

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTİÇİ RAYLI SİSTEMLER VE METROBÜS İŞLETME MALİYETİ
DEĞERLENDİRİLMESİ :İSTANBUL ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burak BİROL

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

TEMMUZ 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTİÇİ RAYLI SİSTEMLER VE METROBÜS İŞLETME MALİYETİ
DEĞERLENDİRİLMESİ: İSTANBUL ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Burak BİROL
501121404**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Murat ERGÜN

TEMMUZ 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121404 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Burak BİROL**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**KENTİÇİ RAYLI SİSTEMLER VE METROBÜS İŞLETME MALİYETİ DEĞERLENDİRİLMESİ İSTANBUL ÖRNEĞİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Murat ERGÜN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Haluk GERÇEK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr. Hediye Tüydeş YAMAN
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **26.06.2014**

Savunma Tarihi : **25.07.2014**

Aileme ve müstakbel eşime,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve özellikle tez çalışmam sırasındaki değerli katkılarından dolayı Doç. Dr. Murat ERGÜN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca başta bugünlere gelmemi sağlayan ailem olmak üzere, bana emeği geçen Ulaştırma Anabilim Dalı öğretim üyelerine, tez çalışmam sırasında desteğini hep hissettiğim Şeyda KAVAS'a, İstanbul Ulaşım A.Ş. Genel Müdürü Ömer YILDIZ'a, Ulaşım A.Ş. Hat ve Sabit Tesisler Müdürlüğü'ne ve tezimde yardımcı olan tüm Ulaşım A.Ş. çalışanlarına, benden ilgisini ve bilgisini esirgemeyen herkese teşekkür ederim.

HAZİRAN 2014

Burak BİROL
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
2. İSTANBUL'DA TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİ	5
2.1 Tramvay	5
2.1.1 T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı	8
2.1.2 T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı	11
2.2 Hafif Metro.....	13
2.2.1 M1 Aksaray - Atatürk Havalimanı hafif metro hattı.....	14
2.3 Metro	16
2.3.1 M2 Şişhane - Hacıosman metro hattı	18
2.3.2 M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metro hattı.....	21
2.3.3 M4 Kadıköy-Kartal metro hattı.....	23
2.4 Metrobüs.....	25
2.4.1 34 Avcılar-Zincirlikuyu	37
2.4.2 34 A Cevizlibağ-Söğütlüçeşme	37
2.4.3 34 C Beylikdüzü-Cevizlibağ.....	37
2.4.4 34 B Beylikdüzü-Avcılar	37
2.4.5 34 G Avcılar-Söğütlüçeşme	38
2.4.6 34 Z Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme	38
3. METODOLOJİ	41
3.1 Bir Tür İçin Analiz	41
3.2 Türler Arası Analiz.....	41
3.3 Herbir Türün Dünyadaki İlgili Benzerleriyle Analizi	42
4. İSTANBUL TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ İŞLETME MALİYETİ	
ANALİZLERİ.....	45
4.1 Türlerin Kendi Arasında Karşılaştırılması	48
4.1.1 Tramvay hatları	48
4.1.2 Hafif metro hattı.....	55
4.1.3 Metro hatları.....	59
4.1.4 Metrobüs	65
4.2 Türler Arası Karşılaştırma.....	69
4.3 Türlerin Dünyadaki Benzerleriyle Karşılaştırılması	73
4.3.1 Tramvay hatları	73
4.3.2 Hafif metro hatları.....	75

4.3.3 Metro hatları	76
4.3.4 Metrobüs.....	79
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
EKLER.....	101
ÖZGEÇMİŞ	105

KISALTMALAR

A.B.D.	:Amerika Birleşik Devletleri
A.Ö.Y	:Atatürk Öğrenci Yurdu
ATO	:Otomatik Tren İşletmesi (Automatic Train Operation)
BELBİM	:Belediye Bilgi İşlem Merkezi
BRT	:Hızlı Otobüs Sistemi (Bus Rapid Transit)
D 100	:D100 Devlet Yolu
DC	:Doğru Akım
DTM	:Dünya Ticaret Merkezi
ECS	:Elektronik Kontrol Sistemi (Electronic Control System)
EGO	:Elektrik Doğalgaz Otobüs
GSMH	:Gayri Safi Milli Hasıla
İ.B.B.	:İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İDO	:İstanbul Deniz Otobüsleri
İ.E.T.T.	:İstanbul Ekonomik Toplu Taşıma
İ.T.Ü.	:İstanbul Teknik Üniversitesi
K.D.V.	:Katma Değer Vergisi
LRT	:Hafif Raylı Taşımacılık (Light Rail Transit)
LRRT	:Hızlı Hafif Raylı Taşımacılık (Light Rail Rapid Transit)
M1	:Aksaray-Havalimanı Hafif Metrosu
M2	:Şişhane-Hacıosman Metrosu
M3	:Başakşehir-Olimpiyatköy Metrosu
M4	:Kadıköy-Kartal Metrosu
S-Bahn	:Almanya Banliyö Hattı
SCADA	:Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition)
O1	:Otoyol
OCC	:Ana Kumanda Merkezi (Operation Control Centre)
OG	:Orta Gerilim
ÖHO	:Özel Halk Otobüsü
T1	:Bağcılar-Kabataş Tramvayı
T2	:Bağcılar-Zeytinburnu Tramvayı
T3	:Kadıköy-Moda Tramvayı
T4	:Topkapı-Habibler Tramvayı
TBM	:Tünel Açma Makinası (Tunnel Boring Machine)
TCMS	:Tren Kontrol ve İzleme Sistemi (Train Control and Monitoring System)
TL	:Türk Lirası
V	:Volt
UITP	:Uluslararası Toplu Taşıma Birliği (International Association of Public Transport)
USD	:Amerikan Doları

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Farklı tür kategorilerinin özellikleri.	5
Çizelge 2.2 : T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı özet bilgileri.	10
Çizelge 2.3 : T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı özet bilgileri.	12
Çizelge 2.4 : M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı özet bilgileri.	15
Çizelge 2.5 : Kent içi raylı sistemlerinin gelişiminde önemli kilometre taşları.	17
Çizelge 2.6 : M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı özet bilgileri.	20
Çizelge 2.7 : M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metro hattı özet bilgileri.	22
Çizelge 2.8 : M4 Kadıköy-Kartal Metro hattı özet bilgileri.	24
Çizelge 2.9 : Metrobüs sistemi ile iptal edilen hatlar.	35
Çizelge 2.10: Metrobüs sistemi ile güzergâhı kısaltılan hatlar.	36
Çizelge 2.11: Metrobüs sisteminin kazanımları.	40
Çizelge 4.1 : Kentiçi raylı sistem ve Metrobüs sisteminde 2010-2011-2012 yıllarına ait işletme maliyetleri.	46
Çizelge 4.2 : T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı maliyetleri.	48
Çizelge 4.3 : T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı maliyetleri.	48
Çizelge 4.4 : M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı maliyetleri.	55
Çizelge 4.5 : M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı yıllık maliyetleri.	59
Çizelge 4.6 : M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metro hattı 2012 yılı maliyetleri.	59
Çizelge 4.7 : M4 Kadıköy-Kartal metro hattı 2012 yılı maliyetleri.	60
Çizelge 4.8 : Metrobüs sistemi yıllık maliyetleri ve yüzdesel olarak dağılımları.	65
Çizelge 4.9 : T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı işletme bilgileri.	73
Çizelge 4.10: T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı işletme bilgileri.	73
Çizelge 4.11: Tramvay birim işletme maliyetleri (\$/Yolcu).	74
Çizelge 4.12: M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı işletme bilgileri.	75
Çizelge 4.13: ABD eyaletleri ve İstanbul'da hafif metro araç-km maliyetleri.	75
Çizelge 4.14: M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı işletme bilgileri.	76
Çizelge 4.15: M4 Kartal-Kadıköy metro hattı işletme bilgileri.	76
Çizelge 4.16: Bazı dünya metrolarında yolcu başına işletme maliyeti.	77
Çizelge 4.17: Bazı şehirlerin birim toplu taşıma maliyetleri.	78
Çizelge 4.18: Metrobüs sistemi işletme ve maliyet bilgileri.	80
Çizelge 4.19: Dünya'daki metrobüslere ait birim işletme maliyeti dağılımları.	83
Çizelge 4.20: Dünyadaki metrobüs hatlarına ait işletme maliyeti dağılımları.	84
Çizelge 4.21: 1999 yılına ait bazı ABD eyaletlerinde yolcu başına düşen birim işletme maliyeti.	86

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Taksim nostaljik tramvayı.	6
Şekil 2.2 : Ohio nostaljik tramvayı.	7
Şekil 2.3 : İstanbul raylı sistem ve BRT sistemi haritası.	9
Şekil 2.4 : Bağcılar-Kabataş tramvay hattı.	11
Şekil 2.5 : Topkapı-Habibler tramvay hattı..	12
Şekil 2.6 : İstanbul hafif metro aracı.	13
Şekil 2.7 : Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı..	16
Şekil 2.8 : Dünya metrolarının gelişimi.	18
Şekil 2.9 : Metro sistemi.	18
Şekil 2.10: M2 Şişhane-Hacıosman metrosu.	19
Şekil 2.11: M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metrosu.	21
Şekil 2.12: M4 Kadıköy-Kartal Metro su.	23
Şekil 2.13: Ankara tercihli otobüs yolu.	25
Şekil 2.14: Taksim – Zincirlikuyu tercihli otobüs yolu.	26
Şekil 2.15: Taksim – Zincirlikuyu tercihli otobüs yolu (mart 1984).	27
Şekil 2.16: Metrobüs Topkapı dönel kavşağı (17 Kasım 2007).	29
Şekil 2.17: İstanbul metrobüs sistemi 1. etap istasyonları.	30
Şekil 2.18: İstanbul metrobüs sistemi 2. etap istasyonları.	31
Şekil 2.19: İstanbul metrobüs sistemi 3. etap istasyonları.	32
Şekil 2.20: Söğütluçeşme metrobüs istasyonu (15 nisan 2009).	33
Şekil 2.21: Dünyadaki Metrobüs Sistemi Adetlerinin Yıllara Göre Dağılımı.	34
Şekil 2.22: Metrobüs sisteminde işletilen hatlar.	39
Şekil 2.23: Metrobüs inşa öncesi aynı ulaşım koridorundaki yolculuk şekilleri.	40
Şekil 3.1 : Bir türü karşılaştırmada uygulanacak metodoloji.	42
Şekil 3.2 : Türler arası karşılaştırmada uygulanacak metodoloji	43
Şekil 3.3 : Türlerin dünyadaki benzerleriyle karşılaştırılmasında uygulanacak metodoloji.	44
Şekil 4.1 : 2010-2011-2012 yılları raylı sistem işletme maliyetleri yüzdesel dağılımı.	47
Şekil 4.2 : 2010-2011-2012 yılları I.E.T.T metrobüs hattı maliyetleri yüzdesel dağılımı.	47
Şekil 4.3 : T1 Bağcılar-Kabataş hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri.	49
Şekil 4.4 : T4 Topkapı-Habibler hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri.	49
Şekil 4.5 : T1-T4 hatlarında yolcu başına birim maliyetlerin karşılaştırılması.	53
Şekil 4.6 : T1-T4 hatlarında araç-km başına birim maliyetlerin karşılaştırılması.	54
Şekil 4.7 : T1-T4 hatlarında 2011-2012 yıllarında gelirin gideri karşılama oranı.	55
Şekil 4.8 : M1 Aksaray-Havalimanı hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri	56
Şekil 4.9 : M1 Hattı yolcu başına düşen birim maliyet ile araç-km başına düşen birim maliyetin karşılaştırılması.	58
Şekil 4.10: M1 hattında 2011-2012 yıllarında gelirin gideri karşılama oranı.	58

Şekil 4.11: M2 Şişhane-Hacıosman hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri.	60
Şekil 4.12: M2-M3-M4 metro hatlarına ait 2012 genel maliyet yüzdeleri.	61
Şekil 4.13: M2-M4 hatlarında yolcu başına birim maliyetlerin karşılaştırılması.	63
Şekil 4.14: M2-M4 hatlarında araç-km başına birim maliyetlerin karşılaştırılması.	64
Şekil 4.15: M2-M4 hatlarında gelirin gideri karşılama oranı	65
Şekil 4.16: Metrobüs yıllık yolcu başına düşen işletme gideri.	68
Şekil 4.17: Metrobüs yıllık araç-km başına düşen işletme gideri.	68
Şekil 4.18: Türler arası yıllık yolcu başına düşen işletme maliyeti karşılaştırılması.	70
Şekil 4.19: Raylı sistem türler arası yıllık araç-km başına düşen işletme maliyeti karşılaştırılması.	71
Şekil 4.20: Metrobüs ve ortalama raylı sistem yıllık yolcu başına düşen işletme maliyeti karşılaştırılması.	72
Şekil 4.21: Raylı sistemler yıl bazında gelirin gideri karşılama oranları.	73
Şekil 4.22: ABD eyaletleri ve İstanbul’da hafif metro araç-km maliyetleri.	76
Şekil 4.23: Dünya şehirleri ve İstanbul’da metro araç-km maliyetleri.	77
Şekil 4.24: 2012 yılı İstanbul metrobüs’ün dünyadaki BRT sistemleriyle yolculuk bazlı karşılaştırılması.	79
Şekil 4.25: 2012 yılı İstanbul Metrobüs sisteminin dünyadaki BRT sistemleriyle işletme hızı bazlı karşılaştırılması.	80
Şekil 4.26: 2012 yılı İstanbul metrobüs sistemi ile karşılaştırılan diğer şehirlerin nüfusları	82
Şekil 4.27: 2012 yılı İstanbul metrobüs sistemi ile karşılaştırılan diğer şehirlerin seyir yolu uzunlukları.	82
Şekil 4.28: Dünya’daki metrobüs hatlarına ait yolcu başına birim işletme maliyetleri.	83
Şekil 4.29: Dünya’daki metrobüs hatlarına ait maliyetlerin yüzdesel dağılımı.	85
Şekil 4.30: 1999 yılına ait bazı ABD eyaletlerinde araç-km başına düşen birim işletme maliyeti.	86
Şekil 4.31: 2011 yılına ait bazı dünya metrolarında gelirin gideri karşılama oranı.	87
Şekil 4.32: 2011 yılına ait dünyadaki bazı metrobüs sistemlerinde gelirin gideri karşılama oranı.	87

KENTİÇİ RAYLI SİSTEMLER VE METROBÜS İŞLETME MALİYETİ DEĞERLENDİRİLMESİ, İSTANBUL ÖRNEĞİ ÖZET

Toplu taşımacılık, kişisel araç kullanılmadan yapılan yolculuklar için kullanılan tüm ulaşım sistemlerine verilen genel addır. Bu taşıma sisteminde birden fazla yolcu taşınmakla, enerji tasarrufu yapılır. Toplu taşımacılık, şehir içi ve şehirlerarası olabilir. Toplu taşımacılık, genel olarak tren ve otobüs için kullanılsa da, havayolları, feribotlar ve dolmuşları da kapsamakta, halkın bir yerden başka bir yere ulaşımını sağlamayı amaçlamaktadır.

