GELİŞİMİ</b> .....	<b>35</b>
<b>3.3 KOCAELİ İLİNİN ÜLKE İÇERİSİNDEKİ KONUMU</b> .....	<b>39</b>
<b>3.4 KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ VE SINIRLARI</b> .....	<b>40</b>
<b>3.5 MEVCUT ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ</b> .....	<b>42</b>
<b>3.5.1 Deniz Ulaşımı</b> .....	<b>42</b>
<b>3.5.2 Raylı Sistemler</b> .....	<b>43</b>
<b>3.5.3 Karayolu Ulaşımı</b> .....	<b>47</b>
<b>3.5.3.1 Kent İçi Ulaşım Ağı</b> .....	<b>49</b>
<b>4. MONORAY ULAŞIM HATTI VE MEVCUT DURUM</b> .....	<b>52</b>
<b>4.1 GÜZERGAH BELİRLEME</b> .....	<b>52</b>
<b>4.1.1 Yolculuk taleplerini karşılama düzeyi</b> .....	<b>52</b>
<b>4.1.2 Optimum İnşaat Maliyeti</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1.3 Mevcut Ulaşım Sistemleriyle Uyumu</b> .....	<b>54</b>
<b>4.1.4 Monoray güzergahına erişebilirlik</b> .....	<b>54</b>
<b>4.1.5 İşletme Hızı</b> .....	<b>54</b>
<b>4.1.6 Çevresel Etkiler</b> .....	<b>55</b>
<b>4.1.7 Hattın Gececeği Güzergahın Kullanılabilirliği</b> .....	<b>55</b>
<b>4.2 ÖNERİLEN KOCAELİ MONORAY GÜZERGAHI</b> .....	<b>55</b>
<b>4.3 ÖNERİLEN KOCAELİ MONORAY GÜZERGAHININ MEVCUT DURUMU</b> .....	<b>59</b>
<b>4.4 MONORAY HATTININ YOLCULUK TALEBİ TAHMİNİ</b> .....	<b>67</b>
<b>4.5 MONORAY ARAÇ HAT KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ</b> .....	<b>70</b>
<b>5. MONORAY HATTI KURULUŞ MALİYETİ</b> .....	<b>73</b>
<b>5.1 İŞLETME MALİYETLERİ</b> .....	<b>78</b>
<b>5.2 DİĞER GİDERLER</b> .....	<b>79</b>
<b>5.3 MONORAY KURULUŞ MALİYETİ</b> .....	<b>80</b>
<b>5.4 MONORAY ULAŞIM SİSTEMİ BİLET FİYATLARI</b> .....	<b>81</b>
<b>5.5 MONORAY SİSTEMİ GELİR ANALİZİ</b> .....	<b>86</b>
<b>5.6 MONORAY SİSTEMİ GELİR- GİDER ANALİZİ</b> .....	<b>88</b>
<b>5.7 MONORAY SİSTEMİ EK GELİRLER / TASARRUFLAR</b> .....	<b>90</b>
<b>5.7.1 Zaman Kazanımı</b> .....	<b>90</b>
<b>5.7.2 Enerji Kazanımı</b> .....	<b>92</b>
<b>5.7.3 Konfor Kazanımı</b> .....	<b>93</b>
<b>5.7.4 Karayolu Bakım ve Maliyetlerinde Azalma</b> .....	<b>93</b>
<b>5.7.5 Karayolu Kaza Maliyetlerinden Kazanımı</b> .....	<b>94</b>
<b>5.7.6 Ulaşım Araçları Amortisman Kazanımı</b> .....	<b>94</b>
<b>5.7.7 Emisyon Kazanımı</b> .....	<b>95</b>
<b>5.7.8 Prestij Kazanımı</b> .....	<b>95</b>
<b>6. SONUÇ</b> .....	<b>96</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>99</b>

## TABLolar

<b>Tablo 1.1 : Metro, hafif metro ve monoray ulaşım sistemlerinin karşılaştırılması .5</b>	<b>.5</b>
<b>Tablo 1.2 : Monoray ulaşım sistemi maliyeti .....6</b>	<b>6</b>
<b>Tablo 1.3 : Dünyadaki bazı metro ulaşım sistemi maliyetleri .....6</b>	<b>6</b>
<b>Tablo 2.1 : Dünyada işletmede bulunan önemli monoray ulaşım sistemleri .....9</b>	<b>9</b>
<b>Tablo 2.2 : Monoray ulaşım sistemleri ve karşılaştırmalı teknik veriler .....21</b>	<b>21</b>
<b>Tablo 2.3 : Çeşitli firmalarca tasarlanıp inşa edilen monoray hattı boyları.....27</b>	<b>27</b>
<b>Tablo 2.4 : Farklı firmalarca üretilen monoray sistemleri ve bunlara ilişkin verilerin karşılaştırılması .....33</b>	<b>33</b>
<b>Tablo 2.5 : Seattle monorayı birleşenleri tahmini maliyeti .....34</b>	<b>34</b>
<b>Tablo 3.1 : Kocaeli ili nüfus sayıları verileri.....38</b>	<b>38</b>
<b>Tablo 3.2 : Banlıyo hattı ücret tarifesi .....43</b>	<b>43</b>
<b>Tablo 3.3 : Haydarpaşa - Adapazarı Ekspresi tarifesi .....44</b>	<b>44</b>
<b>Tablo 3.4 : Adapazarı - Haydarpaşa Ekspresi tarifesi .....44</b>	<b>44</b>
<b>Tablo 3.5 : Kocaeli sınırları içerisinde 2009 yılı içerisinde taşınan yolcu ve yük durumu .....46</b>	<b>46</b>
<b>Tablo 3.6 : Otoyollarının yıl bazında günlük ortalama taşıt sayıları.....48</b>	<b>48</b>
<b>Tablo 3.7 : Devlet yollarının yıl bazında günlük ortalama taşıt sayıları.....49</b>	<b>49</b>
<b>Tablo 3.8 : Kocaeli ili yıllara göre motorlu taşıt sayıları.....51</b>	<b>51</b>
<b>Tablo 4.1 : Durak yerleri ve yolcu sınıfları .....59</b>	<b>59</b>
<b>Tablo 4.2 : 5, 6 Nolu kooperatifin ve belediye otobüslerinin günlük yolcu taşıma rakamları .....63</b>	<b>63</b>
<b>Tablo 4.3 : 13 ,5 nolu Alikahya kooperatiflerinin ve belediye otobüslerinin günlük yolcu taşıma rakamları .....64</b>	<b>64</b>
<b>Tablo 4.4 : 10 nolu kooperatifin günlük yolcu taşıma rakamları.....65</b>	<b>65</b>

<b>Tablo 4.5 : İstasyonların karşılık düştüğü segmentlerde farklı ulaşım türlerine göre tahmin edilen toplam yolcu sayısı.....</b>	<b>66</b>
<b>Tablo 4.6 : Nüfus artış oranına göre yıllara göre tek yönde yolculuk tahmini.....</b>	<b>68</b>
<b>Tablo 4.7 : Monoray hattı yıllara göre günlük yolculuk talebi tahmini.....</b>	<b>69</b>
<b>Tablo 4.8 : Farklı firmalara ait trenlerin karşılaştırılması .....</b>	<b>72</b>
<b>Tablo 5.1 : Bombardier MVI araçların seçilmesi durumunda Monoray hattının karakteristik verileri .....</b>	<b>74</b>
<b>Tablo 5.2 : Monoray hattının teknik ve mali verileri .....</b>	<b>75</b>
<b>Tablo 5.3 : Bir adet kolonun yaklaşık maliyeti .....</b>	<b>77</b>
<b>Tablo 5.4 : Bir Adet kirişin yaklaşık maliyeti.....</b>	<b>78</b>
<b>Tablo 5.5 : İşletme maliyetleri .....</b>	<b>79</b>
<b>Tablo 5.6 : Diğer giderler.....</b>	<b>79</b>
<b>Tablo 5.7 : Monoray kuruluş maliyetleri .....</b>	<b>80</b>
<b>Tablo 5.8 : Yolculuk başına ortalama gelir hesap tablosu .....</b>	<b>82</b>
<b>Tablo 5.9 : Ölçülen yolcu dağılım profiline korunacağı varsayımı ile yıllara göre durak noktaları arası geçiş sayım tahmini (kişi /gün).....</b>	<b>85</b>
<b>Tablo 5.10 : Reklam ve kira gelirleri tablosu.....</b>	<b>87</b>
<b>Tablo 5.11 : Monoray hattının yıllara göre gelir analizi .....</b>	<b>88</b>
<b>Tablo 5.12 : Monoray sistemi gelir gider analizi tablosu.....</b>	<b>89</b>
<b>Tablo 5.13 : 5 nolu kooperatifin yolculuk zaman çizelgesi.....</b>	<b>92</b>

## ŞEKİLLER

Şekil 1.1 : Kocaeli ili mevcut toplu taşıma hatların durumu.....	2
Şekil 1.2 : Hafif metro sistemlerinin birim uzunluk başına yatırım maliyeti durumu.....	4
Şekil 2.1 : Monoray ulaşım sistemi tipleri.....	17
Şekil 2.2 : Monoray vagonu ve girişin enine kesiti .....	18
Şekil 2.3 : Maglev monorayın en kesidi.....	23
Şekil 2.4 : Maglev monorayın hareket aksamı.....	23
Şekil 2.5 : Maglev monorayın Görünüşü .....	23
Şekil 2.6 : Monoray hattı giriş tiplerinin karşılaştırılması .....	26
Şekil 2.7 : Kemer tipi monoray ve kolon tasarımları.....	27
Şekil 2.8 : Hitachi firması tarafından geliştirilen monoray hatları.....	28
Şekil 2.9 : Monoray hattı istasyon örnekleri .....	29
Şekil 2.10 : Monoray hattı makaslama istasyonları örnekleri.....	30
Şekil 3.1 : Eşyükselti eğrili harita.....	35
Şekil 3.2 : Nüfus gelişimi (1927 -2000).....	36
Şekil 3.3 : Kocaeli nüfusunun meslek gruplarına göre dağılımı .....	37
Şekil 3.4 : Kocaeli ili nüfus projeksiyonu 2010 – 2028 yılları .....	39
Şekil 3.5 : Kocaeli il ve ilçeler Sınırları .....	40
Şekil 3.6 : Kocaeli deniz ulaşım hatları ve iskeleler .....	42
Şekil 3.7 : Karayolları 17. ve 1. Bölge sınırları .....	48
Şekil 4.1 : Monoray güzergahı Yarımca (Depolama) – Derince Askeri Hastane ..	56
Şekil 4.2 : Monoray güzergahı Derince Askeri Hastane - İsmetpaşa.....	56
Şekil 4.3 : Monoray güzergahı İsmetpaşa – Batı Terminali .....	57
Şekil 4.4 : Monoray güzergahı Batı Terminali – Anıtpark.....	57

<b>Şekil 4.5 : Monoray güzergahı Anıtpark - Terminal .....</b>	<b>58</b>
<b>Şekil 4.6 : Monoray güzergahı Terminal – Çayırköy Toplama İstasyonu.....</b>	<b>58</b>
<b>Şekil 4.7 : 5. nolu Kooperatif Hattı.....</b>	<b>60</b>
<b>Şekil 4.8 : 6. nolu Taksi Minibüs Kooperatif Hattı.....</b>	<b>61</b>
<b>Şekil 4.9 : 13 nolu Kooperatif Hattı.....</b>	<b>61</b>
<b>Şekil 4.10 : 10 nolu Kooperatif Hattı.....</b>	<b>62</b>
<b>Şekil 4.11 : 5, 6, 10 ve 13 nolu Kooperatif Hattı.....</b>	<b>62</b>
<b>Şekil 4.12 : Yıllara göre tek yönde günlük tahmini yolcu sayıları.....</b>	<b>70</b>
<b>Şekil 5.1 : Monoray hattının kolon kesidi .....</b>	<b>76</b>
<b>Şekil 5.2 : Monoray hattının giriş kesidi .....</b>	<b>76</b>
<b>Şekil 5.3 : Durak sayısına göre indirimsiz yolculuk bedelleri .....</b>	<b>83</b>

## RESİMLER

<b>Resim 2.1: Çin'in ilk monorayı.....</b>	<b>11</b>
<b>Resim 2.2: Afrika'nın ilk monorayı.....</b>	<b>11</b>
<b>Resim 2.3: Avustralya kıtasının ilk monorayı.....</b>	<b>12</b>
<b>Resim 2.4: Dünyanın en eski monorayı.....</b>	<b>13</b>
<b>Resim 2.5: Japonya'nın ilk monorayı .....</b>	<b>14</b>
<b>Resim 2.6: Hawai'nin tek monorayı .....</b>	<b>15</b>
<b>Resim 2.7: Aldeia do Papia Noel , Brezilya .....</b>	<b>16</b>
<b>Resim 2.8: Hitachi ve Bombardier firmasının ürettiği monoray trenleri.....</b>	<b>24</b>

## KISALTMALAR

Amerikan Doları	: USD
Bakınız	: Bkz
Birleşik Arap Emirlikleri	: UAE
Kocaeli Büyükşehir Belediyesi	: K.B.B.
Kilometre	: km
Kilometre / saat	: km / h
Monoray Malezya	: MM
Saatte bir yönde taşınan yolcu sayısı	: pphpd
Türkiye İstatistik Kurumu	: TÜİK
Vesaire	: vs

# 1. GİRİŞ

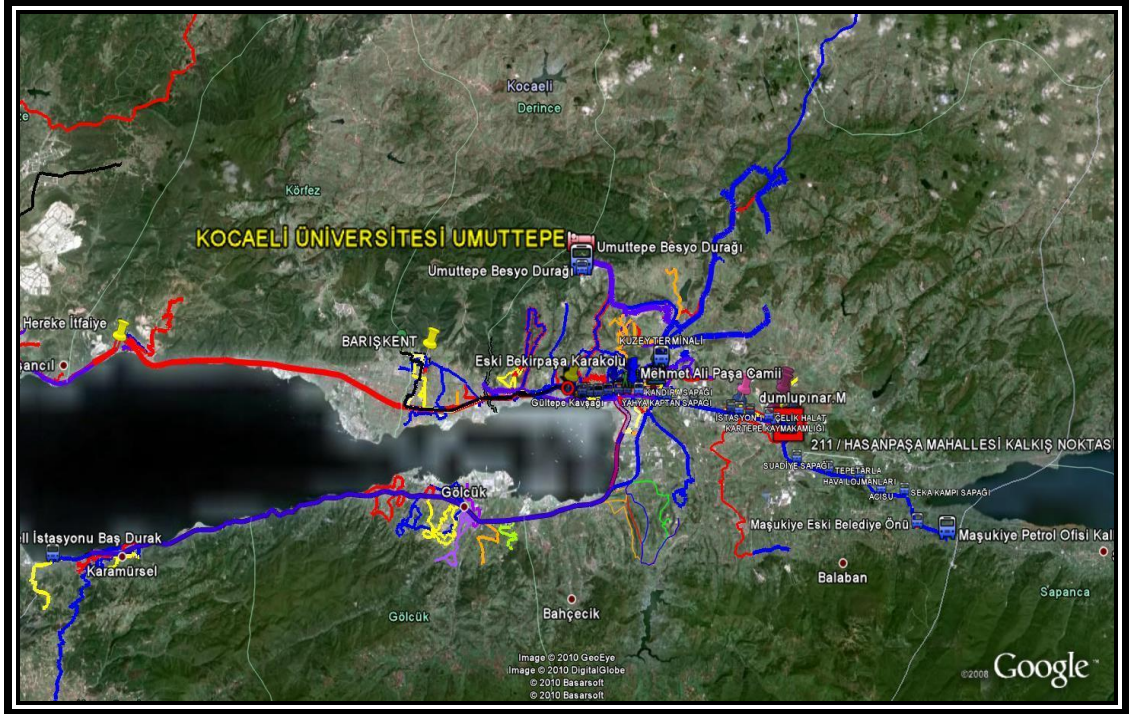
Kocaeli İli Çevre Gelişim Planında kuzey ve güney yönünde kentsel gelişme öngörülmesine rağmen, doğal engeller nedeniyle Kocaeli doğu-batı doğrultusundaki kent formunu korumaya devam etmektedir. Genel ulaşımda kent merkezinde oluşan ve çevre yerleşimlerden gelen yolculukların büyük bir bölümü doğu batı yönündeki tek bir aksa (D-100 Karayolu) yüklenmiş durumdadır. Şekil 1.1' den görüleceği üzere aşırı yüklenme nedeniyle bu akstan (D-100, D-130 Karayolu) geçen otobüs hatlarıyla kum saati şeklinde bir ulaşım yapısı ortaya çıkmıştır. Zaten yoğun olan bu aksın yoğunluğunun zaman içinde daha da artmasıyla kum saati yapısında olan sistemde bir tıkanma söz konusu olacaktır. Bu nedenle, söz konusu istikametteki yolcu taşımacılığının ya yerin altına indirilmesi (ağır metro) yada havaya kaldırılması (monoray) gerekecektir. Yüzeyden gidecek olan sistemler Kocaeli ili merkez ilçesi olan İzmit için uygun görülmemektedir. Uygun görülmemesinin başlıca nedeni olarak şehir merkezindeki yolların çok dar olması, merkez hattın üzerinde bulunan, tarih kurumlar tarafından tescillenmiş çınar ağaçları ve istiklak değerlerinin çok yüksek olması gösterilebilir. İzmit merkezde sadece mekik hattı olarak çalışacak metrobüs taşımacılığı alternatif bir toplu ulaşım sistemi olarak düşünülebilir. Kuzey güney doğrultusunda ise, coğrafi yapının uygun olması nedeni ile, yolcu taşımacılığının yüzeyden yapılmaya devam edilebileceği ve zaman içinde de tıkanmaya neden olacak bir aşırı yoğunluğun söz konusu olmayacağı anlaşılmaktadır.

## 1.1 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu tez çalışmasının amacı, doğu batı yönünde yolcu taşımacılığında sıkışmakta olan Kocaeli Büyükşehir Belediyesi şehir içi taşımacılığı için, alternatif bir toplu ulaşım sistemi önermek, önerilen ulaşım sistemini tanıtmak ve bunu teknik ve mali açıdan analiz etmektir.



Tezin konusunu oluşturan Monoray sistemi günümüzün modern toplu taşıma sistemlerinden biri olup uygulandığı şehirde, şehrin çehresini değiştirmekte ve modernizasyonunu tetiklemektedir.



**Şekil 1.1 : Kocaeli ili mevcut toplu taşıma hatlarının durumu**

Kaynak: K.B.B. Ulaşım Dairesi Başkanlığı , Trafik Planlama Şube Müdürlüğü ; 2010

Doğu-batı aksı için önerilen çözümün; metro veya monoray mı olacağı sorusunun cevabı, maliyet, inşaat süresi, hattın önerilen çözüme için elverişliliği ve yolculuk sayısı kriterleri belirlemektedir. Doğu batı aksı için önerim; dünyada uzun yıllardan beri kullanılan, son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde gittikçe yaygınlaşan, zaman ilerledikçe kuruluş maliyeti hızla düşen, inşaat süresi nispi olarak daha az olan ve toplu taşımacılığın havadan yapılmasını sağlayan monoray toplu ulaşım sistemi modelidir.

Bu çalışma; Kocaeli Büyük Şehir Belediyesi sınırları içinde yapılan monoray koridor (güzergah) ve istasyon çalışmaları sırasında elde edilen veriler, Kocaeli Büyük Şehir Belediyesince sağlanan Kocaeli nüfus, yolcu ve ulaşım ile ilgili veriler ve istatistik bilgileri, Monoray sistemlerini üreten ve tesis eden firmalardan sağlanan teknik veriler,

Monoray ulaşım sistemleri ve teknoloji literatürünün taranması sonucu elde edilen teknik ve fizibilite ile ilgili bilgiler, kullanılarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusu yapılacak bölge Körfez, Derince, İzmit İlçeleri ile sınırlandırılmıştır. Bu ilçelerin seçilmesindeki nedenler; aynı hat üzerlerinde oluşları, nüfus yoğunlukları ve coğrafi özellikler olarak sıralanabilir.

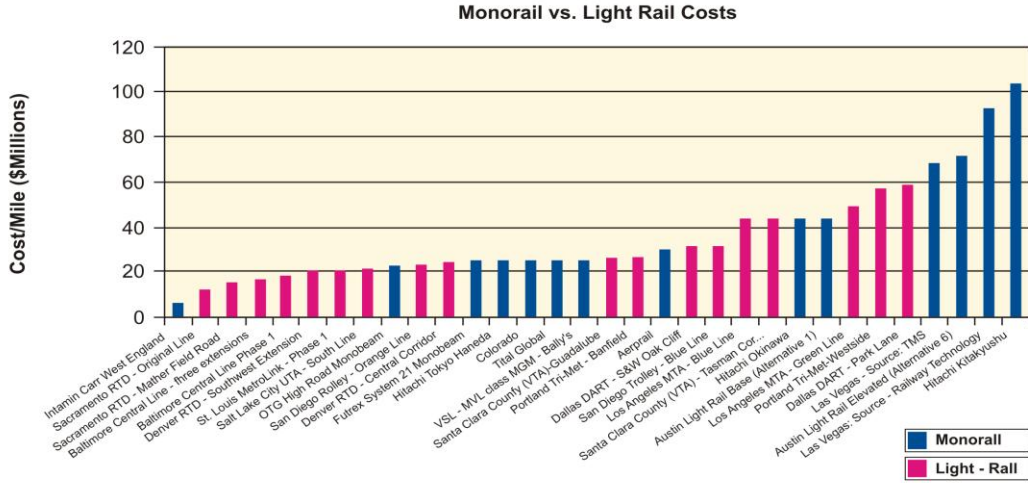
## **1.2 ÇALIŞMANIN OBJEKTİFLERİ**

Tez çalışmasının objektiflerini ise; doğu batı aksında şehir içi yolcu taşımacılığı için alternatif bir çözüm önerisi getirmek, önerilen alternatif çözümü tanıtmak, alternatif çözüm olarak önerilen sistemin dünyadaki uygulamalarından söz etmek, diğer toplu taşıma sistemleriyle karşılaştırmak, mevcutta bulunan toplu taşıma sistemleri ile entegrasyonunu sağlamak, alternatif sistemin güzergah hattını belirlemede yolculuk talebini tahmin etmek, önerilen sistemin kuruluş maliyetini, işletme maliyetini tahmin etmek, sistemin fayda maliyet analizini yapmak ve önerilen sistemin ön-ekonomik fizibilite analizini yapmak olarak sıralanabilir.

## **1.3 MONORAY ULAŞIM SİSTEMLERİ**

Monoray ulaşım sistemleri, günümüzde metro ve hafif metro gibi toplu taşıma sistemlerine alternatif olarak tesis edilen ve toplu taşımacılıkta geleneksel teknolojik düzeyi yansıtan modern ulaşım sistemleridir.

Yolcu taşıma kapasitesi açısından bakıldığında, yer altı metrosundan daha az ve hafif metro ile aynı kapasiteye sahip olduğu söylenebilir.(Bkz.Tablo 1.1)



**Şekil 1.2 : Hafif metro sistemlerinin birim uzunluk başına yatırım maliyeti**

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

Şekil 1.2 ‘den görüldüğü üzere, dünyanın çeşitli yerlerinde işletmede olan hafif metro sistemlerinin birim uzunluk başına maliyetlerinin çok farklılık gösterdiği, aynı durumun monoray ulaşım sistemleri için de söz konusu olduğu görülmektedir. Diğer yandan, monoray ile hafif metro ulaşım sistemlerinin birim uzunluk başına yatırım maliyetlerinin birbirine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır. Maliyet (USD/km) açısından bakıldığında monoray sistemlerinin birim uzunluk maliyetinin, metro maliyetinin yüzde ellisi civarında olduğu görülmektedir.(Bkz. Tablo 1.2, Tablo 1.3 )

Bazı fizibilite raporlarına göre; aynı yolcu kapasiteli hafif metro ile monoray ulaşım sisteminin aynı maliyette olduğu ifade edilirken, bazı fizibilite raporlarına göre ise, daha önce ifade edildiği gibi, monoray ulaşım sisteminin hafif metrodan biraz daha fazla bir maliyete sahip olduğu belirtilmektedir. Güvenlik açısından bakıldığında sadece bir kaza ile monoray ulaşım sistemi en güvenilir durumda bulunmaktadır.

Mevcut teknolojiler göz önüne alındığında, her üç ulaşım sisteminin (metro, hafif metro ve monoray), hız ve taşıma kapasiteleri açısından karşılaştırılması Tablo 1.1’de verilmektedir.

**Tablo 1.1 : Metro, hafif metro ve monoray ulaşım sistemlerinin karşılaştırılması**

	MAKSİMUM HIZ	MAKSİMUM YOLCU / pphpd*
MONORAY	55 - 90 km / h	23.000 - 33.000**
HAFİF METRO	85 - 90 km / h	19.000 - 21.000
METRO (YER ALTI)	120 km /h	34.000 - 40.000

\*pphd - saatte bir yönde taşınan yolcu sayısı

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

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

Yine Tablo. 1.1' den görüldüğü üzere, monoray ulaşım sistemlerinde maksimum hızın, 55-90 km/saat arasında olmasına karşılık hafif metro sistemlerinde azami hız 85-90km/saat dolaylarında ve metro ulaşım sistemlerinde ise bu hızın 120 km/saat olduğu belirtilmektedir.

Bu üç farklı ulaşım sisteminin yolcu taşıma kapasitesi açısından karşılaştırılmasında ise, metronun tek yönde saatte 34.000-40.000 yolcu taşıyabildiği, monoray ulaşım sisteminin saatte tek yönde 23.000 -33.000 taşıyabileceği ve hafif metro için bunun 19.000-21.000 arasında olduğu görülmektedir. Ancak Hitachi Large tipi 5 vagonlu monoray kapasitesi göz önüne alındığında, monoray ulaşım sistemiyle saatte tek yönde taşınabilecek yolcu sayısının 49.080'e ulaştığı görülmektedir. Bu durum monoray ulaşım sisteminin zaman içinde çok daha iddialı duruma gelebileceğini göstermektedir.

Tablo 1.2' de ise, üç farklı firma tarafından kurulan 4 farklı monoray ulaşım sisteminin maliyet açısından karşılaştırılması yapılmaktadır. Görüldüğü üzere, km başına monoray maliyeti çok farklılık göstermektedir ve 36.760.000 USD ile 68.000.000 USD arasında değişmektedir. En son inşa edilen Kuala Lumpur monoray ulaşım sisteminin maliyet açısından en ucuz olduğu görülmektedir. Bu maliyet oranı, monoray ulaşım sistemlerinin ekonomik olup olmaması üzerine yapılan tartışmalara başka bir boyut kazandırmıştır.

Zaman ilerledikçe monoray sistemlerinin yolcu taşıma kapasitesi artmakta ve km başına maliyetleri düşmektedir.

**Tablo 1.2 : Monoray ulaşım sistemi maliyeti**

ULAŞIM SİSTEMİNİN ADI VE YERİ	HAT UZUNLUĞU	TOPLAM MALİYET	MALİYET / MİL (KM)	AÇIKLAMA
Naha, Okinawa (HİTACHI)	7.8 mil / 12.55 km	533 Milyon USD	68 Milyon USD (42.37 Milyon USD)	2 Vagonlu tren - sürücülü
Kuala Lumpur Monorail MALEZYA MONORAIL	5.3 mil / 8.52 km	311 Milyon USD	59 Milyon USD (36.76 Milyon USD)	2 Vagonlu tren - sürücülü -11 İstasyon
Las Vegas Monorail (BOMBARDIER)	3.6 mil / 5.8 km	352 Milyon USD	98 Milyon USD (61.67 Milyon USD)	Sürücüsüz- 8 Vagon için imal edilmiş. 4 Vagon çalışmakta.
Las Vegas Downtown Uzatma (BOMBARDIER)	3.1 mil / 5.0 km	337 Milyon USD	109 Milyon USD (68 Milyon USD)	4- Vagonlu tren

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

**Tablo 1.3 : Dünyadaki bazı metro ulaşım sistemi maliyetleri**

ULAŞIM SİSTEMİNİN ADI VE YERİ	HAT UZUNLUĞU	TOPLAM MALİYET	MALİYET / KM	AÇIKLAMA
Caracas, VENEZUELLA	20.4 KM	1.836 Milyon USD	90 Milyon USD	YER ALTI
Skytrain , BANGKOK	5.3 KM	393 Milyon USD	74 Milyon USD	YER ALTI
Star, Kuala Lumpur MALEZYA	17 KM	850 Milyon USD	50 Milyon USD	YER ALTI- YER ÜSTÜ
Taksim –Levent, İstanbul TÜRKİYE	8.5 KM	631 Milyon USD	74.24 Milyon USD	YER ALTI

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

Sonuç olarak, monoray teknolojileri hız ve kapasite açısından metro ve hafif metro ile karşılaştırılacak düzeydedir. Fiyat olarak karşılaştırıldığında metro maliyetinin yaklaşık yüzde 50 düzeyinde olup, aynı kapasitedeki hafif metronun maliyetinden biraz daha pahalıdır. Ayrıca uzun yıllardan beri işletmede olan monoray ulaşım sistemleri, güven ve güvenilirlik açısından birinci sırada görülmektedir.

#### **1.4 MONORAY ULAŞIM SİSTEMLERİNİN TERCİH EDİLMESİNİ SAĞLAYAN ÖZELLİKLER**

- ✓ Hızlı, daha güvenli ve güvenilir olması,
- ✓ Yüzey trafiğini kesmemesi (trafik ışığı gerektirmemesi),
- ✓ Sıfıra yakın kaza oranına sahip olması ve yüzey trafiğini azaltması,
- ✓ Hattın daha az istismak gerektirmesi ve mevcut yolların üzerine inşa edilebilmesi,
- ✓ Düşük işletme maliyetine sahip olması (sürücüsüz ve tam otomasyon),
- ✓ Çevre dostu olması (daha az kirlilik, sessizlik ve sıfır emisyon),
- ✓ Metroya göre kuruluş maliyeti açısından daha ekonomik (3/4 maliyette) olması,
- ✓ Hızlı inşa edilmesi,
- ✓ Modern hayatın simgesi olması,
- ✓ Kurulduğu şehir için prestij kaynağı olması

## 2. MONORAY UYGULAMALARI VE SİSTEMLERİ

### 2.1 DÜNYADAKİ MONORAY UYGULAMALARI

Dünyada şu anda mevcut monoray sistemlerinin en eskisi, 1901 yılında Almanya Wuppertal' da işletmeye alınan 13 km uzunluğundaki askı tipi monoray ulaşım sistemi olup, günde yaklaşık 80.000 yolcu taşıma kapasitesine sahiptir. Bilinen eski monoray sistemlerinden bir diğeri Seattle' da şehir merkezi ile 'Space Needle' arasında çalışan 1.5km uzunluğundaki monoray sistemidir ve yılda yaklaşık 2.5 milyon yolcu taşımaktadır.