Kent içi toplu taşımaya ilk örnek 1829'da Londra'da hizmete açılan atlı otobüslerdir. Bu otobüsler şehrin ihtiyaçlarına göre 2 katlı ve 3 at tarafından çekilen aynı zamanda 20 yolcu kapasiteli otobüsler olarak tasarlandılar. Aynı tarihlerde Paris'te 14 yolcu kapasiteli atlı otobüsler kullanılmaya başlamıştır. 1832'de Newyork'ta ilk atlı tramvay seferleri başladı. Atlı tramvaylar Amerika'da Avrupa'ya göre daha yaygın bir şekilde kullanılmışlardır. Toplu taşımının yaygın hale gelmesi ekonominin daha iyi kullanılmasına ve şehir merkezlerinde çalışan nüfus için banliyölerin oluşturulmasına imkân vermiştir. Atlı tramvaylar atlı otobüslere göre daha düşük sürtünme direnci sağlamaktaydı. Böylece at gücü daha verimli kullanılabilirdi. Aynı zamanda yüksek yolcu kapasitesi ve konfor, küçük tekerlek, düşük taban, geniş gövde, düşük işletme giderleri gibi avantajları atlı tramvayların daha yaygın kullanılmasının başlıca nedenlerindendi. Siemens 1879 yılında ilk elektrikli tramvay prototipini geliştirdi ve 1881'de ilk elektrikli tramvay Berlin'de işletmeye alındı.

Yurdumuzda ise ilk olarak 3 Eylül 1872 yılında işletmesini Dersaadet Tramvay Şirketi'nin yaptığı atlı tramvay olarak başlayan Galata-Tophane-Kabataş-Beşiktaş-Ortaköy hattı toplu taşımaya örnek olarak açılmıştır. İstanbul'da otobüsle toplu ulaşım Beyazıt-Karaköy arasında dört adet Renault-Scania otobüsü ile 1926 yılında başladı.

Yurdumuzda sanayinin şehirlerde gelişmesiyle özellikle 1960'larda köylerden şehirlere başlayan nüfus göçü, şehirlerde yeni yerleşim planlarının yapılmasına ve buna paralel olarak da yeni ulaşım sistemlerinin kurulmasına neden olmuştur. Bu göç dalgası şehir nüfusunu hızla arttırmıştır. Şehir nüfusunun hızla artması ve ortaya çıkan ulaşım talebi insanların gidecekleri yere daha büyük kapasitedeki ulaşım araçlarıyla sevkedilmelerini gerektirmiştir. Daha önce de kullanılan düşük kapasiteli ve belirli bir sisteme tabi olmayan toplu taşımacılık, yüksek kapasitelerde ve bir sisteme oturtularak yapılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmanın ana amacı kent içi raylı sistemler ile metrobüs sisteminin işletme maliyetleri incelenmesidir. Çalışmada kentiçi raylı sistemler olarak T1 Bağcılar-Kabataş tramvay hattı, T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı, M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı, M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı ve M3 Kirazlı-Olimpiyat metro hattı ve M4 Kadıköy-Kartal metro hattı incelenmiştir. Metrobüs sistemi olarak ise İstanbul metrobüsü örneği fazlarıyla birlikte incelenmiştir. Çalışmada kentiçi raylı sistemlerle ilgili bilgiler için hatların işletmecisi olan İstanbul Ulaşım A.Ş.'den alınan maliyet tabloları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan metrobüs sistemi ile ilgili bilgiler ise hattın işletmecisi olan İ.E.T.T.'den alınmıştır. Bu tablolar işletme maliyetleri alt başlıklarına göre ve bazı kabuller yapılarak yeniden ayrıştırılıp düzenlenmiştir. Çalışmada kullanılan yolculuk bilgileri, araç kilometreleri, yapılan

bakım ve tüketilen elektrik miktarı gibi diğer veriler de İstanbul Ulaşım A.Ş.'nin ve İ.E.T.T'nin ilgili birimlerinden alınmıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci bölümünde İstanbul'daki toplu taşıma sistemleri genel olarak tanıtılıp, çalışma için incelenen hatlara ait bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmadaki maliyet analizinin nasıl yapılacağına dair metodoloji anlatılmıştır. Dördüncü bölümde İstanbul'daki toplu taşıma sistemi maliyetlerinin analizi üçüncü bölümde belirtilen metodolojiye göre yapılmıştır. Bu bölümde tanıtılan kentsel raylı sistemlerin maliyetleri enerji, personel, bakım-onarım, tesis, yönetim giderleri gibi alt başlıklar altında, İstanbul Ulaşım A.Ş.'den ve alt birimlerinden alınan maliyet tabloları incelenmiş, bu tablolara ve bu tablolardan elde edilen değerlere göre sistemlerin birim maliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca, bu bölümde metrobüse ait işletme maliyetleri'de İ.E.T.T.'den alınarak incelenmiş ve birim maliyet analizi yapılmıştır. Beşinci yani sonuç bölümünde ise, çalışma konusu kentsel raylı sistemlerde işletme maliyetlerinin karşılaştırılması yapılarak, sistemlerin işletme maliyetini azalmaya yönelik öneriler getirilmiştir.

OPERATING COST EVALUATION OF URBAN RAILWAYS AND BRT SYSTEMS, ISTANBUL CASE SUMMARY

In this study, operating cost of urban railways and BRT systems have been researched. T1 Bağcılar-Kabataş tramline, T4 Topkapı-Habibler tramline, M1 Aksaray-Airport light rail, M2 Şişhane-Hacıosman metro, M3 Kirazlı-Olimpiyat metro, M4 Kadıköy-Kartal metro have been evaluated as urban railways. As a BRT example, İstanbul BRT line have been studied with its phases. The operating result tables used for urban rail that taken from İstanbul Ulaşım A.Ş which is the operating firm of İstanbul urban railways. Operating information related with BRT system are derived from İ.E.T.T. which is the operating firm of İstanbul BRT system. Operating costs of these tables are separated and re-arranged by subtopics, and some assumptions are made. The information about travel information, vehicle mileage, maintenance, and the amount of electricity consumed that used in the study is derived from the related units of İstanbul Ulaşım A.Ş. and İ.E.T.T.

The study consists of five chapter. The first chapter is introduction. In the second chapter, mass transport modes in İstanbul are mentioned and information about the lines are operated in Istanbul is given. In the third chapter, methodology that is used in the study is represented and detailed in terms of comparison. In the fourth chapter, operating cost of Istanbul urban railways are evaluated and unit operating cost are calculated per each urban railway in the subtopic like energy, personnel, maintenance, repair, installation, and administrative expenses. Also, in this chapter, operating cost of BRT are taken from İ.E.T.T. and are evaluated and unit operating cost are calculated per each urban railway in the subtopic like energy, personnel, maintenance, repair, installation, and administrative expenses. Also in this chapter, comparison of BRT and urban railways among themselves and among the related systems in the worldwide is made. The comparison has three parts. First one is comparison is cost per passenger on each line. The second comparison is cost per vehicle-km. Third one is cost coverage ratio. All these comparison is studied between the same modes, among the modes in İstanbul and among the related modes in the worldwide. At the last chapter, conclusions are made and suggestions are made about the way of decreasing of urban transportation systems operating cost.

Urban transport systems must be fast, reliable, comfortable and have low operating cost. The main aim of the operating companies should be provided fast, reliable and comfortable transportation. Technology and operating condition that is more effective should be provided to reach this aim.

The study compares urban railways and bus rapid transit systems in İstanbul. Tram, light railway and metro are considered as urban railways. Comparison are made by means of operating cost. Cost per passenger, and cost per vehicle-km are taken as units.

All costs are taken from related operating companies and are compared and illustrated. Abroad urban rail system cost is taken as calculated from their respective sources.

When comparing operating costs, the cost are calculated in terms of rates that is written below the related tables. In 2011 occurred the sudden rise in the dollar exchange rate against Turkish liras. This cause the operating costs of the relevant year has been lower in rate of U.S. dollar.

T1 Kabataş-Bağcılar and T4 Topkapı-Habibler, which are tram lines in İstanbul is necessary to examine separately. Tram lines are usually operated single vehicle worldwide, but T1 are operated two combined vehicles and T4 are operated 3 combined vehicles. This situation increases the cost per vehicle-km.

Among the tramlines, T1 tramline is special. It has much more passenger transport volume when it is compared with the similar European tramlines. In fact, this volume is well over the passenger transport volume of subway system. Therefore, it is useful to keep T1 tramline separate from other tram systems. Cost per passenger of T1 is 0,49 \$ and cost per passenger of T4 is 0,88 \$ in 2012. Average cost per passenger in İstanbul is 0,68 \$ in 2012.

In London, the average cost per passenger for the tramlines is 1,48 \$ in 2000, in Montpellier the average cost per passenger for the tramlines is 0,74 \$ in 2008, in Vancouver the average cost per passenger for the tramlines is 0,51 \$ in 2009. In the light of this information, T1 has lower cost per passenger. On the other hand, T4 has the higher cost per passenger among the tramlines except London. Development level and gross national product of countries, passenger numbers of lines and age of lines are the factors that affect cost per passenger. The reasons that the average cost in İstanbul low among the others are lines is relatively new, the labor force is cheaper and more energy efficient technologies is used.

When M1 Aksaray-Airport light rail line compared the similar in the worldwide in terms of operational cost, it is almost same with examined light rail lines. Cost per vehicle-km is evaluated, M1 has 14,22 \$ cost per vehicle-km in 2012. The same value in 1999 is 7,67 \$ in Dallas, 7,18 \$ in Denver, 8,47 \$ in Los Angeles and 7,17 \$ in New York. For reliable evaluation of costs, inflation in the related cities should be taken into account. All the related cities is in U.S.A. and if inflation rate is taken 5% per year , the real value of costs per vehicle-km for the cities are around 14-15 \$.

When cost per passenger of subway systems in İstanbul are compared with the similar systems in the world, M2 has similar or even lower cost per passenger among examined cities. In M2 subway line, cost per passenger is 0,49 \$ in 2012. The same value is 0,19 \$ for Santiago, 0,34 \$ for Singapore, 0,61 \$ for Hong Kong, 0,49 \$ for Buenos Aires and 0,44 \$ for Seul in 2002. If inflation rate is considered 5% per year, M2 has lower cost per passenger than all Latin America countries except Santiago. In addition, M2 has higher cost per passenger than Far East countries like Seul. Cheaper labor force and relatively construction are the main reasons of this situation.

Except the urban railways, there are BRT systems for mass transport in the cities. Bus Rapid Transit (BRT) system is a rapidly spreading transportation system; which became popular among public transportation systems in the last 10 years. Aim of the system is to operate public transportation vehicles on a separated road allocated to them; so they are not affected by the usual traffic. By this means, public transportation is faster and the travel time is decreased. Also, by preferring high capacity, environmental friendly and faster public transportation vehicles, the performance and passenger comfort of BRT systems are increased. Today, some BRT systems approach to the light rail systems' capacity.

The BRT running way can be separated physically from the usual traffic flow or can be separated by road marking. This is the most effective component on the system cost. This component also affects the capacity and speed of the system. BRT running ways can be built next to highways, in the medians of arterial streets, in abandoned rail corridors, and in tunnels. The BRT running ways have separation level, road marking and lateral guiding characteristics. If separation level is increased, speed and safety of the system will increase. Road marking is used for separating the bus flow in BRT system from the general traffic flow. Additionally, lateral guiding controls the side-to-side movement of vehicles along the running way.

BRT system in Istanbul is operating between Söğütlüçeşme and Beylikdüzü stations. The system is 52 kilometers long and has 45 stations. In this system there are six lines: Line 34 operates between Avcılar and Zincirlikuyu, Line 34A between Cevizlibağ and Söğütlüçeşme, Line 34G between Beylikdüzü and Söğütlüçeşme, Line 34Z between Zincirlikuyu and Söğütlüçeşme, Line 34C between Beylikdüzü-Cevizlibağ, and Line 34B between Beylikdüzü-Avcılar. Avcılar, Edirnekapı, Zincirlikuyu and Söğütlüçeşme stations have terminal station function, as they are the starting points of the lines. The BRT system carried 700.000 passengers daily in December 2012. The system operates at capacity in the peak hours.

As compared to other BRT systems in the world, Istanbul BRT system is behind the systems in some cities, including Bogota, Curitiba, Jakarta and Guangzhou, regarding the system components. However, with an average commercial speed of 40 kph, it is one of the fastest systems in the world.

Istanbul BRT system's running way is separated from normal traffic flow with bollards and steel cables. Also, the BRT system has two lanes for each direction. There are 5 terminal stations: Beylikdüzü, Avcılar, Cevizlibağ, Zincirlikuyu and Söğütlüçeşme. The system has no crossing lanes, therefore, when a vehicle is broken down or an accident happens, whole system stops with long vehicle queues.

BRT system in Istanbul has 45 stations which are nearly 60 meter long and 4 meter width. Stations are in the middle of the system, so passengers have to use overpasses and underpasses for accessing the system. Overpasses' widths were not enough when the system began to operate. A number of re-designing and improvement of overpasses have been made while the system is operating. These inadequacies have affected the system's image negatively. Park-and-ride use (passengers who access the stations by own cars) is very low in the system.

Avcılar, Mecidiyeköy, Söğütluçeşme, Zincirlikuyu, Şirinevler, Edirnekapı and Sefaköy stations are being used mostly. Average distance between stations is 1210 meters which is higher than world average of 881 meter.

When cost per passenger of BRT system in İstanbul is compared with the similar systems in the world, Metrobüs has lower cost per passenger among examined cities. In Metrobüs line, cost per passenger is 0,50 \$ in 2012. The same value is 0,41 \$ for Denver, 0,34 \$ for Houston, 0,44 \$ for Minneapolis, 0,55 \$ for Pittsburgh, 0,57 \$ for Portland, and 0,44 \$ for San Diego in 2009.

1. GİRİŞ

Ulaşım sorunu ve ulaştırma problemleri, İstanbul gibi sanayileşmeden ötürü her yıl durmadan göç alan ve bu yüzden hem nüfusu artan hem de arazi kullanım alanı genişleyen şehirlerde yaşayan insanların günlük yaşamlarını en fazla etkileyen problemlerin başında gelmektedir. Belirli bölgelerde çözülemeyen trafik tıkanıklıkları, ulaştırma türleri arasındaki orantısız dağılım, şehir planlamalarındaki hatalar ve toplu taşıma sistemlerinin yetersizlikleri İstanbul'da yaşayan insanlarda maddi ve psikolojik kayıplara neden olmaktadır.

Ülkemizin en büyük şehri olan İstanbul'da nüfusun büyük bir kısmı ulaşım problemleri ile her gün yüzleşmektedir. Ulaşım problemlerinin en aza indirilmesi için İstanbul'un toplu taşıma sistemlerinde yapılan iyileştirmelerin yanında, toplu taşıma sistemlerinin şehir sakinleri tarafından daha fazla tercih edilir hale getirilmesi için çaba sarfedilmektedir. Bu anlamda, kentiçi ulaşım sistemlerinin entegrasyonu ve nüfus dağılımına göre vardiyalarının tanımlanması şehir sakinlerinin ulaşım problemlerini çözme adına atılabilecek en büyük adımlar olarak görülebilir.

Kentiçi ulaşım sistemlerinin başlıcaları raylı sistemler ve kendilerine ayrılmış yolları bulunan lastik tekerlekli otobüslerdir. Çalışmada anlatılan tüm teknik ve mali veriler ilgili raylı sistemler için işletmeci konumunda bulunan İstanbul Ulaşım A.Ş. ve ilgili lastik tekerlekli otobüsler için İ.E.T.T.'den alınmıştır.

Ülkemizde sadece İstanbul'da kullanılan ancak yurtdışında kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan hızlı otobüs sistemi olan ve çalışmadaki ismiyle metrobüs olarak anılacak sistem, sadece kendisine ayrılmış hat üzerinde işleyen, çoğunlukla kullanıcıların ücretini otobüse binmeden önce istasyonlarda ödediği otobüs hatlarıdır. Sistem olarak metrobüsün en önemli özelliği, işletildiği yoldaki diğer taşıtlar ve diğer toplu taşıma sistemleriyle herhangi bir kesişmesinin olmaması ve kendi doğrultusundaki diğer taşıtların kullandığı yolun koşullarından etkilenmeden hizmet verebilmesidir. Metrobüs, bir toplu taşıma sisteminin barındırması gereken bileşenleri birbirleriyle uyumlu bir şekilde bünyesinde toplayabilir. Bu bileşenleri,

seyir yolları, istasyonlar, taşıtlar, ücret toplama, hizmet ve işletim planları ve akıllı ulaştırma sistemleri ile ilişkiler olarak sıralayabiliriz.

Raylı sistemler, ulaşım türleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Şehirlerde raylı sistemlerin tercih edilme nedenleri arasında beklentileri karşılayabilmesi, çevreye duyarlı olması, ekonomik olması, yolculuk sürelerini azaltması, trafik sıkışıklığını ortadan kaldırması, diğer ulaşım türlerine göre daha konforlu olması gibi bazı özellikleri sayılabilir.

Ülkemizde, özellikle büyük şehirlerde artan nüfus yoğunluğu ve buna bağlı olarak trafik yoğunluğu, kent içi raylı sistemlere olan eğilimi artırmıştır. Son zamanlarda başta İstanbul olmak üzere Ankara, İzmir, Eskişehir, Konya, Kayseri, Adana, Gaziantep, Samsun gibi nüfus yoğunluğu fazla olan büyük şehirlerimizde raylı sistem projeleri tamamlanmış veya devam etmektedir. Şu anda birçok ilimiz raylı sistem yatırımı yapmak için proje ve fizibilite çalışmaları yapmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın ana amacı, kent içi raylı sistemler ile metrobüs sisteminin işletme maliyetleri incelenmesi ve karşılaştırılmasıdır. Çalışmada, kentiçi raylı sistemler olarak T1 Bağcılar-Kabataş tramvay hattı, T4 Topkapı Habibler tramvay hattı, M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı, M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı, M3 Kirazlı-Olimpiyatköy metro hattı ve M4 Kadıköy-Kartal metro hattı incelenmiştir. Metrobüs sistemi olarak ise İstanbul metrobüsü örneği fazlarıyla birlikte incelenmiştir. Çalışmada kentiçi raylı sistemlerle ilgili bilgiler için hatların işletmecisi olan İstanbul Ulaşım A.Ş.'den alınan maliyet tabloları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan metrobüs sistemi ile ilgili bilgiler ise, hattın işletmecisi olan İ.E.T.T.'den alınmıştır. Bu veriler işletme maliyetleri alt başlıklarına göre ve bazı kabuller yapılarak yeniden ayrıştırılıp düzenlenmiştir. Çalışmada kullanılan yolculuk bilgileri, araç kilometreleri, yapılan bakım ve tüketilen elektrik miktarı gibi diğer veriler de İstanbul Ulaşım A.Ş.'nin ilgili birimlerinden alınmıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın giriş bölümünü izleyen ikinci bölümünde İstanbul'daki toplu taşıma sistemleri incelenmiş ve çalışmada incelenen hatlara ait bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmadaki maliyet analizinin nasıl yapılacağına dair metodoloji anlatılmıştır. Dördüncü bölümde İstanbul'daki toplu

taşıma maliyetlerinin analizi üçüncü bölümde belirtilen metodolojiye göre yapılmıştır. Bu bölümde tanıtılan kentsel raylı sistemlerin maliyetleri enerji, personel, bakım-onarım, tesis, yönetim giderleri gibi alt başlıklar altında, İstanbul Ulaşım A.Ş.'den ve alt birimlerinden alınan maliyet tabloları incelenmiş, bu tablolara ve bu tablolardan elde edilen değerlere göre sistemlerin birim maliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca bu bölümde metrobüse ait işletme maliyetleri de İ.E.T.T.'den alınarak incelenmiş ve birim maliyet analizi yapılmıştır. Beşinci yani sonuç bölümünde ise çalışma konusu kentsel raylı sistemlerde işletme maliyetlerinin hesaplanmasına yönelik öneriler getirilmiştir.

2. İSTANBUL'DA TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİ

Şehirlerin gelişmesi ve büyümesi ile birlikte insanlar, ulaşım etkinliğini sağlayacak sistemlere ihtiyaç duymuştur. Bu sistemler çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Kent içi toplu taşıma sistemlerinin sınıflandırılmasında en belirgin özellik, sistemin kapasitesidir. Sistem yolculuk kapasitesi, yolun standardını, duraklar arası mesafeleri, kullanılacak araç türünü, hat güzergâhını ve güzergâhın uzunluğunu, üst yapı ve alt yapı yapım tekniklerini etkiler. Ayrıca güzergâhın geçtiği bölgelerin coğrafi ve sosyoekonomik durumu da sınıflandırmada belirgindir. Çizelge 2.1’de bahsedilen şartlara göre kent içi raylı sistemler sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2.1 : Farklı tür kategorilerinin özellikleri [1].

Tür Kategorisi	Yol kullanım kategorisi	Tür	Araç kontrol	Araç sayısı	Araç kapasitesi	Hat kapasitesi (x bin yolcu / sa)
Cadde	C	Trolleybüs	Sürücü/görsel	1	80-125	3-6
	C	Tramvay	Sürücü/görsel	1-3	100-300	10-20
Yarı hızlı ulaşım	B	Metrobüs (BRT)	Sürücü/görsel	1	80-180	6-24
	B	LRT	Sürücü/Sinyal	1-4	100-720	10-24
Hızlı ulaşım	A	Hafif metro (LRRT)	Sinyal/ATO	1-4	100-600	10-28
	A	Metro	Sinyal/ATO	4-10	720-2500	40-70
	A	Banliyö	Sinyal/ATO	1-10	150-1800	25-50

2.1 Tramvay

İlk atlı tramvay, New York’ta 1832 yılında, Harlem ile Manhattan arasında yolcu taşımak için açılmıştır. 1830’lu yıllarda New York ve New Orleans’ da yeni hatlar yapılmıştır. Yeni tramvay hatlarının ortaya çıkmasında 1850’li yıllara kadar bir boşluk yaşanmış ve daha sonra Boston, Baltimore, Chicago, Pittsburgh gibi birçok şehirde yayılmaya başlamıştır. Bunun en büyük nedeni: 1852 yılında oluklu rayın

gelişimi ve yol kaplamasına gömülü olması sayesinde trafikte engel oluşturmamasıdır.

Avrupa’da ilk defa Paris’te 1853 yılında atlı tramvay hattı açılmıştır; ancak 1860’lı yıllara kadar Avrupa’da tramvay gelişmemiştir. Daha sonra Londra(1861), St. Petersburg(1863), Berlin(1865), Viyana (1865) ve Budapeşte (1866) gibi şehirlerde atlı tramvay hatları açılmıştır. 1870’li yıllarda ucuz olması nedeniyle özellikle işçi kesiminin tercih ettiği tramvaylar, Avrupa’da çok hızlı gelişmiştir. Ancak Avrupa’ya göre, Amerika’da çok daha fazla kabul görmüş ve önemli caddelerin çoğunda kullanılmıştır [1]. Şekil 2.1’de İstanbul Taksim’deki nostaljik tramvay görülmektedir.



Şekil 2.1 : Taksim nostaljik tramvayı.

1920 ve 1930’lu yılların başında Amerika’daki özel otomobil firmalarının rekabeti tramvay işletmecilerine büyük bir darbe vurmuştur. Bunun yanında otomobil kaynaklı trafik sıkışıklığı durumunda karışık trafikte eski düşük ivmeli tramvaylar çekiciliğini kaybetmiştir. Sıkışık caddelerdeki işletmeyi iyileştirmek ve hat bakım maliyetlerinden kaçınmak için tramvay işletmecileri otobüs işletmesine yönelmiştir.

Birçok şehirde toplu taşıma için ayrı bir şerit uygulamak yerine karışık trafiği uygulamak daha çok benimsenmiştir. 1930’lu yıllarda tramvayların otobüs ve trolleybüs işletmesine dönüşümü büyük ölçüde başlamış ve 2.Dünya Savaşı’na kadar

devam etmiştir. 1940 yıllarda toplu taşımaya olan talep artmıştır. 1960'lı yıllara kadar Amerika'da çok az sayıda tramvay sistemi kalmıştır [1]. Şekil 2.2'de Amerika Ohio eyaletinde kullanılan nostaljik tramvay görülmektedir.



Şekil 2.2 : Ohio nostaljik tramvayı [1].

Ülkemizde kentiçi raylı sistemlerin gelişimi, 19. yüzyılın ilk çeyreğine kadar İstanbul'da ulaşım, yaya, at ve at arabaları ile gerçekleşmiştir. Osmanlı Devleti, 30 Ağustos 1869 'da Dersaadet Tramvay Şirketi ile yapılan bir mukavele ile İstanbul içinde insan ve eşya nakli için gerekli olan demiryolu inşaatlarını ve demiryolu üzerinde hayvan çekerli araba işletme hakkını 40 yıl süre ile bu firmaya vermiştir. 1870 yılında başlayan Dersaadet Tramvay Şirketi'nin yaptığı çalışmalarla,

- Temmuz 1872'de Azapkapısı-Galata-Beşiktaş-Ortaköy,
- Aralık 1872'de Eminönü-Divanyolu-Beyazıt-Aksaray,
- 1873 yılında Aksaray-Samatya-Yedikule,
- 1874 yılında Aksaray-Topkapı hatları tamamlanarak hizmete girmiştir.

İstanbul'da Şubat 1914'te elektrikli tramvay devri başlamıştır. 1928 yılında Üsküdar-Kısıklı hattı ile Anadolu yakasında ilk olarak tramvay kullanılmaya başlanmıştır. 1935 yılında tramvaylarla günde 314 bin yolcu taşınırken, 1950 yılında tramvay hatlarının toplam uzunluğu 130 kilometreye ulaşmıştır. 1948-1951 yılları arasında alınan Marshall yardımları karayolu taşımacılığına dönülmesine sebep olmuştur. 1956 yılında trolleybüslerin sefere konmaya başlanması ile ilk olarak Tünel-Maçka

hattı ile Topkapı ve Yedikule tarafındaki tramvay seferleri Beyazıt'a kadar iptal edilmiştir. 1961 yılına gelindiğinde ise, hızla artan lastik tekerlekli ulaşım vasıtalarına yol açabilmek adına Avrupa yakasındaki tramvay hatlarının tamamı, 1966 yılı içinde de Kadıköy yakasındaki tüm hatlar kaldırılmıştır [2].

İstanbul'un, dünyanın önemli şehirleriyle birlikte başladığı raylı sistemler yarışını 1966 yılında terk etmesi ve 1990'lı yıllara kadar da raylı sistemler üzerine herhangi bir çalışmanın yapılmaması, İstanbul'a çok değerli yıllar kaybettirmiştir. İstanbul ulaşımında bugün için toplu taşımanın payı pek çok dünya ülkesinden daha iyi durumdadır. İstanbul için asıl problem, toplu taşımada raylı sistem taşımacılığının yetersiz olmasıdır.

1990 yılının sonlarında Tünel-Taksim arasında tarihi tramvay tekrar işletmeye alınmış olup, Zeytinburnu-Kabataş arasında hizmet veren tramvay hattının, 1992 yılında Sirkeci-Aksaray-Topkapı bölümü, Mart 1994 tarihinde Topkapı-Zeytinburnu bölümü ve Nisan 1996 tarihinde Sirkeci-Eminönü bölümü hizmete açılmıştır [2].

2.1.1 T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı

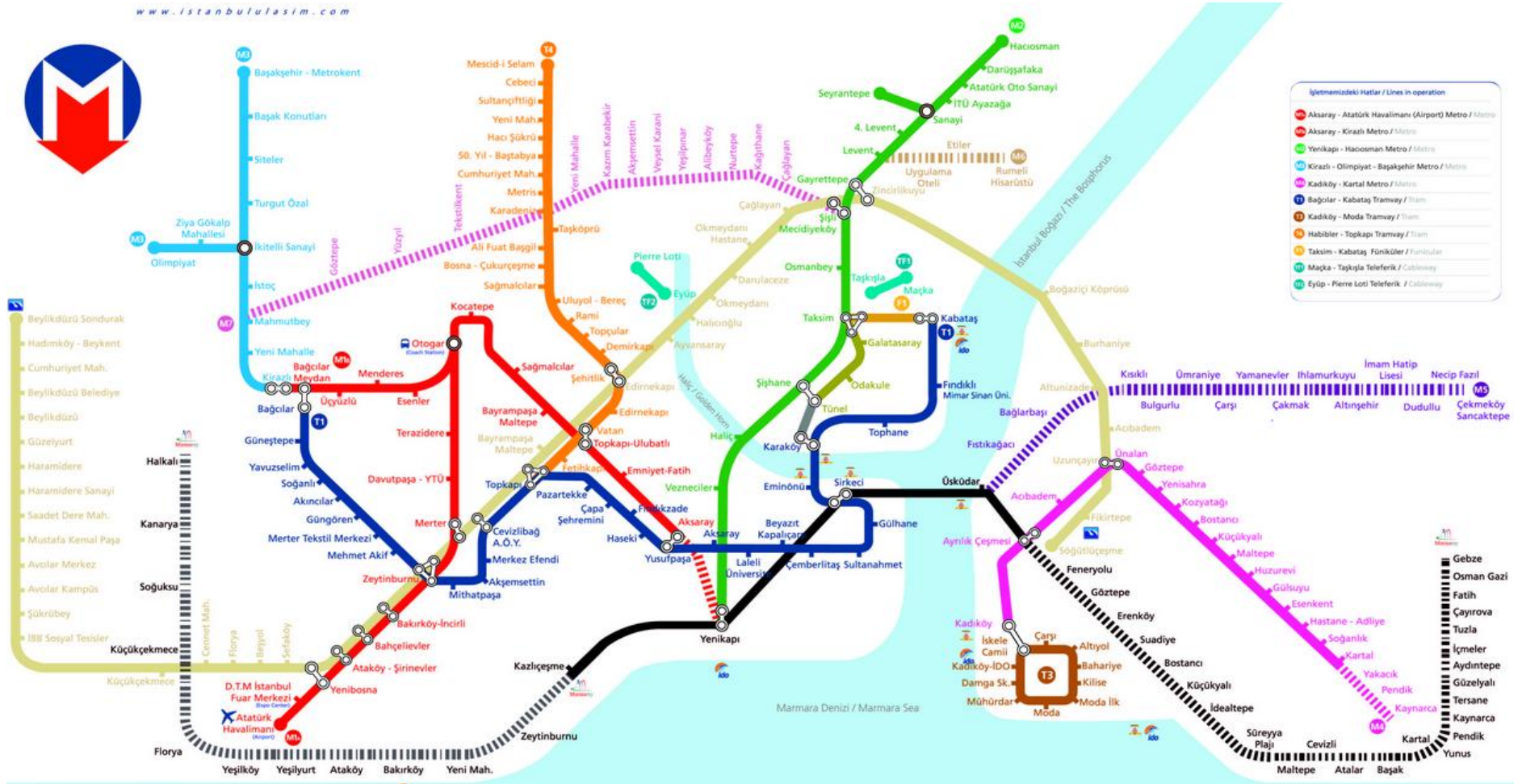
İlk bölümü olan Sirkeci-Aksaray arası 1992 yılında açılan hat, önce Topkapı ve Zeytinburnu'na daha sonra Eminönü' ne bağlanmış, son olarak 29 Haziran 2006 tarihinde Kabataş bağlantısı ile Taksim-Kabataş Fünikülerine dolayısı ile Taksim-4.Levent metrosuna bağlanarak 4.Levent' ten Havalimanı'na kesintisiz raylı ulaşım sağlanmıştır.

T1 Hattı 2006 yılında hizmete alınan T2 Zeytinburnu - Bağcılar hattı ile 3 Şubat 2011'de birleşerek Kabataş'tan Bağcılara kesintisiz ulaşım sanlanmış oldu.