Diğ er yandan en uzun monoray hatları, günde 150.000 yolcu kapasiteli ve 23.6km uzunluğundaki Walt Disney World ile günde 40.000 yolcu kapasiteli ve 23.8km uzunluğunda Japonya'daki Chiba City monoray hatlarıdır. 2005 yılında işletmeye alınan 13.5km uzunluğundaki Chongqing (Çin) monoray taşıma sistemi saatte 30.000 yolcu taşıma kapasitesi ile en fazla yolcu taşıyan hatlardan biri durumundadır. Jakarta (Endonezya) da 27 km uzunluğunda olan ve 29 duraktan oluşan monoray hattı en yeni monoray hattı olarak bilinmektedir.

Dünyada çeşitli ülkelerde işletmede bulunan monoray sistemlerinin bir kısmının önemli bilgilerinin (kuruluş yılı, hat uzunluğu, durak sayısı ve yolcu taşıma kapasitesi) karşılaştırması Tablo 2.1 'de görülmektedir.

**Tablo 2.1 : Dünyada işletmede bulunan önemli monoray ulaşım sistemleri**

BULUNDUĞU YER	İŞLETMEYE ALINIŞ YILI	HAT UZUNLUĞU	İSTASYON SAYISI	KAPASİTESİ
Wuppertal,ALMANYA	1901	13 KM	20	82000 /GÜN
Seattle,ABD	1964	1.5 KM	2	2500000/YIL
Tokyo, JAPONYA	1964	17.8 KM	10	137900/GÜN
Walt Disney World, USD	1971	23.6 KM	6	150000+/GÜN
Kitakyushu ,JAPONYA	1985	8.8 KM	13	31700 / GÜN
Chiba City ,JAPONYA	1988	15.5 KM	18	40000 / GÜN
Chiba City ,JAPONYA	1990	23.8 KM	16	77900 / GÜN
Tama,JAPONYA	1998	16 KM	19	92700 / GÜN
Duesseldorf,ALMANYA	2002	2.5 KM	3	11000 / GÜN
Naha, JAPONYA	2003	12.8 KM	15	35000 / GÜN
Kuala Lumpur , MALEZYA	2003	8.6 KM	11	45000 / GÜN
Las Vegas ,ABD	2004	6.3 KM	7	30000 / GÜN
Chongqing ,ÇİN	2005	13.5 KM	14	30000 / GÜN
Jakarta ,ENDONEZYA	2009	27 KM	29	

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması, Ekim 2008.



### 2.1.1 Asya Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları

Asya kıtasında bulunan monoray sistemlerinin buldukları ülke, isimleri ve sistemin hizmete başladığı veya başlaması planlanan yıl verilmektedir.

✓ <u>Lotte World, Korea</u>	.....	1986
✓ <u>Jurong Birdpark, Singapore</u>	.....	1991
✓ <u>Taedok, Korea</u>	.....	1993
✓ <u>Window on the World, China</u>	Çin'in ilk monorayı .....	1993
✓ <u>Bangkok, Thailand</u>	.....	1994
✓ <u>Shenzhen, China</u>	.....	1998
✓ <u>Sunway City, Malaysia</u>	.....	1999
✓ <u>Kuala Lumpur, Malaysia</u>	Japonya haricinde Asyanın en uzun monorayı. ....	2003
✓ <u>Chongqing, China</u>	Çin'in ilk Alweg-tip Monorayı.....	2005
✓ <u>Bangkok, Thailand</u>	.....	2005
✓ <u>Sentosa, Singapore</u>	Hitachi'nin ilk "small monorayı".....	2007
✓ <u>Shanghai, China</u>	.....	2008
✓ <u>Palm Jumeirah, UAE</u>	Orta Doğudaki ilk Monoray.....	2009
✓ <u>Incheon, South Korea</u>	.....	2010
✓ <u>Malacca, Malaysia</u>	.....	2010
✓ <u>Qom, Iran</u>	IKCM tarafından yapılan ilk monoray.....	2012
✓ <u>Mumbai, India</u>	Hindistanın ilk Monorayı.....	2012
✓ <u>Riyadh, Saudi Arabia</u>	Bombardier'in Amerika dışındaki ilk Monoray Uygulaması.....	2012
✓ <u>Daegu, South Korea</u>	Hitachi'nin Japonya Haricindeki en büyük kontratı.....	2014



**Resim 2.1 : Çin'in ilk monorayı**

Kaynak : <http://www.monorails.org/tMspages/Asia.html>

### **2.1.2 Afrika Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları**

Afrika kıtasının 2012 yılında açılması planlanan tek monorayı Port Harcourt, Nijeryada yer almaktadır.



**Resim 2.2 : Afrika'nın ilk monorayı**

Kaynak: <http://www.monorails.org/tMspages/Africa.html>

### 2.1.3 Avustralya Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları

Asya kıtasında bulunan monoray sistemlerinin buldukları ülke, isimleri ve sistemin hizmete başladığı veya başlaması planlanan yıl verilmektedir.

- ✓ Sea World, Gold Coast Avustralya Kıtasının İlk Monorayı..... 1988
- ✓ Broadbeach Casino-Hotel-Shopping center-Plaj Transferlerinde Kullanılmaktadır ..... 1989



**Resim 2.3 : Avustralya kıtasının ilk monorayı**

Kaynak : <http://www.monorails.org/tMspages/Australia.html>

### 2.1.4 Avrupa Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları

Avrupa kıtasında bulunan monoray sistemlerinin buldukları ülke, isimleri ve sistemin hizmete başladığı veya başlaması planlanan yıl verilmektedir.

- ✓ Wuppertal, Germany Dünyanın En Eski Monorayı... 1901
- ✓ Beaulieu, England ..... 1974
- ✓ Dortmund, Germany ..... 1984
- ✓ Alton Towers, England ..... 1987

✓	<u>Chester Zoo, England</u>	.....	1991
✓	<u>Europa Park, Germany</u>	.....	1996
✓	<u>Mirabilandia, Italy</u>	.....	1999
✓	<u>Magdeburg, Germany</u>	.....	1999
✓	<u>Düsseldorf International, Germany</u>	.....	2002
✓	<u>Moscow, Russia</u>	.....	2005
✓	<u>Zaragoza, Spain</u>	.....	2008



**Resim 2.4 : Dünyanın En Eski Monorayı**

Kaynak : <http://www.monorails.org/tMspages/Europe.html>

### 2.1.5 Japonya’da Bulunan Monoray Uygulamaları

Japonyada bulunan monoray sistemlerinin buldukları şehir, isimleri ve sistemin hizmete başladığı veya başlaması planlanan yıl verilmektedir.

✓	<u>Ueno Zoo, Tokyo</u>	Japonya’nın İlk Monorayı.....	1957
✓	<u>Tokyo-Haneda</u>	.....	1964

✓	<u>Shonan</u>	Fransız Emniyet Tedbirlerinin Kullanıldığı İlk Monoray .....	1970
✓	<u>Higashiyama</u>	.....	1978
✓	<u>Kitakyushu City</u>	.....	1985
✓	Chiba City	.....	1988
✓	Osaka	.....	1990
✓	Tama	.....	1997
✓	Tokyo, Disneyland	.....	2001
✓	Naha	.....	2003



**Resim 2.5 : Japonya'nın ilk monorayı**

Kaynak : <http://www.monorails.org/tMspages/Europe.html>

### **2.1.6 Amerika (Kuzey – Güney ) Kıtasında Bulunan Monoray Uygulamaları**

Avrupa kıtasında bulunan monoray sistemlerinin buldukları ülke, isimleri ve sistemin hizmete başladığı veya başlaması planlanan yıl verilmektedir.



✓ Disneyland, California	.....	1959
✓ Seattle, Washington	.....	1962
✓ La Ronde, Canada	.....	1967
✓ Walt Disney World, Florida	.....	1971
✓ Pearlridge, Hawaii	Hawaii'nin Tek Monorayı.....	1976
✓ Miami Metrozoo, Florida	.....	1982
✓ Tampa International, Florida	.....	1991
✓ Newark Intl., New Jersey	.....	1995
✓ Jacksonville, Florida	.....	1997
✓ Las Vegas, Nevada	.....	2004



**Resim 2.6 : Hawaii'nin tek monorayı**

Kaynak: <http://www.monorails.org/tMspages/SouthAmerica.html>



**Resim 2.7 : Aldeia do Papia Noel , Brezilya**

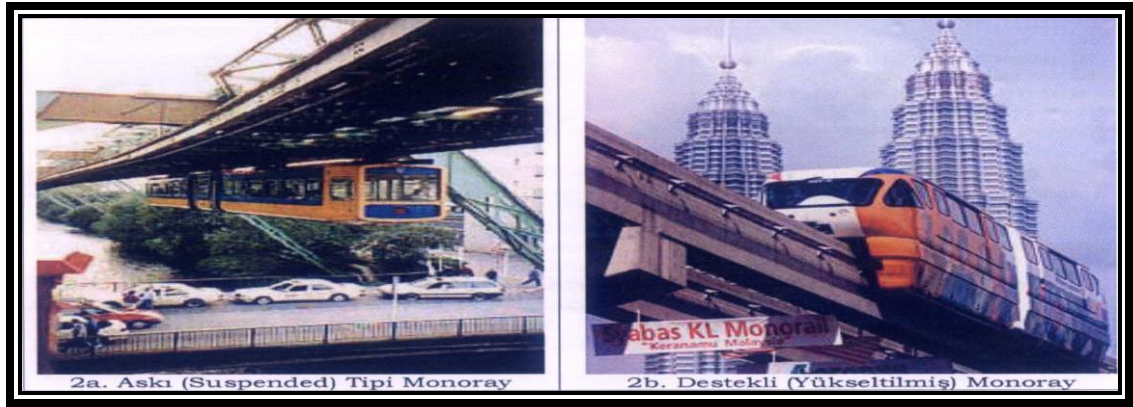
Kaynak: <http://www.monorails.org/tMspages/SouthAmerica.html>

## **2.2 MEVCUT MONORAY SİSTEMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ**

Dünya genelinde iki tip monoray sistemi ön plana çıkmaktadır. Şekil 2.1’ de görüldüğü üzere, bunlar askı (**Suspended**) ve destekli (**Straddle**) tipi monoray sistemleridir. Dünyada bilinen ilk monoray Wuppertal, Almanya’da olup, askı tipi bir monoray sistemidir. Bu sistemde tren, çelikten yapılmış tek hat bir raya asılı olarak hareket etmektedir. Çelik ray hem trenin ağırlığını taşımakta ve hem de treni yönlendirmektedir. Daha sonraki yıllarda geliştirilen askı tipi monoray sistemlerinde, tek çelik hat yerine betondan yapılmış çift hat ve çelik tekerlekler yerine lastik tekerlekler kullanılmaya başlanmıştır. Askı tipi monoray sistemleri çok fazla tercih edilmemektedirler ve bu çalışmada ele alınmayacaklardır.

Günümüzdeki en yaygın monoray tipi; yerden destekli (Straddle) kolonlar üzerine yerleştirilmiş kirişlerin oluşturduğu beton hat üzerinden hareket eden ve nitrojen gaz doldurulmuş lastik tekerlekli monoray ulaşım sistemleridir. Bir başka ifade ile yükseltilmiş (Elevated) monoray sistemleridir. Aynı kolonlar üzerine yerleştirilmiş tek veya çift hattan oluşan monoray taşıyıcı sistemi az da olsa bazı durumlarda çelikten imal edilmektedir. Destekli monoray teknolojilerine ilişkin vagon ve kiriş yapısının

enine kesiti Şekil 2.2' de görülmektedir. İki akslı (dingilli) bir vagonun, 4 adet yük, 4 adet kılavuz ve 4 adet de denge tekerlekleri olmak üzere toplam 12 tekerleği bulunmaktadır. Bu tekerleklerin ömürleri yaklaşık 16.000 km olarak ifade edilmektedir. Hitachi, Bombardier, Futrex System, OTG High Road ve Malezya Monorail monoray ulaşım sistemi üreten ve tesis eden firmalar olmasına rağmen, Hitachi ve Bombardier iki büyük üretici konumundaki firmalardır. Bu iki firma mevcut pazarın önemli bir kısmına hakim durumdadırlar.



### Şekil 2.1 : Monoray ulaşım sistemi tipleri

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması, Ekim 2008.

#### 2.2.1 Hitachi Monorail

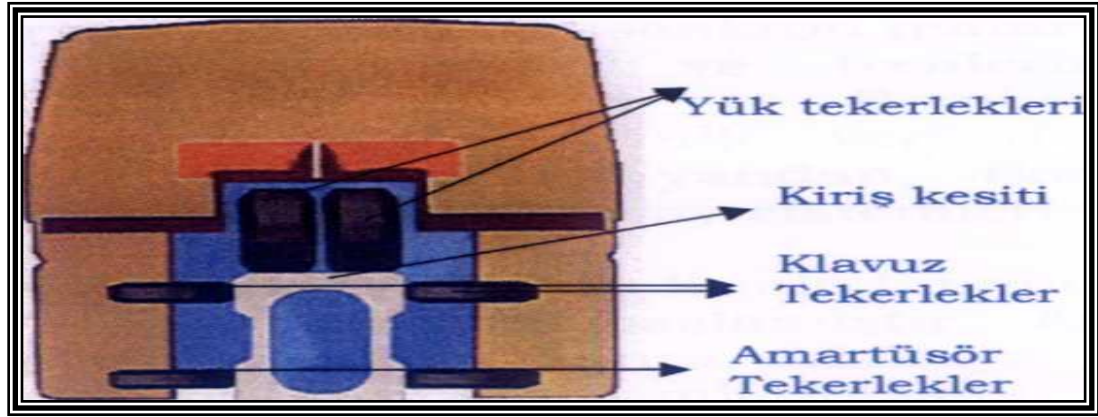
Japon firması Hitachi, 40 yılı aşkın bir süredir destekli tip monoray sistemi üretip kurmaktadır. ALWEG monorayın tüm haklarını satın alan Hitachi bu teknolojiyi geliştirerek monoray sistemleri üretmeye ve tesis etmeye başlamıştır. Geliştirilen bogie teknolojisi sayesinde monoray yolcu vagonları 10 m den 14 metreye çıkarılmıştır. Bu teknolojiyi kullanan monoray sistemi ilk olarak 1964 yılında işletmeye alınan Tokyo Haneda monoray ulaşım sistemidir. Daha sonra geliştirilen 1000 serisi monoray (large) teknolojisi 1980 yılında işletmeye açılan Osaka monoray sisteminde kullanıldı.

Hitachi geliştirdiği ALWEG teknolojisi ile günümüzde kapasite açısından üç farklı monoray sistemi üretmektedir. Bunlar Hitachi Küçük, Hitachi Standart ve Hitachi



Büyük(1000 serisi) olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bu durum Hitachi'yi monoray ulaşım sistemleri konusunda en fazla seçenek sunan şirket konumuna getirmiştir. Yolcu kapasiteleri trendeki vagon sayısına göre değişmektedir. Vagon kapasitesi (4 yolcu/m<sup>2</sup>) 64 ile 120 yolcu arasında değişmektedir. Hitachi'nin kurduğu en uzun monoray (Osaka Monoray, 23.8 km, 1993) günde 50.000 yolcu taşırken, 16.9km uzunluğundaki Tokyo Haneda monoray (1964) günde 200.000 yolcu taşımaktadır. Hitachi'nin mevcut monoray sistemleri (6 vagonlu tren ve 2 dakikalık sefer sıklığı ile) saatte tek yönde 49.080 yolcu (pphpd) taşıyabilecek durumdadır. Bu kapasite monoray sistemlerinin toplu taşımacılıkta diğer raylı sistemlere göre ne kadar iddaalı konuma geldiğini göstermektedir.

Şekil 2.2 de görüldüğü üzere, Bombardier M-VI ve Hitachi Small tip monoray vagonları iki akslı vagonlar olup, her vagon 2\*2 adet yük, 2\*2 adet kılavuz ve 2\*2 adet amortisör tekerleği olmak üzere, toplam 12 adet nitrojen gazlı lastik tekerleğe sahiptir.



**Şekil 2.2 : Monoray vagonu ve kirişin enine kesiti**

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması, Ekim 2008.

Diğer monoray üreticilerinin aksine Hitachi'nin ürettiği sistemlerde acil durumlarda yolcular bir araçtan başka bir araca transfer edilirler. Ayrıca, trenden yer yüzüne yolcu aktarma sistemi de ikinci seçenek olarak kullanılabilir durumdadır. Hitachi monoray teknolojisine ait diğer teknik özellikler Tablo 2.2 ve Tablo 2.3' de diğer sistemlerle karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

### 2.2.2 Bombardier Monorail

Çeşitli ulaşım araçları üreten Kanada Firması Bombardier, destekli monoray sistemleri üretmede 35 yıllık bir tecrübeye sahip olup, en estetik monoray aracı tasarlayan Firma unvanına sahip durumdadır. Bombardier'in ürettiği ve halen serviste olan bir çok monoray sistemi olmasına rağmen, Disney World, Newark Havaalanı ve Las Vegas monoray sistemleri en çok bilinenlerindedir. Bombardier'in ürettiği en popüler ve en çok tutulan araç Mark-VI dir. Yolcu kapasitesi ve teknik veriler açısından bakıldığında Hitachi Small tipi araçlarla benzerlikler göstermektedir.

Bombardier monoray sistemi, 8 vagonlu tren, metre kareye 4 kişi, 1.5 dakikalık sefer aralığı ve 80 km/saatlik hız temel alınmak üzere, tek yönde saatte (pphpd) 15.500 yolcu taşıma kapasitesine sahiptir. Bombardier çok net fiyat bilgileri açıklamamasına rağmen, 7 istasyonlu 6.5 km uzunluğundaki Las Vegas monoray sisteminin km başına maliyetinin 55.000.000 USD olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca Bombardier yetkilileri maliyetin aynı kapasitedeki hafif metro yolcu taşıma sisteminden biraz daha pahalı olduğunu ifade etmektedirler.

Bombardier Mark-VI monoray trenlerinde acil durumlarda yolcuların boşaltılması, inşaat sırasında monoray hattına eklenen ve hatta paralel olan acil tahliye yolu üzerinden yapılmaktadır.

Teknik veriler incelendiğinde, boyut ve kapasite açısından Hitachi Small ve Bombardier M-VI monoray ulaşım sistemlerinin bir birlerine yaklaşık benzer olduğu (2 aks/vagon, 9-10 ton/aks, Eviricili 750 Vdc IM tahrikli vs.) anlaşılmaktadır. Buna karşılık Hitachi Large taşıma sistemin farklı (4 aks/vagon, 11 ton/aks, Eviricili 1500 Vdc IM tahrikli vs ) ve kapasite açısından çok büyük olduğu anlaşılmaktadır. Her iki firmanın da ürettiği trenlerin IGBT eviricili asenkron motor tahrikli olduğu, maksimum tren hızın 60-80 km/h olduğu ve trenlerin alüminyum alaşımdan yapıldığı anlaşılmaktadır. Hitachi ve Bombardier firmalarının ürettiği monoray sistemlerinin diğer teknik verileri Tablo 2.2' de karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

### 2.2.3 Monorail Malezya (MM)

Kuala Lumpur monoray ulaşım sistemini ilk olarak Hitachi inşa etmeye başlamıştır. Ancak 90'lı yılların sonundaki Asya ekonomik krizinden sonra, Malezya yerel şirketi olan Malezya Monoray, monoray hattının tamamlanmasını başarmış ve sistemin daha ucuza kurulmasını sağlamıştır. Amerika'da ve Japonya'da kurulan benzer sistemlere göre çok daha ucuza mal olması nedeni ile bazı güvenlik endişeleri atfedilmesine rağmen, orijinal ALWEG sistemi temel alınarak tasarlanan monoray sistemi, şu ana kadar hiçbir güvenlik sorunu ile karşılaşmamıştır.

MM (SCOMİ) tasarımı, Hitachi'nin yüksek yolcu taşıma kapasitesi ile Bombardier'in estetik görünümünü birleştirmektedir. MM 4-vagonlu tren Bombardier'in 4 vagonlu treninden yüzde 10 daha kısa olmasına rağmen, yüzde 40 daha fazla yolcu taşıma kapasitesine sahiptir. Ayrıca, daha geniş kapılara sahip olan MM tasarımı yolcuların daha hızlı inmelerini ve binmelerini sağlamaktadır. Monoray hattı teknik bilgileri karşılaştırmalı olarak Tablo 2.2' de verilmiştir.

**Tablo 2.2 : Monoray ulaşım sistemleri ve karşılaştırmalı teknik verileri**

<b>MONORAY TREN TEKNİK BİLGİLERİ</b>				
		<b>HİTACHI SMALL</b>	<b>BOMBARDİER M-VI</b>	<b>HİTACHI LARGE</b>
Vagon/Tren		4	3,4,5,6	2,3,4,5,6
Tren Boyutları (4 Vagonlu)	Uzunluk(m)	38	42.197	61
	Genişlik(m)	2.5	2.659	3
	Yükseklik(m)	4.8	3.416	5.2
Tren Yolcu kapasitesi	0.33m2/yolcu	88+106=194	186	177+238=415
	0.25m2/yolcu	258	72+153=225	495
	0.14m2/yolcu	316	300	
	0.125m2/yolcu		376	800
Hız(km/h)	Maksimum hız	60	80	80
	Ortalama hız	40	48	40
İvmeleme (m/s <sup>2</sup> )	Hızlanma	0.97	1	1
	Durma	1	1	1
	Acil durma	1.25	1.3	1.23
Aks Yük	yük/aks (ton)	8 (max 9)	10	11
Aks Sayısı		2/vagon	2/vagon	4/vagon
Monoray Hat Kiriş	Yükseklik (m)	1.3	1.89	1.5
	Genişlik(m)	0.7	0.66	0.85
	Açıklık	4.5	5.1	5.15
	Kiriş Uzunluğu	30		
	Maks.Eğim	6%	6.50%	6%
	Minumun Dönüş Çapı	40	45	70
	Hat Beslemesi	dc 750 V	dc 750 V	dc 1500 V
	Sürücü Sistemi	IGBT Evcili Asenkron Motor	IGBT Evcili Asenkron Motor	IGBT Evcili Asenkron Motor
Vagon Yapısı		Al. alaişım / konstrüksiyon	Al. alaişım / konstrüksiyon	Al. alaişım / konstrüksiyon
Güvenlik	Yolcuların Boşaltılması	Trenden Trene	Hat Üstünden Yürüme	Trenden Trene
Tren Ağırlığı (ton)	Boş		34.44	
	Dolu	72	80	160

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

#### 2.2.4 Maglev Monorail

Maglev monoray, destek tipli monoray ulaşım modelinin farklı bir biçimidir. Bu sistemde sürücü olarak motor yerine, araç ve hat üzerindeki mıknatısların oluşturduğu manyetik alandan faydalanılır. “MAGLEV” sözcüğü İngilizce “Magnetic Levitation” sözcüklerinin kısaltılmasıyla elde edilmiş, yani “manyetik olarak havada tutma, yükseltme” anlamına gelmektedir.

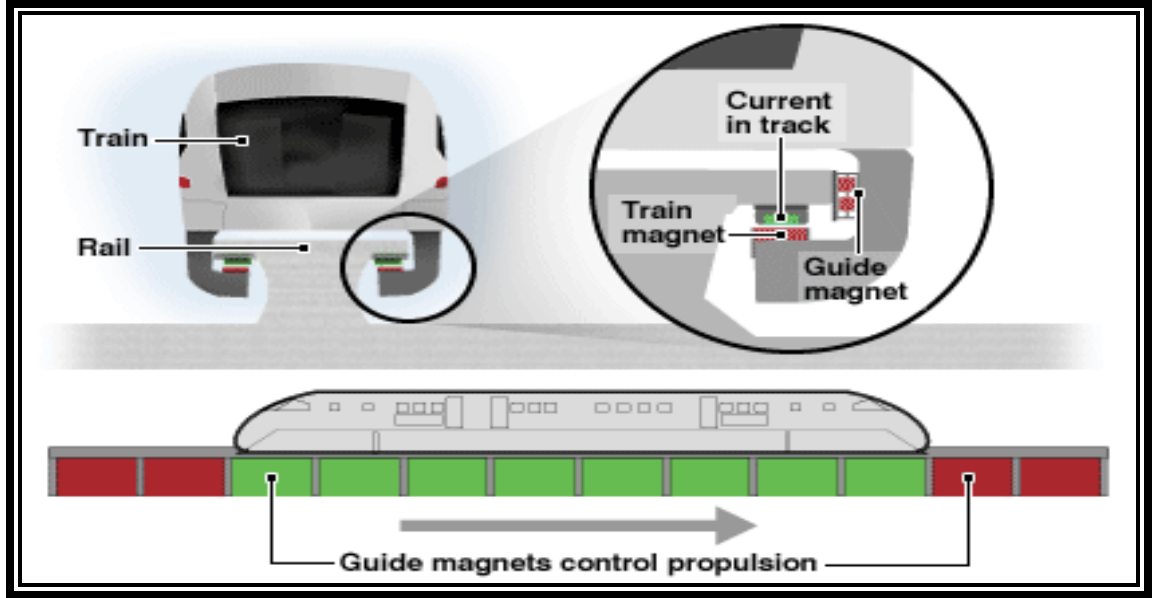
Maglev tren teknolojisi, büyük ölçüde geliştirilme aşamasında olduğu için henüz yaygın olarak kullanılmaya başlanılmamıştır. Şu an Almanya ve Japonya, da maglev tren

teknolojileri üzerinde çalışılmaktadır. Maglev trenlerin günlük yaşamdaki ilk örneği, Çin'in Şangay kentinde kullanılmaya başlanmış, 30 km'lik bir hat üzerinde çalışan tren, bu mesafeyi 7 dakika 20 saniyede geçebilmektedir.

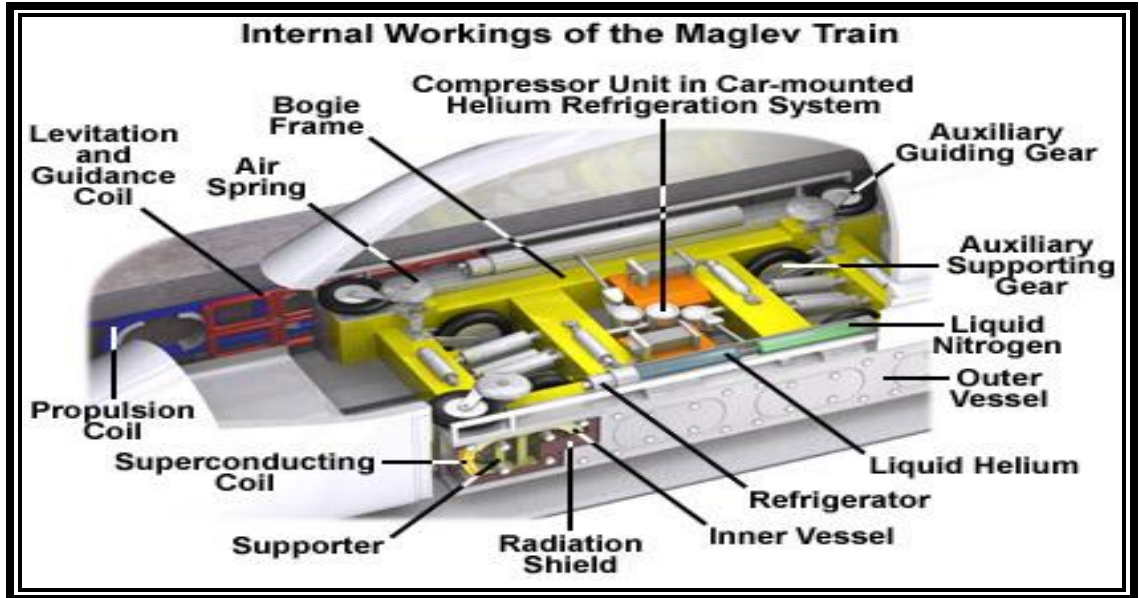
Maglev kavramı, aslında günlük hayatta çok uzak olmadığımız bir kavram. Bildiğimiz gibi, iki mıknatısın eş kutupları birbirini iter. Alt alta uygun şekilde konulmuş iki mıknatıstan biri manyetik itme kuvvetlerinin etkisiyle diğlerinin üzerinde hiçbir şeye değmeden havada durabilir. Maglev trenler de temelde bu ilkeyle çalışırlar. Maglev trenlerin altında mıknatıslar bulunur. Aynı zamanda maglev trenler için özel olarak üretilmiş tren raylarında da elektromıknatıslar bulunur. Elektromıknatıs, bir telin üzerinden elektrik akımı geçmesiyle oluşturulan manyetik alana sahip mıknatıstır. Tellerden akım geçmediğinde manyetik etki de ortadan kaybolur ya da akımın yönü kontrol edilerek mıknatısın kutupları değiştirilebilir.

Maglev tipi trenler 100 km/saat hıza ulaşıncaya kadar tekerlek yardımıyla giden sistemler olup, 100 km/saat hızın üzerine çıkınca tekerlekler içe doğru katlanmakta ve bu mıknatıslar sayesinde tren, raylar üzerinde 10 mm'lik bir yükseklikte ilerler. Raylarla temas olmadığı için sürtünme büyük ölçüde azaltılmış olur. Trenin şekli de havayla sürtünmeyi en aza indirecek şekilde tasarlanmaktadır. Şekil 2.3 ve 2.4 'te sistemin en kesidi ve sistem detayları gösterilmektedir.

Normal monoray ulaşım sistemlerine göre, daha ilginç, daha kompleks ve çok daha hızlı olan maglev monorayın son hız denemesinde Japonya' da 2003 yılında 581 km/saat hıza ulaşılmıştır. Şekil 2.5' teki maglev monoray ulaşım sistemleri şehirlerarası yolcu taşımacılığı için tercih edilmektedir ve bu tezin konusu değildir.



Şekil 2.3 : Maglev monorayın en kesidi  
Kaynak : [news.bbc.co.uk/2/hi/5370564.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/5370564.stm)



Şekil 2.4 : Maglev monorayın hareket aksamı  
Kaynak: <http://www.magnet.fsu.edu>



**Şekil 2.5 : Maglev monorayın görünüşü**

**Kaynak:** <http://josreuser.files.wordpress.com/2009/09/maglev.jpg> ; 29 / 12 /2010



**Resim 2.8 : Hitachi ve Bombardier Firması Tarafından Üretilen Monoray Trenleri**

## **2.3 MONORAY SİSTEMİ BİRLEŞENLERİ**

Monoray ulaşım sistemlerini bileşenlerini elektromekanik ve inşaat diye iki ana gruba ayırabiliriz. Elektromekanik bileşenler; Trenler, kontrol-bilgi iletişim sistemi, elektrik güç sistemleridir. İnşaat bileşenleri ise; Duraklar-anahtarlama istasyonları- araç parkları, monoray hattı (kirişler, kolonlar (ayaklar)-ayak temelleri), bakım-kontrol-yönetim merkezi ve işletme binalarıdır.

### **2.3.1 Monoray Hattı**

Monoray ulaşım sisteminin en önemli kısmını monoray hattı oluşturmaktadır. Monoray hattının elemanları; kirişler, ayaklar-temelleri, başlıkları, durak platformları ve anahtarlama istasyonlarıdır.

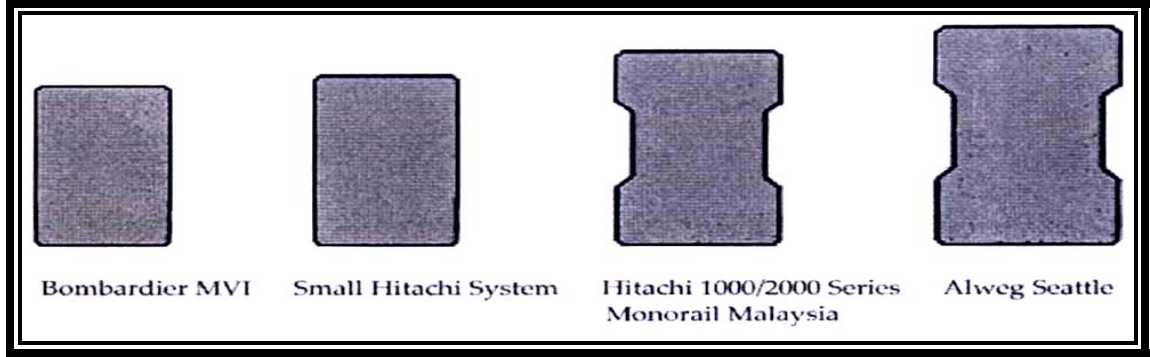
#### **2.3.1.1 Kirişler**

Monoray hattı genel olarak betonarme veya ön germeli betondan imal edilmesine rağmen, az da olsa çelikten yapılmış monoray hatları da mevcuttur. Deprem etkilerinin çok olduğu bölgelerde ölü ağırlığı azaltmak ve kesit yüksekliklerinin aşırı büyümesini önlemek için çelik kirişler tercih edilebilir. Her bir kiriş köprü konumundadır ve araçların yükünü (boş araç ağırlığı, yolcu ağırlığı ve ivmelenme-frenlenme kuvvetlerini) taşıyacak şekilde imal edilirler. Kirişler öyle tasarlanmalıdır ki, kirişle araç bir birine el ve eldiven gibi geçmelidir. Bu sayede, aracın yol tutması ve sarsıntısız bir şekilde seyahat etmesi sağlanır. Geniş kirişler geniş araçların taşınmasını sağlarken, görünüm olarak estetik olmazlar. Ağırlık merkezi ve yolculuk kalitesi açısından kirişlerin genişliği trenin genişliğinin yaklaşık 1/4' ü kadar olmasına rağmen, kirişlerin yüksekliğinin ve uzunluğunun seçiminde daha esnek davranılmaktadır. Şekil 2.6' da dünyada kullanılmakta olan kiriş tiplerinin enine kesitleri karşılaştırılmaktadır.

Destekli (Straddle) monoray hattı kirişlerinin tasarımı sanıldığından daha kompleks bir işlemdir. Çünkü destekli monoray hatlarında eğim hem yatay düzlemde ve hem de düşey düzlemde söz konusudur. Mevcut monoray teknolojileri minimum 40m dönüş



yarıçapını ve yüzde 6 eğimi sağlanmaktadır. Son yıllardaki tasarımlarda daha fazla kiriş açıklığı (daha az kolon) için ark tipi kirişlerin tasarımına ağırlı verilmektedir. Bu tasarım aynı zamanda monoray hattına daha estetik bir görünüm kazandırmaktadır. Kemer tipi kiriş örneği Şekil 2.7' de görülmektedir.



**Şekil 2.6 : Monoray hattı kiriş tiplerinin karşılaştırılması.**

### **2.3.1.2 Kolonlar**

Monoray ulaşım sistemlerinde taşımacılık, yüzeyden ve tünelden de yapılabilmesine rağmen, genel olarak monoray sistemleri yolcu taşımacılığını havadan yapmak için tasarlanmaktadır. Bu tasarım, kolonları monoray hattının temel elemanları durumuna sokmaktadır. Monoray kolon boyutları kiriş boyutları ile ters orantılıdır. Uzun kirişler daha az ama daha masif kolonlar gerektirirken, kısa kirişler daha sık ama daha ince kolon gerektirirler. Seattle monoray hattını tasarlayanlar, en uygun kiriş uzunluğunu 120 feet (36.5m) bunu destekleyen kolonların çapını 36 inch (91.5 m) yüksekliğini 9.12 m olarak bulduklarını ifade etmektedirler.

Tablo 2.3' de çeşitli firmalarca tasarlanan monoray hattı elemanları boyutları karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

**Tablo 2.3 : Çeşitli firmalarca tasarlanıp inşa edilen monoray hattı boyları**

	ALWEG	HİTACHİ LARGE	MONORAİL MALEZYA	BOMBARDIER M-VI	HITACHI SMALL
Kiriş Genişliği (m)	0.9	0.8 - 0.85	0.8	0.66	0.7
Kiriş Yüksekliği (m)	1.5	1.4 - 1.5	1.6 / 2.2	1.5 / 2.1	1.3
Kiriş Uzunluğu (m)	25	20 / 25	30	30	
Tepe Genişliği (m)		5.15	5.1	5.1	4.5
Kolon Taban Alanı (m)	1.2 X 1.2		1.2 X 1.6	0.81 X 1.42	
Aks Başına Ağırlık (ton)		11.Eki	10	8	8
Minumun Dönüş Çapı		70	70	45	40

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

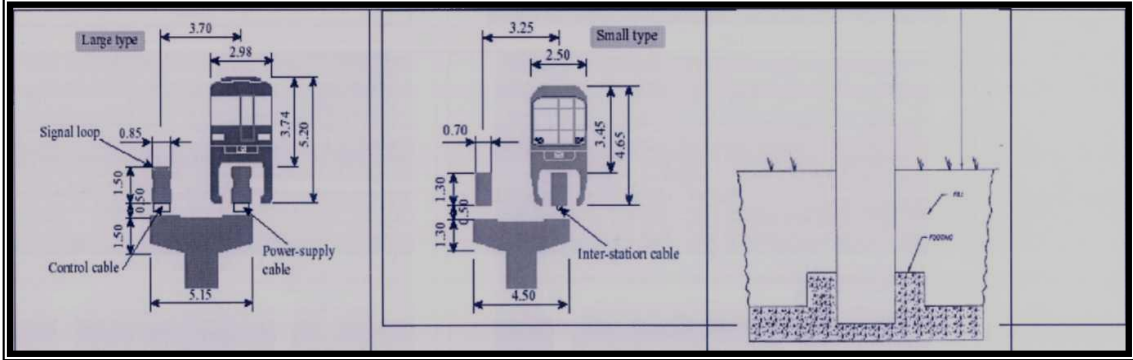
Şimdiye kadar kare tipi kolonlar kullanılmasına rağmen, son yıllarda yuvarlak ve dikdörtgen tip kolon tasarımları ön plana çıkmaktadır. Kolon yükseklikleri 5m den başlayarak 10-12m ye kadar çıkmaktadır. Kolon yüksekliği artıca, yolcuların manzarası artarken aynı zamanda monoray hattının yüzeyden görünürlüğü de azalmaktadır.



**Şekil 2.7 : Kemer tipi monoray ve kolon tasarımları**

İlgili literatür incelendiğinde çeşitli tip, kiriş ve kolon tasarımlarının olduğu görülmektedir. Şekil 2.7 de son yıllarda tasarlanmış kemer tipi monoray hattı, hattı taşıyan kolon ve kolonun başlığı görülmektedir. Bu tasarım uzun kirişler

kullanılabilmesi ve estetik görünümü nedeni ile en önemli tasarımlardan biri olarak sayılmaktadır. Hitachi tarafından geniş ve küçük monoray sistemleri için tasarlanmış monoray hatlarına ilişkin boyutlar karşılaştırmalı olarak Şekil 2.8’ de görülmektedir.



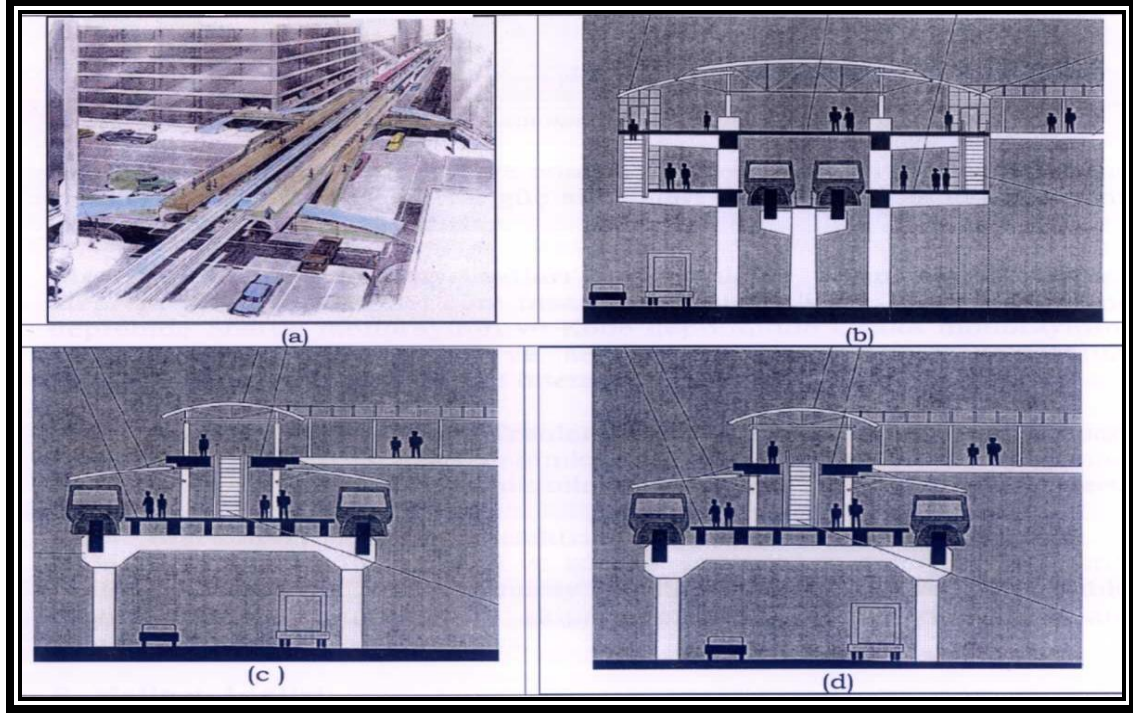
**Şekil 2.8 : Hitachi firması tarafından geliştirilen monoray hatları**

### 2.3.2 Duraklar

Duraklar (istasyonlar) monoray sistemlerinin önemli bir parçasıdır. Trenin boyuna uygun durak platformları, duraklara çıkış/iniş yerleri (yaya merdivenleri, kayar merdivenler, asansörler, dikey taşıma yolları vs), yağmurluk vs kısımlardan oluşmaktadır. Ayrıca monoray durakları yolcuların araçlara girişini ve araçlardan çıkışını akıcı ve rahat olarak sağlayacak şekilde tasarlanmalıdırlar. İki hatlı monoray sisteminde istasyonlar aynı anda iki trenin boşalacağı veya yükleneceği şekilde inşa edilmelidirler. Buna ek olarak duraklar, her hangi bir acil durumda yolcuların aşağıya indirilmesini kolaylaştıracak şekilde olmalıdırlar. ilgili literatür incelendiğinde, gerekli işlevleri sağlayacak çeşitli tip durak tasarımları mevcuttur. Şekil 2.9’ da 4 farklı tip monoray durağı tasarım örneği görülmektedir.

Zemin durumuna göre duraklar için kazıklı temel sistemleri düşünülmesi gerekebilir. Ayak yükseklikleri arttıkça eğilme momentinin artacağı açıktır. Sismik etkilerin fazla olduğu yerlerde ayak temellerinin boyutlandırılması ayrı bir öneme sahiptir. Ayrıca

kazıklı sistem tasarımında yeteri doğrulukta hesaplanmalıdır. Zemin verilerine göre, ayak temellerinin tasarımı ve maliyeti hesaplanabilir.

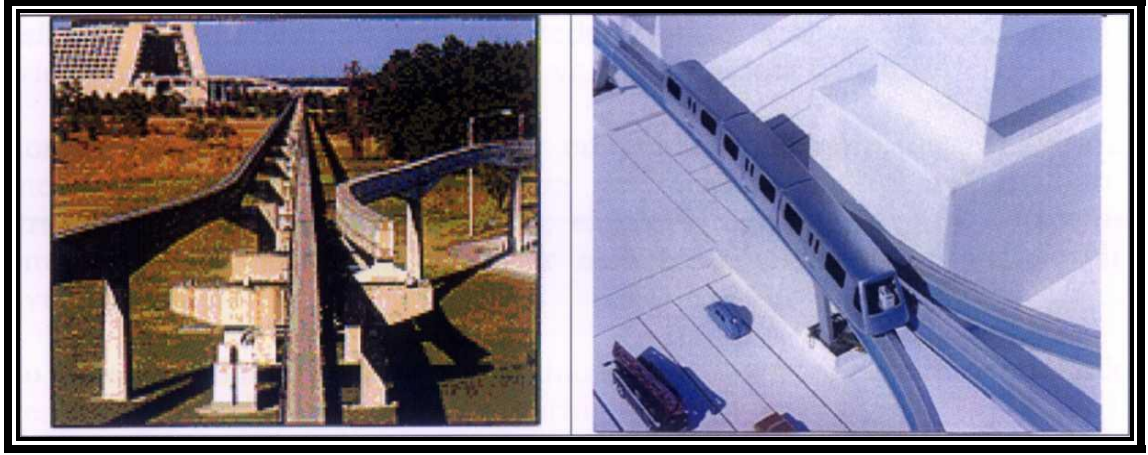


**Şekil 2.9 : Monoray hattı istasyon örnekleri**

### 2.3.3 Makaslama istasyonları

Anahtarlama (makaslama) istasyonları (switch yard) monoray ulaşım sistemleri için son derece önemlidir. Bunlar halka şeklindeki monoray hatlarında trenlerin park etmesi ve parktan çıkması için gerekirken, çiftli radyal monoray hatlarında trenin geliş hattından gidiş hattına alınması için de gereklidirler.

Beton (çelik) kirişlerin ağırlığından ve boyutlarından dolayı anahtarlama işlemleri kullanılagelmiş tren makaslamalarına göre daha fazla zaman gerektirmekte olup, yaklaşık 15 saniye dolayındadır. Şekil 2.10' da makaslama istasyonu örnekleri görülmektedir.



**Şekil 2.10 : Monoray hattı makaslama istasyonları örnekleri**

### **2.3.4 Diğer inşaat kalemleri**

Bakım ve onarım tesisleri, kontrol merkezleri, yönetim ve işletme binaları ve elektrik güç sistemleri için gerekli binalar diğer inşaat kalemlerini oluşturmaktadırlar.

### **2.3.5 Sismik Kodlar**

Monoray hatları buldukları yerin sismik kodlarına (deprem yönetmeliklerine) göre tasarlanıp inşa edilirler. Seattle yöresindeki depremde Seattle monorayının ve Kobe depreminde Osaka monorayının hiç bir sorunla karşılaşmaması ve servise devam etmesi monoray ulaşım sistemleri açısından son derece önemli bir başarıdır.

### **2.3.6 Elektromekanik Bileşenler**

Trenler, istasyon ekipmanları, kontrol merkezi ekipmanları, elektrik güç sistemleri ve ekipmanları, kontrol-kumanda-haberleşme sistemleri, elektronik bilet sistemi ve ekipmanları ve diğerleri.

### 2.3.7 Güç Sistemleri

Trenlerin, elektronik sürücülerin, istasyonların, tüm aydınlatma sisteminin, kontrol ve izleme ekipmanları ve diğer ekipmanların beslenmesi ile ilgilidir. Monoray hattı besleme iletkenleri, kablolar, topraklama ve koruma, UPS ekipmanları, tüm aydınlatma ekipmanları, izleme ve kontrol ekipmanları vs.

## 2.4 MONORAY SİSTEM KURULUMU GENEL MALİYET ANALİZİ

Monoray ulaşım sistemleri maliyetleri; kuruluş maliyetleri ve işletme maliyetleri olarak ikiye ayrılmaktadır.

### 2.4.1 Kuruluş Maliyetleri

- ✓ *Tren ve kontrol sistemleri maliyeti:* Trenler, istasyon ekipmanları, bakım ve kontrol merkezi sistemleri, elektrik dağıtım sistemleri ve trafo merkezi ekipmanları, haberleşme ve sinyalizasyon sistemi, elektronik bilet toplama sistemi vs. (Bkz. 5. Bölüm)
- ✓ *İnşaat maliyeti:* İstasyonlar, araç parkı ve anahtarlama istasyonları maliyeti, monoray hattı (kirişler, ayak ve temel maliyetleri vs.) maliyetleri, kontrol ve bakım merkezi inşaat maliyetleri vs. (Bkz. 5. Bölüm)
- ✓ *Diğerleri:* Arazi ve istimlak maliyeti, bakım ekipmanı maliyetleri, tasarım-vergi-sigorta proje-danışmanlık-yönetim maliyetleri vs. (Bkz.5. Bölüm)

## 2.4.2 İşletme Maliyetleri

Taşıma maliyetleri, bakım maliyetleri, amortisman giderleri, çalışanların maliyetleri, Vergi ve sigorta giderleri ve diğerleri.

Monoray ulaşım sistemlerinde trenler en yüksek maliyeti oluşturmalarına rağmen, istasyon ekipmanları, bakım ve merkezi kontrol ekipmanları, kontrol-kumanda-iletişim ekipmanları, elektrik dağıtımı ve trafo istasyonu ekipmanları, bilet sistemleri ve diğer sistem ekipmanları da önemli bir maliyet içermektedirler.

Tablo 2.4' de 4 farklı firmaca üretilen monoray ulaşım sistemlerinin teknik verileri ve maliyet kalemleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere, destekli (yükseltilmiş) monoray üreden Hitachi ve Bombardier hem çok uzun yıllara dayanan tecrübeye sahipler ve hem de monoray piyasasının tamamına yakınına hakim durumdadırlar. Ayrıca bu iki firmanın ürettiği monoray teknolojiler bir birlerine büyük benzerlik gösterdiğinden teknik ve işletmeye ilişkin veriler de bir birine benzemektedir.

Kuruluş ve işletme maliyetleri açısından bakıldığında, Hitachi' nin bu konuda hiç bilgi vermediği, Bombardier'in ise ürettiği monoray sistemleriyle ilgili gerek inşaat, gerek elektromekanik (tren ve kontrol sistemleri) ve gerekse işletme maliyetleri hakkında yeterince bilgi verdiği görülmektedir. Tablo 2.4' de tren ve kontrol sistemleri ile hat maliyetleri hakkında global bilgi verilmektedir.



**Tablo 2.4 : Farklı firmalarca üretilen monoray sistemleri ve bunlara ilişkin verilerin karşılaştırılması**

		HİTACHI	BOMBARDIER	OTG	FUTREX
GENEL	Monoray Tipi	Destekli	Destekli	Destekli Yandan	Destekli Yandan
	İşletmedeki Yıl Sayısı	44	37		
	Mevcut Monoray Sayısı	10	26		1
KAPASİTE	Saatteki Tek Yöndeki Yolcu Sayısı	33000	23200	46080	38400
HIZ KM/ SAAT	İşletmedeki Maks.Hız	60	85	110	125
	Ortalama Hız	40	35	50	
	Tasarım Hızı	75	88 - 95	120	112
MALİYET MİLYON USD /KM	İnşaat Maliyeti		15.6	16.25	12.5-15.6
	İşletme + Bakım		3.13		5
	Araç Maliyeti			1.13	
	İstasyon Maliyeti			1.5 - 3.0	
OTOMATİK	Tam / Yarı	Evet	Evet	Evet	Evet
	Genişliyebilirlik	Evet	Evet	Evet	Evet
GÜVENLİK	Acil Çıkış	Diğer Trene	Yürümek	İskele	İskele
	Güvenlik Kodu	AAA	NFPA130	NFPA130	NFPA130
MANEVRA	Min.Dönüş Çapı	40 M	45 M		
	Maksimum Eğim	6%	8%	12%	12%

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

## 2.5 DÜNYADAKİ KURULMUŞ SİSTEMLERİN MALİYET ANALİZLERİ

### 2.5.1 Seattle Monoray Maliyet Analizi

Fizibilite raporları tamamlanan ve yapımına karar verilen 13.6 mil (21.8km) ve 18 duraktan oluşan Seattle monoray hattının maliyeti örnek olarak burada ele alınmıştır. Tasarımda görülen tren sistemi, 4 vagonlu 22 Bombardier M-VI taşıyıcısıdır. Seattle monorayı için maliyet kalemleri incelendiğinde, güzergahın zor bir güzergah olması (kod farkı, su geçişleri, istimplak) nedeni ile inşaat maliyeti ortalamasının üzerinde



görülmektedir. Yaklaşık olarak 49.541.000 USD / km. olarak imal edilmiştir.(Bkz. Tablo 2.5)

**Tablo 2.5 : Seattle monorayı birleşenleri tahmini maliyeti**

NO	Monoray Birleşeni	Tahmini Maliyet
1	Tren ve Kontrol Sistemleri	225 000 000
2	İstasyonlar	115 000 000
3	Kolon ve Kirişler	260 000 000
4	Su Geçişleri	100 000 000
5	Bakım Sistemleri	20 000 000
6	Güç Sistemleri	80 000 000
7	Yer Değişirme	60 000 000
8	Tasarım ve Yönetim	190 000 000
9	Yol Hakları	25 000 000
10	Zararlı Maddeler	5 000 000
	<b>TOPLAM</b>	<b>1 080 000 000 USD</b>

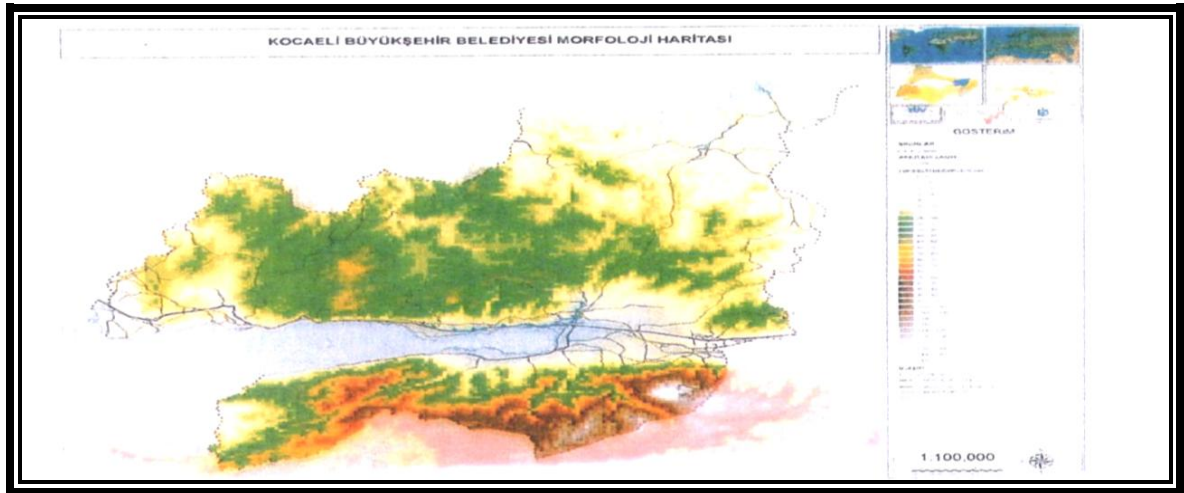
Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

### 3. KOCAELİ KENT İÇİ ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ

#### 3.1 COĞRAFİ KONUM VE YERLEŞİM

Kocaeli ili, Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde, 29°22'—30°21' doğu boylamı, 40°31' - 41°13' kuzey enlemi arasında yer alır. Doğu ve güneydoğuda Sakarya, güneyde Bursa illeri, batıda Yalova ili, İzmit Körfezi, Marmara Denizi ve İstanbul ili, kuzeyde de Karadeniz'le çevrilidir.

İl merkezi İzmit'in doğusundan geçen 30° doğu boylamı Türkiye saati için esas kabul edilir. Kocaeli ilinin yüzölçümü 3.505 km karedir. Asya ile Avrupa'yı birleştiren önemli bir yol kavşağında bulunmaktadır. Doğal bir liman olan İzmit Körfezi işlek bir deniz yoludur. İlin 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. Şekil 3.1' de anlaşılacağı üzere Kocaeli ilinin merkezinin kuzey ve güneyi dağlarla çevrelenmiştir

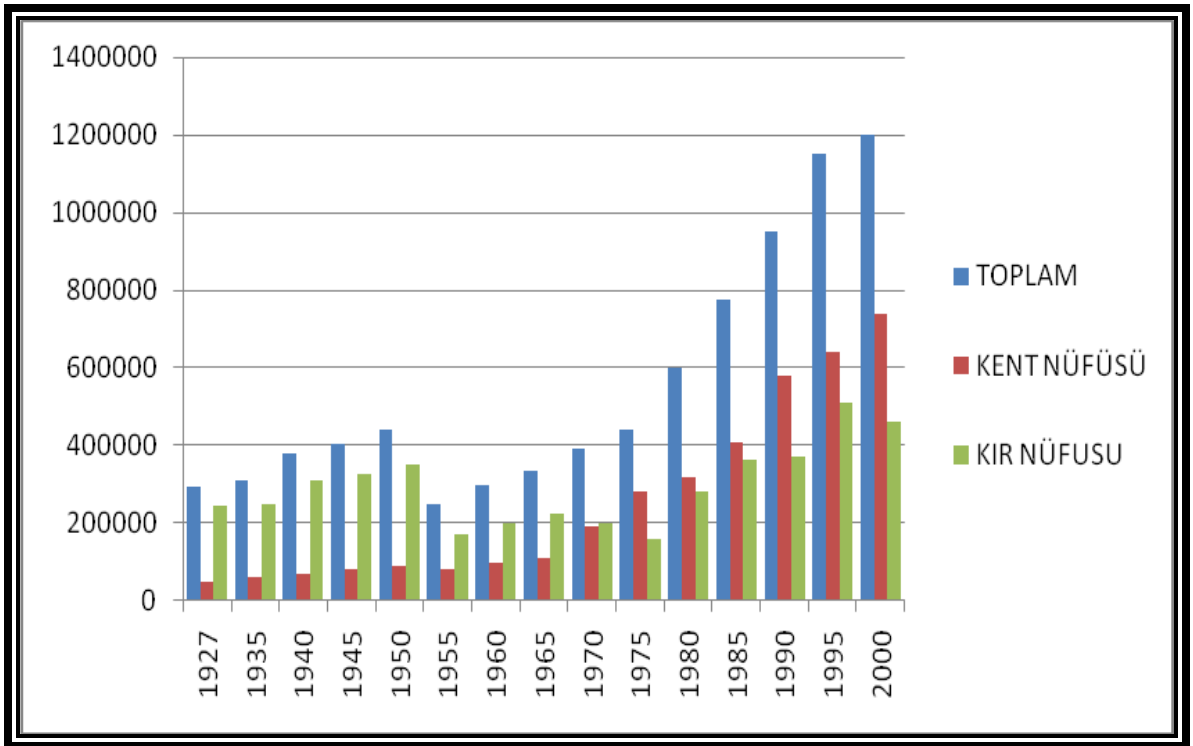


**Şekil 3.1 : Eşyüksekti eğrili harita**

Kaynak: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Harita Sube Müdürlüğü Arşivi

### 3.2 NÜFUS VE NÜFUS GELİŞİMİ

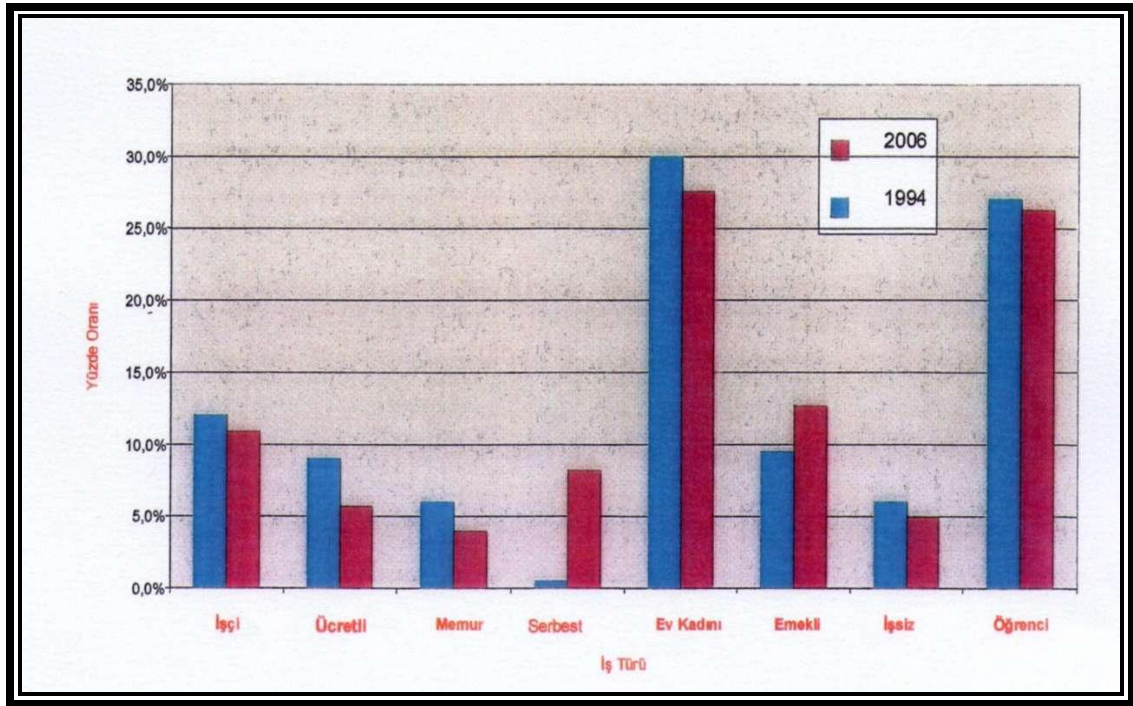
1927 yılından asrın felaketi olarak yorumlanan 1999 Marmara Depremine kadarki dönemde Kocaeli ilinin nüfusunun sürekli artış gösterdiği bilinmektedir. 1999- 2001 yılları arasında dışarıya göç versede bu durumu çabuk toparlamıştır. İlde en düşük nüfus artış hızı, binde 14,3 ile 1927 - 1935 döneminde olmuştur. En yüksek nüfus artış hızı ise binde 46,4 ile 1985 -1990 döneminde gerçekleşmiştir. 1990-2000 döneminde ise nüfus artış hızı binde 27,04' e düşmüştür. Ama yine de 1990 -2000 yılları arasındaki nüfus artış hızı ile Türkiye'nin şehir nüfus artışı en yüksek olan 10 ili içine girmiştir. Şekil 3.2' de 1927-2000 yılları arasında Kocaeli ili kent ve kırsal alan nüfus değişimi görülmektedir.