İstasyonlar:

Kabataş, Fındıklı, Tophane, Karaköy, Eminönü, Sirkeci, Gülhane, Sultanahmet, Çemberlitaş, Beyazıt, Laleli, Aksaray, Yusufpaşa, Haseki, Fındıkzade, Çapa-Şehremini, Pazartekke, Topkapı, Cevizlibağ-A.Ö.Y, Merkez Efendi, Akşemsettin, Mithatpaşa, Zeytinburnu, Mehmet Akif, Merter Tekstil Sitesi, Güngören, Akıncılar, Soğanlı, Yavuz Selim, Güneştepe, Bağcılar

T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattında 1'i yer altında olmak üzere toplam 33 istasyon bulunmaktadır. Şekil 2.3'de İstanbul'daki raylı sistem hatlarına ait harita bulunmaktadır. Bu haritada T1 Kabataş-Bağcılar hattı lacivert renkle gösterilmiştir.



Çizelge 2.2 : T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı özet bilgileri[4].

T1 Kabataş-Bağcılar Tramvay Hattı	
Hizmete Açılış:	• Aksaray-Beyazıt: 13.06.1992 • Sirkeci-Beyazıt:10.07.1992 • Aksaray-Topkapı:29.10.1992 • Topkapı-Zeytinburnu:10.03.1994 • Eminönü-Sirkeci: 20.04.1996 • Eminönü-Fındıklı: 01.01.2005 • Fındıklı-Kabataş:01.06.2006 • Zeytinburnu-Bağcılar:15.09.2006(T2 Hattı) • T1-T2 Hatlarının Birleştirilmesi:3 Şubat 2011
İşletme Bilgileri:	• Hat Uzunluğu: 18,5 Km • İstasyon Sayısı : 31 • Vagon Sayısı: 92 • Vagon Sefer Süresi: 65 Dk • İşletme Saatleri: 06:00 / 00:00 • Günlük Yolcu Sayısı: 320.000 Yolcu • Günlük Sefer Sayısı: 295 Sefer Tek Yön • Sefer Sıklığı: Zirve saatte 2 dk

Yıllık taşınan yolcu oranında en yüksek orana sahip raylı sistem hattı olan T1 Bağcılar-Kabataş tramvay hattı 2010 yılında 85.576.995 yolcu taşımışken 2011 yılında 104.967.109 ve 2012 yılında 113.856.357 yolcu taşımıştır. Şekil 2.4'te T1 Bağcılar-Kabataş hattına ait Bombardier marka tramvay görülmektedir [4].



Şekil 2.4 : Bağcılar-Kabataş tramvay hattı.

2.1.2 T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı

17 Eylül 2007 tarihinde hizmete giren ve Şehitlik-Mescid-i Selam arasında hizmet veren T4 tramvayı, 18 Mart 2009 tarihinde Edirnekapı-Topkapı etabının hizmete alınmasıyla birlikte 15,3 km'lik hatta hizmet vermektedir. T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı 2010 yılında 30.274.165 yolcu taşımışken 2011 yılında 31.259.197 ve 2012 yılında 32.994.609 yolcu taşımıştır. T4 hattında 7'si yer altı olmak üzere toplam 22 istasyon bulunmaktadır.

T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı Şehitlik istasyonunda Avcılar-Söğütluçeşme Metrobüs hattıyla, Vatan istasyonunda M1 Aksaray-Havalimanı Metro hattıyla, Topkapı istasyonunda ise T1 Zeyirburnu-Kabataş Tramvay hattı ve Avcılar-Söğütluçeşme Metrobüs hattıyla entegre durumdadır.

İstasyonlar:

(Mescid-i Selam, Cebeci, Sultançifliği, Yeni Mahalle, Hacı Şükrü, 50.Yıl/Baştabya, Cumhuriyet Mah, Metris, Karadeniz, Taşköprü, Ali Fuat Başgil, Bosna/Çukurçeşme, Sağmalcılar, Uluyol/Bereç, Rami, Topçular, Demirkapı, Şehitlik, Edirnekapı, Vatan, Fetihkapı, Topkapı)

Çizelge 2.3 : T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı özet bilgileri [5].

T4	
Hizmete Açılış:	• 12 Eylül 2007 • Topkapı bağlantısı hizmete açılması: 18.03.2009
İşletme Bilgileri:	• Hat Uzunluğu: 15,3 Km • İstasyon Sayısı: 22 • Vagon Sayısı: 78 • Sefer Süresi: 42 Dk • İşletme Saatleri: 06:00 / 00:00 • Günlük Yolcu Sayısı: 95.000 Yolcu • Günlük Sefer Sayısı: 165 • Sefer Tek Yön Sefer Sıklığı: Zirve saatte 5 dk

- İstasyon Yapıları

Yüksek tabanlı tramvay araçlarının kullanıldığı hat Sultangazi, Gaziosmanpaşa, Bayrampaşa ve Eyüp ilçelerinin arasından geçmektedir. Saatte tek yönde 25.000 yolcu kapasitesi hesaplanan hattın istasyonları 3'lü dizi çalıştırılacak şekilde tasarlandı. Ayrıca özürlü ve yaşlı yolcuların erişimi için rampalar ile yer altı istasyonlarında asansör ve yürüyen merdivenler bulunmaktadır. Şekil 2.5'te T4 Topkapı-Habibler hattına ait Rottem marka tramvay görülmektedir [5].



Şekil 2.5 : Topkapı-Habibler tramvay hattı.

2.2 Hafif Metro

Hafif raylı sistemler, 19. yüzyılın sonunda, 20. yüzyılın başlarında inşa edilmeye başlanmıştır. Başlangıçta tek araç olarak faaliyet gösterirken, daha sonraları 2'li, 3'lü ve 4'lü dizilerle çalıştırılmaya başlanmıştır. Dizi şeklinde çalışma, uzun mesafeli demiryolu hatları yapılana kadar pek yaygınlaşmamıştır. Hafif metro sistemlerinin de tramvay gibi 1950'li yıllarda faaliyetlerine son verilmiştir.

Modern hafif metro teknolojisi Alman kökenlidir. II. Dünya Savaş'ından sonra Almanlar, raylı sistemlerine sahip çıkmış ve uygun olanları geliştirerek hafif metroya dönüştürmüşlerdir. Hafif raylı sistemler, Kuzey Amerika'da altın çağına Kanada'nın Edmonton ve Alberta şehirlerinin 1978 yılında Alman Siemens-Duewag U2 sistemini uygulamasıyla girmiştir. Bu şehirleri Calgary, San Diego ve California gibi diğerleri takip etmiştir. İngiltere 1980'lerde hafif raylı sisteme geçmeye başlamıştır [6].

Ülkemizdeki ilk hafif metro hattı, İstanbul'da Aksaray-Havaalanı arasında hizmet vermektedir. Hat kısım kısım işletmeye açılmış, ilk kısım olan Aksaray-Kartaltepe Mart 1989'da yolcu taşımaya başlamış, son kısmı Yenibosna -Havaalanı arası Aralık 2002'de hizmete girmiştir. İstanbul'dan başka, 1996'da Ankara'da ve 2002'de Bursa'da da hafif metro sistemleri hizmete açılmıştır. Bunların yanı sıra planlanmakta ve yapım aşamasında olan birçok hafif metro hattı mevcuttur. Şekil 2.6'da M1 Aksaray-Havalimanı hattına ait ABB marka trenler görülmektedir.



Şekil 2.6 : İstanbul hafif metro aracı.

2.2.1 M1 Aksaray - Atatürk Havalimanı hafif metro hattı

1989 yılından bu güne yolcu taşımaya devam eden Aksaray - Atatürk Havalimanı hafif metro hattı, hizmet verdiği bölge ve güzergâh üzerinde günlük ortalama 220.000 yolcu taşımaktadır. M1 hattında 2010 yılında 69.877.628 yolcu, 2011 yılında 71.105.930 yolcu ve 2012 yılında 76.083.303 yolcu taşınmıştır.

Hat Türkiye'deki ilk havalimanı bağlantısı bulunan raylı sistemidir. Bu özelliği sayesinde yerli ve yabancı turistler tarafından sıkça kullanılmaktadır.

İstasyonlar:

Aksaray, Emniyet/Fatih, Ulubatlı/Topkapı, Bayrampaşa-Maltepe, Sağmalcılar, Kartaltepe/Kocatepe, Otogar, Esenler, Terazidere, Davutpaşa/Yıldız Teknik Üniversitesi, Merter, Zeytinburnu, Bakırköy-İncirli, Bahçelievler, Ataköy/Şirinevler, Yenibosna, DTM/İstanbul Fuar Merkezi, Havalimanı)

İşletme Bilgileri:

İstasyon Yapıları:

Aksaray Atatürk-Havalimanı ana hat güzergâhında 17 istasyon, Otogar istasyonundan bağlantılı olarak Esenler istasyonu olmak üzere toplam 18 istasyon bulunmaktadır. 6 tanesi ortak kullanılan orta peron, 11 tanesi ikili peron, Otogar'da bulunan bir tanesi ise 3 hattın geçiş yapabildiği ikili ortak peron şeklinde inşa edilmiştir. Tüm istasyonlarda kapalı oturma alanları bulunmakla beraber, toplam 52 yürüyen merdiven ve 44 asansör bulunmaktadır. Şekil 2.7'de Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı görülmektedir [7].

6 Adet Tünel İstasyon: Aksaray, Emniyet-Fatih, Topkapı-Ulubatlı, Bakırköy-İncirli, Bahçelievler, Havalimanı

3 Adet Yerüstü Viyadük İstasyon: Davutpaşa, Merter, DTM-İstanbul Fuar Merkezi

9 Adet Yerüstü İstasyon: Bayrampaşa-Maltepe, Sağmalcılar, Kartaltepe-Kocatepe, Otogar, Esenler, Terazidere, Zeytinburnu, Ataköy-Şirinevler, Yenibosna

Çizelge 2.4 : M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı özet bilgileri [7].

M1	
Hizmete Açılış:	• Aksaray -Kartaltepe: 03.09.1989 • Esenler: 04.12.1989 • Otogar - Zeytinburnu: 31.01.1994 • Zeytinburnu - Bakırköy: 07.03.1994 • Bakırköy - Ataköy: 26.07.1995 • Ataköy - Yenibosna: 25.08.1995 • Bahçelievler: 15.01.1999 • DTM - CNR Expo - Havalimanı: 20.12.2002 • Yeni Esenler İstasyonu Açılışı: 22.02.2012
İşletme Bilgileri:	• Hat Uzunluğu: 19,6 Km. • İstasyon Sayısı: 18 • Vagon Sayısı: 85 • Sefer Süresi: 32 dakika • İşletme Saatleri: 06:00 / 00:00 • Günlük Yolcu Sayısı: 220.000 yolcu • Günlük Sefer Sayısı: 180 Tek Yön • Sefer Sıklığı: Zirve saatte 5 dakika



Şekil 2.7 : Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı.

2.3 Metro

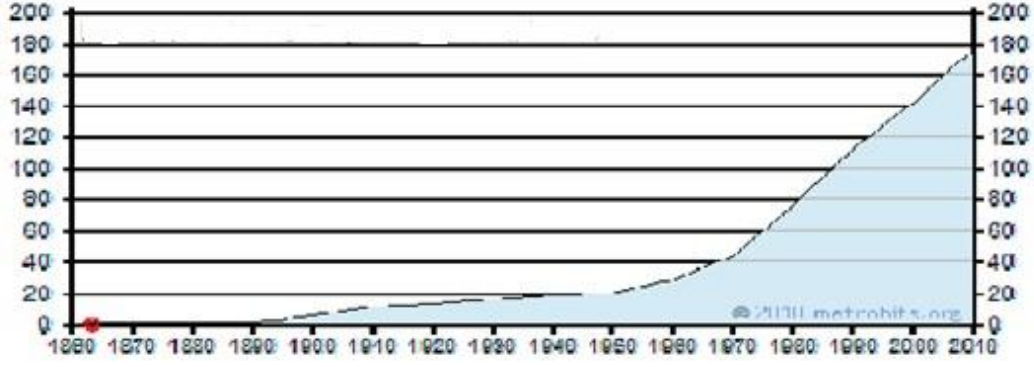
Dünyada ilk kez Londra’da, 1863 yılında 6 km uzunluğunda aç-kapa yöntemi ile inşa edilen Metropolitan metro hattı yapılmıştır. Özel ekipmanla duman emisyonu azaltan buharlı lokomotifle çekim yapılan hatta hava kalitesi ile ilgili şikâyetler olsa da hızlı servis sayesinde çok sayıda yolcuyu hatta çekmiştir. 1870 yılında, Thames nehrinin altında geçen metro hattında ilk defa tüp tünel sistemi kullanılmıştır. Daha sonra aynı şehirde 1890 yılında, çelik tüplerle inşa edilen 3.raydan beslenen elektrikli lokomotiflerin kullanıldığı bir metro hattı yapılmıştır. Metro sistemi, 1896 yılında, Budapeşte’de 1900 yılında Paris’te ve 1902 yılında Berlin’de açılmıştır.

Ülkemizde, Londra’dan sonra ikinci metro olan Karaköy Tüneli, yap-işlet modeli ile yapılarak, 1875 yılında işletmeye açılmıştır. İlk başta buharlı çekilen tramvay 1910 yılında elektrikli çekime geçmiştir. Çizelge 2.2’de kent içi raylı sistemlerin gelişiminde önemli yer teşkil eden kilometre taşları verilmiştir.

Çizelge 2.5 : Kent içi raylı sistemlerinin gelişiminde önemli kilometre taşları [2].

Yıl	Yer	Olay
1765	İngiltere	Buharlı Motorun İcadı (Watt)
1825	Stockton-Darlington İngiltere	İlk Demiryolu Hattı
1832	New York	İlk atla çekilen tramvay
1863	Londra	İlk metro
1881	Berlin	İlk elektrikli tramvay (Siemens)
1901	Wuppertal, Almanya	İlk başarılı monoray
1955	Cleveland	İlk kapsamlı park at-bin uygulaması (metro için)
1956	Paris	İlk lastik tekerlekli metro
1962	New York	İlk tam otomatik metro
1972	BART, San Francisco	İlk bilgisayar kontrollü metro
1990	Bremen	İlk %100 düşük tabanlı LRT aracı
1993- 2002	Lyon, Paris, Singapur	Tam otomatik metro
1990-	Batı Avrupa, ABD, Japonya, Singapur	ITS teknolojinin yaygın kullanımı

Ulaşım ağlarının entegrasyonu ve düzenlemeleri ile birlikte önemli gelişmeler sağlanmıştır. Çoğu büyük şehirde ilk başta bağımsız olan ulaşım ağları bölgesel otoritelerle arasındaki entegrasyon eğilimi, ulaşımı paralanma, trafik düzenlemeleri ile düzenleyen kurumların kurulmasını sağlamış ve şehirlerin yaşanabilirliği artmıştır. Düzenlemeler, bugün tüm ulaşım operatörleri arasında tam entegrasyonu sağlamış ve cadde trafiği, yaya, transit ulaşım arasındaki ilişkiyi iyileştirmiştir. Münih, Paris, Toronto gibi şehirlerde en iyi ulaşım ağı hizmetleri verilmektedir. Dünyada 1860 yılında gelişmeye başlayan metro sistemi 2010 yılında 180 adede ulaşmıştır. 1970 yılından sonra metro inşaatlarında artış süreci yaşanmıştır. Şekil 2.8’de dünyada yıl başına metro hatları sayısındaki artış verilmiştir.



Şekil 2.8 : Dünya metrolarının gelişimi [8].

Şekil 2.9’da İstanbul Metrosu diye tabir edilen ve İstanbul’daki ilk metro özelliğini taşıyan M2 Şişhane-Hacıosman metrosu ve M3 Başakşehir-Olimpiyaköt metrosu görülmektedir. M2 hattında Rottem marka araçlar kullanılırken, M3 hattında Alstom marka araçlar kullanılmaktadır.



Şekil 2.9 : Metro sistemi.