Şekil 3.2 : Nüfus gelişimi (1927 -2000)

Kaynak: Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemleri Ön Fizibilite çalışması ,Ekim 2008

Diğer yandan, Şekil 3.3’ de Kocaeli nüfusunun meslek gruplarına göre dağılımı görülmektedir. Bu dağılıma göre, öğrenciler ve ev kadınları en büyük grupları oluşturmaktadır, bu grupları işçi, emekli, ücretli, memur ve işsizlerin oluşturduğu gruplar izlemektedir. Öğrencilerin ve işçilerin oluşturduğu grupların Kocaeli’ nde yolculuk kalemlerinin en büyüğünü oluşturduğu görülmektedir. (Kaynak, Optim, T.C. K.B.B. Kent içi Ulaşım ve Trafik Planı İyileştirme Etüd Projesi Hazırlama Hizmet İşi – Mevcut Durum Analiz Rapor-3, 2007)



**Şekil 3.3 : Kocaeli nüfusunun meslek gruplarına göre dağılımı**

Kaynak: Optim , T.C. K.B.B. Kent içi Ulaşım ve Trafik Planı İyileştirme Etüd Projesi Hazırlama Hizmet İşi –Mevcut Durum Analiz Rapor-3, 2007

Kocaeli ili, İzmit Merkez, Gebze, Darıca, Gölcük, Körfez, Derince, Çayırova, Kartepe, Başiskele, Karamürsel, Dilovası ve Kandıra ilçelerinden oluşmaktadır. Kocaeli ilinin 2010 yılı itibarı ile nüfusunun 1.522.408 olduğu bilinmektedir (ayrıca köylerde de 101.000 kişi yaşamaktadır). Kocaeli Merkez nüfusunun 314.000 dolaylarında olduğu, diğer nüfusun 11 farklı ilçeye yayıldığı anlaşılmaktadır. Monoray hattının geçmesinin planlandığı İzmit Merkez, Derince ve Körfez ilçelerinin toplam nüfusunun ise, 567.830 olduğu görülmektedir. Planlanan Monoray hattına yakın olan, sanayinin ve yeni

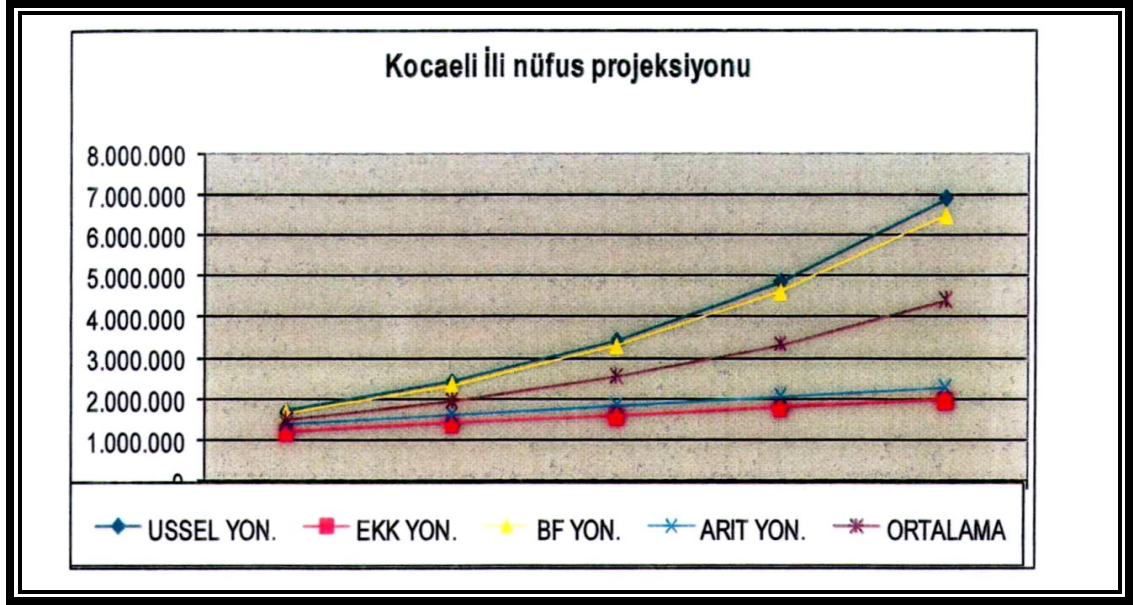
yerleşim alanlarının yoğunlaştığı Başiskele ve Kartepe ilçelerinin nüfusunu da düşünürsek, monoray hattına yakın ilçelerin nüfusunun 724.420 olduğu görülür. (Bkz. Tablo 3.1)

Şekil 3.4’ de çeşitli yöntemlerle yapılmış 2028 yılına kadar nüfus tahmini değerleri görülmektedir. Görüldüğü üzere, farklı yöntemler kullanılarak elde edilen tahmini değerlerin de farklı olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.1 : Kocaeli ili nüfus sayıları verileri**

<b>Sıra</b>	<b>İlçe</b>	<b>1990 Sayımı</b>	<b>2000 Sayımı</b>	<b>2007 Sayımı</b>	<b>2009 Sayımı</b>
1	<b>izmit</b>	159.116	195.669	248.424	313.964
2	<b>Gebze</b>	190.741	253.487	310.815	297.029
3	<b>Darica</b>				140.302
4	<b>Gölcük</b>	76.155	55.790	71.538	136.035
5	<b>Körfez</b>	63.194	81.938	97.535	130.730
6	<b>Derince</b>	63.872	93.997	113.991	123.136
7	<b>Kartepe</b>				90.407
8	<b>Çayırova</b>				82.494
9	<b>Başiskele</b>				66.183
10	<b>Karamürsel</b>	23.143	29.353	36.466	50.886
11	<b>Dilovası</b>				44.258
12	<b>Kandıra</b>	11.141	12.641	15.473	46.984
	<b>TOPLAM</b>				<b>1522.408</b>

Kaynak: [http://tr.wikipedia.org/wiki/Kocaeli\\_\(il\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kocaeli_(il)) 29 /12/2010



**Şekil 3.4 : Kocaeli ili nüfus projeksiyonu 2010 – 2028 yılları**

Kaynak: Optim, T.C. K.B.B. Kent içi Ulaşım ve Trafik Planı İyileştirme Etüd Projesi Hazırlama Hizmet İşi –Mevcut Durum Analiz Rapor-3, 2007

### 3.3 KOCAELİ İLİNİN ÜLKE İÇERİSİNDEKİ KONUMU

Geçmişte ve günümüzde il Türkiye'nin en önemli sanayi, ticaret ve kültür merkezlerinden birisi olmuştur. Tarih boyunca İstanbul metropolüne olan yakınlığı, doğal limanının bulunması, kara, deniz ve demiryollarının sağladığı ulaşım avantajları sayesinde önemli bir cazibe merkezi olması özelliğini korumuştur. Bu özellikleri sebebiyle 1960' ların sonunda yapısal bir dönüşüm yaşamış, ilin hızla göç almasına sebep olan sanayi alanları bölgede yer seçmeye başlamıştır. (Kaynak; [www.kocaelikulturturizm.gov.tr](http://www.kocaelikulturturizm.gov.tr))

Kocaeli ekonomisinin tamamına yakını sanayiye dayalıdır ve ülke imalat sanayinde İstanbul'dan sonra en gelişmiş ildir. Lassa, Kordsa, Brisa, Goodyear, Pirelli, Ford, Honda, Hyundai, Chrysler, Petkim, Tüpras, Nasaş, DYO, Marshall, Arçelik, Lever gibi ülke ve dünya çapındaki birçok firmanın fabrikaları bu ilde yer seçmiştir. (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Kocaeli 1/50.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı ve Nâzım İmar Planı Araştırma Raporu, 2006)

Türkiye'nin en küçük dört ilinden biri olmasına rağmen Türk sanayi üretimi içinde üretim payı ile en büyük dört il içerisinde yer almaktadır. Sanayileşme hızı bakımından Türkiye'nin en önde gelen illerinden biridir. Kocaeli'nde 400 civarında 1. sınıf gayrisihhi müessese, 6000 civarında 2. ve 3. sınıf gayrisihhi müessese mevcuttur. 5 devlet limanı, 43 özel iskele ile deniz yolu taşımacılığında önemli bir yere sahiptir (TÜİK, Bölgesel Göstergeler TR42, 2009).

### 3.4 KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ VE SINIRLARI

İzmit Büyükşehir Belediyesi 1993 yılında kurulmuştur. 2004 yılında sınırları il sınırlarına genişletilerek Kocaeli Büyükşehir Belediyesi oluşmuştur.

2008 yılında, 26824 sayılı Resmi Gazete - 22.03.2008 tarihinde kabul edilen 5747 sayılı "Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçerisinde İlçe Kurulması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun"un çıkarılmasıyla ilçelerin idari sınırları değiştirilmiştir. Bu değişikliğe göre;



**Şekil 3.5 : Kocaeli il ve ilçeler sınırları**

Kaynak: (<http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k5747.html>).

*Başiskele:* Yeniköy, Bahçecik, Yuvacık ve Kullar ilk kademe belediyelerinin tüzel kişilikleri kaldırılarak mahalleleri ile birlikte Karşiyaka İlk Kademe Belediyesine katılmıştır ve Karşiyaka Belediyesinin adı Başiskele olarak değiştirilmiştir. Başiskele ilçe olmuştur.

*Çayırova:* Şekerpinar İlk Kademe Belediyesinin tüzel kişiliği kaldırılarak mahalleleri ile birlikte Çayırova İlk Kademe Belediyesine katılmıştır. Çayırova ilçe olmuştur.

*Darica:* Darica İlk Kademe Belediyesi Darica ilçe merkezi olmuştur.

*Dilovası:* Tavşancıl İlk Kademe Belediyesinin tüzel kişiliği kaldırılarak mahalleleri ile birlikte Dilovası İlk Kademe Belediyesine katılmıştır. Dilovası ilçe olmuştur.

*İzmit:* Kuruçeşme, Bekirpaşa, Alikahya ve Akmeşe ilk kademe belediyelerinin tüzel kişilikleri kaldırılarak mahalleleri ile birlikte Saraybahçe İlk Kademe Belediyesine katılmıştır. Saraybahçe Belediyesinin adı İzmit olarak değiştirilmiştir.

*Kartepe:* Uzunçiftlik, Uzuntarla, Eşme, Acısu, Maşukiye, Büyükderbent, Arslanbey, Sarımeşe ve Suadiye ilk kademe belediyelerinin tüzel kişilikleri kaldırılarak mahalleleri ile birlikte Köseköy İlk Kademe Belediyesine katılmıştır. Köseköy Belediyesi'nin adı Kartepe ilçesi olarak değiştirilmiştir.

Yapılan son düzenlemelerle Kocaeli'nin 5 adedi yeni olmak üzere 12 adet ilçesi oluşturulmuştur. Bunlar; Karamürsel, Darica, Dilovası, Gebze, Gölcük, Derince, Başiskele, İzmit, Çayırovca, Kandıra, Kartepe, Körfez'dir.

İle bağlı 12 ilçe, 243 köy bulunmaktadır. Kocaeli il ve ilçe sınırlarını gösteren harita Şekil 3.5' de verilmiştir. Kaynak ; (<http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k5747.html>).



## 3.5 MEVCUT ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ

### 3.5.1 Deniz Ulaşımı

Marmara denizinin doğal bir limanı olan Kocaeli ilinin kuzey kesiminde Karadeniz yer almaktadır. Marmara denizinin doğal limanlılığından dolayı sahil kesimleri limanlarla doludur. Kocaeli sanayisinin üretiminin büyük bir kısmı yurt dışına bu limanlardan sağlanmaktadır. Fakat Kocaeli ili etrafını çeviren denizlerden toplu ulaşım anlamında pek faydalanamamaktadır.

Denizden yapılan toplu taşımacılık, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından günde 137 seferle yılda 1 milyon yolcu taşınmasıyla sınırlıdır. Yapıtırılan 11 iskele ile Körfez'e kıyısı olan her noktaya ulaşım sağlanmaktadır\*. Şekil 3.6' da hatlar gösterilmiştir.

\*( [http://www.ulasimonline.com/news\\_detail](http://www.ulasimonline.com/news_detail) )

6 adet deniz otobüsü, 5 adet yolcu vapuru ile İzmit, Gölcük, Değirmendere, Ulaşlı, Halidere, Karamürsel, Darıca, Derince, Tütünçiftlik, Hereke ve Yarımca iskelelerinden vatandaşlar deniz otobüslerini kullanabilmektedirler. Günde 3 bin kişinin deniz araçları ile taşındığı hizmetin toplu taşımacılık içerisindeki yeri yüzde bir civarlarında seyretmektedir.



**Şekil 3.6 : Kocaeli deniz ulaşım hatları ve iskeleler**

Kaynak: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Deniz Ulaşım Müdürlüğü

### 3.5.2 Raylı Sistemler

Kentiçinde yer alan toplu taşıma sistemlerinin dışında bölgesel nitelikte Gebze ile Haydarpaşa arasında banliyö seferleri düzenlenmektedir. Gebze'den Haydarpaşa'ya normal bir kış işgününde 57 sefer düzenlenmektedir. İlk sefer 04:55 de başlamakta ve son sefer de saat 23:55 yapılmaktadır. Seferler yaklaşık olarak 15 -20 dk sıklıkla gerçekleşmektedir. Banliyö treni Gebze ilçesi sınırları içinde dört istasyonda durmaktadır. Gebze, Osmangazi, Fatih, Çayırova. Haydarpaşa - Gebze seyir uzunluğu yaklaşık 60 dk kadar sürmektedir.

Ayrıca Kocaeli - İstanbul ve Kocaeli - Adapazarı arasında banliyö treni seferleri yapılmaktadır. Seferlerin ücret ve kalkış tarifeleri Tablo 3.2, 3.3 ve 3.4' te gösterilmiştir.

**Tablo 3.2 : Banliyo hattı ücret tarifesi**

Banliyö Hattında İzmit İstasyonundan Diğer İstasyonlara Ücret Tarifesi			
Tam	İndirimli	Gidiş Dönüş	Seyahat Edilebilecek İstasyonlar
2.00	2.00	2.00	Büyükdere-Bent-Köseköy-Derince-Körfez
2.50	2.00	4.00	Sapanca-Hereke-Tavşancıl-Diiliskelesi
3.50	2.75	5.50	Adapazarı-Gebze-Tuzla
2.50	2.00	4.00	Arifiye
4.75	3.75	7.50	Pendik-Kartal-Maltepe
5.75	4.75	9.50	Erenköy-Bostancı-Haydarpaşa
Abonman Ücretleri			
Tam	İndirimli	Mesafe	
85.00	70.00	I.Bölge (1-75 KM)	
100.00	80.00	II.Bölge (1-150 KM)	
*Fiyatlar TL Cinsinden			

Kaynak: İzmit Gar Müdürlüğü

**Tablo 3.3 : Haydarpaşa - Adapazarı Ekspresi tarifesi**

İSTASYON İSİM/ KODU	11602	11604	11606	11608	11610	11612	11614	11616	11618	11620	11622	11624
HAYDAR-PAŞA	05:20:00	06:25:00	07:25:00	08:15:00	10:40:00	12:40:00	13:20:00	15:10:00	16:30:00	18:00:00	19:45:00	21:30:00
S.ÇEŞME	05:24:00	06:29:00	07:29:00	08:19:00	10:44:00	12:44:00	13:24:00	15:16:00	16:34:00	18:04:00	19:49:00	21:34:00
ERENKÖY	05:31:00	06:36:00	07:35:00	08:26:00	10:50:00	12:51:00	13:31:00	15:23:00	16:41:00	18:11:00	19:56:00	21:40:00
BOSTANCI	05:37:00	06:42:00	07:42:00	08:32:00	10:56:00	12:57:00	13:37:00	15:29:00	16:47:00	18:17:00	20:02:00	21:45:00
MALTEPE	05:44:00	06:49:00	07:49:00	08:39:00	11:03:00	13:04:00	13:44:00	15:36:00	16:54:00	18:24:00	20:09:00	21:51:00
KARTAL	05:51:00	06:56:00	07:57:00	08:46:00	11:10:00	13:11:00	13:51:00	15:43:00	17:01:00	18:31:00	20:16:00	21:57:00
PENDİK	05:58:00	07:03:00	08:05:00	08:53:00	11:17:00	13:18:00	13:58:00	15:50:00	17:08:00	18:38:00	20:22:00	22:04:00
İÇME									17:15:00	18:45:00		
TUZLA	06:08:00	07:13:00	08:15:00	09:03:00	11:28:00	13:28:00	14:08:00	16:01:00	17:21:00	18:51:00	20:34:00	22:14:00
GEBZE	06:20:00	07:25:00	08:27:00	09:15:00	11:44:00	13:40:00	14:19:00	16:13:00	17:33:00	19:03:00	20:46:00	22:26:00
DİL İSKELESİ	06:29:00	07:34:00		09:24:00	11:53:00	13:49:00	14:28:00	16:22:00	17:42:00	19:12:00	20:55:00	22:35:00
TAVŞANCIL	06:34:00	07:39:00		09:29:00	11:58:00	13:54:00	14:33:00	16:27:00	17:47:00	19:17:00	21:00:00	22:40:00
HEREKE	06:39:00	07:44:00	08:43:00	09:34:00	12:03:00	13:59:00	14:38:00	16:32:00	17:52:00	19:22:00	21:05:00	22:45:00
KİRAZLIYALI	06:46:00								17:59:00	19:29:00		
KÖRFEZ	06:50:00	07:53:00		09:43:00	12:12:00	14:08:00	14:47:00	16:41:00	18:03:00	19:31:00	21:14:00	22:54:00
SERAMİK	06:53:00								18:06:00	19:36:00		
TÜTÜNÇİFTLİK	06:58:00	07:59:00			12:18:00				18:11:00	19:37:00		
DERİNCE	07:03:00	08:04:00	09:00:00	09:52:00	12:23:00	14:17:00	14:57:00	16:50:00	18:16:00	19:42:00	21:23:00	23:03:00
KORUMA	07:06:00								18:19:00			
KURUÇEŞME	07:09:00	08:08:00						16:54:00	18:22:00			
İZMİT	07:15:00	08:13:00	09:08:00	10:01:00	12:31:00	14:26:00	15:06:00	17:00:00	18:28:00	19:50:00	21:32:00	23:12:00
KIRKİKİEVLER	07:18:00	08:16:00	09:11:00	10:04:00	12:33:00	14:29:00	15:09:00	17:03:00	18:31:00	19:53:00	21:35:00	23:15:00
KÖSEKÖY	07:26:00	08:29:00		10:12:00	12:41:00	14:37:00	15:21:00	17:11:00	18:39:00	20:00:00	21:43:00	23:23:00
B.DERBENT	07:35:00	08:38:00	09:24:00	10:21:00	12:50:00	14:46:00	15:30:00	17:20:00	18:48:00	20:09:00	21:52:00	23:32:00
MAŞUKİYE	07:39:00								18:52:00			
KIRKPINAR	07:45:00	08:46:00		10:29:00					18:58:00			
SAPANCA	07:51:00	08:52:00	09:35:00	10:35:00	13:01:00	14:57:00	15:41:00	17:31:00	19:04:00	20:20:00	22:03:00	23:43:00
UZUNKUM									19:08:00			
ARİFİYE	08:00:00	09:01:00	09:43:00	10:44:00	13:10:00	15:06:00	15:50:00	17:40:00	19:15:00	20:29:00	22:12:00	23:52:00
MİTHATPAŞA	08:09:00	09:10:00		10:53:00	13:19:00	15:15:00	15:59:00	17:49:00	19:24:00	20:38:00	22:21:00	00:01:00
ADAPAZARI	08:13:00	09:14:00	09:54:00	10:57:00	13:23:00	15:19:00	16:03:00	17:53:00	19:28:00	20:46:00	22:25:00	00:05:00

Kaynak: İzmit Gar Müdürlüğü

**Tablo 3.4 : Adapazarı - Haydarpaşa Ekspresi tarifesi**

İSTASYONLAR	11601	11603	11605	11607	11609	11611	11613	11615	11617	11619	11621	11623
ADAPAZARI	05:10:00	07:00:00	07:40:00	09:20:00	11:20:00	12:40:00	13:40:00	15:35:00	16:40:00	17:15:00	18:55:00	21:15:00
MİTHATPAŞA	05:15:00	07:05:00		09:25:00	11:25:00	12:45:00	13:45:00	15:40:00	16:45:00	17:20:00	19:01:00	21:20:00
ARİFİYE	05:24:00	07:14:00	07:52:00	09:34:00	11:34:00	12:54:00	13:54:00	15:48:00	16:54:00	17:29:00	19:10:00	21:29:00
UZUNKUM										17:35:00		
SAPANCA	05:32:00	07:22:00	08:02:00	09:42:00	11:41:00	13:02:00	14:02:00	15:56:00	17:02:00	17:40:00	19:18:00	21:37:00
KIRKPINAR	05:38:00	07:28:00			11:47:00	13:08:00	14:08:00	16:02:00		17:46:00	19:23:00	
MAŞUKİYE	05:44:00									17:52:00		
B.DERBENT	05:48:00	07:36:00	08:11:00	09:53:00	11:55:00	13:16:00	14:16:00	16:10:00	17:13:00	17:56:00	19:31:00	21:48:00
KÖSEKÖY	05:57:00	07:45:00	08:19:00	10:02:00	12:02:00	13:24:00	14:24:00	16:17:00	17:22:00	18:05:00	18:39:00	21:56:00
KIRKİKİEVLER	06:04:00	07:52:00	08:26:00	10:09:00	12:10:00	13:31:00	14:31:00	16:24:00	17:29:00	18:12:00	19:45:00	22:03:00
İZMİT	06:08:00	07:55:00	08:29:00	10:13:00	12:13:00	13:34:00	14:34:00	16:28:00	17:33:00	18:16:00	19:49:00	22:07:00
KURUÇEŞME	06:13:00	08:00:00							17:37:00	18:21:00		
KORUMU	06:16:00											
DERİNCE	06:19:00	08:04:00	08:37:00	10:21:00	12:21:00	13:42:00	14:42:00	16:36:00	17:41:00	18:26:00	19:57:00	22:15:00
TÜTÜNÇİFTLİK	06:24:00	08:09:00				13:47:00	14:47:00		17:46:00	18:31:00		
SERAMİK	06:29:00									18:36:00		
KÖRFEZ	06:32:00	08:15:00	08:46:00	10:30:00	12:30:00	13:53:00	14:53:00	16:45:00	17:52:00	18:39:00	20:06:00	22:24:00
KİRAZLIYALI	06:36:00									18:43:00		
HEREKE	06:43:00	08:24:00	08:58:00	10:39:00	12:39:00	14:02:00	15:02:00	16:54:00	18:01:00	18:51:00	20:15:00	22:33:00
TAVŞANCIL	06:48:00	08:29:00	09:00:00	10:44:00	12:44:00	14:07:00	15:07:00	16:59:00	18:06:00	18:56:00	20:20:00	22:38:00
DİLİSKELESİ	06:53:00	08:34:00	09:05:00	10:49:00	12:49:00	14:12:00	15:12:00	17:04:00	18:11:00	19:01:00	20:25:00	22:43:00
GEBZE	07:04:00	08:45:00	09:15:00	11:00:00	13:00:00	14:22:00	15:22:00	17:15:00	18:22:00	19:13:00	20:36:00	22:58:00
TUZLA	07:16:00	08:55:00	09:24:00	11:11:00	13:11:00	14:32:00	15:31:00	17:26:00	18:33:00	19:24:00	20:46:00	23:07:00
İÇME	07:20:00		09:28:00									
PENDİK	07:30:00	09:06:00	09:36:00	11:23:00	13:22:00	14:43:00	15:41:00	17:37:00	18:44:00	19:36:00	20:57:00	23:17:00
KARTAL	07:37:00	09:12:00	09:44:00	11:30:00	13:30:00	14:50:00	15:47:00	17:44:00	18:51:00	19:44:00	21:03:00	23:23:00
MALTEPE	07:44:00	09:19:00	09:51:00	11:38:00	13:38:00	14:57:00	15:54:00	17:51:00	18:58:00	19:51:00	21:09:00	23:29:00
BOSTANCI	07:53:00	09:27:00	10:00:00	11:46:00	13:46:00	15:05:00	16:01:00	17:59:00	19:06:00	19:59:00	21:17:00	23:36:00
ERENKÖY	07:58:00	09:32:00	10:05:00	11:51:00	13:51:00	15:11:00	16:06:00	18:05:00	19:12:00	20:05:00	21:22:00	23:40:00
S.ÇEŞME	08:05:00	09:39:00	10:12:00	11:58:00	13:58:00	15:19:00	16:14:00	18:13:00	19:20:00	20:13:00	21:30:00	23:46:00
HAYDARPAŞA	08:08:00	09:42:00	10:15:00	12:01:00	14:01:00	15:22:00	16:17:00	18:16:00	19:23:00	20:16:00	21:33:00	23:49:00

Kaynak: İzmit Gar Müdürlüğü

Kocaeli sınırları içerisinde yer alan istasyonlardan gerek banliyö hatlarını gerekse de Ana hatları kullanan yolcu sayıları aşağıda verilmiştir. Ancak sadece satılan biletlerden elde edilen değerler inenleri ve yolculuk yönlerini göstermemektedir. Ayrıca hattın kent içi yolculuklarda ne kadar kullanıldığının tespiti yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu verilere göre en çok kullanılan istasyonlar Gebze ve İzmit istasyonlarıdır.

**Tablo 3.5 : Kocaeli sınırları içerisinde 2009 yılı içerisinde taşınan yolcu ve yük durumu**

Kocaeli İl Sınırları İçerisinde 2009 Yılı İçerisinde Taşınan Yolcu ve Yük Durumu Çizelgesi			
İstasyon Adı	Yolcu	Yük-Ton	
	Giden	Gelen	Giden
Gebze	750,000		
Diliskelesi	55,000		
Tavşancıl	15,000		
Hereke	65,000		
Kirazlıyalı	9,000		
Körfez	105,000	538,881	292,210
Seramik	5,000		
Tütünçiftlik	15,500		
Derince	156,000	116,794	148,999
Koruma	2,500		
Kuruçeşme	6,000		
İzmit	620,500		
Kırkikievler	156,500		
Köseköy	12,750	305,206	307,000
Büyükderbent	33,500		
<b>Toplam</b>	<b>2,007,250</b>	<b>960,881</b>	<b>748,209</b>

Kaynak: İzmit Gar Müdürlüğü

### 3.5.3 Karayolu Ulaşımı

İzmit Körfezi ve çevresi, ülkenin kentleşme ve sanayileşme alanında önde gelen bölgelerinin arasında yer almaktadır. Kentleşme ve sanayileşme ile beraberinde bölgedeki nüfus yoğunluğu da büyük rakamlara ulaşmıştır. Karayolu ulaşımı ise Kocaeli İlinin genelinde ve kent merkezi olan İzmit'te, ulaşımın en önemli parçasını oluşturmaktadır. Topografik yapı ve ülke karayolu ağının önemli parçası olan D-100 yolunun kent merkezinden geçmesi sebebiyle, karayolu ulaşım türü olarak kentte baskın olmuştur.

Kocaeli ilindeki otoyollar, devlet yolu ve il yolları, karayolları 17. ve 1. Bölgelerine bağlıdır. Kocaeli Büyükşehir Sınırları İçerisinde toplam 140 km il yolu ve 231 km devlet yolu vardır. Tamamı asfalt kaplamadır. Otoyolların ve devlet yollarının kent içinde kalması nedeniyle transit yolculuklar ile kent içi yolculukların kesişmektedir. Şekil 3.7' de Karayolları 17. ve 1. Bölge sınırları gösterilmektedir.

İstanbul gibi büyük bir metropolün karayolu ağı üzerinden tüm Anadolu'dan çektiği trafik akımlarının kesişim noktası olan Kocaeli ilinin il sınırları içerisinde 17. bölge müdürlüğü sorumluluk alanında bulunan O-4/05 Kesim Şekerpınar mevki Km:33+009 ile O-4/14 kesim Maşukiye mevki Km:108+298 arasındaki otoyol üzerinde 9 adet ücret toplama istasyonu ve bağlantı yolları, otoyol kavşakları ve bağlantı yolları kavşak kolları ile birlikte toplam uzunluğu 115 km olan O-4 Otoyolu bulunmaktadır.



**Şekil 3.7 : Karayolları 17. ve 1. Bölge Sınırları**  
Kaynak: Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü, 2009

**Tablo 3.6 : Otoyollarının yıl bazında günlük ortalama taşıt sayıları**

Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü Otoyolları Yıllık Ortalama Günlük Trafik Değerleri				
Kesim Adı	Uzunluk (km)	Hafif Taşıt (Taşıt/gün)	Ağır Taşıt (Taşıt/gün)	Toplam Y.O.G.T. (Taşıt/gün)
Şekerpınar-Gebze	10.2	34,452	19,740	54,192
Gebze-Dilovası	6.2	39,352	22,418	61,770
Dilovası-Batı Hereke	6.1	38,742	22,235	60,977
Batı Hereke-Doğu Hereke	2.4	37,985	21,180	59,165
Doğu Hereke-Körfez	13.4	38,549	21,737	60,286
Körfez-Batı İzmit	7.2	39,908	23,476	63,384
Batı İzmit-Kandıra	11.7	29,603	19,969	49,572
Kandıra-Doğu İzmit	7.4	25,814	16,988	42,802
Doğu İzmit-Sapanca	19.4	23,158	14,586	37,744

Kaynak: Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü, 2009

Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü verilerine göre otoyollarının Kocaeli İl Sınırları içinde yer alan kısımlarının ortalama günlük trafik değerleri Tablo 3.6' da görülmektedir. Günlük ortalama trafik değeri, bir yıl boyunca ilgili güzergâh veya yol diliminden geçen toplam taşıt sayılarının bir günlük ortalama değerini ifade etmektedir.

İzmit kent merkezinden geçen D-100 Devlet yolu yer yer 2x3 ve 2x2 olmak üzere, Kocaeli kent içi trafik ile transit geçen trafiğin büyük bir kısmını taşımaktadır. Ayrıca

Kocaeli il sınırları içinden geçen D-100 ve D-130 Karayolları İstanbul, Ankara, Sakarya, Bursa gibi hareketliliğin yüksek olduğu şehirleri birbirine bağlamasından dolayı, çevresinde ekonomi yaratmıştır. Kocaeli ilinde de kentleşme bu iki devlet yolu üzerinde gerçekleşmiştir. Kent içindeki dolaşımda buna göre şekillenmiştir.

Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü verilerine göre devlet yollarının Kocaeli İl Sınırları içinde yer alan kısımlarının ortalama günlük trafik değerleri Tablo 3.7' de görülmektedir. Günlük ortalama trafik değeri, bir yıl boyunca ilgili güzergâh veya yol diliminden geçen toplam taşıt sayılarının bir günlük ortalama değerini ifade etmektedir.

**Tablo 3.7 : Devlet yollarının yıl bazında günlük ortalama taşıt sayıları**

İli	KKNO	Dilim No	Uzunluk (km)	Sayım Türü	Toplam YOGT	Otomobil	Orta Yüklü Ticari Araç	Otobüs	Kamyon	Römörk+Çekici	Ağır Taşıt Yüzdesi
Kocaeli	20-09	1	10	OTSS1	464	371	47	0	35	11	10
Kocaeli	20-09	2	23	Tahmin	1,042	766	124	0	140	12	15
Kocaeli	20-10	0	11	OTSS1	1,946	1,526	161	1	236	22	13
İstanbul	100-04	5	10	OTSS1	28,528	23,897	1,539	251	2,111	730	10
Kocaeli	100-07	1	8	OTSS1	56,930	44,460	3,400	1,329	5,899	1,842	14
Kocaeli	100-07	2	20	OTSS1	29,719	20,153	1,750	171	4,742	2,903	26
Kocaeli	100-07	3	11	OTSS1	12,969	8,565	1,005	187	1,810	1,402	25
Kocaeli	100-07	4	11	OTSS1	25,320	19,160	2,016	290	2,709	1,145	15
Kocaeli	100-07	5	9	Tahmin	59,546	46,160	5,295	533	5,268	2,290	13
Kocaeli	100-08	1	6	OTSS1	47,460	37,522	4,237	306	3,783	1,612	11
Kocaeli	100-08	2	19	OTSS1	14,026	9,391	652	67	2,564	1,352	28
Kocaeli	100-34	0	4	OTSS1	10,026	7,784	609	445	1,074	114	12
Kocaeli	130-01	1	16	OTSS1	35,715	27,896	3,028	590	1,845	2,356	12
Kocaeli	130-01	2	19	OTSS1	21,512	14,308	1,632	354	3,164	2,054	24
Kocaeli	130-01	3	5	OTSS1	21,512	14,308	1,632	354	3,164	2,054	24
Kocaeli	605-01	1	20	OTSS1	2,693	2,226	178	3	270	16	11
Kocaeli	605-01	2	39	OTSS1	4,963	4,040	353	77	410	83	10

Kaynak: Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü, 2009

### 3.5.3.1 Kent İçi Ulaşım Ağı

Doğrusal bir yerleşim dokusuna sahip olan Kocaeli kenti kuzey ve güney kesimde de mevcut devlet yolları doğrultusunda gelişmiş ve bu yollar üzerinde kurulan bir kentçi ulaşım ağına sahiptir.

Bu yapı nedeniyle Karayolları Bölge Müdürlüğü yetkisi içerisinde kalan Devlet Yolları kent içi ulaşım ana erişim aksları olarak kullanılmakta ve bu doğrultuda diğer yolların



hizmet vermektedir. Bu nedenle kent genelinde Devlet Yolların bağımsız ve güçlü arterler çok gelişmemiştir. Son yıllarda ihtiyaçların oluşmasından nedeniyle yeni arter oluşturma çalışmaları yapılmış ve yapılmaktadır.

Bu nedenle çalışma kapsamında tüm yolları işlevlerine göre değerlendirilmiş ve bu doğrultuda incelenmiş. Kent içi ulaşım akslarına ilişkin detaylar bir sonraki bölümde değinilecektir.

Ancak kent içi ulaşım altyapı sının ve ağının şekillenmesine neden olan en önemli unsur otomobil sahipliğidir. TÜİK, Kocaeli motorlu taşıt sayılarının yıllara dağılımı verilerine göre, Tablo 3.8' de görüldüğü gibi son 5 yıldır yılda yaklaşık yüzde 5.5' lik bir oranla araç sahipliği artış göstermektedir. Bu artış, bölgenin ekonomik yapısının yıllar içerisinde geliştiği düşüncesini çağrıştırmaktadır.

Otomobil sahipliğinin yıllara göre dağılımında en büyük artışın Gebze İlçesi'nde 5 yıl içerisinde yaklaşık yüzde 35' lik bir artışla gerçekleştiği görülürken, en küçük artışın yine 5 yıl içerisinde yaklaşık yüzde dörtlük bir artışla Gölcük İlçesi'nde gerçekleşmiştir. Bu sonuca Gebze İlçesi'ndeki motorlu taşıtların daha önce İstanbul İli'ne kayıtlı olabileceği ve son 5 yılda Gebze İlçesi'nde bulunup İstanbul İli'ne kayıtlı taşıtların sayısında azalma olabileceği göz ardı edilmemelidir. 2009 yılı itibari ile 1000 kişiye düşen otomobil miktarı 77.5' dir.

**Tablo 3.8 : Kocaeli ili yıllara göre motorlu taşıt sayıları**

Yıllar	İlçeler	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör	Toplam
2004	Gebze	6,844	733	518	2,438	2,508	891	55	883	14,870
	Gölcük	11,143	360	462	2,008	792	540	58	513	15,876
	Kandıra	936	81	100	311	168	42	1	1,124	2,763
	Karamürsel	2,396	159	172	698	397	93	13	404	4,332
	İzmit	53,631	2,988	2,806	13,713	7,491	3,891	287	7,944	92,751
	Körfez	6,867	332	409	1,527	1,392	177	50	229	10,983
	Toplam	<b>81,817</b>	<b>4,653</b>	<b>4,467</b>	<b>20,695</b>	<b>12,748</b>	<b>5,634</b>	<b>464</b>	<b>11,097</b>	<b>141,575</b>
2005	Gebze	7 013	722	552	2 897	2 643	1 142	51	865	15,885
	Gölcük	10 955	352	440	2 175	790	689	59	488	15,948
	Kandıra	1 055	89	128	365	169	109	1	1 288	3,204
	Karamürsel	2 487	160	173	783	418	171	13	444	4,649
	İzmit	56 879	3 035	2 970	15 570	7 567	5 178	347	8 013	99,559
	Körfez	6 857	344	387	1 691	1 401	210	47	257	11,194
	Toplam	<b>85,246</b>	<b>4,702</b>	<b>4,650</b>	<b>23,481</b>	<b>12,988</b>	<b>7,499</b>	<b>518</b>	<b>11,355</b>	<b>150,439</b>
2006	Gebze	10 714	944	608	5 532	3 809	2 865	87	1 010	25,569
	Gölcük	10 871	334	386	2 273	828	969	59	481	16,201
	Kandıra	1 241	98	137	449	183	288	1	1 702	4,099
	Karamürsel	2 730	164	156	930	474	300	15	480	5,249
	İzmit	60 914	3 257	4 023	17 768	7 972	7 598	396	8 048	109,976
	Körfez	7 477	365	435	2 004	1 709	283	57	273	12,603
	Toplam	<b>93,947</b>	<b>5,162</b>	<b>5,745</b>	<b>28,956</b>	<b>14,975</b>	<b>12,303</b>	<b>615</b>	<b>11,994</b>	<b>173,697</b>
2007	Gebze	12 823	958	695	6 853	4 522	3 593	97	1 081	30,622
	Gölcük	10 924	318	361	2 355	827	1 074	57	481	16,397
	Kandıra	1 422	105	132	531	191	331	2	1 898	4,612
	Karamürsel	2 941	167	149	1 040	486	687	14	537	6,021
	İzmit	65 387	3 732	5 204	20 730	8 277	8 512	484	8 044	120,370
	Körfez	7 536	332	353	2 149	1 849	674	58	284	13,235
	Toplam	<b>101,033</b>	<b>5,612</b>	<b>6,894</b>	<b>33,658</b>	<b>16,152</b>	<b>14,871</b>	<b>712</b>	<b>12,325</b>	<b>191,257</b>
2008	Gebze	15 549	1 129	632	8 395	5 125	4 362	85	1 112	36,389
	Gölcük	11 238	328	352	2 504	834	1 251	54	496	17,057
	Kandıra	1 594	105	121	614	205	379	3	2 083	5,104
	Karamürsel	3 137	159	157	1 145	481	798	16	556	6,449
	İzmit	69 793	3 871	5 705	23 032	8 407	9 261	442	8 085	128,596
	Körfez	7 745	350	320	2 287	1 922	747	53	315	13,739
	Toplam	<b>109,056</b>	<b>5,942</b>	<b>7,287</b>	<b>37,977</b>	<b>16,974</b>	<b>16,798</b>	<b>653</b>	<b>12,647</b>	<b>207,334</b>
2009	Gebze	19 342	1 249	618	9 777	5 277	4 787	82	1 093	42,225
	Gölcük	11 572	330	321	2 609	809	1 315	47	512	17,515
	Kandıra	1 725	110	119	673	200	397	3	2 178	5,405
	Karamürsel	3 305	168	149	1 246	473	857	18	569	6,785
	İzmit	74 083	4 051	5 563	24 945	8 178	9 682	405	8 124	135,031
	Körfez	7 947	338	312	2 380	1 855	780	46	312	13,970
	Toplam	<b>117,974</b>	<b>6,246</b>	<b>7,082</b>	<b>41,630</b>	<b>16,792</b>	<b>17,818</b>	<b>601</b>	<b>12,788</b>	<b>220,931</b>

Kaynak: TÜİK, 2009

## 4. MONORAY ULAŞIM HATTI ve MEVCUT DURUM

### 4.1 GÜZERGAH BELİRLEME

Monoray ulaşım hattının güzergahının ve istasyonlarının belirlenmesinde kullanılacak kriterler genel olarak;

- a-) Yolculuk taleplerini karşılama düzeyi,
- b-) Optimum inşaat maliyetleri,
- c-) Güzergaha erişebilirlik,
- d-) Araç sefer sıklığı,
- e-) Çevresel etkiler,
- f-) Güzergahın kullanılabilirliği,
- g-) Hattın genişliğıebilirliği

olarak sıralana bilir. Seçilecek monoray güzergahının yukarıda bahsedilen kriterlerin tamamını sağlaması beklenmekle birlikte, en fazla kriteri sağlayan güzergah en doğru seçim olarak ifade edilebilir.

#### 4.1.1 Yolculuk taleplerini karşılama düzeyi

Monoray sisteminin kurulduğu şehrin mevcut yolculuk yükünü ve ileriki yıllardaki yolculuk taleplerini büyük oranda üslenebilecek yerleşimde olması beklenir. Kocaeli ilinin coğrafik olarak yerleşiminin doğu – batı doğrultusunda yayılması, Büyükşehir ve Karayolları genel müdürlüğü verilerinden hareketle yolcu taşımada yoğunluğun bu doğrultuda D 100 karayolu üzerinden veya D 100' e paralel olarak yapıldığı anlaşılmaktadır. Kuzey - Güney doğrultusundaki yolculuklarında dikey olarak D100' e ulaştığı ve bundan sonra D 100 aksının kullanıldığı görülmektedir.

Artan yolcu ve araç talebine bağlı olarak Şehir içi trafik sıklışmasında Doğu – Batı aksında olduğu bilinmektedir. Şehrin coğrafik durumuda göz önünde tutularak, Monoray güzergahının D 100 zerinden Doğu – Batı doğrultusunda olması gerekmektedir.

Mevcutta bu güzergahta bulunan diğer toplu taşıma sistemlerinin bilgisi tezin ilerleyen evrelerinde verilecektir. Monoray hattının imalinden sonra mevcut güzergahta çalışan diğer toplu taşıma sistemlerinin Kuzey –Güney yönünde hatta adapte edilmesi planlanmaktadır.

#### **4.1.2 Optimum İnaşat Maliyeti**

Şehrin coğrafik durumu göz önüne alındığında, doğu-batı doğrultusunda eğimin (kot farkının) gayet düşük olduğu ve bu doğrultudaki eğimin monoray sistemleri açısından çok uygun olduğu görülmektedir. Güzergahın düz sayılabilecek olması, hattın inşaatının su geçişleri ve kot farklarını giderecek çok yüksek viyadükler gerektirmemesi inşaat maliyetinin düşük olmasının nn açmaktadır. Güzergahın Derince tüneli bölgesinde, hattın D 100 karayolu dışına alınarak burada tünelin yarattığı kod farkından kaçınılmış olacaktır.

Yukarıda açıklandığı üzere, güzergahın deprem bölgesi üzerinde olması taşıyıcı ayaklar ile temellerinin ve ayrıca kirişlerinde tasarımında bu durumun göze alınmasını zorunlu kılmaktadır. Sismik kodlara (deprem yönetmeliklerine) titizlikle uyulması, deprem sırasında sistemin zarar görmemesini ve deprem sonrasında sistemin servise devam etmesini sağlayacaktır. Sismik kodlara uyulması doğal olarak maliyeti kısmen artıracaktır.

İnaşat maliyetleri ve işletme giderleriyle ilgili bilgiler tezin beşinci bölümünde detaylarıyla açıklanacaktır.

#### **4.1.3 Mevcut Ulaşım Sistemleriyle Uyum**

Kocaeli belediyesi ulaşım sistemleri haritası incelendiğinde şehir içi ve ilçeler arası yolculuk taleplerinin, belediye ve halk otobüsleriyle, özel ve resmi servis otobüsleriyle, minibüslerle, taksi vs ile karşılandığı anlaşılmaktadır.

Ayrıca, körfez çevresinde kısmen de olsa deniz ulaşımının kullanıldığı anlaşılmaktadır. Diğer şehirlerle olan ulaşımın ise, D 100 ve E 6' yı kullanan şehirlerarası otobüslerle ve trenle sağlandığı görülmektedir. Bu durumda monoray hattının, yolculukların tamamına yakını taşıyan belediye/özel otobüs ve minibüs hatları ile maksimum oranda kesişmesi/birleşmesi gerekmektedir. Ayrıca, monoray hattının deniz hatlarıyla, şehirlerarası otobüs hatlarıyla ve tren hattı ile kesişmesi en ideal çözüm olacaktır.

#### **4.1.4 Monoray güzergahına erişebilirlik**

Yolcuların monoray güzergahına ve dolayısıyla istasyonlara erişebilirliğinin kolay olması monoray ulaşımının tercih edilmesini (dolayısıyla şehir içi trafiği tıkayan araçların tercih edilmemesini) sağlayacaktır. Durakların yoğun nüfuslu ve yoğun sirkülasyonlu yerlere yerleştirilmesi erişebilirliği çok artıracaktır. Şehrin batısından batı terminaline kadar D 100 üzerinden ve bundan sonra şehir içinden geçecek Kocaeli Monoray hattının erişilebilirlik açısından en uygun güzergaha sahip olacağı tahmin edilmektedir.

#### **4.1.5 İşletme Hızı**

Monoray ulaşım sisteminin işletme hızı, iki uç istasyon arasındaki sefer zamanının belirleyeceğinden, işletme hızının yüksek olması aynı sistemle birim zamanda (pphpd) daha fazla yolcu taşınmasını sağlayacaktır. Güzergahın uygun olması (yatay ve düşey yönde düz olacak olması) doğu-batı doğrultusunda kurulacak hattaki trenin işletme hızı

trenin maksimum hızına yalan olabileceğinden sistem yolcu taşıma performansını üst düzeye çıkaracaktır.

#### **4.1.6 Çevresel Etkiler**

Kurulacak monoray sisteminin çevreye zarar vermemesi, ses ve görünüm açısından çevreyle uyumlu olması beklenmektedir. Bu durum monoray hattı bileşenlerinin (kolon ve başlıkları, kiriş) tasarımında göz önüne alınması gereken önemli noktalardan biridir. Ayrıca, inşaatın minimum sürede bitirilmesi çevreye olan etkiyi azaltma açısından diğer bir beklentidir.

#### **4.1.7 Hattın Gececeği Güzergahın Kullanılabilirliği**

Doğu-batı doğrultusunda E5 üzerine kurulacak hattın istimlak gerektirmemesi, güzergah eğiminin çok düşük olması ve bina yıkımları gerektirmemesi hem maliyeti azaltacak hem de inşaat süresini kısaltacaktır.

Bütün bunlar göz önüne alındığında; Kocaeli Monoray hattının şehrin batısından başlayıp Batı terminaline kadar D 100 üzerinden, bundan sonra şehir içinden geçerek (eski tren yolunu takip ederek) şehrin doğu yakasına ulaşması kriterlere göre en uygun çözüm olarak görülmektedir. Ancak hattın şehir içinde eski tren yolunu takip etmesi bu güzergah üzerindeki ağaçların kesilmesini gerektirebileceğinden, hattın Adalet köprüsüne kadar yaklaşık D 100 kara yolu üzerinden gitmesi, buradan şehir içine yönelmesi en uygun çözüm olarak görülmektedir.

## **4.2 ÖNERİLEN KOCAELİ MONORAY GÜZERGAHI**

Kocaeli Büyükşehir Belediyesince sağlanan yolculuk ve diğer bilgilerin ve ayrıca Kocaeli'nde yapılan monoray koridoru çalışmalarının birleştirilmesi sonucu, Kocaeli

Monoray hattı güzergahı Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6 de görüldüğü gibi belirlenmiştir, durak yerleri ve isimleri Tablo 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Monoray güzergahı Yarımca (depolama) – Derince Askeri Hastane



Şekil 4.2 : Monoray Güzergahı Derince Askeri Hastane - İsmetpaşa



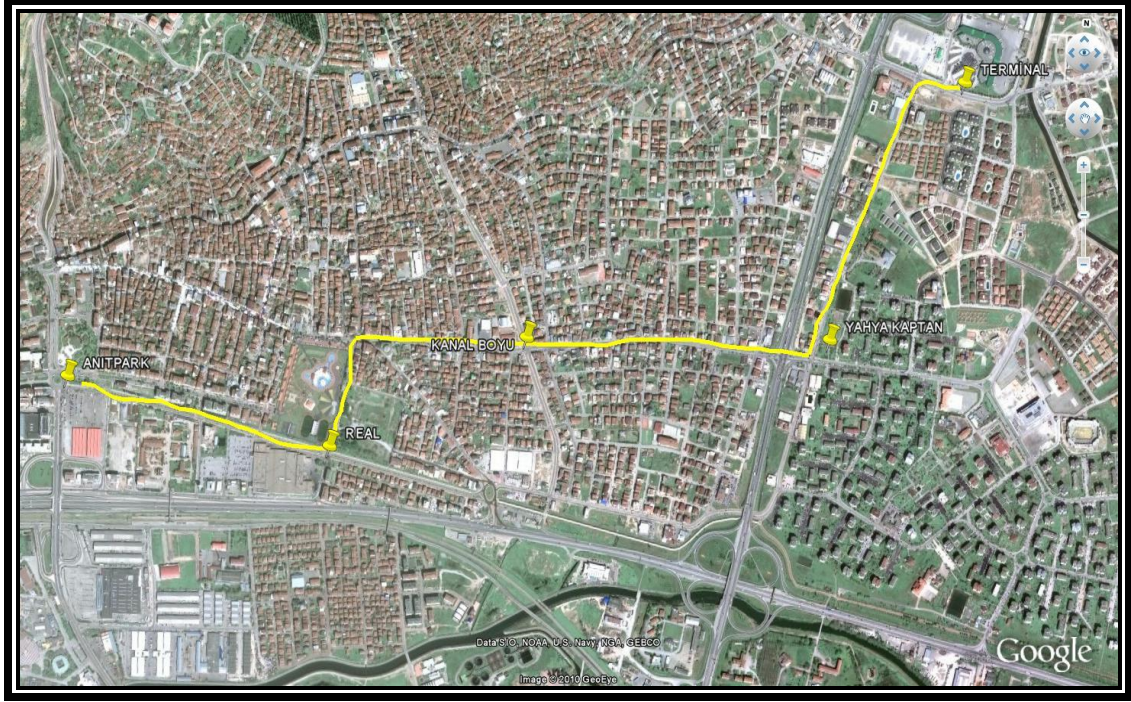


**Şekil 4.3 : Monoray Güzergahı İsmetpaşa – Batı Terminali**



**Şekil 4.4 : Monoray Güzergahı Batı Terminali – Anıtpark**





**Şekil 4.5 : Monoray Güzergahı Anıtpark – Terminal**



**Şekil 4.6 : Monoray Güzergahı Terminal – Çayırköy Toplama İstasyonu**

**Tablo 4.1 : Durak yerleri ve yolcu sınıfları**

NO	İSTASYON ADI	İSTASYON ADI	MESAFE (m)	HAT BAŞINA MESAFE (km)	YOLCU YOĞUNLUĞU	BÜYÜME SINIFI	KOT (m)
1	YARIMCA B.	YARIMCA	100	0.1	0	0	43
2	YARIMCA	YARIMCA MERKEZ	1200	1.3	3	3	43
3	YARIMCA MERKEZ	TÜTÜNÇİFLİK	1000	2.3	5	3	38
4	TÜTÜNÇİFLİK	ASKERİ HASTANE	1470	3.71	4	3	37
5	ASKERİ HASTANE	DERİNCE TÜNEL	1280	5.05	4	3	3
6	DERİNCE TÜNEL	DERİNCE LİMANI	930	5.98	5	3	3
7	DERİNCE LİMANI	İSMETPAŞA	1240	7.22	3	3	2
8	İSMETPAŞA	KURUÇEŞME	2130	9.35	4	2	10
9	KURUÇEŞME	SEKAPARK	1810	11.07	4	2	0
10	SEKAPARK	B.TERMİNALİ	1260	12.42	4	2	6
11	B.TERMİNALİ	İSTASYON	780	13.12	5	2	0
12	İSTASYON	VALİLİK	850	14.05	5	2	0
13	VALİLİK	ANITPARK	1070	15.12	5	2	0
14	ANITPARK	REAL	630	15.75	3	3	4
15	REAL	KANAL BOYU	1070	16.82	4	3	7
16	KANAL BOYU	Y.KAPTAN	920	17.74	4	2	7
17	Y.KAPTAN	TERMİNAL	900	18.64	4	3	3
18	TERMİNAL	YUVAM AKARCA	780	19.42	4	4	8
19	YUVAM AKARCA	YEŞİLOVA	1310	20.73	3	4	14
20	YEŞİLOVA	ÇAYIRKÖY	1450	22.18	3	5	17
	ÇAYIRKÖY	ÇAYIRKÖY B.	120	22.3	3	5	

5: EN YOGUN , 4: YOGUN , 3: NORMAL , 2 : DÜŞÜK, 1: EN DÜŞÜK

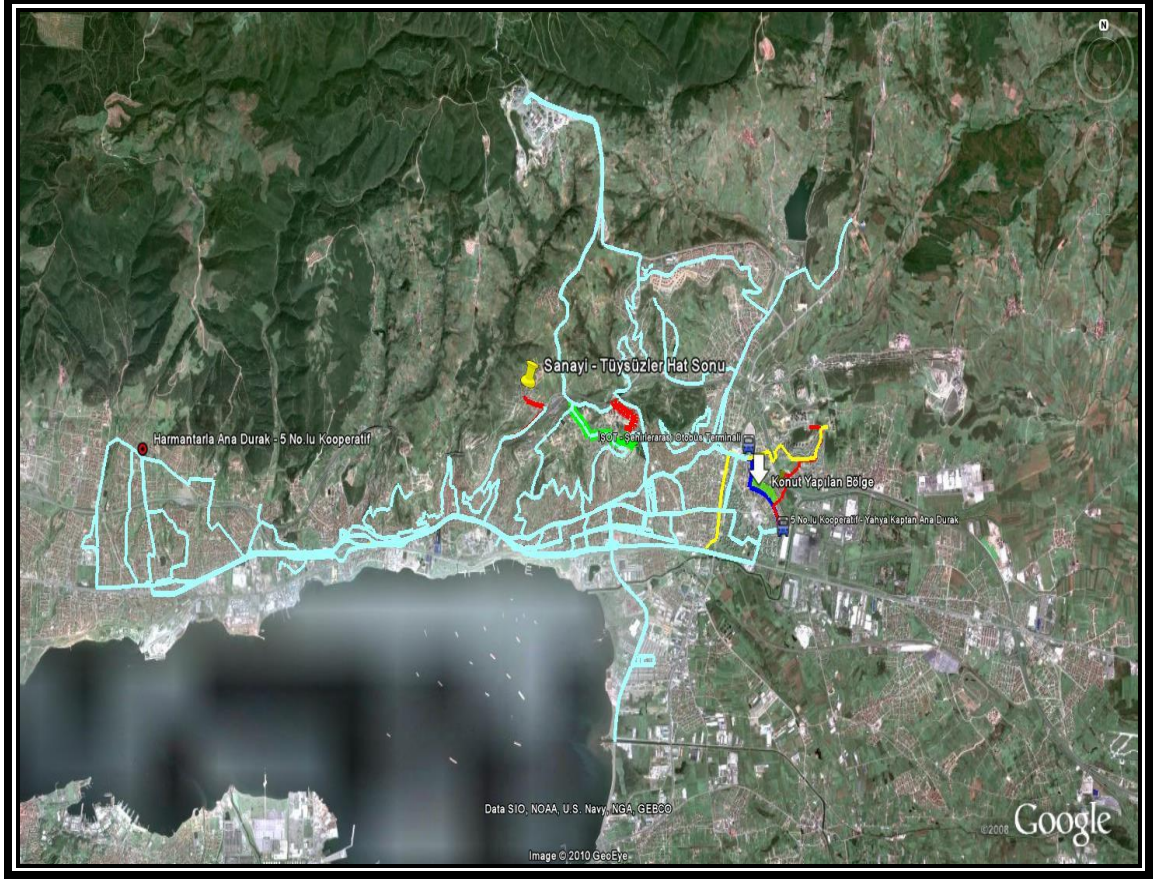
Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

### 4.3 ÖNERİLEN KOCAELİ MONORAY GÜZERGAHININ MEVCUT DURUMU

Monoray (Yarımca-Çayırköy) koridorunu kısmen veya tamamen kesen ve şehrin batı ucu ile doğu ucu arasında yolcu taşıyan 5, 10 ve 13 numaralı kooperatiflerin, 6 numaralı taksi kooperatifinin ve belediye otobüslerinin taşıdıkları günlük iki yönlü yolcu sayısı Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından sağlanmış olup bunların duraklara dağılımı Tablo 4.2, 4.3 ve 4.4' de verilmiştir.



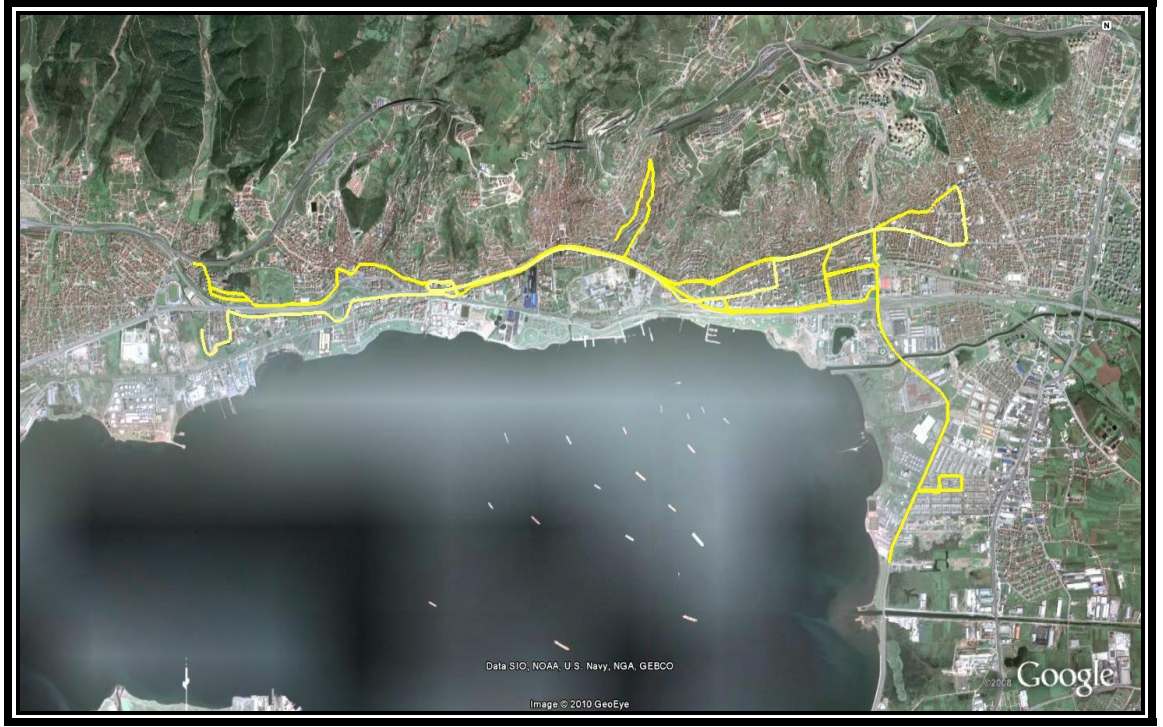
Monoray hattını kesen 5, 6, 10 ve 13 no'lu kooperatif hatları Şekil 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11' de görülmektedir. Sayım sonucu elde edilen (Kocaeli Büyük Şehir Belediyesin'ce sağlanan) verilerden hareketle, yolcuların monoray hattına yansımaları Tablo 4.5' de görülmektedir.