2.3.1 M2 Şişhane - Hacıosman metro hattı

Yapımına 1992 yılında başlanan ve Şişhane – Hacıosman arasında hizmet veren metro, 16 Eylül 2000 tarihinde hizmete girmiş olup günlük ortalama 230.000 yolcu taşımaktadır. Ayrıca ana hat üzerinde Sanayi Mahallesi istasyonundan Seyrantepe bağlantısı yer almaktadır. Şekil 2.10’da Rottem marka M2 hattında kullanılan trenler görülmektedir. M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı 2010 yılında 62.507.918 yolcu taşımışken, 2011 yılında 75.941.265 ve 2012 yılında 84.344.576 yolcu taşımıştır [9]. Şekil 2.10’da M2 Şişhane-Hacıosman hattına ait tren görülmektedir.

İstasyonlar :

Şişhane, Taksim, Osmanbey, şişli/Mecidiyeköy, Gayrettepe, Levent, 4.Levent, Sanayi Mahallesi, İTÜ Ayazağa, Atatürk Oto Sanayi, Darüşşafaka, Hacıosman Seyrantepe



şekil 2.10 : M2 şişhane-Hacıosman metrosu.

M2 hattı yerin 15 ilâ 30 metre derinliğinde yer almaktadır. 13 istasyonunun hizmet verdiği hatta peron boyları 180 metredir. Hatta işleyen araçlar üçüncü raydan 750 voltluk doğru akım olarak çalışmaktadır. Elektrik kesintisi olasılığına karşı acil durumda kullanılmak üzere hazırda bekletilen ve 3 saat süresince elektrik sağlayabilecek dizel jeneratör üniteleri bulunmaktadır. Bunların da arıza yapması olasılığına önlem olarak ve istasyon içi aydınlatma sistemlerinin kesintiler sırasında sürdürülmesini sağlamak amacıyla da kesintisiz güç kaynakları kullanılmaktadır. Hatta kullanılan raylar, S49 kalite ray çeliğinden yapılmıştır ve ray açıklıkları 1435 mm'dir. Araçların sarsıntıyı en az düzeyde hissettirmesi için raylar ve traversler elastik yataklar üstüne döşenmiştir. Ray altlarının düzgünleştirilmesi için, raylar altına 43.000 m³ beton dökülmüştür. Hat, 90 saniye sıklıkta bir araç kalkabilecek kapasitede tasarlanmıştır. Hatta günde tek yönde 225 sefer yapılmaktadır. Hatta kullanılan araçlar ise 3,05 metre genişliğinde, 21,6 metre uzunluğundadır.

Çizelge 2.6 : M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı özet bilgileri [9].

M2	
Hizmete Açılış:	• Temel Atma: 19.08. 1992 • Taksim - Şişli tünelleri birleştirmesi: 12.06.1994 • Şişli - 4.Levent tünelleri birleştirmesi: 8.07.1994 • Taksim - Şişli ve 4. Levent tünellerinin birleştirilmesi: 30.04.1995 • Araçların tünele indirilmesi: 11.01.1999 • İlk deneme seferlerinin başlatılması: 25.03.1999 • Taksim - 4. Levent arasının hizmete açılması: 16.09.2000 • Şişhane ve Atatürk oto sanayi bölümünün açılması: 31.01. 2009 • Darüşşafaka istasyonunun hizmete açılması: 02.09.2010 • Seyratepe istasyonunun hizmete açılması: 11.11.2010 • Hacıosman istasyonunun hizmete açılması: 29.04.2011
İşletme Bilgileri:	• Hat Uzunluğu: 16,5 Km • İstasyon Sayısı: 13 • Vagon Sayısı: 124 • Sefer Süresi: 27 dk • Günlük Yolcu Sayısı: 230.000 Yolcu • Günlük Sefer Sayısı: 225 Tek Yön • Sefer Sıklığı: Zirve saatte 4 dk

2.3.2 M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metro hattı

Yapımına 2006 yılında başlanan ve Başakşehir- Kirazlı–Olimpiyatköy arasında hizmet verecek olan metronun uzunluğu yaklaşık 16 km olup 11 istasyona sahiptir. Ayrıca Olimpiyatköy’de trenler için depo sahası ve atölye binası bulunmaktadır.

Kirazlı istasyonu, mevcut M1 Aksaray-Otogar-Havalimanı hattının devamı olarak yapılan Otogar-Kirazlı hattının ortak istasyonudur. Bu istasyonda yapılacak aktarma ile Başakşehir’den hattı kullanmaya başlayan yolcular Aksaray’a gidebileceklerdir. Şekil 2.11’de M3 Başakşehir-Olimpiyatköy hattına ait Alstom marka tren görülmektedir [10].



Şekil 2.11 : M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metrosu.

İstasyonlar:

Metrokent, Başak Konutları, Siteler, Turgut Özal, İkitelli Sanayi, Olimpiyat, Ziya Gökalp Mh, İstoç, Mahmutbey, Yeni Mahalle, Kirazlı

İstasyonlar 8’ li trenlere uygun olarak hazırlanmış 180 m.lik peronlara sahiptir. Mamutbey istasyonunda geceleme hattı (3. Hat), Olimpiyat istasyonunda 2 peron 3 hat, İkitelli Sanayi istasyonunda 2 peron 4 hat bulunmaktadır. Ziya Gökalp Mahallesi İstasyonu tünel istasyon olup diğer istasyonlar aç-kapa yöntemiyle inşaa edilmiştir. Tüneller çift tüp olup, Metrokent-Kirazlı arası TBM ile, İkitelli Sanayi-Olimpiyat arası NATM yöntemi ile açılmıştır. Başakşehir Metrosu'nda yaşanabilecek her türlü olumsuz duruma karşı senaryolar hazırlanmış ve bu senaryolarla ilgili simülasyonlar yapılarak çözüm planları hazırlanmıştır. İstasyonlarda bulunan kameralarla sistem

sürekli gözlemlenmekte ve kontrol edilmektedir. En son teknoloji ile inşaa edilen Başakşehir Metrosu'nda, interaktif (ortama göre kendini ayarlayabilen) bir yangın emniyet sistemi bulunmaktadır. Kullanılan tüm ekipmanlar yüksek derecede ısıya dayanıklı ve zehirli gaz çıkarmayan malzemelerden seçilmiştir. Yangın durumunda insanların güvenli olarak tahliye olması için ispatlanmış ve güvenilir bir duman kontrolü ve tahliye sistemi bulunmaktadır.

Çizelge 2.7 : M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metro hattı özet bilgileri [10].

M3	
Hizmete Açılış:	• Sözleşme Tarihi: Mayıs 2006 • Tünellerin Tamamlanması: Mart 2009 • Aracın ilk enerjili test sürüşü: Aralık 2010 • Hattın İ.E.T.T.'den İ.B.B'ye devri: Haziran 2011 • Sinyal sisteminin tüm hatta devreye alınması: Mart 2012 • Deneme seferlerinin başlatılması: Haziran 2012
İşletme Bilgileri:	• Hat Uzunluğu: 15,9 Km • İstasyon Sayısı: 11 • Vagon Sayısı: 80 • Sefer Süresi: 20 dk • İşletme Saatleri: 06:00/00:00 • Yolcu Taşıma kapasitesi: 70.000 Yolcu / saat • Minimum headway: 90 sn (teorik) 120 sn (pratik) • Sefer Sıklığı: Zirve saatte 5 dk • Kumanda merkezi: Metrokent istasyonunda • Hat voltajı: 1500 V DC • Sürüş modu: ATO

2.3.3 M4 Kadıköy-Kartal metro hattı

Yapımına 2008 yılında başlanan ve Kadıköy-Kartal arasında hizmet verecek olan metronun uzunluğu yaklaşık 22,7 km olup 16 yolcu istasyonuna sahiptir. Hat üzerinde Maltepe ve Huzurevi İstasyonları arasında ve anahattın sahil tarafında yer alan Maltepe depo sahası ve bakım atölyesi bulunmaktadır. Hattın tamamı, Maltepe depo sahası ve bakım atölyesi dahil yüzde yüz yer altındadır.

Keşif artışı ile birlikte Kaynarca'ya kadar tüneller TBM (tünel açma makinesi) ile açılmış olup, Kartal-Kaynarca ihalesi ile birlikte kalan inşaat ve elektromekanik işler yapılarak hattın uzunluğu 26,5 km'ye ve istasyon sayısı 19'a ulaşacaktır. Şekil 2.12'de M4 hattının açılış günü görülmektedir. Hat açıldığı tarihten 2012 yılının sonuna kadar 13.116.466 adet yolcu taşımıştır [11].



Şekil 2.12 : M4 Kadıköy-Kartal metrosu.

Aktarma İstasyonları:

- Kadıköy İstasyonu – Şehir Hatları ve İDO Hattı
- Kadıköy İstasyonu – Moda Nostaljik Tramvay Hattı
- Ayrılık Çeşme – Marmaray Hattı
- Ünalán İstasyonu – Metrobüs Hattı

Yolcu İstasyonları: Kadıköy, Ayrılıkçeşme, Acıbadem, Ünalın, Göztepe, Yenısahra, Kozyatağı, Bostancı, Küçükyalı, Maltepe, Huzurevi, Gülsuyu, Esenkent, Hastane/Adliye, Soğanlık, Kartal

Çizelge 2.8 : M4 Kadıköy-Kartal Metro hattı özet bilgileri [11].

M4	
Hizmete Açılış:	• İlk aşamada yolcuya açılacak istasyon sayısı: 15 (Ayrılıkçeşme İstasyonu Marmaray’la birlikte Ekim 2013’te açılacaktır)
İşletme Bilgileri:	• Hat Uzunluğu: 22,7 Km • Toplam İstasyon Sayısı: 16 • Vagon Sayısı: 144 (36 adet 4’lü tren) • Sefer Süresi: 29 dk • Tam tur süresi: 64 dk • Maksimum İşletme Hızı: 80 km/sa • İşletme Saatleri: 06:00 & 24:00 • Günlük Yolcu Taşıma kapasitesi: 70.000 Yolcu / saat (tasarım kapasitesi) • Minimum Sefer Sıklığı: 90 sn (teorik) 120 sn (pratik) • Sefer Sıklığı: Zirve saatte, 4 dk (başlangıçta uygulanacak sefer aralığı) • Kumanda Merkezi: Esenkent İstasyonu’nda • Hat Voltajı: 1500 V DC akım • Sürüş Modu: ATO

2.4 Metrobüs

Ülkemizde Metrobüs olarak adlandırılan sistem, uluslararası literatürde Bus Rapid Transit(BRT), yani Hızlı Otobüs Sistemi(HOS) olarakta adlandırılmaktadır. Bu çalışmada BRT veya HOS sistemi yerine Metrobüs Sistemi terimi kullanılacaktır.

Bugünkü adıyla “Metrobüs” sistemine benzer özellikler taşıyan “Tercihli Otobüs Yolu” uygulaması ülkemizde ilk olarak Ankara’da 22 Eylül 1978 tarihinde Kızılay – Dikimevi arasında başlatılmıştır. Normal trafik akışından ayrılarak EGO İdaresi’nin otobüslerine tahsis edilmiş olan bu uygulama, kentiçi ulaşımında belediye otobüslerinin seferlerini daha hızlı bir şekilde yapmalarını amaçlamaktaydı. Bu ayrılmış yol kesimini bir süre sonra Kızılay - Beşevler bölümü takip etti. Böylelikle Ankara, Dikimevi - Beşevler arasında uzanan bir “Tercihli Otobüs Yolu”na sahip oldu. Tercihli yol uygulaması ile yolculuk hızını 3 katına çıkarmak ve yılda, o günün rakamları ile akaryakıt, lastik ve işgücü gibi alanlarda 4 milyar lira tasarruf sağlanması hedeflenmiştir (Şekil 2.13) [12].

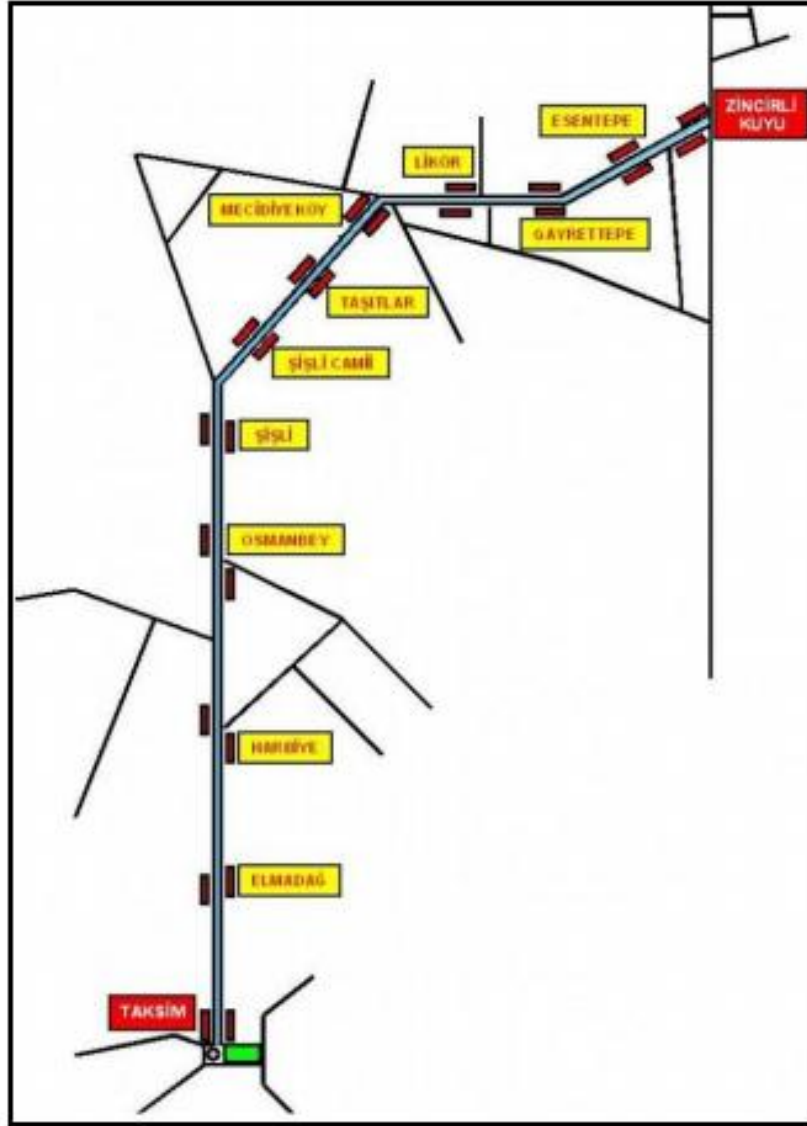


Şekil 2.13 : Ankara tercihli otobüs yolu.

Yol, Taksim Meydanı'nın önünden Cumhuriyet Caddesi'nin başladığı noktadan itibaren başlayarak, caddenin ortasında kendine ayrılan iki şeritli ve asıl trafikten

metal korkuluklarla ayrılmış özel yoluna girecek, Elmadağ ve Harbiye'ye kadar yer yer iki otobüs şeridinin arasında yer alan ağaçlıklı refüjün her iki tarafından devam edecek, Harbiye düğümünden sonra yolun sağına geçecek şekilde tasarlanmıştı (Şekil 2.14). Bunun nedeni, o dönemde bu noktadan itibaren Mecidiyeköy istikametine giden normal trafik akışının Valikonağı Caddesi'ni kullanmak zorunda olmasıydı.

Taksim – Zincirlikuyu tercihli yolu; Taksim - Harbiye, Harbiye - Osmanbey, Osmanbey - Şişli, Şişli - Mecidiyeköy ve Mecidiyeköy - Zincirlikuyu olarak bölümlendirildiğinde, beş ayrı bölümdeki İETT hatlarının adedi ve sıklığı oldukça değişkenlik göstermekteydi. Bu düğüm noktalarında, önemli sayıda İETT otobüs/trolleybüs hattı tercihli yola katılmaktaydı.



Şekil 2.14 : Taksim – Zincirlikuyu tercihli otobüs yolu.