**Şekil 4.7 : 5 nolu kooperatif hattı**

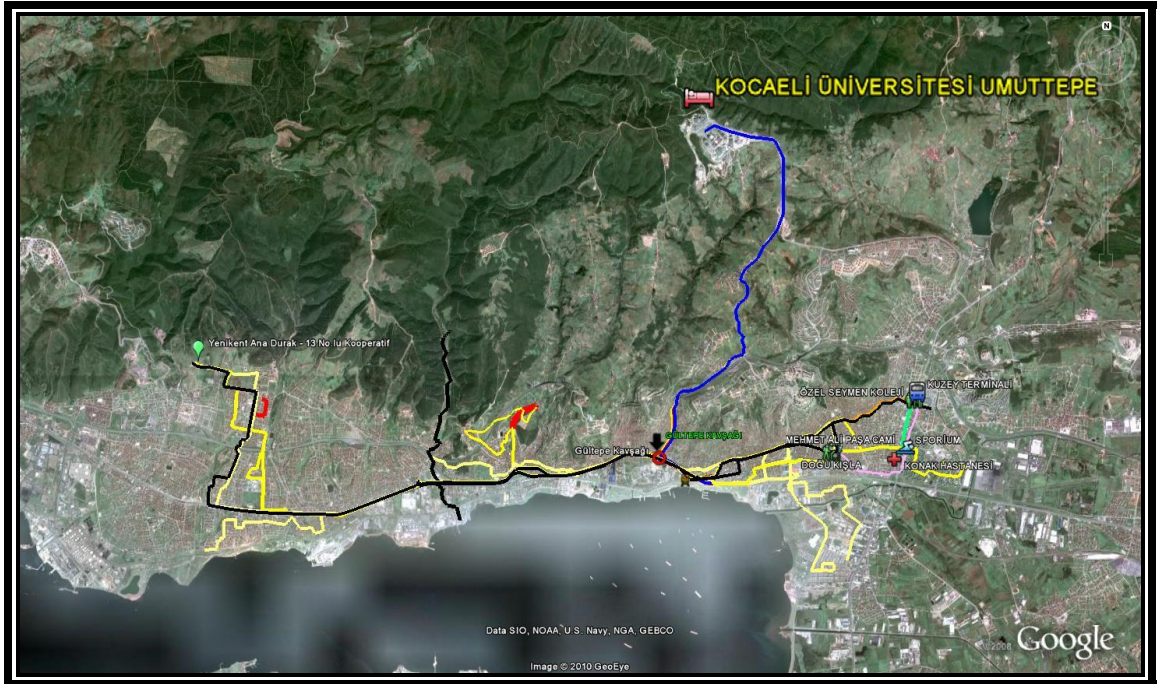
Kaynak: K.B.B. Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı.2010





**Şekil 4.8 : 6 nolu taksi minibüs kooperatif hattı**

Kaynak: K.B.B. Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı.2010



**Şekil 4.9 : 13 nolu kooperatif hattı**

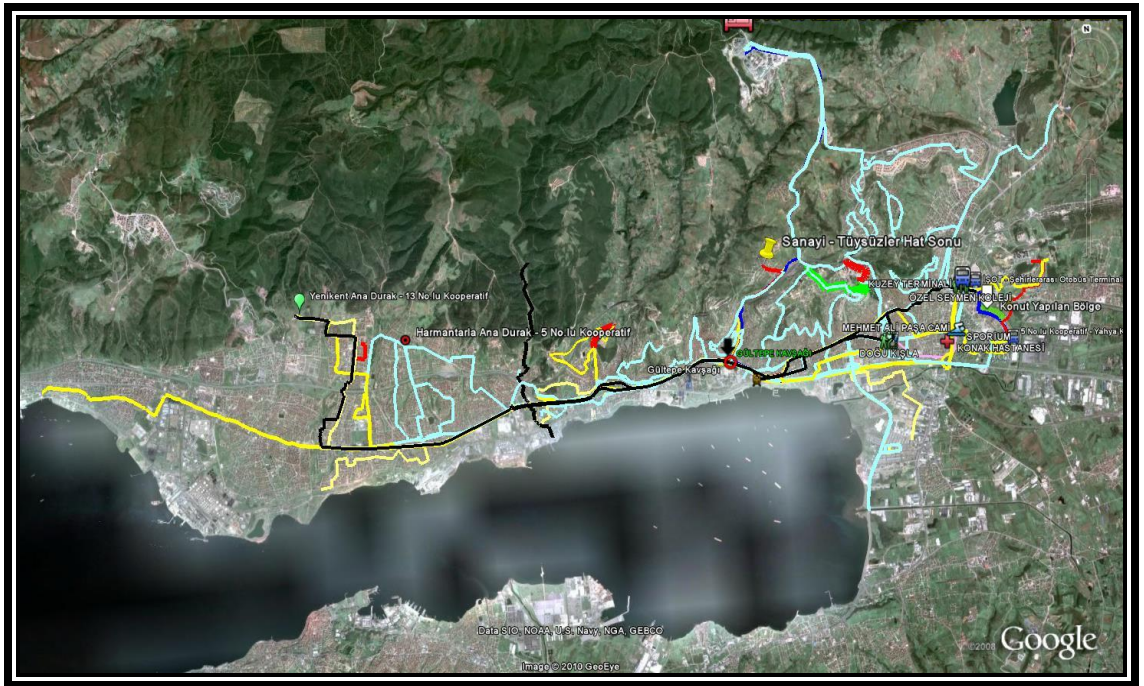
Kaynak: K.B.B. Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı.2010





**Şekil 4.10 : 10 nolu kooperatif hattı**

Kaynak: K.B.B. Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı.2010



**Şekil 4.11 : 5, 6, 10 ve 13 nolu kooperatif hatları**

Kaynak: K.B.B. Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı.2010

**Tablo 4.2 : 5, 6 nolu kooperatifin ve belediye otobüslerinin günlük yolcu taşıma rakamları**

GÜZERGAH	HATTIN GÜNLÜK TAŞINAN YOLCUSU	BAĞLI OLDUĞU KOOPERATİF	MEVKİLERE GÖRE YOLCULUK RAKAMLARI																					
			ÇENESUYU - İZMİT MERKEZ		ÇENESUYU - DÜNYA BANKASI		İZMİT MERKEZ - DÜNYA BANKASI		İZMİT MERKEZ		YAHYA KAPTAN - İZMİT MERKEZ		42 EVLER - İZMİT MERKEZ		İZMİT MERKEZ - UMUTTEPE		İZMİT MERKEZ - DOĞU TERMİNALI		PLAJ YOLU - YAHYA KAPTAN		PLAJ YOLU - İZMİT MERKEZ		İZMİT MERKEZ - ÇAYIRKÖY	
			%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y.SAYISI
ÇENESUYU-DÜNYA BANKASI	10700	5 NOLU KOOPERATİF	3	321	2	214	92	9844	3	321														
ÇENESUYU - BAYINDIRLIK	11600	5 NOLU KOOPERATİF	3	348	2	232	92	10672	3	348														
ÇENESUYU - GÜNDOĞDU	4900	5 NOLU KOOPERATİF	3	147	2	98	92	4508	3	147														
ÇENESUYU - YAHYAKAPTAN	22200	5 NOLU KOOPERATİF	3	666	2	444			3	666	92	20424												
ŞİRİNTEPE-42 EVLER	8000	5 NOLU KOOPERATİF	3	240	2	160			3	240			92	7360										
PLAJ YOLU - BEKİRPAŞA	1400	6 NOLU DOLMUŞ TAKSI							100	1400														
ŞİRİNTEPE-BEKİRPAŞA	1500	6 NOLU DOLMUŞ TAKSI							100	1500														
PLAJ YOLU - YAHYA KAPTAN	700	BELEDİYE OTOBÜSÜ									80	560						5	35	15	105			
ŞİRİNTEPE - ÇAYIRKÖY	1000	BELEDİYE OTOBÜSÜ																5	50	15	150	80	800	
CEZAEVİ-DÜNYA BANKASI - GÜNDOĞDU	1200	BELEDİYE OTOBÜSÜ	10	120	5	60	85	1020																
ŞİRİNTEPE - MARINA-UMUTTEPE	1100	BELEDİYE OTOBÜSÜ	5	22	5	55								90	990									
KURUÇEŞME-DOĞU TERMİNALI	200	BELEDİYE OTOBÜSÜ	10	20	5	10										85	170							
GENEL DURUM	<b>64500</b>		2,97	1917	1,97	1272	40	26044	7	4622	1	560	11	7360	2	990	0	170	0	85	0	255	1	800

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

**Tablo 4.3 : 13 ve 5 nolu koop. ve belediyenin günlük yolculuk rakamları**

GÜZERGAH	HATTIN GÜNLÜK TAŞINAN YOLCUSU	BAĞLI OLDUĞU KOOPERATİF	MEVKİLERE GÖRE YOLCULUK RAKAMLARI											
			DERİNCE - İZMİT MERKEZ		DERİNCE - ADALET KÖPRÜSÜ		DERİNCE TERMİNAL		İZMİT MERKEZ		DERİNCE - UMUTTEPE		İZMİT - ALİKAHYA	
			%	Y. SAYISI	%	Y. SAYISI	%	Y. SAYISI	%	Y. SAYISI	%	Y. SAYISI	%	Y. SAYISI
YENİKENT DERİNCE DOĞU TERMİNAL	9300	13 NOLU KOOPERATİF	10	930	65	6045	10	930	15	1395				
YENİKENT DERİNCE YAHYA KAPTAN	8700	13 NOLU KOOPERATİF	10	870	65	5655	10	870	15	1305				
YENİKENT DERİNCE SANAYİ	8000	13 NOLU KOOPERATİF	10	800	40	3200	35	2800	15	1200				
YENİKENT DERİNCE BEKİRPAŞA	6700	13 NOLU KOOPERATİF	10	670	65	4355	10	670	15	1005				
60 EVLER DERİNCE BEKİRPAŞA	6000	13 NOLU KOOPERATİF	10	600	65	3900	10	600	15	900				
YENİKENT DERİNCE UMUTTEPE	3200	13 NOLU KOOPERATİF	5	160	0	0	0	0	0	0	9	5	3040	
HARMANTAR LA SOPALI İZMİT	7200	5 NOLU KOOPERATİF	10	720	65	4680	10	720	15	1080				
HARMANTAR LA SOPALI TERMİNAL	4400	5 NOLU KOOPERATİF	10	440	65	2860	10	440	15	660				
ÖĞRETMENLER DERİNCE TERMİNAL	5700	5 NOLU KOOPERATİF	10	570	65	3705	10	570	15	855				
HARMANTAR LA ESENTEPE TAVŞANTEPE	6000	5 NOLU KOOPERATİF	10	600	65	3900	10	600	15	900				
ÇINARLI BEKİRPAŞA	5200	5 NOLU KOOPERATİF	10	520	65	3380	10	520	15	780				
YENİKENT DERİNCE ALİKAHYA	1500	BELEDİYE OTOBÜSÜ	10	150	35	525	10	150	15	225			3	0 450
SOPALI DERİNCE ALİKAHYA	1500	BELEDİYE OTOBÜSÜ	10	150	35	525	10	150	15	225			3	0 450
60 EVLER DERİNCE TERMİNAL	2000	BELEDİYE OTOBÜSÜ	10	200	55	1100	20	400	15	300				
HARMANTAR LA TERMİNAL	200	BELEDİYE OTOBÜSÜ	10	20	80	160	5	10	5	10				
ALİKAHYA - İZMİT	14000	ALİKAHYA KOOPERATİF											1	0 0 14000
GENEL DURUM	<b>89600</b>		8.2	7400	49	43990	11	9430	12	10840	3	3040	1	7 14900

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

**Tablo 4.4 : 10 nolu kooperatifin günlük yolcu taşıma rakamları**

GÜZERGAH	HATTIN GÜNLÜK TAŞINAN YOLCUSU	BAĞLI OLDUĞU KOOPERATİF	MEVKİLERE GÖRE YOLCULUK RAKAMLARI											
			KÖRFEZ – İLÇE İÇİ		KÖRFEZ - DERİNCE		KÖRFEZ- ADALET KÖPRÜSÜ		KÖRFEZ DOĞU TERMİNALİ					
			%	Y. SAYISI	%	Y.SAYISI	%	Y. SAYISI	%	Y. SAYISI				
KÖRFEZ - İZMİT	38000	10 NOLU KOOPERATİF	10	3800	10	3800	75	28500	5	1900				
GENEL DURUM	<b>38000</b>		10	3800	10	3800	75	28500	5	1900				

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.



**Tablo 4.5 : İstasyonların karşılık düştüğü segmentlerde farklı ulaşım türlerine göre tahmin edilen toplam yolcu sayısı**

NO	İSTASYON ADI	İSTASYON ADI	MESAFE (m)	HAT BAŞINA MESAFE (km)	YOLCU YOĞUNLUĞU	BÜYÜME SINIFI	KOT (m)	GÜNLÜK YOLCU SAYISI	
								ÇİFT YÖN	TEK YÖN
1	YARIMCA B.	YARIMCA	100	0.1	0	0	43	0	
2	YARIMCA	YARIMCA MERKEZ	1200	1.3	3	3	43	26800	13400
3	YARIMCA MERKEZ	TÜTÜNÇİFLİK	1000	2.3	5	3	38	38700	19350
4	TÜTÜNÇİFLİK	ASKERİ HASTANE	1470	3.71	4	3	37	46700	23350
5	ASKERİ HASTANE	DERİNCE TÜNEL	1280	5.05	4	3	3	81240	40620
6	DERİNCE TÜNEL	DERİNCE LİMANI	930	5.98	5	3	3	87240	43620
7	DERİNCE LİMANI	İSMETPAŞA	1240	7.22	3	3	2	125803	62901.5
8	İSMETPAŞA	KURUÇEŞME	2130	9.35	4	2	10	127803	63901.5
9	KURUÇEŞME	SEKAPARK	1810	11.07	4	2	0	127803	63901.5
10	SEKAPARK	B.TERMİNALİ	1260	12.42	4	2	6	127803	63901.5
11	B.TERMİNALİ	İSTASYON	780	13.12	5	2	0	125392	62696
12	İSTASYON	VALİLİK	850	14.05	5	2	0	137392	<b>68696</b>
13	VALİLİK	ANITPARK	1070	15.12	5	2	0	109245	54623
14	ANITPARK	REAL	630	15.75	3	3	4	75860	37930
15	REAL	KANAL BOYU	1070	16.82	4	3	7	71860	35930
16	KANAL BOYU	Y.KAPTAN	920	17.74	4	2	7	71860	35930
17	Y.KAPTAN	TERMİNAL	900	18.64	4	3	3	55360	27680
18	TERMİNAL	YUVAM AKARCA	780	19.42	4	4	8	45000	22500
19	YUVAM AKARCA	YEŞİLOVA	1310	20.73	3	4	14	42100	21050
20	YEŞİLOVA	ÇAYIRKÖY	1450	22.18	3	5	17	40250	20125
	ÇAYIRKÖY	ÇAYIRKÖY B.	120	22.3	3	5		0	0

5: EN YOĞUN , 4: YOĞUN , 3: NORMAL , 2 : DÜŞÜK, 1: EN DÜŞÜK

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

#### 4.4 MONORAY HATTININ YOLCULUK TALEBİ TAHMİNİ

Tablo 4.5 ' de gösterilen yolculuk sayım verilerinden hareketle, planlanan güzergahtaki en yüksek kapasite talebi Valilik ile İstasyon durakları arasında oluşmaktadır. Mevcut yolcu sayımlarına göre, bu hat kısmında günde tek yönde yaklaşık 68.696 kişi toplu ulaşım ile geçiş yapmaktadır.

Elde edilen nüfus istatistiklerine göre (TUİK ,2010) ;

2000 yılı Kocaeli nüfusu 1.206.085, 2010 yılı Kocaeli nüfusu 1.522.408' dir.

$$\text{Nüfus Artış Hızı Formülü : } r = [\ln(N) - \ln(N_0)] / t \quad (4.1)$$

r= Nüfus artış hızı

N=son nüfus

No= İlk Nüfus

t= Zaman

Denklem 4.1' e göre nüfus artış hızı;

$$r = (\ln ( 1.522.408 ) - \ln( 1.206.085)) / 10$$

$$r = ( 14.2358- 14.0028)/10$$

$$r = 0,024 \text{ yani } \% 2,4' \text{ tür.}$$

$$\text{Net Bugünkü Değer Formülü : } NBD = Değ1 / (1 + Gün.Orn.)^n \quad (4.2)$$

NBD : Net Bugünkü Değer

Değ1 : Bulunulan Yılda Değer

Gün.Orn : Güncelleştirme Oranı

n : Hesap Yılı

Denklem 4.2' e göre 2030 yılındaki yolcu miktarı talep tahmini;

$$68.696 = Değ 1 / (1+ 0.024 )^{22}$$

$$Değ 1 : 68.696 \times 1.024^{22}$$

Değ 1 : 68.696 x 1,684996

Değ 1 : 115.753

Yukarıdaki sonuçlara göre 2030 yılında aynı hat kısmındaki eş değer yolcu geçiş miktarı tek yönde 115.753 kişi olarak tahmin edilmektedir. Tablo 4.6' da yıllara göre günlük yolcu talepleri gösterilmiştir.

**Tablo 4.6 : Nüfus artış oranına göre yıllara göre tek yönde yolculuk tahmini**

	YIL	YOLCULUK TALEBİ TAHMİNİ
1	2008	68696
2	2009	70345
3	2010	72033
4	2011	73762
5	2012	75532
6	2013	77345
7	2014	79201
8	2015	81102
9	2016	83048
10	2017	85042
11	2018	87083
12	2019	89173
13	2020	91313
14	2021	93504
15	2022	95748
16	2023	98046
17	2024	100399
18	2025	102809
19	2026	105276
20	2027	107803
21	2028	110390
22	2029	113040
23	2030	115753

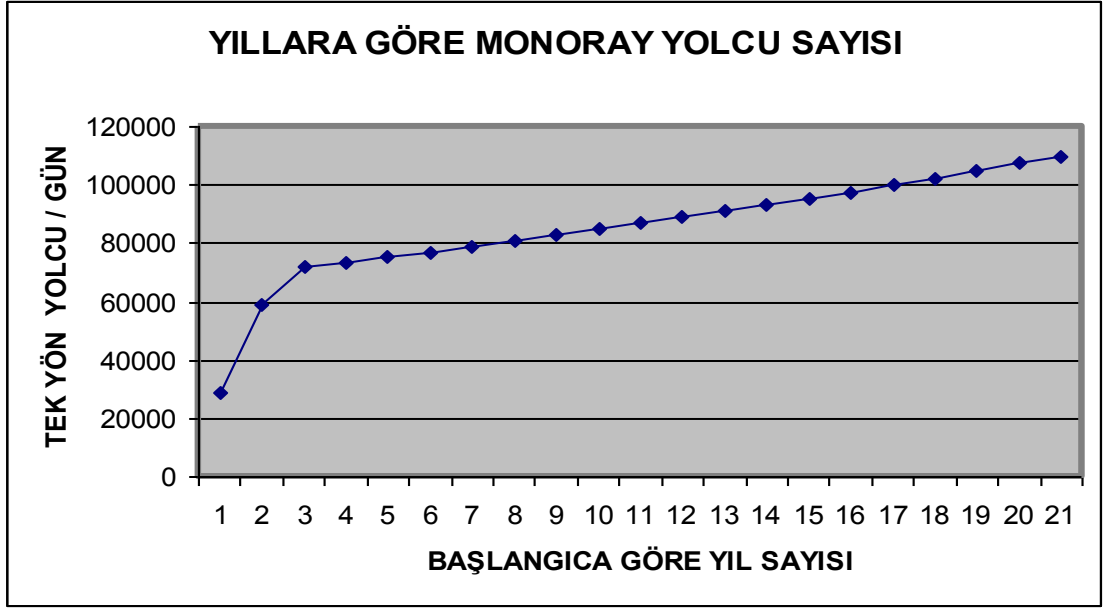
Monoray hattının fizibil olabilmesinin başlıca şartı monoray hattında hat'ta paralel olarak çalışan toplu taşıma araçlarının monoray hattına entegre edilmesi ve D 100 karayolunda işletilen hat lisanslarının iptal edilmesidir. Bununla birlikte mevcutta çalışan diğer toplu taşıma sistemlerinin hatlarının monoray güzergahına dik olacak şekilde kuzey güney doğrultusunda yeniden yapılandırılması gerekecektir.

Monoray hattının 2012 yılında işletmeye alınacağı varsayımına göre, işletmeye alınmasından üç yıl içerisinde mevcut hatların yukarıda belirttiğim şekilde dönüştürülmesi ön görülerek monoray hattının ilk yıl yüzde 40 oranında tercih edildiği, ikinci yıl yüzde 80 oranında tercih edildiği varsayımıyla üçüncü yıl diğer toplu taşıma sistemlerinin monoray sistemine entegrasyonu sonucunda yüzde 95 oranında tercih edileceği ön görülmüştür.

Bu değerlere göre hatta yansıyan tahmini yolcu sayısı Tablo 4.7 ayrıca Şekil 4.12' de görülmektedir.

**Tablo 4.7 : Monoray hattı yıllara göre günlük yolculuk talebi tahmini**

SIRA	YIL	YOLCULUK TALEBİ TAHMİNİ		MONORAY HATTI YOLCULUK TALEBİ TAHMİNİ İLK YIL %40, İKİNCİ YIL %80, SONRAKİ YILLAR %95 TERCİHE GÖRE	
		ÇİFT YÖN	TEK YÖN	ÇİFT YÖN	TEK YÖN
1	2008	137392	68696	-	-
2	2009	140689	70345	-	-
3	2010	144066	72033	57626	28813
4	2011	147524	73762	118019	59009
5	2012	151064	75532	143511	71755
6	2013	154690	77345	146955	73478
7	2014	158402	79201	150482	75241
8	2015	162204	81102	154094	77047
9	2016	166097	83048	157792	78896
10	2017	170083	85042	161579	80789
11	2018	174165	87083	165457	82728
12	2019	178345	89173	169428	84714
13	2020	182625	91313	173494	86747
14	2021	187008	93504	177658	88829
15	2022	191496	95748	181922	90961
16	2023	196092	98046	186288	93144
17	2024	200799	100399	190759	95379
18	2025	205618	102809	195337	97668
19	2026	210553	105276	200025	100012
20	2027	215606	107803	204826	102413
21	2028	220780	110390	209741	104871
22	2029	226079	113040	214775	107388
23	2030	231505	115753	219930	109965



**Şekil 4.12 : Yıllara göre tek yönde günlük tahmini yolcu sayıları**

#### **4.5 MONORAY ARAÇ HAT KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Trenlerin vagon miktarına göre toplam kapasitesi güzergahın en yoğun bölümündeki yolcu kapasite sınırını karşılayacak düzeyde olmalıdır. Hatta uçtan-uca taşınan yolcu miktarı hattın belirli bir bölümündeki kapasiteden farklı ve daha yukarıda bir değerdir.

Yapılan istatistikler tersten gidilerek kalkan sıklığı ve kapasitesine göre hat boyu yolculuk yapacak kişi sayısına göre indi-bindili (ara duraklı) yolculuk miktarının yaklaşık 3 kat olduğunu göstermektedir. Kocaeli monoray sisteminin kapasite talep üst sınırının hesaplanmasında 3. seneden itibaren en yoğun güzergah aralığına göre yüzde 7 eksiği ile güzergah kapasitesinin 2.8 katı ara duraklı yolcu kapasitesi olacağı var sayımı ile yolcu tahmini yapılmıştır.( K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008, syf 31)

Dünyada şehir içi yolcu taşımacılığında en yaygın kullanılan araç tipleri aşağıdaki Tablo 4.8’ de özellikleri verilen Hitachi firmasına ait modellerden ikisi ve Bombardier firmasına ait araçtır. Tren adı verilen her bir araç 2 ila 5 adet vagonun bir araya

gelmesinden oluşmaktadır. Baş ve son vagonlar sürücü sistemlerin yer aldığı araçlardır. Toplam vagon sayısına bağlı tren kapasitesi ve trenlerin sefer sıklığına göre hat kapasitesi hesaplanmaktadır. Hat kapasitesi iki istasyon arası en yüksek seviyesine ulaşılan bölümü karşılayacak şekilde hesaplanmaktadır. Bunun nedeni monoray hattı bir gidiş-dönüş çiftinden oluştuğundan, istasyon aralarına göre farklı tren sıklığının sefere konulamayacağıdır.

Tablo 4.8' de monoray güzergahı için, üç farklı tipte araç göz önüne alınarak güzergahın taşıma kapasiteleri incelenmiştir. Hızlanma ve frenleme ivmeleri  $1 \text{ m} / \text{s}^2$  alınmış olup, araçların maksimum hızları ile maksimum seyir hızları güvenlik, enerji tüketimi, yolcu konforu ve eskime bakımından farklı değerlerde alınmıştır. 80 km / saat hıza ulaşabilen aracın 60 km / saat sürekli seyir hızı ve 25 saniye istasyonda sıfır hız beklemesi göz önünde tutulursa, monorayın uçtan uca ortalama hızı 48 km/saat ve seyir süresi 36.33 dakikaya karşılık gelmektedir. Monoray ulaşım sisteminde planlanan dışında bir trafik beklemesi olmayacağından hesaplanan hız ortalaması gerçekleşecek hız ortalamasıyla aynı olacaktır. Halen aynı güzergahta taşımacılık yapan araçların ortalama bir saatlik bir sürede uçtan uca seyir ettiği söylenmektedir. Bu konuya fayda / maliyet bölümünde değinilecektir.

Tablo 4.8' de sırası ile, tek yönlü, iki yönlü, indi-bindili, saatlere göre doluluk oranına göre yaklaşık araç kapasiteleri 3 ayrı model için hesaplanmıştır. Bu hesaplarda, Hitachi Small ve Bombardier M-VI için 4 vagonlu 24 tren ve Hitachi Large Modeli için 3 vagonlu 22 tren kullanılacağı varsayılmıştır. Maliyet hesaplarında ise, 2 ila 4 adet trenin değişim tampon süresi ve yedek araç amaçlı kullanılacağı, ayrıca 2015 yılında yaklaşık yüzde 25 kapasite artışı için ek araç yatırımı yapılacağı ve böylelikle 20 yıllık projeksiyonda araç kapasitesinin yolcu talebini karşılayacağı öngörülmüştür.

Tablo 4.8' de 3 farklı araç tipi verilmekte birlikte örnek fizibilite hesapları Bombardier M-VI aracı için çıkarılan değerlere göre yapılmıştır. Hitachi Small tipi araçların seçilmesi durumunda, taşınacak yolcu sayısının yüzde 5 artacağı görülmektedir. Anlaşılacağı üzere, daha yüksek yolculuk talebi durumunda Hitachi Large tipi trenlerin

tercih edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durumda taşınacak yolcu sayısının M-VI araçlarına göre, yüzde 70 artacağı anlaşılmaktadır.

**Tablo 4.8 : Farklı firmalara ait trenlerin karşılaştırılması**

TRENLERİN KARŞILAŞTIRILMASI				
Monoray Hattı : 22,3 km ve 22 Durak		HİTACHİ SMALL	BOMBARDİER M-VI	HİTACHİ LARGE
Vagon/Tren		4	3,4,5,6	2,3,4,5,6
Tren Boyutları		38	42.197	61
(4 Vagonlu)	Uzunluk(m)	2(9.75+7.65+b)	2(12.3+8.6+b)	2(14.4+13.9+b)
Tren Yolcu kapasitesi	0.33m <sup>2</sup> /yolcu	88+106=194	186	177+238=415
	0.25m <sup>2</sup> /yolcu	258	72+153=225	495
	0.125m <sup>2</sup> /yolcu		376	800
Hız(km/h)	Maksimum hız	60	80	80
	Ortalama hız	48	48	56
Seyahat Zam.	Tek Gidiş	36.33	36.33	32.33
(Dakika)	Gidiş - Dönüş	72.66	72.66	64.66
Sefer Aralığı	Min. Dakika	3	3	3
Tren Sayısı	Tren / Vagon	24 / 96	24 / 96	22 / 66
Tren Sayısı (Yedek)	Tren / Vagon	( 4 / 16 )	( 4 / 16 )	( 3 / 9 )
Max.Yolcu Taşıma Kapasitesi	iki yönde/saat/gün	10225/204500	9918/198360	15105/302100
	Pphpd	5113	4957	7552
Yolcu Taşıma indii bindi faktörü 2.8	iki yönde/saat	28630	27770	42294
	Pphpd	14316	13885	21146
Tepe Saatlerde Yolculuk Sayısı %80 Doluluk	06 : 30 - 09 :30 17 : 00 - 20 : 00 6 saat	49 080	47606	72 504
Gündüz Yolculuk Sayısı %50 Doluluk	09 :30 - 17 : 00 20 : 00 - 22 : 30 10 saat	51125	49590	75 525
Gece Yolculuk Sayısı %10 Doluluk	22 : 30 - 01 : 30 05: 30 - 06 : 30 3 saat	3060	2975	4500
Günlük Yolcu Kapasitesi	iki yönde/saat	103 265	100 171	152 529
	Pphpd	51 633	50 085	76 265
Günlük Yolculuk (İndi Bindi Dahil)	iki yönde/saat	289 142	280 478	427 082
	Pphpd	144 571	140 239	213 541

## 5. MONORAY HATTI KURULUŞ MALİYETİ

Monoray hattının kuruluş maliyeti, tren ve kontrol sistemleri (elektromekanik) maliyeti ve İnşaat maliyeti kalemleri olmak üzere iki ana kısma ayrılabilir. Bunlara ek olarak Tablo 5.6' daki diğerleri kalemi altında; tasarım-vergi-sigorta proje-danışmanlık-yönetim maliyetleri gibi ek maliyetler söz konusudur.

Bombardier M-VI araçlardan 4-vagonlu 25 adet trenin referans alınması durumunda, tepe saatlerde yüzde 80, normal saatlerde yüzde 50 ve gece saatlerinde yüzde 10 doluluk oranı göz önüne alındığında, Tablo 4.8'den anlaşılacağı üzere uçtan uca günlük yolcu taşıma kapasitesinin 100.171 (50.085 tek yönde), günlük yolculuk (indi bindilerle) 280.478 kişi olacağı anlaşılmaktadır. İndi bindiler göz önüne alındığında hattın günlük yolcu taşıma kapasitesinin 250.208 olacağı görülmektedir. Tablo 5.1' de Bombardier M-VI tipi araçların seçilmesi durumunda Monoray hattının araç ve hat kapasitesi verileri görülmektedir.

25 adet 4 vagonlu tren filosunun seçilmesi halinde (uçtan uca saatte iki yönde 9.109, tek yönde 4.555, günlük yaklaşık 223.808 yolcu kapasiteli) inşa edilmesi gereken Monoray hattının teknik özellikleri ve bunun yaklaşık maliyetleri aşağıda Tablo 5.2' de görüldüğü üzere, KDV dahil toplam 591.675.600 USD' dir. Tablo 5.2' deki maliyetlere; istimlak, yer değiştirme, yeniden yapılanma ve hak tahsisatı gibi kalemler katılmamıştır. Bu kalemlerin Kocaeli Büyük Şehir Belediyesi tarafından karşılanacağı varsayılmaktadır. Aksi halde bu maliyetlerin yüklenicinin maliyet kalemlerine eklenmesi doğru olacaktır. Bu nedenle Dünya'da işletmede olan diğer monoray sistemlerinin genel maliyeti ve km başına maliyetleri karşılaştırılırken hesaplanan 591.675.600 USD bedele bu giderlerinde eklenmesi gerekmektedir.

Göz önünde tutulması gereken ikinci bir faktörde, diğer bazı benzeri fizibilite hesaplarında finans maliyetinin ve bilet ücret toplama sistemi gibi bazı işletme maliyet kalemlerinin kümülatif olarak toplam yatırım içerisinde gösterilmesidir. Aradaki tercih farkı örneğin, bilet işletmesinin belirli bir yüzde komisyon ile üçüncü bir tarafa yatırım



dahil taşeronlaştırılması yada doğrudan ilk yatırım dahilinde yapılp ana yüklenici tarafından işletilmesi gibi sebeplere dayanmaktadır.

Bu tez raporunda, yapılan maliyet analizinde ilk yatırımdan bilet işletme giderlerinin ana yüklenicinin ilk yatırımından çıkartılıp, yıllık işletme maliyetlerine eklenmesinin nedeni halen Kocaeli şehrinde deniz ve kara taşımacılığı gibi farklı alanlarda ortak bir elektronik bilet sistemi işleten Kent Kart adlı özel bir yapılanmanın bulunmasıdır. Monoray ulaşım sisteminin mevcut Kent Kart adlı elektronik bilet ücretlendirme sistemine dahil edilmemesi alternatifini de ana yüklenicinin seçenekleri arasındadır. Ancak böyle bir durumda yüklenicinin ilk yatırım maliyeti, belirtilen değerin üzerine çıkacak ve işletme giderlerinde ise aynı oranda azalma olacaktır.

**Tablo 5.1 : Bombardier MVI araçların seçilmesi durumunda monoray hattının karakteristik verileri**

HAT UZUNLUĞU	22.3	km	
DURAK SAYISI	20	adet	
MAKSİMUM HIZ	60	km/saat	
HIZLANMA/YAVAŞLAMA İVMESİ	1	m/s <sup>2</sup>	
ORTALAMA DURAK ARALIĞI	1.174	km	
DURAK GEÇİŞ SÜRESİ	87	saniye	
ORTALAMA HIZ	48	km/saat	
DURAKTA BEKLEME SÜRESİ	30	saniye	
SEYİR SÜRESİ	37.05	dakika	Durak beklemeleri dahil
TREN-VAGON KAPASİTESİ	225	kişi	4- vagon
MİN.İKİ TREN ARASI SÜRE	3	dakika	
GEREKLİ TREN SAYISI	25	adet	25*4 =100 vagon
YEDEK TREN SAYISI	5	adet	
ARACIN SAATLİK YOLCU KAPASİTESİ	9109	kişi/saat	İki yönde bir uçtan bir uca
PİK ZAMAN (SAAT)	6	saat	Sabah 06:30 - 09:00 Akşam 17 :00 -19 :30
GÜN İÇİ (SAAT)	10	saat	09:00 - 17 :00 , 19 :30 - 21 : 30
GECE(SAAT)	8	saat	21:30 - 06:30
PİK ZAMANI KAPASİTE KULLANIM ORANI	80	%	
GÜN İÇİ KAPASİTE KULLANIM ORANI	50	%	
GECE KAPASİTE KULLANIM ORANI	10	%	
YOLCU HAT KULLANIM ORANI	300	%	18/2.5 durak/yolculuk ortalama
GÜNLÜK YOLCU TAŞIMA KAPASİTESİ	100 171	kişi / gün	Sabah 06:30 Akşam 24:00 arası çalışma Tepe zamanlarda 3dk.bir tren, düşük zamanda 7 dakikada bir tren,ağırlıklı ortalama 4-5 dakika tren
GÜNLÜK ARA DURAKLI TOPLAM YOLCU SAYISI	280 479	kişi / gün	İki yönde dengeli bir halde

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008

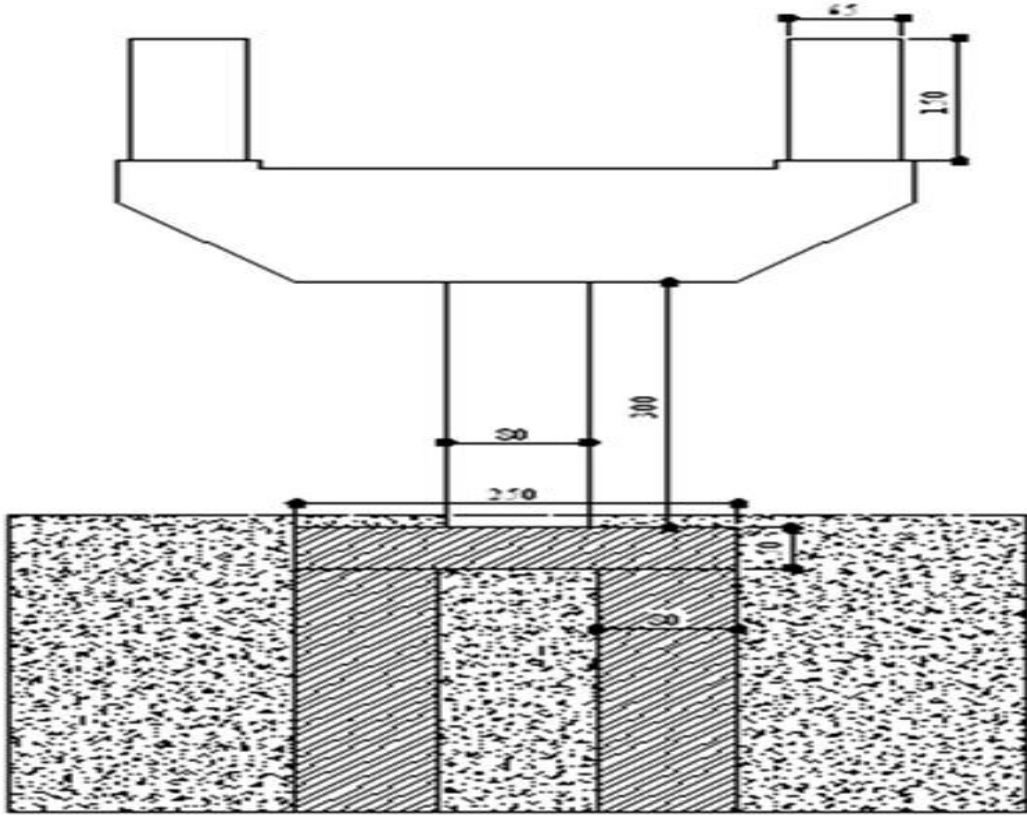
**Tablo 5.2 Monoray hattının teknik ve mali verileri**

DİREK SAYISI	744	adet	
KİRİŞ SAYISI	1488	adet	
DİREK MALİYETİ	30000	USD	Nakliye montaj dahil
KİRİŞ MALİYETİ	40000	USD	30 m
İSTASYON MALİYETİ	5300000	USD	Ekipmanlar dahil
ARAÇ PARK DEPO MALİYETİ	30000000	USD	
YÖNETİM MERKEZİ MALİYETİ	15000000	USD	
ENERJİ SİSTEMİ MALİYETİ	30000000	USD	Trafolar düzenleyiciler, koruma devreleri, elektrifikasyon
İŞLETME SÜRESİ	20	YIL	Minumum
TREN MALİYETİ	7000000	USD	4 vagonlu tren
TRENİN ORTALAMA EKONOMİK ÖMRÜ	7	YIL	Parça değişimleri dahil
TREN AMORTİSMAN MALİYETİ	20000000	USD	
TOPLAM TREN MALİYETİ	210000000	USD	
DİĞER MALİYETLER	33920000	USD	
TOPLAM İNŞA MALİYETİ	257500000	USD	
TOPLAM SİSTEM KURULUMU MALİYETİ	501420000	USD	
TOPLAM KURULUM MALİYETİ + KDV.	591675600	USD	

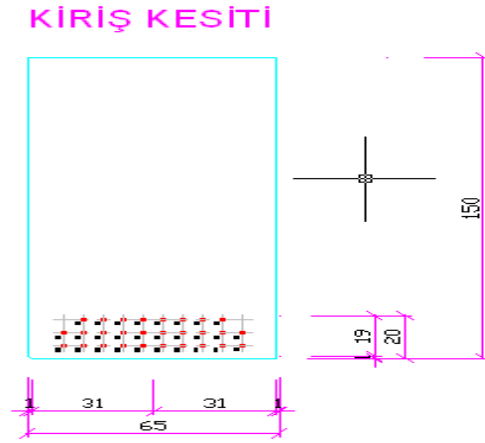
Kiriş ve Kolonların tip kesitleri Şekil 5.1 ve 5.2 de gösterilmiştir. Ayrıca bu kesitlerden yola çıkılarak yaklaşık maliyetleri Tablo 5.3 ve 5.4' de gösterilmiştir. Hesaplama yapılırken yaklaşık maliyetlere genel giderler dahil edilerek direk için 3.000 USD , kirişler için ise 40.000 USD ön görülmüştür. Mali analiz bu rakamlara göre düzenlenmiştir.

Kent içerisindeki diğer ulaşım araçları ücretlendirme sistemi ile Monoray ücretlendirme sisteminin entegre edilebilirliği, kurulacak ulaşım sisteminin alışkanlık artışında pozitif etki yapacağı ön görüldüğünden, bu tez çalışmasındaki tercih, ilk yatırım maliyeti yerine mevcut taşeron ile işletme maliyetlerine eklenmesi şeklinde yapılmıştır.

20 ila 30 yıl aralığındaki araç teknolojik revizyonları ve 5 ila 10 adede kadar araç alımı yüklenici tarafından ayrıca göz önünde tutulmalıdır. Tablo 5.12' de verilen gelir-gider analizi, parametrelerin tahmin için daha belirgin olduğu ve yatırımın başa baş noktası geçişini içeren ilk 20 yıl için yapılmıştır.



**Şekil 5.1 : Monoray hattının kolon kesidi**



**Şekil 5.2 : Monoray hattının kiriş kesidi**

**Tablo 5.3 : Bir adet kolonun yaklaşık maliyeti**

Sıra No	İş Kalemi No	1.1. MONORAY KOLON KEŞİF	Miktarı	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
1	101.3	Temel Kazısı ve Geri Dolgu Yapılması	3.15	m <sup>3</sup>	54.37	171.27
2	106.1	Demirsiz Beton BS14	0.63	m <sup>3</sup>	109.66	69.09
3	106.3	Demirli Beton BS25	48.49	m <sup>3</sup>	202.94	9,840.56
4	105	Ø 80 cm Çapında Yerinde Dökme Kazık Yapılması	64.00	m	333.85	21,366.40
6	109.1	Nervürlü Donatı Çeliği Temini ve İşçiliği	8.00	ton	1,584.05	12,672.40
					<b>TOPLAM</b>	<b>44,119.71 TL</b>
					<b>TOPLAM</b>	<b>28.465 USD</b>

Kaynak : 2010 Bayındırlık Bakanlığı , Ulaştırma Bakanlığı ve K.B.B. Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

**Tablo 5.4 : Bir adet kirişin yaklaşık maliyeti**

Sıra No	İş Kalemi No	2. MONORAY KİRİŞ KEŞFİ	Miktarı	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
1	108	Öngermeli Kiriş İmalı ve Yerine Montajı	58.50	m <sup>3</sup>	357.82	20,932.70
2	109.1	Nervürlü Donatı Çeliği Temini ve İşçiliği	4.10	ton	1,584.05	6,494.60
3	109.2	Yüksek Dayanımlı Öngerme Çeliği Temini ve İşçiliği	2.50	ton	10,684.72	26,711.79
4	113	Çelik Takviyeli Elastomer Mesnet Tertibatı	1.69	dm <sup>3</sup>	25.63	43.31
					<b>TOPLAM:</b>	<b>54,182.41 TL</b>

**TOPLAM: 34.956.40 USD**

Kaynak: 2010 Bayındırlık Bakanlığı , Ulaştırma Bakanlığı ve K.B.B. Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

## 5.1 İŞLETME MALİYETLERİ

İşletme maliyetleri olarak personel giderleri, enerji giderleri, onarım giderleri, bakım giderleri, ücret toplama giderleri ve diğer (sigorta ve kira) giderler olarak gösterilebilir. Konuyla ilgili detaylar Tablo 5.5’ de gösterilmiştir. Bilet sistemi işletme maliyeti yüzde 5 olarak alınmıştır. Hat tesis onarım giderleri ile araç bakım onarım giderleri 5 yıl boyunca stabil kalacağı ve beş yılın ardından yeni araç yatırımı yapılacağı varsayımıyla Tablo 5.5 oluşturulmuştur.

**Tablo 5.5 : İşletme maliyetleri**

YIL	ENERJİ (USD)	HAT TESİS ONARIM (USD)	PERSONEL (USD)	ARAÇ BAKIM ONARIM (USD)	ÜCRET TOPLAM SİSTEMİ (USD)	DİĞER (USD)	TOPLAM (USD)
2010	6,832,692	127,550	5,188,800	421,750	628,540	900,000	14,099,332
2011	6,969,346	127,550	5,292,576	421,750	640,561	918,000	14,369,783
2012	7,108,733	127,550	5,398,428	421,750	652,823	936,360	14,645,643
2013	7,250,907	127,550	5,506,396	421,750	665,330	955,087	14,927,021
2014	7,395,926	127,550	5,616,524	421,750	678,087	974,189	15,214,026
2015	7,543,844	130,101	6,556,854	525,000	737,790	993,673	16,487,262
2016	7,694,721	132,703	6,687,992	535,500	752,546	1,013,546	16,817,007
2017	7,848,615	135,357	6,821,751	546,210	767,597	1,033,817	17,153,348
2018	8,005,588	138,064	6,958,186	557,134	782,949	1,054,493	17,496,415
2019	8,165,699	140,826	7,097,350	568,277	798,608	1,075,583	17,846,343
2020	8,329,013	143,642	7,239,297	579,642	814,580	1,097,095	18,203,270
2021	8,495,594	146,515	7,384,083	591,235	830,871	1,119,037	18,567,335
2022	8,665,506	149,445	7,531,765	603,060	847,489	1,141,418	18,938,682
2023	8,838,816	152,434	7,682,400	615,121	864,439	1,164,246	19,317,455
2024	9,015,592	155,483	7,836,048	627,424	881,727	1,187,531	19,703,805
2025	9,195,904	158,592	7,992,769	639,972	899,362	1,211,282	20,097,881
2026	9,379,822	161,764	8,152,624	652,772	917,349	1,235,507	20,499,838
2027	9,567,418	165,000	8,315,677	665,827	935,696	1,260,217	20,909,835
2028	9,758,767	168,300	8,481,990	679,143	954,410	1,285,422	21,328,032
2029	9,953,942	171,666	8,651,630	692,726	973,498	1,311,130	21,754,592
2030	10,153,021	175,099	8,824,663	706,581	992,968	1,337,353	22,189,684

## 5.2 DİĞER GİDERLER

Dİğer giderler olarak düşünölen giderler aşğıdaki Tablo 5.6' da gösterilmiştir. Bu kaleme girdi olarak fizibilite ve uygulama proje giderleri, inşaat, elektrik, entegrasyon, otomasyon projeleri, danışmanlık, sistem lisans bedelleri olarak düşünölebilir.

**Tablo 5.6 : Diğér giderler**

CİNSİ	TUTAR (USD)
FİZİBİLİTE VE UYGULAMA PROJE BEDELİ	11 150 000
İNŞAAT, ELEKTRİK, ENTEGRASYON VE OTOMASYON UYGULAMA PROJELERİ	20 070 000
DANIŞMANLIK	1 200 000
SİSTEM LİSANS BEDELLERİ	1 500 000
TOPLAM PROJELENDİRME BEDELİ	33 920 000

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008

### 5.3 MONORAY KURULUŞ MALİYETİ

Özet olarak Monoray kuruluş maliyeti Tablo 5.2 ve 5.7' de görüldüğü üzere 591.675.600 USD olarak tahmin edilmiştir. Ancak bu bedele sistemin kullanım yaygınlığı ve kentin 20 yıl sonrasında nüfus artışı ile erişebileceği yolcu sayısına bağlı ikinci ara dönem araç alımı çıkarılmıştır. Projenin beşinci yılında en az 5 adet 4 vagonlu araç alımı ön görülmüş olup, gelir gider analizinin yapıldığı tablodaki birinci yıl yatırım bedelinden 41.300.000 dolarlık kısım düşülmüş ve daha sonra beşinci yıl yatırımına eklenmiştir. Bu parçalı yatırım akışının tercih edilmesinin sebebi geçiş dönemindeki düşük kapasite kullanımı sırasında atıl duracak araçlara ilişkin finansman yükünün ihtiyacın olduğu yıla bırakılmasıdır. Bu durumda Monoray ulaşım sisteminin kuruluş maliyeti 550.375.600 USD olarak tahmin edilmiştir.

**Tablo 5.7 : Monoray kuruluş maliyetleri**

TOPLAM TREN MALİYETİ	210.000.000	USD
İNŞAAT MALİYETİ	257.500.000	USD
DİĞER MALİYETLER	33.920.000	USD
TOPLAM	501.420.000	USD
TOPLAM + KDV	591.675.600	USD

Fakat yatırımcı firma toplu alımdaki olası pazarlık koşullarını iyileştirmek ve zamanla teknoloji farklılıklarından dolayı oluşabilecek uyumsuzluğu en aza indirmek için araçların tümünü tek seferde satın alması gerekebilir.

#### 5.4 MONORAY ULAŞIM SİSTEMİ BİLET FİYATLARI

Tablo 5.8' de görüldüğü üzere, durak sayısına, indirimli yolcu oranlarına, duraklar arası yolcu dağılımı ve ücretlendirme farklarına göre, Monoray için ortalama ulaşım gelir bedeli 1,554 USD olacağı tahmin edilmiştir.

Burada, Kocaeli'ndeki mevcut alternatif yolculuk tarifeleri ve yolcu sayım istatistikleri göz önünde bulundurularak aşağıdaki parametreler referans alınmıştır.

- ✓ 1 Durak indi bindi yolculuk bedeli 1.10 TL (0,73 USD).
- ✓ 3 Durak indirimsiz yolculuk bedeli 1.80 TL ( 1,16 USD).
- ✓ 6 Durak indirimsiz yolculuk bedeli 2.75 TL (6,7km - 1,73USD).
- ✓ Tüm hat boyunca yolculuk 22.3km / 20 durak 4.90 TL (3,16 USD) dır.

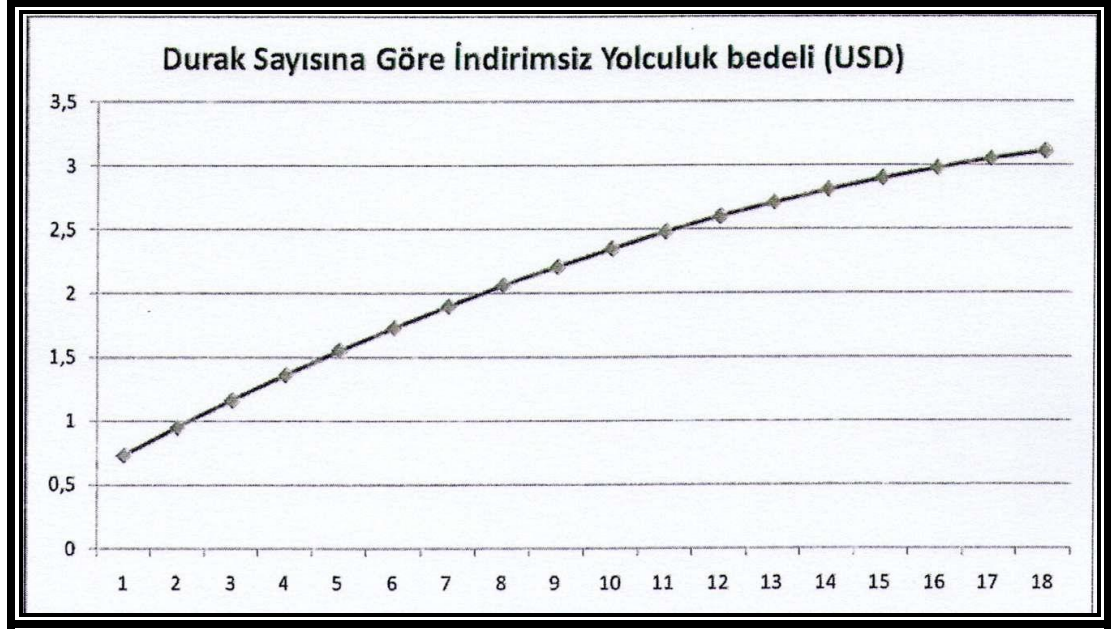
Tezin yapıldığı tarihteki Türk Lirası , Amerikan Doları arasındaki dönüşüm kur değeri 1 USD= 1.550 TL şeklinde idi. Daha sonraki olası kur farklılıkları orta ve uzun vadede halkın Türk Lirası cinsinden gelirlerine de yansıtacağı için mali değerlendirmede karar verme üzerine önemli bir fark getirmeyeceği düşünülmektedir. Fakat 1ıla 2 yıla kadar kısa dönemlerde göz önünde tutulması gereken farklılıklar olabilir.



**Tablo 5.8 Yolculuk başına ortalama gelir hesap tablosu**

Durak Sayısı	Durak arası fark (USD)	Standart tarife bedeli	6,3 Durak ortalama ve 3,5 durak standart sapmaya göre normal dağılım	12 Yaş altı vb %50 indirimli yolcu oranı (%)	%30 indirimli yolcu oranı (%)	%100 indirimli yolcu oranı (sefer sınırlı - kart maliyetli%)	Standart tek bilet yolcu oranı (%)	Normal dağılıma göre durak sayısına karşı düşen kısmi bilet ücreti USD
1	0,73	0,73	3.6768%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,024049428
2	0,22	0,95	5.4406%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,046310345
3	0,21	1,16	7.4194%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,077113839
4	0,2	1,36	9.3247%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,113626742
5	0,19	1,55	10.8006%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,149998889
6	0,18	1,73	11.5295%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,178716453
7	0,17	1,9	11.3428%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,193099661
8	0,16	2,06	10.2843%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,189824384
9	0,15	2,21	8.5937%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,170169337
10	0,14	2,35	6.6181%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,139350503
11	0,13	2,48	4.6971%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,104373776
12	0,12	2,6	3.0724%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,071574692
13	0,11	2,71	1.8521%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,044972729
14	0,1	2,81	1.0290%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,025907617
15	0,09	2,9	0.5269%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,013690135
16	0,08	2,98	0.2486%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,006638378
17	0,07	3,05	0.1081%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,002954806
18	0,06	3,11	0.0433%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,001207592
19	0,05	3,16	0.016%	4,5	25,5	0,5	69,5	0,000453237
								<b>1,554 USD</b>

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008



**Şekil 5.3 : Durak sayısına göre indirimsiz yolculuk bedelleri**

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008

Tablo. 5.9 da 2010-2030 dönemi için yıllara göre duraklar arası yolculukların tahmini verilmektedir. Monoray'ın 2010 yılında işletmeye alınması varsayılırsa, en yoğun yolculuğun İstasyon Caddesi-Valilik durakları arası kesitte ve 57.629 olması beklenmektedir. İlerleyen yıllarda en yüksek yolculuk talebinin yine bu kesitte olacağı tahmin edilmektedir. Bu tahminlere göre, kesitteki yolculuk sayısı 2015 yılında 154.094, 2020 yılında 173.494, 2025 yılında 195.337 ve 2030 yılında 219.930 olması beklenmektedir. Tablo. 4.8' den de görüleceği üzere, ikinci araç yatırımı yapılmadan bu yolcu talebinin 280.478 yolcu kapasitesi ile Monoray tarafından rahatlıkla karşılanabilecektir.

Burada duraklar arası yolcu sayım profilinin 2008 şablonunu koruyacağı varsayılarak hesap yapılmıştır. Tablo 4.5' de belirtilen yolcu sayısı artma (büyüme) faktörü 3'ün üzerinde olan duraklarda bu profilin üzerinde talep yaratacağından homojenleştirme etkisi işi alanın (işletmecinin) lehinde sapmaya neden olacaktır.

Bu Tablo 5.9' daki veriler, mevcut ulaşım sistemlerindeki duraklar arası yolcu sayımları ve nüfus değişim istatistikleri bir araya getirilerek hesaplanmıştır. Bu hesaplamının

amacı; durak başına ortalama yolcu geçiş referansı ile yıllara göre toplam yolculuk sayısını elde etmektir. İstasyonları bulunduğu bölgedeki nüfus değişimleri aynı olmayacağı için, istasyon başına yolcu değişimi incelemesinde Tablo 4.5 'deki büyüme sınıfı ön görüleri kullanılmalıdır. Örneğin, hattın orta kesimlerindeki kentleşme oranı yüksek kısımlardaki istasyonlar ile Çayırköy gibi uç noktada kalmış fakat kentsel gelişim alanında öncelikli bölgelerin büyüme hızları bir birinden farklı olacaktır. Bu da verilen hat boyu yolcu sayım profiline de değişikliğe neden olacaktır.

**Tablo 5.9 : Ölçülen yolcu dağılım profiline korunacağı varsayımı ile yıllara göre durak noktaları arası geçiş sayım tahmini (kişi /gün)**

DURAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
YILLAR	İKİ YÖNE TOPLAM GEÇİŞ YAPACAK YOLCU SAYIM TAHMİNLERİ																		
2010	11,525	16,193	19,535	33,999	36,304	52,440	53,592	53,592	53,592	54,168	52,440	57,626	45,813	25,289	25,289	23,050	18,440	17,634	16,827
2011	23,604	33,163	40,008	69,631	74,352	107,397	109,758	109,758	109,758	110,938	107,397	118,019	93,825	51,791	51,791	47,208	37,766	36,114	34,462
2012	28,702	40,327	48,650	84,671	90,412	130,595	133,465	133,465	133,465	134,900	130,595	143,511	114,091	62,978	62,978	57,404	45,924	43,914	41,905
2013	29,391	41,294	49,818	86,703	92,582	133,729	136,668	136,668	136,668	138,138	133,729	146,955	116,829	64,490	64,490	58,782	47,026	44,968	42,911
2014	30,096	42,285	51,013	88,784	94,804	136,939	139,948	139,948	139,948	141,453	136,939	150,482	119,633	66,038	66,038	60,193	48,154	46,047	43,941
2015	30,819	43,300	52,238	90,915	97,079	140,226	143,307	143,307	143,307	144,848	140,226	154,094	122,505	67,623	67,623	61,638	49,310	47,153	44,995
2016	31,558	44,340	53,491	93,097	99,409	143,591	146,747	146,747	146,747	148,324	143,591	157,792	125,445	69,245	69,245	63,117	50,493	48,284	46,075
2017	32,316	45,404	54,775	95,332	101,795	147,037	150,268	150,268	150,268	151,884	147,037	161,579	128,455	70,907	70,907	64,632	51,705	49,443	47,181
2018	33,091	46,493	56,090	97,620	104,238	150,566	153,875	153,875	153,875	155,530	150,566	165,457	131,538	72,609	72,609	66,183	52,946	50,630	48,313
2019	33,886	47,609	57,436	99,963	106,740	154,179	157,568	157,568	157,568	159,262	154,179	169,428	134,695	74,352	74,352	67,771	54,217	51,845	49,473
2020	34,699	48,752	58,814	102,361	109,301	157,880	161,349	161,349	161,349	163,084	157,880	173,494	137,928	76,136	76,136	69,398	55,518	53,089	50,660
2021	35,532	49,922	60,226	104,818	111,925	161,669	165,222	165,222	165,222	166,999	161,669	177,658	141,238	77,963	77,963	71,063	56,851	54,363	51,876
2022	36,384	51,120	61,672	107,334	114,611	165,549	169,187	169,187	169,187	171,007	165,549	181,922	144,628	79,835	79,835	72,769	58,215	55,668	53,121
2023	37,258	52,347	63,152	109,910	117,361	169,522	173,248	173,248	173,248	175,111	169,522	186,288	148,099	81,751	81,751	74,515	59,612	57,004	54,396
2024	38,152	53,603	64,667	112,548	120,178	173,591	177,406	177,406	177,406	179,313	173,591	190,759	151,653	83,713	83,713	76,304	61,043	58,372	55,702
2025	39,067	54,890	66,219	115,249	123,062	177,757	181,663	181,663	181,663	183,617	177,757	195,337	155,293	85,722	85,722	78,135	62,508	59,773	57,038
2026	40,005	56,207	67,808	118,015	126,016	182,023	186,023	186,023	186,023	188,024	182,023	200,025	159,020	87,779	87,779	80,010	64,008	61,208	58,407
2027	40,965	57,556	69,436	120,847	129,040	186,392	190,488	190,488	190,488	192,536	186,392	204,826	162,837	89,886	89,886	81,930	65,544	62,677	59,809
2028	41,948	58,937	71,102	123,747	132,137	190,864	195,059	195,059	195,059	197,157	190,864	209,741	166,744	92,043	92,043	83,896	67,117	64,181	61,244
2029	42,955	60,352	72,809	126,717	135,308	195,445	199,741	199,741	199,741	201,889	195,445	214,775	170,746	94,252	94,252	85,910	68,728	65,721	62,714
2030	43,986	61,800	74,556	129,759	138,556	200,136	204,535	204,535	204,535	206,734	200,136	219,930	174,844	96,514	96,514	87,972	70,378	67,299	64,220

Kaynak: K.B.B. Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008, Güncelleştirilerek Kullanılmıştır.

## 5.5 MONORAY SİSTEMİ GELİR ANALİZİ

Monoray sisteminin gelirlerini, bilet gelirleri, otomat kiralama gelirleri, büfe kiralama gelirleri ve reklam gelirleri olarak sıralayabiliriz. Monoray hattı boyunca 19 adet yolcu istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonların her birinde her yönde bir adet olmak üzere toplam 38 adet 12 metre karelik büfe yapılacaktır. İstasyonların her birinin girişinde 4'er adet olmak üzere toplam 76 adet billboard yapılacaktır, her bir billboard 7 metre karedir. Monoray hattı boyunca 744 adet kolon yer alacaktır, bu kolonların ebatları 0,8 x 3,0 metredir. Bu kolonların üzerine 0,75 x 2,0 metre ebatlarında görsel tasarım alanı oluşturulabilir. Bu alanlar yaklaşık olarak 2.232 metrekaredir. Yine her bir istasyonda çift yönde olmak üzere toplam 76 adet 1,5 metre karelik otomat istasyonu bulunacaktır.

Monoray sisteminde toplam 25 adet tren, 100 adet vagon bulunacaktır. Vagonların her birinde 8 adet 50 x 70 cm. ebatlarında reklam panoları yer alacaktır, toplamda 800 adet bilgi panosu bulunacaktır. Trenlerin yüzey alanları yaklaşık olarak 45 metre karedir, toplamda 2.250 metre karelik dış yüzey reklam alanına sahiptirler.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Gelir müdürlüğünden alınan reklam kiralama alanlarına göre monoray içi reklam panolarının haftalık kiralama ücreti 10 USD' dir. Yine Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Emlak İstimlak Daire Başkanlığından alınan büfe ve işletme kiralama rakamları yaklaşık olarak 375 USD' dir. En son Monoray hattının İstasyon, Valilik durakları kesimine gelen bölgedeki 12 metre karelik büfe aylık 7.000 TL'den işletmeciye kiralanmıştır.