Taksim'den başlayarak, Zincirlikuyu'ya kadar tercihli yolu izleyen hatların toplamı 23 olup, Taksim-Harbiye arasında karşılıklı 52, Osmanbey-Şişli arasında 45 ve Mecidiyeköy - Zincirlikuyu arasında ise 28 hatta inmekteydi. Bunun nedeni Mecidiyeköy'den itibaren çok sayıda hattın, yönlerini kuzeybatıya çevirerek, düğümden kopmasıydı [13]. Zamanla şehir nüfusunun hızlı artışı ve buna paralel olarak toplu taşıma hat sayısının da artması ile duraklarda uzun otobüs kuyrukları oluşmaya başlamıştır (Şekil 2.15). Taksim – Zincirlikuyu tercihli yolu Taksim – 4. Levent metrosunun hizmete girmesi ile kademeli olarak kullanımdan kaldırılmıştır.



Şekil 2.15 : Taksim – Zincirlikuyu tercihli otobüs yolu (mart 1984) [13].

İstanbul'da uygulanan ikinci “Tercihli Yol” çalışması, 1982 yılında hizmete giren Kadıköy-Altıyol arasındaki kısa mesafede uygulanmıştır. Kadıköy Yoğurtçu istikametinde ilerlemeleri gereken bütün İ.E.T.T. otobüsleri bu yolu kullanmaktadır. Dik sayılabilecek bir yokuştan ibaret olan ve Boğa Heykeli'nin yanında sona eren tercihli yolu, günümüzde Kadıköy-Bostancı seferi yapan dolmuşlar da kullanmaktadır.

Üçüncü “Tercihli Yol” denemesi 1990 yılında Aksaray-Topkapı arasında olmuştur. Aksaray'daki üstgeçidin hemen altından (Muratpaşa Camii'nin önünden) başlayan yol sırasıyla; Yusufpaşa – Fındıkzade – Çapa – Şehremini – Pazartekke - Topkapı ve

Cevizlibağ duraklarından sonra, Cevizlibağ E-5 katılımı başlangıcında sona ermekteydi. Tercihli yol, diğer trafik şeritlerinden beton blok bariyerlerle ve yer yer yeşillendirilmiş kenarlıklarla ayrılmıştı. İ.E.T.T. otobüslerinin 6 duraklık bu yol için ortalama yolculuk süresi 12-15 dakika olarak belirlenmişti. Bu yol, ilk ikisine göre daha modern sayılabilir. Durakların önünde otobüslerin geçici duracakları şeritler üzerleri pütürlü kare taşlarla döşenerek üzerlerine çapraz sarı bantlar atılmış, hepsi kapalı olan duraklar da yarım daire şeklinde kavuniçi renkli gölgeliklerle örtülmüştü. Bu yol da Aksaray-Sirkeci Cadde Tramvayı'nın Topkapı-Cevizlibağ'a uzatılması projesi kapsamında iptal edildi ve tercihli yol şeritlerine tramvay rayları döşendi.

İstanbul'da 1990'ların sonu ile tercihli yol uygulamaları kademeli olarak iptal edilirken bu yolların bulunduğu bölgeler normal trafiğin kullanımına açılmış veya raylı sistemlere terk edilmiştir. Yapılan raylı sistemlerin yeterli olmaması ve kentin doğu-batı doğrultusunda hızla büyümesi ile çok fazla trafik sıkışıklıklarına sahne olan D100 karayolunda düzenleme yapılması kararlaştırılmış ve günümüzde kullanılan "Metrobüs Sistemi" tasarlanmıştır.

2005 Aralık ayında hem metrobüs güzergâhı hem de D-100 karayolu düzenlemesi inşaatına başlanmıştır. Metrobüs güzergâhı için pilot bölge olarak Topkapı - Çobançeşme – Küçükçekmece güzergâhı düşünülmüştür. İşletmeye başlandığı ilk günlerde, 8 kilometrelik Topkapı – Çobançeşme istasyonları arasında işletilen hattın uzunluğu, kısa süre sonra 5,3 kilometrelik Küçükçekmece bağlantısının da eklenmesi ile 13,3 kilometreye uzamıştır. Sonrasında Avcılar bölgesinden gelen talepler ve İstanbul Üniversitesi Avcılar yerleşkesi düşünülerek hat Küçükçekmece'den Avcılar'a kadar uzatılmıştır. Bu bağlamda İstanbul Üniversitesi Avcılar Yerleşkesi'nden metrobüs hattında çalışacak otobüslerin dönüşü ve bakım – onarımı için yer alınmıştır. 12 Ekim 2007'de Metrobüs sistemi'nin Avcılar bağlantısı da işletmeye açılarak projenin 1. etabı tamamlanmıştır.

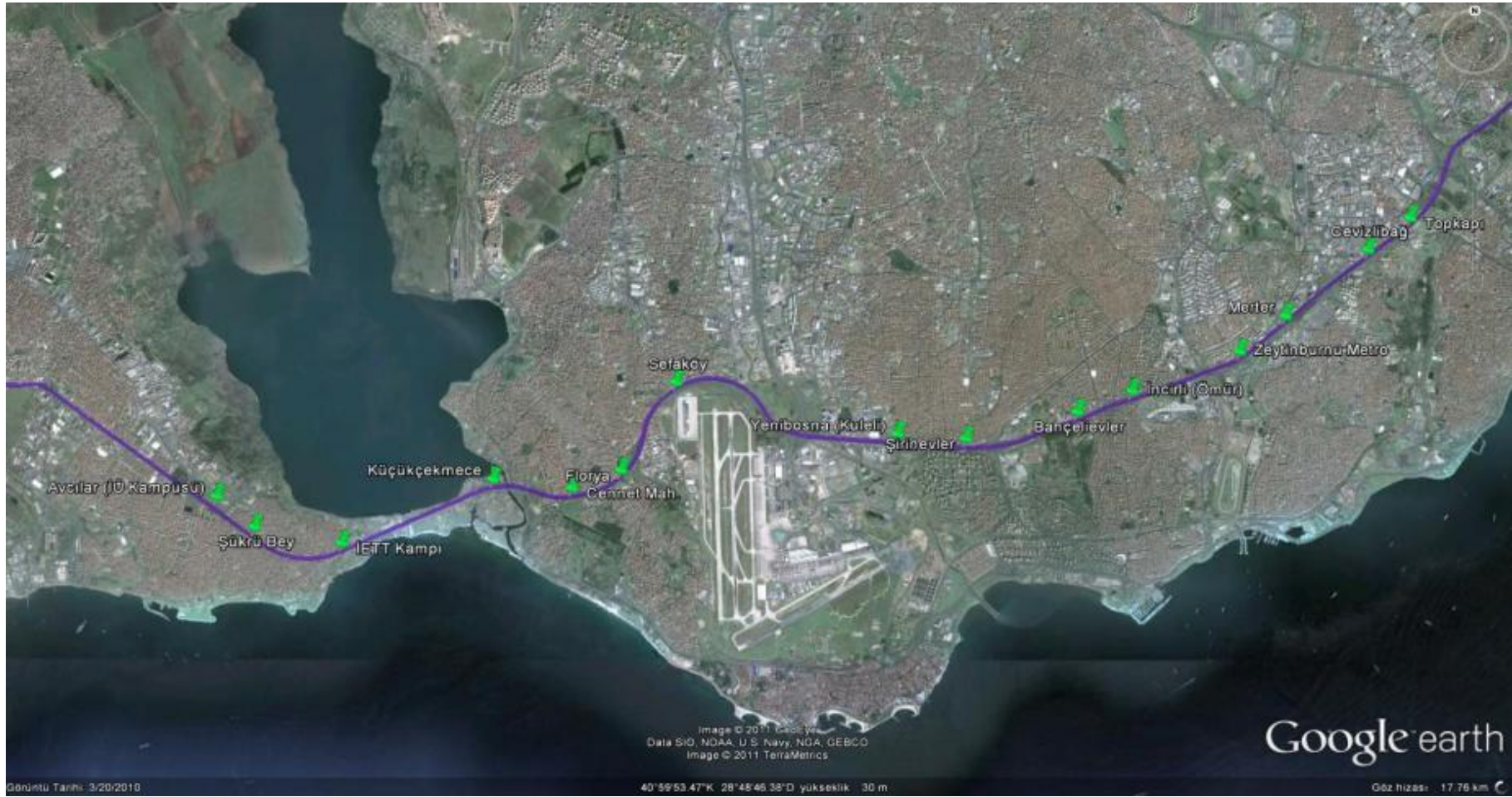
Metrobüs sisteminin 1. Etabının tamamlanması ile daha önce 65-70 dakika süren 18.3 kilometrelik mesafe 22 dakikaya indirilmiştir [14]. Metrobüs projesi ile D100 karayolunda, yolun ortasına 15 istasyon, Avcılar'da yol kenarı, Topkapı'da yol ortasında olmak üzere 2 dönüş rampası inşa edilmiştir (Şekil 2.16). Açıldığı tarihte 8 adet Mercedes Capacity ve 18 adet Mercedes Citaro olmak üzere 26 araç ile hizmete başlayan sistem, hattın yolcu talebinin artması ile 1 tanesi yedek olmak üzere 81 adet Mercedes CapaCity ile işletilmiştir [15].



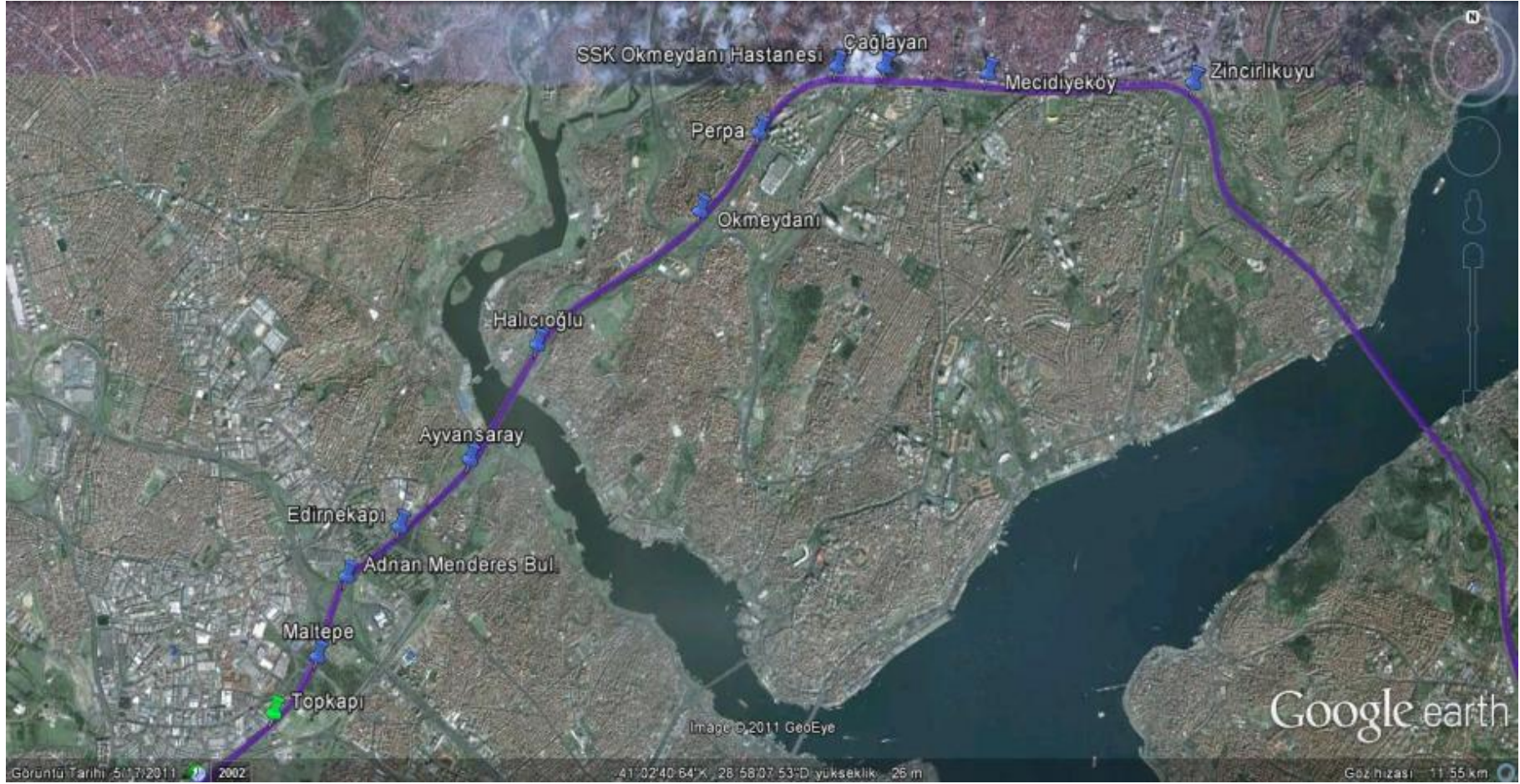
Şekil 2.16: Metrobüs Topkapı dönel kavşağı (17 Kasım 2007).

8 Eylül 2008’de işletmeye açılan 2. etabın uzunluğu, Topkapı – Mecidiyeköy arası 10 kilometre ve Mecidiyeköy – Zincirlikuyu arası 1,8 kilometre olmak üzere 11,8 kilometre olup, hattın toplam uzunluğu 30,1 kilometreye ulaşmıştır. 2. etap ile birlikte D-100 ve O-1 karayollarına 11 adet istasyon ve Zincirlikuyu bölgesinde yonca yaprağı şeklinde dönel kavşak, Edirnekapı ve Zincirlikuyu bölgelerinde Metrobüs taşıtları için park alanları inşa edilmiştir. Metrobüs sisteminin işletilmeye başlandığı günden itibaren en fazla yolcunun kullandığı Zincirlikuyu ve Mecidiyeköy istasyonları da yine 2. etap ile kullanıma açılmıştır [14].

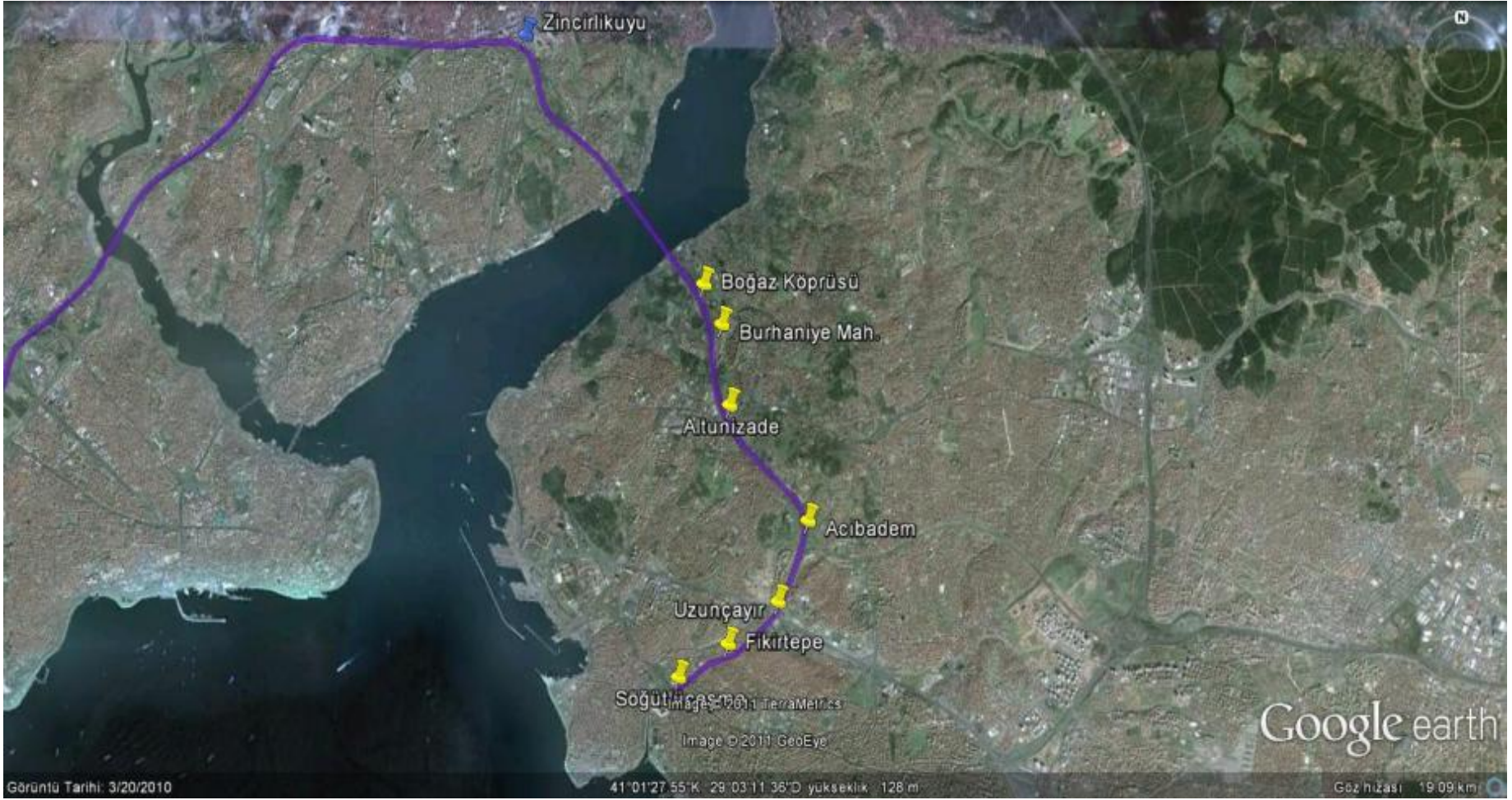
Metrobüs sisteminin 2. etabı ile daha önce yaklaşık 100-120 dakikada alınan Avcılar-Zincirlikuyu arası 50 dakikaya kadar inmiştir [16]. Ayrıca hatta paralel olarak çalışan İ.E.T.T. ve Ö.H.O. (Özel Halk Otobüsü) hatları ve minibüs hatları kademeli olarak azaltılarak işletmeden kaldırılmıştır. Bununla birlikte Metrobüs, Avcılar – Mecidiyeköy koridoru boyunca doğrusal olarak işleyen tek toplu taşıma sistemi olmuş, bu durum yolcu sayısını fazlasıyla arttırmıştır. Bu artışın yarattığı en büyük sıkıntılardan birisi olan istasyon geometrilerinin ve üst geçitlerin yetersizliği daha göze çarpar hale gelmiştir. Şekil 2.17, Şekil 2.18 ve Şekil 2.19’da metrobüs sistemi etapları gösterilmiştir.



Şekil 2.17 : İstanbul metrobüs sistemi 1. etap istasyonları.



Şekil 2.18 : İstanbul metrobüs sistemi 2. etap istasyonları.



Şekil 2.19 : İstanbul metrobüs sistemi 3. etap istasyonları.

Artan yolculuk talebini karşılayabilmek için 20 adet Phileas marka çift körüklü ve 31 adet CapaCity marka tek körüklü otobüs alınmış ve sistemde çalışan otobüs sayısı 205'e çıkarılmıştır [17]. İstanbul Metrobüs sisteminin 3. etabı 3 Mart 2009'da işletilmeye başlanan, 14 kilometre uzunluğa sahip Zincirlikuyu – Söğütlüçeşme bağlantısıdır ve bu etap ile Metrobüs sisteminin toplam uzunluğu 44,1 kilometreye ulaşmıştır. Ayrıca 3. Etap Metrobüs sistemini Boğaziçi köprüsünden geçirmiştir. Bu bağlantılar ile artan yolculuk sayısını karşılayabilmek için 2009 yılı boyunca 100 adet CapaCity ve 35 adet Phileas marka körüklü otobüs alınmıştır.

Sistem öncesinde yaklaşık 40 dakika süren Zincirlikuyu – Söğütlüçeşme arası normal saatlerde 20 dakikaya zirve saatlerde 30 dakikaya düşmüştür. Bunun yanında istasyonlar ve üstgeçitlerdeki yetersizlikler devam etmiş (Şekil 2.20), özellikle ilk istasyonlarda otobüslerin dolu olarak hareket etmesi nedeniyle ara istasyonlarda otobüslere binmek zorlaşmıştır [18].

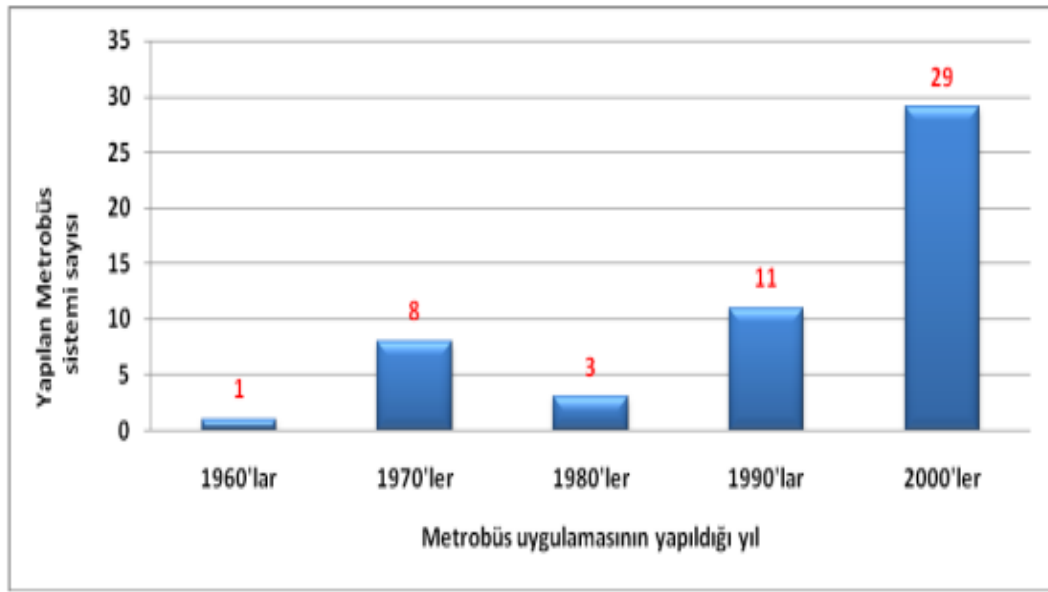


Şekil 2.20: Söğütlüçeşme metrobüs istasyonu (15 nisan 2009).

Son etap olan Avcılar-Beylikdüzü hattı 10 km olup 2012 yılında hizmete açılmıştır. 52 km'lik Beylikdüzü-Söğütlüçeşme metrobüs güzergahında 45 istasyonda 410 araç

3.600 sefer yaparak günde 750.000 yolculuk gerçekleştirilmektedir. Sabah ve akşam zirve saatlerdeki sefer sıklığı 20-25 sn iken ara saatlerde 45-60 sn olmaktadır. Gece hattı sefer sıklığı ise 30 dk'dır. 40 km/saat ticari hızı ile Dünya'daki en hızlı metrobüs sistemi olarak hizmet vermektedir [16].

Metrobüs uygulamaları 20. yüzyılın son çeyreğiyle beraber dünyanın çeşitli ülkelerinde kullanılmaya başlanmıştır. 2000'li yıllar ile şehirlerdeki Metrobüs uygulamalarında artış gözlemlenmiştir. Bu durumun meydana gelmesinde en çok başarılı Metrobüs sistemi örneklerinin ortaya çıkmasının etkili olduğunu söylenebilir. (Şekil 2.21) [19].



Şekil 2.21 : Dünyadaki Metrobüs Sistemi Adetlerinin Yıllara Göre Dağılımı [19].

İstanbul Metrobüs sistemi 24 saat hizmet vermektedir. Sistem dahilinde 34 hat numaralı Avcılar-Zincirlikuyu hattı, 34A hat numaralı Edirnekapı-Söğütlüçeşme hattı, 34G hat numaralı Avcılar-Söğütlüçeşme hattı, 34Z hat numaralı Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme hattı, 34 C hat numaralı Beylikdüzü-Cevizlibağ hattı ve 34 B hat numaralı Beylikdüzü-Avcılar hattı olmak üzere 6 otobüs hattı işletilmektedir [20]. Yolcu sayısı olarak metrobüs sistemi 2010 yılında 160.723.513 yolcu, 2011 yılında 173.076.087 yolcu, 2012 yılında ise 183.422.464 yolcu taşımıştır [16]. Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4'de sırasıyla metrobüs sisteminin açılmasıyla iptal edilen ve güzergahı değiştirilen hatlar görülmektedir.

Çizelge 2.9: Metrobüs sistemi ile iptal edilen hatlar [14].

HAT NO	HAT ADI	TARİFE	FİYAT (TL)	HAT TİPİ	Sefer Süresi (Gidiş-Dönüş)	Hat Uzunluğu (Gidiş-Dönüş)	Sefer Sayısı	Sefer Aralığı (dk)	Taşıt Sayısı					
									Normal	Körüklü	Katlı	Toplam	ÖHO	Genel Toplam
76T	Cihangir Mah.-Avcılar-Taksim(Çift Katlı)	2 Tam Biletli	3,50	Katlıbus	150	64,15	20	30			5	5		5
85G	Güngören - Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	Normal	130	38	38	21	6			6		6
85M	Yenibosna Metro-Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	Normal	90	35	122	3	15	1		16	9	25
141	Cihangir Mah. - Avcılar - Yenibosna Metro	Tek Biletli	1,75	Normal	100	37	73	11	3	6		9		9
E-50	Ataköy-Taksim	2 Tam Biletli	3,50	Ekspres	100	38	6	50	2			2		2
E-51	Yeşilköy-Taksim	2 Tam Biletli	3,50	Ekspres	100	42	6	50	2			2		2
E-52	Florya-Taksim	2 Tam Biletli	3,50	Ekspres	100	52	4	50	2			2		2
E-53	Bakırköy-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	Ekspres	90	36	6	45	2			2		2
E-54	Basın Sitesi-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	Ekspres	100	32	12	33	3			3		3
E-55	İ.Marmara Evleri-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	Ekspres	100	86	6	50	2			2		2
120	Kadıköy-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	İ.Boğazgeç	115	21	48	19	6			6		6
129	Altunizade-Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	İ.Boğazgeç	50	15	125	3	7	6		13		13
341T	Sarıyer - Topkapı	Tek Biletli	1,75	Normal	180	68		18					10	10
75C	Davutpaşa - Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	Normal	115	18	35	16	5			5	2	7
127	Kadıköy-Topkapı	2 Tam Biletli	3,50	İ.Boğazgeç	150	49	72	12	12			12		12
128	Üstbostancı-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	İ.Boğazgeç	155	41	69	8	12			12	7	19
78	Avcılar-Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	Normal	80	30	21	13	4	2		6		6
145M	Beylikdüzü – Mecidiyeköy (Ç.Katlı)	2 Tam Biletli	3,50	Katlıbus	160	87	16	13	1		3	4	8	12
												107	36	143

Çizelge 2.10: Metrobüs sistemi ile güzergâhı kısaltılan hatlar [14].

Uygulama Öncesi							Uygulama Sonrası						
HAT NO	Hattın Adı	Hat Uzunluğu Km	Araç Adedi			Fiyat (TL)	Hat No	Hattın Adı	Hat Uzunluğu Km	Araç Adedi			Fiyat (TL)
			İETT	ÖHO	TOP.					İETT	ÖHO	TOP.	
85	Bakırköy-Mecidiyeköy	16	9	9	18	1,75	85	Bakırköy-İncirli	3	4	4	8	1,75
85A	Merter Siteleri - Mecidiyeköy	29	10	4	14	1,75	85A	Serinyayla-Merter Sit- Cevizlibağ	15	2		2	1,75
85B	Basınsitesi - Mecidiyeköy	15	8	6	14	1,75	85B	Basınsitesi - İncirli	3	4	2	6	1,75
85G	Güngören - Mecidiyeköy	19	6		6	1,75	85G	Güngören -İncirli	5	4		4	1,75
143	K.Çekmece - Z.Burnu Metro	17	4		4	1,75	143	K.Çekmece - Cennet Mah.	11	4		4	1,75
41AT	Ayazağa-Mecidiyeköy-Cevizlibağ	23	12	6	18	1,75	41AT	Ayazağa-Mecidiyeköy	11	8	4	12	1,75
142	Boğazköy Mah.- Y.Bosna	28	5		5	1,75	142	Boğazköy Mah.-Avcılar Metrobüs	14	5		5	1,75
142A	Esenyurt-Yenibosna Metro	26	5		5	1,75	142A	Esenyurt-Avcılar Metrobüs	12	3		3	1,75
142F	Yeşilkent- Y.Bosna Metro	24	5		5	1,75	142F	Yeşilkent-Avcılar Metrobüs	10	4		4	1,75
HT18	Hadımköy- Yenibosna Metro	40	4		4	1,75	HT18	Hadımköy-Avcılar Metrobüs	29	4		4	1,75
HT28	Beylikdüzü-Yenibosnametro	27	4	3	7	1,75	HT28	Beylikdüzü-Avcılar Metrobüs	13	4		4	1,75
Toplam		262	72	28	100		Toplam		125	46	10	56	

2.4.1 34 Avcılar-Zincirlikuyu

Hat 05.00 ile 00.50 saatleri arasında işletilmekte ve gece saatlerinde işletilmemektedir. Hattın gidiş-dönüş sefer süresi 110 dakikadır ve 26 istasyona sahiptir. Bu süre veri alınarak ve hattın sabah zirvesi saatleri (06.00 – 10.00) boyunca işletilme sıklığına bakıldığında, Avcılar'dan kalkan bir otobüsün tekrar Avcılar'a dönene kadar aynı istasyondan 200 otobüs kalktığı görülmektedir. Bu nedenle 34 numaralı Avcılar-Zincirlikuyu hattı en fazla otobüs işletilen metrobüs hattı olmaktadır. Hat toplam 30 km uzunluğa sahiptir [18].

2.4.2 34 A Cevizlibağ-Söğütlüçeşme

Metrobüs'ün Anadolu yakasına geçmesi ile birlikte işletilmeye başlanmıştır. Hattın gidiş-dönüş sefer süresi 90 dakikadır ve 19 istasyona sahiptir. Hatta çalışan otobüslerin Cevizlibağ istasyonunda yolcusunu bıraktıktan sonra dönüş için bölgede bulunan alt geçide giderken, istasyonda bekleyen diğer otobüsleri beklemek zorunda olması ve hat otobüslerinin Boğaziçi Köprüsü'nü geçerken normal trafiğe dahil olması hattın verimliliğini düşürmektedir. Sabah zirve saatlerde yaklaşık 75 otobüs hatta kullanılmaktadır. Hat toplam 22 km uzunluğundadır. [18].

2.4.3 34 C Beylikdüzü-Cevizlibağ

Hat uzunluğu 29 km'dir. Sefer süresi gidiş dönüş olmak üzere toplam 100 dk'dır. Toplam istasyon sayısı 26'dır. Özellikle hattın Beylikdüzü'ne uzaması sonucu yoğun olarak kullanılmaya başlayan bir hattır. Temel aktarma istasyonlarından biri olan Cevizlibağ istasyonunun yükünü oldukça azaltan bir hattır [18].

2.4.4 34 B Beylikdüzü-Avcılar

Hat uzunluğu 10 km'dir. Sefer süresi gidiş-dönüş olmak üzere toplam 40 dk'dır. Toplam istasyon sayısı 12'dir. Bu istasyonlar; Beylikdüzü Sondurak-Hadımköy-Cumhuriyet Mah.-Beylikdüzü Belediye-Beylikdüzü-Güzelyurt-Haramidere-Haramidere Sanayi-Saadetdere Mah.-Mustafa Kemal Paşa-Avcılar Merkez-Avcılar Kampüs olarak sayılabilir. Şekil 2.22'de metrobüs sisteminde işletilen hatlar verilmiştir [18].