Dış cephelerde bulunan billboardlarda metre karesi 8 Usd' den haftalık olarak kiraya verilmektedir. Tablo 5.10 'da bu bilgiler sayısallaştırılarak verilmiştir.

**Tablo 5.10 : Reklam ve kira gelirleri tablosu**

GELİRLER	BİRİM	BİRİM FİYATI	AYLIK GELİR	YILLIK GELİR	GELİR CİNSİ
BÜFE	456 m <sup>2</sup>	375 usd / m <sup>2</sup> / ay	171000	2052000	KİRA
OTOMAT	114 m <sup>2</sup>	375 usd / m <sup>2</sup> / ay	42750	513000	KİRA
BILLBOARD	532 m <sup>2</sup>	32 usd / ay	17024	204288	REKLAM
DIŞ MEKAN	2232 m <sup>2</sup>	32 usd / ay	71424	857088	REKLAM
REKLAM PANO	800 adet	40 usd / ay	32000	384000	REKLAM
ARAÇ YÜZEYİ	2250 m <sup>2</sup>	32 usd / ay	72000	864000	REKLAM

Tablo 5.11' de görüldüğü üzere Monoray gelirleri; bilet gelirleri, satış ve kira gelirleri ve reklam gelirleri olarak düşünülmektedir. Monoray hattının 2010 yılında işletmeye alınacağı var sayılırsa ilk yılki gelirin 37.560.419 USD, 2015 yılında 475.978.633 USD, 2030 yılında ise 2.196.073.174 USD olması beklenmektedir.

**Tablo 5.11 : Monoray hattının yıllara göre gelir analizi**

YIL	YOLCU SAYISI (İKİ YÖN)	YILLIK GELİR	KİRALAMA GELİRİ (USD)	REKLAM GELİRİ (USD)	YILLIK GELİR (USD)	KÜMÜLATİF GELİR (USD)
2010	57,626	32,686,043	2,565,000	2,309,376	37,560,419	37,560,419
2011	118,019	68,280,388	2,616,300	2,355,564	73,252,252	110,812,671
2012	143,511	83,028,892	2,668,626	2,402,675	88,100,193	198,912,864
2013	146,955	85,021,432	2,721,999	2,450,728	90,194,159	289,107,023
2014	150,482	87,061,993	2,776,438	2,499,743	92,338,174	381,445,197
2015	154,094	89,151,731	2,831,967	2,549,738	94,533,436	475,978,633
2016	157,792	91,291,224	2,888,607	2,600,732	96,780,563	572,759,197
2017	161,579	93,482,209	2,946,379	2,652,747	99,081,335	671,840,532
2018	165,457	95,725,842	3,005,306	2,705,802	101,436,951	773,277,482
2019	169,428	98,023,281	3,065,412	2,759,918	103,848,612	877,126,094
2020	173,494	100,375,682	3,126,721	2,815,116	106,317,520	983,443,613
2021	177,658	102,784,782	3,189,255	2,871,419	108,845,456	1,092,289,069
2022	181,922	105,251,737	3,253,040	2,928,847	111,433,625	1,203,722,694
2023	186,288	107,777,705	3,318,101	2,987,424	114,083,230	1,317,805,924
2024	190,759	110,364,421	3,384,463	3,047,173	116,796,056	1,434,601,980
2025	195,337	113,013,042	3,452,152	3,108,116	119,573,310	1,554,175,290
2026	200,025	115,725,304	3,521,195	3,170,278	122,416,778	1,676,592,068
2027	204,826	118,502,943	3,591,619	3,233,684	125,328,246	1,801,920,313
2028	209,741	121,346,536	3,663,452	3,298,358	128,308,346	1,930,228,659
2029	214,775	124,258,978	3,736,721	3,364,325	131,360,024	2,061,588,683
2030	219,930	127,241,425	3,811,455	3,431,611	134,484,492	2,196,073,174

## 5.6 MONORAY SİSTEMİ GELİR- GİDER ANALİZİ

Tablo 5.12’ de görüldüğü üzere monoray hattı gelir ve gider analizleri yıllara göre ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Bu hesaplamalarda 2015 yılında yapılması planlanan 41.300.000 USD ‘lık yeni araç alma yatırımı da göz önüne alınmıştır.

Tablodan da anlaşılacağı üzere , sistemin işletmeye alınmasından 13 yıl sonra gelir gider dengesinin pozitifte geçtiği ve sistemin hızla para kazanmaya başladığı gözlemlenmiştir. 2030 yılını sistem 622.924.735 USD karla kapatmaktadır.

**Tablo 5.12 : Monoray sistemi gelir gider analizi tablosu**

YIL	YENİ YATIRIM	AYLIK İŞLETME GİDERİ	YILLIK İŞLETME GİDERİ (USD)	AMORTİSMAN GİDERİ	TOPLAM YILLIK İŞLETME GİDERİ (USD /YIL)	FİNANS MALİYETİ (USD/YIL)	TOPLAM MALİYET (USD/ YIL)	KÜMÜLATİF GİDER (USD)	KÜMÜLATİF GELİR (USD)	KÜMÜLATİF GELİR-GİDER (USD)
	550,375,600							550,375,600		
2010		1,174,944	14,099,332	8,435,000	22,534,332	22,015,000	44,549,332	594,924,932	37,560,419	-557,364,513
2011		1,197,482	14,369,783	8,435,000	22,804,783	22,015,000	44,819,783	639,744,715	110,812,671	-528,932,044
2012		1,220,470	14,645,643	8,435,000	23,080,643	22,015,000	45,095,643	684,840,358	198,912,864	-485,927,494
2013		1,243,918	14,927,021	8,435,000	23,362,021	22,015,000	45,377,021	730,217,379	289,107,023	-441,110,356
2014		1,267,836	15,214,026	8,435,000	23,649,026	22,015,000	45,664,026	775,881,405	381,445,197	-394,436,208
2015	41,300,000	1,373,939	16,487,262	8,435,000	24,922,262	22,015,000	46,937,262	822,818,667	475,978,633	-346,840,034
2016		1,401,417	16,817,007	1,050,000	17,867,007	29,583,750	47,450,757	870,269,424	572,759,197	-297,510,227
2017		1,429,446	17,153,348	1,050,000	18,203,348	29,583,750	47,787,098	918,056,522	671,840,532	-246,215,990
2018		1,458,035	17,496,415	1,050,000	18,546,415	29,583,750	48,130,165	966,186,687	773,277,482	-192,909,205
2019		1,487,195	17,846,343	1,050,000	18,896,343	29,583,750	48,480,093	1,014,666,780	877,126,094	-137,540,686
2020		1,516,939	18,203,270	1,050,000	19,253,270	29,583,750	48,837,020	1,063,503,800	983,443,613	-80,060,187
2021		1,547,278	18,567,335	1,050,000	19,617,335	29,583,750	49,201,085	1,112,704,885	1,092,289,069	-20,415,816
2022		1,578,224	18,938,682	1,050,000	19,988,682	29,583,750	49,572,432	1,162,277,317	1,203,722,694	41,445,377
2023		1,609,788	19,317,455	1,050,000	20,367,455	29,583,750	49,951,205	1,212,228,522	1,317,805,924	105,577,402
2024		1,641,984	19,703,805	1,050,000	20,753,805	29,583,750	50,337,555	1,262,566,077	1,434,601,980	172,035,903
2025		1,674,823	20,097,881	1,050,000	21,147,881	29,583,750	50,731,631	1,313,297,708	1,554,175,290	240,877,582
2026		1,708,320	20,499,838	1,050,000	21,549,838	29,583,750	51,133,588	1,364,431,296	1,676,592,068	312,160,772
2027		1,742,486	20,909,835	1,050,000	21,959,835	29,583,750	51,543,585	1,415,974,881	1,801,920,313	385,945,432
2028		1,777,336	21,328,032	1,050,000	22,378,032	29,583,750	51,961,782	1,467,936,663	1,930,228,659	462,291,996
2029		1,812,883	21,754,592	1,050,000	22,804,592	29,583,750	52,388,342	1,520,325,005	2,061,588,683	541,263,678
2030		1,849,140	22,189,684	1,050,000	23,239,684	29,583,750	52,823,434	1,573,148,439	2,196,073,174	622,924,735



## **5.7 MONORAY SİSTEMİ EK GELİRLER / TASARRUFLAR**

Monoray sisteminin kurulmasıyla mevcutta hatta bulunan diğer sistemler bu hatta entegre edilecektir. Entegrasyon sürecinde kullanımda bulunan otobüs ve minibüslerin sayılarında haliyle azalmalar gözlemlenecektir. Bu azalmaların sonucunda zaman kazanımı, enerji kazanımı, konfor kazanımı, kaza oranında düşüş, yol bakım onarım maliyetlerindeki azalma, diğer ulaşım araçlarına olan amortisman yatırımı gibi konularda kazanımlar sağlanacaktır.

Bu konuların haricinde toplamda 19 olarak belirlenen istasyonlar genelde D - 130 Karayolunun üzerine ve orta şeridine yapılacağından dolayı bu istasyonlar ayrıca bir çeşit üst geçit görevi' de üstlenecektir. Sertifikalandırılması halinde Türkiye Cumhuriyeti KYOTO protokolünü imzala kararı aldığından, monorayın işletmeye alınmasıyla emisyon tasarrufuda ayrı bir gelir, kazanım olarak görülmelidir.

### **5.7.1 Zaman Kazanımı**

Tablo 5.1' den görüldüğü üzere Monoray hattının toplam uzunluğu 22.3 km olup sehir süresi 37.05 dakikadır. Kıyaslama yapılacak olan 5 nolu Kooperatife ait Çenesuyu – Yahya Kaptan hattında çalışan Özel Halk Otobüsünün zaman ve hız verileri Tablo 5.13' de verilmiştir.

Çenesuyu – Yahya Kaptan durakları arası Monoray hattında İsmetpaşa – Yahya Kaptan durakları aynı güzergahta bulunmaktadır. 5 nolu Kooperatife ait Çenesuyu – Yahya Kaptan hattında çalışan Özel Halk Otobüsünün hat uzunluğu 13.75 km' dir. Monoray hattında ise İsmetpaşa – Yahya Kaptan durakları arası mesafe 9.29 km' dir. Aralarında fark Monorayın mümkün olduğunca düz bir hatta seyir etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu verilere göre toplam hattı (22.3 km.) 37.05 dakikada kat eden monoray İsmetpaşa – Yahya Kaptan arasındaki mesafeye (9.29 km.) yaklaşık olarak 15.43 dakikada ulaşacaktır. Aynı güzergahta çalışan 5 nolu Kooperatife ait Çenesuyu –

Yahya Kaptan hattında çalışan Özel Halk Otobüsü ise Tablo 5.13' den alınan zaman süresine göre 41.03 dakika ulaşmıştır.

Bu süreler göz önüne alınarak aynı kooperatifin monoray hattı boyunca taşıma yaptığı varsayımına göre, yukarıdaki veriler oranlanarak, 13.75 km'yi 41.03 dakikada kat eden otobüs, 22.3 km' yi 61.54 dakikada tamamlayacaktır.

Sonuç olarak yolculuk başına kazanılacak ortalama yolculuk süresi 29.49 dakikadır. Yolculuk zamanının ekonomik değeri hesaplanırken yıl içerisinde 52 pazar, 30 izin, 17 diğer tatil günleri çıkarılarak , günde 90.000 kişinin sistemi kullandığı varsayımına göre toplamda yıllık 11.766.510 adam-saat / yıl' dır. Asgari ücretin saatlik yaklaşık 3 USD olduğunu düşünürsek yıllık zaman kazancının 35.299.533 USD olacağı hesaplanmıştır.

**Tablo 5.13 : 5 nolu kooperatifin yolculuk zaman çizelgesi**

GÜZERGAH:	ÇENESUYU-YAHYAKAPTAN(BATIDAN-DOĞUYA)-Özel Halk Otobüsü						
TARİH:	03.05.2010						
HAT	5 NOLU KOOPERATİF						
SEFER	3						
HAVA DURUMU:	AÇIK						
DURAK NO:	VARIŞ SAATİ	İNEN	BİNEN	KALKIŞ SAATİ	GEÇİKME SÜRESİ	SEYİR SÜRESİ	KM
1		0	7	08:17:58			0,00
2	08:20:32	0	1	08:20:40	00:00:08	00:02:34	0,96
3	08:21:32	0	1	08:21:40	00:00:08	00:00:52	1,30
4	08:22:16	0	1	08:22:26	00:00:10	00:00:36	1,70
5	08:23:04	0	2	08:23:14	00:00:10	00:00:38	2,10
6	08:23:55	0	3	08:24:31	00:00:36	00:00:41	2,42
7	08:25:28	0	2	08:25:45	00:00:17	00:00:57	2,87
8	08:25:58	0	2	08:26:32	00:00:34	00:00:13	2,97
9	08:27:26	0	4	08:27:45	00:00:19	00:00:54	3,53
10	08:28:13	0	2	08:28:31	00:00:18	00:00:28	3,90
11	08:29:04	2	0	08:29:32	00:00:28	00:00:33	4,26
12	08:30:08	0	3	08:30:37	00:00:29	00:00:36	4,65
13	08:31:29	0	2	08:31:43	00:00:14	00:00:52	5,20
14	08:32:05	0	1	08:32:31	00:00:26	00:00:22	5,45
15	08:35:04	2	2	08:35:45	00:00:41	00:02:33	6,43
16	08:37:02	5	0	08:37:18	00:00:16	00:01:17	7,20
17	08:40:18	2	0	08:40:31	00:00:13	00:03:00	7,60
18	08:41:00	0	1	08:41:20	00:00:20	00:00:29	7,80
19	08:42:31	6	0	08:42:43	00:00:12	00:01:11	8,30
20	08:44:03	2	0	08:44:11	00:00:08	00:01:20	8,75
21	08:47:42	1	0	08:47:52	00:00:10	00:03:31	9,92
22	08:48:32	1	0	08:48:42	00:00:10	00:00:40	10,17
23	08:49:02	0	2	08:49:12	00:00:10	00:00:20	10,50
24	08:49:43	1	0	08:49:51	00:00:08	00:00:31	10,66
25	08:51:29	3	0	08:51:54	00:00:25	00:01:38	11,00
26	08:52:39	2	0	08:52:57	00:00:18	00:00:45	11,36
27	08:53:23	3	0	08:53:47	00:00:24	00:00:26	11,60
28	08:54:12	3	0	08:54:32	00:00:20	00:00:25	11,80
29	08:56:52	1	0	08:57:06	00:00:14	00:02:20	12,88
30	08:57:36	0	1	08:57:52	00:00:16	00:00:30	13,20
31	08:59:01	3	0			00:01:09	13,75
YOLCU SAYISI		37	37				
TOPLAM SEYAHAT UZUNLUĞU ( KM )					13,75		
SEYAHAT SÜRESİ					00:41:03		
ORTALAMA SEYAHAT HIZI ( KM )					20,10		
TOPLAM GEÇİKME SÜRESİ					00:08:42		

Kaynak: İzmit Toplu Taşıma Sistemi Koridoru Etüt Çalışması ,Boğaziçi Müh. ,2010

### 5.7.2 Enerji Kazanımı

Monoray sisteminin kurulmasıyla birlikte hattın kalkacak yada kaydırılacak 600 adet midibüs ve 200 adet otobüsün senelik olarak aldıkları yol miktarı 51.000.000 km mertebesindedir. Ulaşım planlama müdürlüğünün verilerine göre enerji maliyetleri 0,77 USD/ km olarak tahmin edilmektedir. Mevcutta bulunan toplu taşıma sistemleri Monoray sisteminin kurulmasıyla bu hatta dik olarak çalışacaklarından yaklaşık olarak

yıllık yol miktarları yüzde 50 oranında azalma gösterecektir. Bunun sonucu olarak yıllık 19.635.000 USD' lik bir enerji karı elde edilmektedir. Monoray sisteminin yıllık olarak 7.000.000 USD' lik enerji tüketimi düşüldükten sonra yıllık 12.635.000 USD' lik bir enerji karı oluşmaktadır.

### **5.7.3 Konfor Kazanımı**

Ulaşım süre ve konforundaki artış kentte emlak dahil tüm birleşenlerin değer artışına neden olacaktır. Bu da kentteki kiralama bedellerinin artmasına, İzmit merkezi haricindeki ilçelerinde tercih edilmesine, tercih edilen ilçelerdeki yaşayan insan profiline değişimine dolayısıyla gelir seviyesinin artmasına aynı zamanda ilçe belediyelerinin gelirlerinde artışa sebep olacaktır. Ayrıca toplu ulaşımdaki konforun ve hızın artması özel otomobil kullanıcılarını da cezbederek toplu taşıma kullanımına teşvik edecektir.

### **5.7.4 Karayolu Bakım ve Maliyetlerinde Azalma**

Karayolları Genel Müdürlüğünce yayımlanan istatistiklere göre bir milyon araç-km başına yol bakım ve onarım maliyeti otomobiller için 12,04 Euro, minibüsler için 192,60 Euro ve otobüsler için 48.154 Euro olarak hesaplanmıştır. (Topaloğlu M.sy. 64) 2010 yılı aralık ayının paritesine göre 1 Euro , 1,33 USD olduğundan otomobiller için bakım maliyeti yaklaşık 16 USD, minibüs için 250 USD, otobüsler için yaklaşık 64.040 USD 'ye denk gelmektedir.

Monoray sisteminin kurulmasıyla birlikte hattan kalkacak yada kaydırılacak 600 adet midibüs ve 200 adet otobüsün senelik olarak aldıkları yol miktarı 51 milyon km. olduğu var sayımıyla minibüslerin yıllık aldığı yol miktarı yaklaşık olarak 38.000.000 km 'ye denk gelmektedir. Otobüslerin kat ettikleri yol ise yaklaşık olarak 13.000.000 km. 'dir. Monoray hattının işletmeye alınmasıyla bu hatlardaki oranlar yüzde 50 oranında azalacaktır. Karayolları Genel Müdürlüğünce yayımlanan istatistiklere göre karayolu

bakım ve maliyetlerdeki yıllık azalma miktarı minibüsler için 4.750 USD , otobüsler için 416.260 USD, toplamda ise 421.010 USD olarak hesaplanmıştır.

### **5.7.5 Karayolu Kaza Maliyetlerinden Kazanımı**

Karayolu kazalarının ekonomik maliyetlerinin kestirilmesi oldukça güçtür. Kent içi yollarında meydana gelen kazaların önemli bir bölümü kayıt altına alınmamaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğüne yayımlanan istatistikler esas alınarak, bir milyon araç-km başına kaza maliyeti 35.880 USD olarak hesaplanmıştır.(Topaloğlu M. sy. 64) Ölümlerden kaynaklanan ekonomik kayıplar, ölen kişinin 15 yıllık Gayri Safi Yurtiçi Hasıla kaybı esas alınarak tahmin edilmiştir. Yaralıların yüzde 10'nun ayakta tedavi göreceği, yüzde 20'sinin bir gün geri kalan kısmına 10 gün süre ile hastanede kalacağı ve ameliyat olacağı öngörülmüştür.

Yukarıda verilen bilgiler ve rakamlar neticesinde monoray hattının işletmeye alınacağı yıldan itibaren yaklaşık olarak 25.500.000 araç-km kazanım sağlanacağı düşünülerek yaklaşık olarak yıllık 914.940 USD'lik bir karayolu kaza maliyeti kazanımı ön görülmüştür.

### **5.7.6 Ulaşım Araçları Amortisman Kazanımı**

İkame edilecek hatta çalıştırılan en az 600 midibüs ve 200 otobüsün yarısının monoray sistemi uygulamaya geçince trafikten çekileceği düşünülmektedir. Bu araçların 15 yıl içerisinde ekonomik ömürlerinin doldurduğu bilinmektedir, diğer bir deyişle yüzde 100 amortismanı beklenir. Bir midibüsün fiyatı yaklaşık olarak 75.000 USD, bir otobüsün fiyatı yaklaşık olarak 200.000 USD' dir. Bu rakamlar ışığında yaklaşık olarak 15 yıllık zaman zarfında araç yatırımı kazanımı 42.500.000 USD civarlarındadır. Yıllık olarak düşünüldüğünde 2.830.000 USD 'lik bir amortisman kazancı sağlanmaktadır.

### **5.7.7. Emisyon Kazanımı**

Minibüslerin emisyon oranı 280 gr/km, otobüslerin emisyon oranı 400 gr/km , hat ta çalışan minibüslerin günde 200 km, otobüslerin ise günde 100 km ortalama yol aldıkları düşünülürse, hattan kaldırılacak minibüslerden günde yaklaşık olarak 16.8 ton emisyon kazanımı , hattan kaldırılacak otobüslerden ise 4 ton emisyon kazanımı sağlanacaktır. Sertifikalandırılması halinde Türkiye Cumhuriyeti KYOTO protokolünü imzala kararı aldığından ve KYOTO emisyon ortalama satış bedeli 300 USD / ton olduğu göz önünde bulundurularak günlük emisyon kazanımı 6.240 USD olacaktır. Emisyon kazanımının ekonomik değeri yıllık 2.277.600 USD'dir.( Usta,Ö. , Üstündağ B. , Aydoğan M.)

### **5.7.8. Prestij Kazanımı**

Monoray projeleri dünya çapında yapıldıkları kente modernleştirme anlamında artı değer katmaktadırlar. Geleceğin ulaşım sistemi olarak görülen monoray çalışmaları şuan da Türkiye'de hiçbir ilimizde uygulanmamıştır. Bunu yapacak olan ilk ilin prestij kazanımı yüksek olacak ve diğer iller tarafından örnek olarak gösterilecektir. Gerek ulusal gerek uluslar arası görsel ve yazılı medyada büyük yankılar uyandıracaktır. Bu görsel ve yazılı medyada yer alacak haberleri yaptırımın maliyeti çok yüksek tutmaktadır. Bu proje sayesinde yayımlanacak olan haberlerde kentin bilinirliğinin artması yönünde ayrı bir kazanç olarak algılanabilir.

## 6. SONUÇ

Sonuç olarak, hızla gelişen ve büyüyen ilimiz Kocaeli'nin yaşam standartını arttırmaya yönelik ve aynı zamanda şehir merkezinde gitgide artmakta olan trafik sıkışıklığına alternatif bir çözüm olarak düşünülen monoray ulaşım sistemi, şehir merkezine girmeden, şehir içi trafik yükünü arttırmadan mevcut sistemlerin entegrasyonu ile şehir içi trafik yükünü azaltıcı bir özelliğe sahiptir.

Monoray toplu taşıma sisteminin seçimi monorayın, metro, hafif metro, metrobüs gibi diğer toplu taşıma sistemleri ile kapasite, maliyet, hız, coğrafi koşullara uygunluk ve inşaat maliyetleri gibi kıstaslara göre karşılaştırılması yapılmıştır.

Doğu batı aksında çalıştırılması düşünülen monoray, yapılan çalışmalar neticesinde çözüm önerisi olarak ilk etapta Yarımca, Çayırköy arasına uygulanması, hat uzunluğunun yaklaşık olarak 22,3 km olacağı, hat üzerinde 19 adet istasyon, 2 adet toplama istasyonu olması gerektiği kanısına varılmıştır.

Önerilen hat güzergahının belirlenmesinde, yolculuk taleplerinin karşılanma düzeyi, optimum inşaat maliyeti, güzergahın eğim durumu, mevcut toplu taşıma sistemleriyle entegrasyonu, güzergahın erişilebilirliği, güzergahın ileriye dönük olarak genişliğe bileceği gibi kriterler göz önünde tutularak belirlenmiştir. İleriki yıllarda şuan da askeri hava alanı olarak hizmet veren Cengiz Topel Havaalanının 2012 yılından itibaren sivilleştirilmesi gündemdedir. Hava alanının sivil yolculuğa hizmete başlamasından sonra monoray hattının doğu kısmının bu bölgeye kadar ulaştırılması düşünülebilir. Ayrıca şuan Dilovası bölgesinde yeni 4 adet OSB yapımına başlanılmış olduğu ve bu bölgelerin 2015 yılında işletmeye alınması durumunda batı aksının Gebze'ye kadar uzatılması düşünülebilir.

Mevcut durum ve talep göz önüne alındığında monoray hattının başlangıcından batı terminal durağına olan kısmının D 100 karayolunun orta aksından, batı terminalinden

sonra istasyon durağına kadar eski tren yolu güzergahının takip edilmesi, daha sonra kuzey yan yol istikametinden adliye kavşağına kadar gelmesi burada şehrin batı yakasından içeri girilerek mevcutta bulunan bulvarların orta akslarından ilerlenmesi, Yahya Kaptan Toplu konutlarına ve Yuvam Toplu konutlarına ulaşılması ve daha sonra ise Çayırköy 'de hattın sonlanması hedeflenmiştir.

Monoray ulaşım sisteminde yolcu taşıma işlemi 25 adet (4-er vagonlu) bir araç filosu ile sağlanması planlanmaktadır. Bir trenin monoray hattının bir ucundan diğer ucuna, duraklarda bekleme dahil olmak üzere, yaklaşık 37 dakikada seyahat etmesi beklenmektedir. Söz konusu araç filosu bir uçtan diğer uca saatte (iki yönde) 9.109 yolcu, gece- gündüz-pik zaman kullanım faktörleri göze alındığında bir uçtan diğer uca günde 100.171 yolcu, indi-bindiler göz önüne alındığında günde 280.479 yolcu taşınabileceği tahmin edilmektedir.

Sistemin kuruluş maliyeti; tren ve kontrol sistemleri, inşaat maliyeti ve diğer maliyeler olmak üzere, toplam 550.375.600 USD olarak tahmin edilmektedir. Bu rakama 2015 yılında yapılması planlanan 41.300.000 USD' lik araç alımı maliyeti dahil edilmemiştir. Ancak bu tutar araçların alınacağı yılda mali fizibilite analizine eklenmiştir. Ayrıca vagon vb. bazı kalemlerin orijin ülkesi ve ithalat yöntemine bağlı gümrük vergisi, nakliye vs giderleri de hesaba katılmamıştır. Buna ek olarak; istismak, yer değiştirme, yeniden yapılanma ve hak tahsisatı gibi maliyet kalemlerinin Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından karşılanacağı varsayılmaktadır.

Tablo 5.12' de görüldüğü üzere monoray hattı gelir ve gider analizleri yıllara göre ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Bu hesaplamalarda 2015 yılında yapılması planlanan 41.300.000 USD 'lık yeni araç alma yatırımı da göz önüne alınmıştır. Tablodan da anlaşılacağı üzere , sistemin işletmeye alınmasından 13 yıl sonra gelir gider dengesinin pozitifte geçtiği ve sistemin hızla para kazanmaya başladığı gözlemlenmiştir. 2030 yılını sistem 622.924.735 USD karla kapatmaktadır.



Diğer faydalar ise; yıllık zaman kazancı 35.299.533 USD, yıllık 12.635.000 USD' lik bir enerji karı, karayolu bakım ve maliyetlerdeki azalma yıllık 421.010 USD olarak, yıllık 914.940 USD' lik bir karayolu kaza maliyeti kazanımı, yıllık olarak 2.830.000 USD' lik bir araç amortisman kazancı , emisyon kazanımının olarak yıllık 2.277.600 USD ön görülmüştür. Asıl faydanın ise toplu ulaşımındaki konfor farkının oluşturulacağı ve şehrin prestij kazanımı olarak görülebilir.

## KAYNAKLAR

### Sürelî Yayınlar

Boğaziçi Müh., 2010, İzmit Merkez Toplu Taşıma Sistemi (BRT)Koridoru Etüt Çalışması

DMJM and HARRiS, December 2001, Monorail Technology Assesment Report.

DJM Consulting & ECO Northwest Seattle, Washington August 28, 2002, Benefit-Cost Analysis of the Proposed Monorail Green Line For the Elevated Transportation.

DJM Consaltant, Seattle, 2002, Company Benifit Cost Analysis of the Proposed Seattle Monorail" by DJM Consaltant evaluated for the transportation Company.

Evren,G. 2008 Bahçeşehir Üniversitesi Ders Notları

Optim , 2007, T.C. K.B.B. Kent içi Ulaşım ve Trafik Planı İyileştirme Etüd Projesi Hazırlama Hizmet İşi –Mevcut Durum Analiz Rapor-3

RR Kennedy, 2004, "Considering Monorail Rapid Transit for North American Cities".

-T Kuwabara, 2001 "New Solution for Urban Traffic: Small-type Monorail System". Hitachi Review Vol.50. No.4.pp. 139-143.

Topaloğlu M., Bahçeşehir Üni. 2010, 2004-2023 İ.B.B. Ulaştırma Yatırımlarının İstanbul'a Etkileri, Yüksek Lisans Tezi

Usta,Ö. , Üstündağ B. , Aydoğan M. , Kocaeli Büyükşehir Belediyesi ,Kocaeli Havaray Ulaşım Sistemi Ön-Fizibilite Çalışması , Ekim 2008.

## **Diğer Yayınlar**

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Harita Şube Müdürlüğü.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Trafik Planlama Şube Müdürlüğü

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Deniz Ulaşım Şube Müdürlüğü

T.C.D.D.Y İzmit Gar Müdürlüğü

TUIK, 2009 Verileri

[www.josreuser.files.wordpress.com](http://www.josreuser.files.wordpress.com) web sayfası

[www.magnet.fsu.edu](http://www.magnet.fsu.edu)

[www.monorails.org](http://www.monorails.org) web sayfası

[www.ulasimonline.com/news\\_detail](http://www.ulasimonline.com/news_detail) web sayfası

## ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı** : Tolga CANKAYA  
**Sürekli Adresi** : Umutkent Sitesi B 1 Blok Daire : 2 İzmit / Kocaeli  
**Doğum Yeri ve Yılı** : İzmit/Kocaeli, 1976  
**Yabancı Dili** : İngilizce  
**İlk Öğretim** : Ulugazi İ. Ö. O.  
**Orta Öğretim** : Özel Kocaeli Koleji  
**Ön Lisans** : Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Meslek Yüksek Okulu, İnşaat Teknikerliği Bölümü, 1996  
**Lisans** : Yakın Doğu Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2002  
**Yüksek Lisans** : Bahçeşehir Üniversitesi , 2011  
**Enstitü Adı** : Fen Bilimleri Enstitüsü  
**Program Adı** : Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

### Çalışma Hayatı :

- Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Fen İşleri Dairesi Başkanlığı, Etüt Proje ve Keşif Şube Müdürlüğü, Kontrol Mühendisi 2006-  
Kent Konut A. Ş. Şantiyeler Müdürlüğü, Kontrol Mühendisi, 2005-2006  
SS. Büşra Yapı Kooperatifi, Bahçeçik Şantiyesi, Şantiye şefliği, 2003-2005