2.4.5 34 G Avcılar-Söğütluçeşme

Zirve saatler dışında 01.00-06.11 ve 10.00-13.44 saatleri arasında işletilen Metrobüs sistemindeki 33 istasyonun tamamını kullanan tek Metrobüs hattıdır. Hattın gidiş-dönüş sefer süresi 230 dakikadır. Hat zirve saatlerde işletilmediği için bu saatlerdeki yoğunluktan etkilenmez [18].

2.4.6 34 Z Zincirlikuyu-Söğütluçeşme

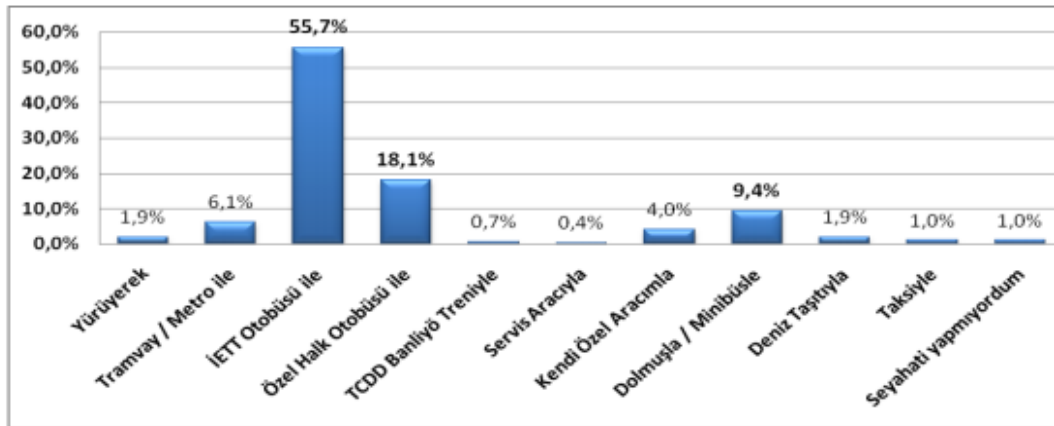
Metrobüs kullanıcılarının, Boğaz geçişi için aktarma yaptıkları metrobüs hattıdır. Hat 05:35-01:30 arasında yaklaşık 20 saat boyunca işletilmektedir. Hatta sabah saatlerinde yaklaşık 25 otobüs işletilmekte olup, hattın gidiş-dönüş sefer süresi 50 dakikadır. 8 istasyona sahip olan 34Z hattı en az istasyona sahip metrobüs hatlarından biridir. Bu nedenle istasyonlarda bekleme süreleri nedeniyle kaybedilen zamanı azaltıp hattın verimliliğini yükseltmektedir. Ancak, sabah saatlerinde Anadolu yakasından Zincirlikuyu istasyonuna gelen yolcuların bu istasyonda sisteme giriş - çıkış yapmaları zaman kaybına neden olmaktadır. Ayrıca araçların Boğaziçi Köprüsü'nden geçerken normal trafiğe katılması da sefer süresinin artmasına ve değişkenlik göstermesine neden olmaktadır [18].

Metrobüs'ün işletildiği bölgelerde yaşayanların ulaşım tercihleri üzerindeki etkisi ise sınırlıdır. Metrobüs kullanıcıları arasında yapılan araştırmaya göre Metrobüs yolcularının % 83'ünü daha önce aynı yolculukları İETT, ÖHO ve Minibüs ve dolmuşlarla yapan yolcular oluşturmaktadır. Söz konusu toplu taşıma araçlarının metrobüs ile işletmeden kaldırıldığını da eklediğimizde, bu kullanıcıların tercihlerinde Metrobüs ile toplu taşıma kültüründen kopmadıkları söylenebilir. Özel aracını bırakıp Metrobüs'ü tercih edenlerin oranı ise % 4 olmuştur [21].

Metrobüs kullanıcılarının yaklaşık %72'si Metrobüs'ü tercih etmesinin gerekçesi olarak Metrobüs sisteminin hızlı olması ve trafik tıkanıklıklarından etkilenmemesi olduğunu söylerken %10'u ise mecburiyetten dolayı sistemi tercih ettiğini belirtmiştir. Metrobüsü tercih eden kullanıcıların %54,2'si ev-iş ve ev-okul yolculuğu yapmaktadır [21]. Şekil 2.22'de metrobüs sisteminde işletilen hatlar gösterilmektedir.



Kullanıcıların Metrobüs'e ulaşmak için ve Metrobüs'ten ayrıldıktan sonra gidecekleri yere ulaşmaları ortalama 32,5 dakika sürmektedir. Metrobüs'te harcanan zamanın 25 dakika olduğu kabul edilirse, kullanıcıların yolculuğa başladıkları nokta ile yolculuğu bitirdikleri nokta arasında yaklaşık 1 saat (57,5 dakika) harcadıkları söylenebilir. Aynı şekilde Metrobüs kullanıcılarının %29,1'i her gün, %25,3'ü ise hafta içi günleri Metrobüs'ü kullanmakta olup, kullanıcıların toplamda %54,4'ü hafta içi günleri Metrobüs'ü kullanmaktadır [21]. Şekil 2.23'de Metrobüs inşa edilmeden önce aynı ulaşım koridorundaki yolculuk şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 2.23: Metrobüs inşa öncesi aynı ulaşım koridorundaki yolculuk şekilleri [21].

Çizelge 2.5'de metrobüs sisteminin kazanımları verilmiştir. En çarpıcı kazanımlardan biri zaman kazanımıdır. Metrobüs sisteminin kullanımıyla günlük 132 dk/yolcu, yıllık 34 gün/yolcu zaman kazanımı yapılmaktadır [16].

Çizelge 2.11 : Metrobüs sisteminin kazanımları [16].

METROBÜS SİSTEMİ KAZANIMLAR	
Hat Kazanımları	18 hat iptal edildi
	11 hat kısaltıldı
Araç ve Yakıt Tasarrufu	133 İETT
	76 ÖHO
	1.296 minibüs
	242 ton fuel
Çevresel Kazanım	80.000 araç trafikten çekildi
	Günlük 623 ton CO ²
Zaman Kazanımı	Günlük 132 dk/yolcu
	Yıllık 34 gün/yolcu

3. METODOLOJİ

Çalışmada işletme maliyeti analizleri yapılırken üç tip analiz yöntemi kullanılacaktır. Bu analiz yöntemleri ulaşım türlerinin kendi içinde, ulaşım türlerinin kendi aralarında ve ulaşım türlerinin dünyadaki benzer sistemleri ile karşılaştırılmalarından oluşacaktır.

3.1 Bir Tür İçin Analiz

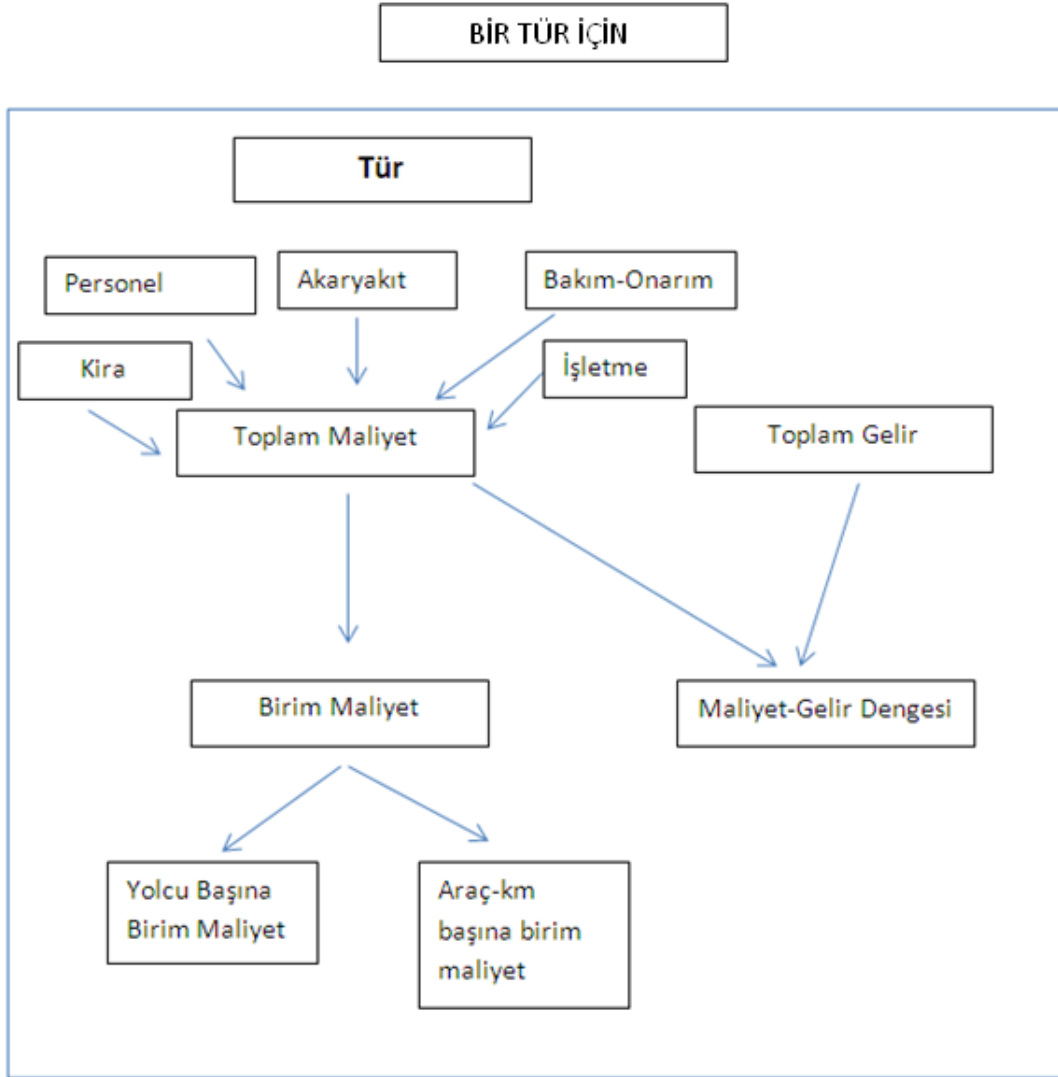
Herhangi bir tür için yapılacak işletme maliyeti analizinde toplam maliyet ve bu toplam maliyeti oluşturan kalemler irdelenecektir. Toplam maliyet hesaplaması yapılırken 2010, 2011 ve 2012 yılları gözönüne alınacaktır. Toplam maliyet üzerinden 2. bölümde verilen yolcu sayıları ve araç-km'ler gözönünde bulundurularak 2010, 2011 ve 2012 yılına ait yolcu başına birim maliyet ve araç-km başına birim maliyet çıkarılacaktır. Analiz yapılacak diğer bir olgu ise, belirtilen yıllar içerisinde ulaştırma türünün sahip olduğu toplam maliyet ile yine aynı ulaştırma türünün gelirleri kıyaslanarak gelirin gideri karşılama oranı hesaplanacaktır.

3.2 Türler Arası Analiz

Türler arası analiz yapılırken bir tür için ayrı ayrı hesaplanmış 2010, 2011, 2012 yıllarına ait yolcu başına birim maliyet, araç-km başına birim maliyet ve gelirin gideri karşılama oranı karşılaştırılacaktır. Bu karşılaştırma neticesinde türler arası işletme maliyetleri ve gelirin gideri karşılama oranları karşılaştırılmış olacak, böylece hangi türün incelenen işletme maliyeti türüne ve gelirin gideri karşılama oranına göre diğer türlerden daha avantajlı olduğu ortaya konulacaktır.

Şekil 3.1'de türü karşılaştırmada kullanılacak metodoloji diyagramı, Şekil 3.2'de türler arası karşılaştırmada kullanılacak metodoloji diyagramı ve Şekil 3.3'de türlerin

dünyadaki benzeleriyle karşılaştırılmasında kullanılacak metodoloji diyagramı verilmiştir.

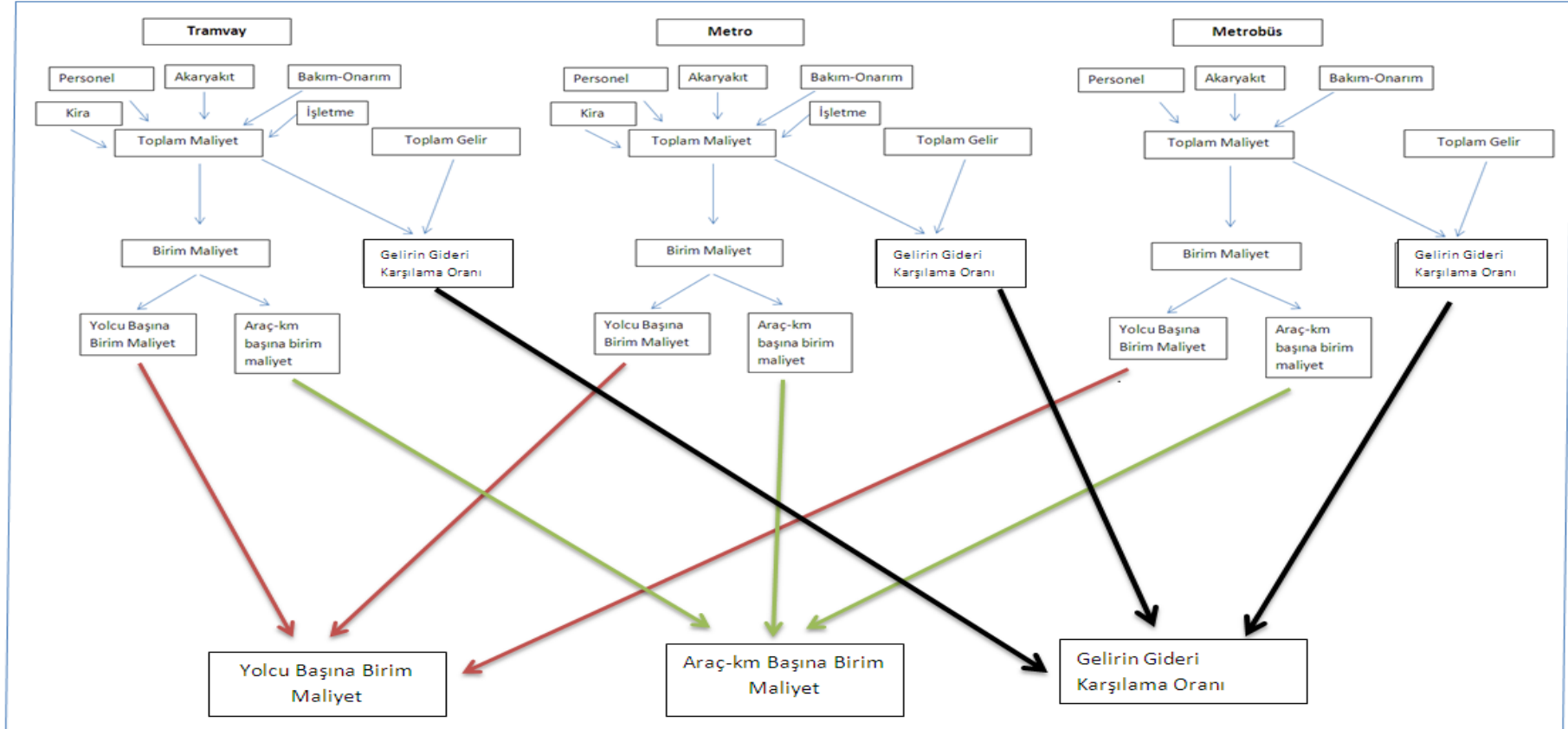


Şekil 3.1: Bir türü karşılaştırmada uygulanacak metodoloji.

3.3 Herbir Türün Dünyadaki İlgili Benzerleriyle Analizi

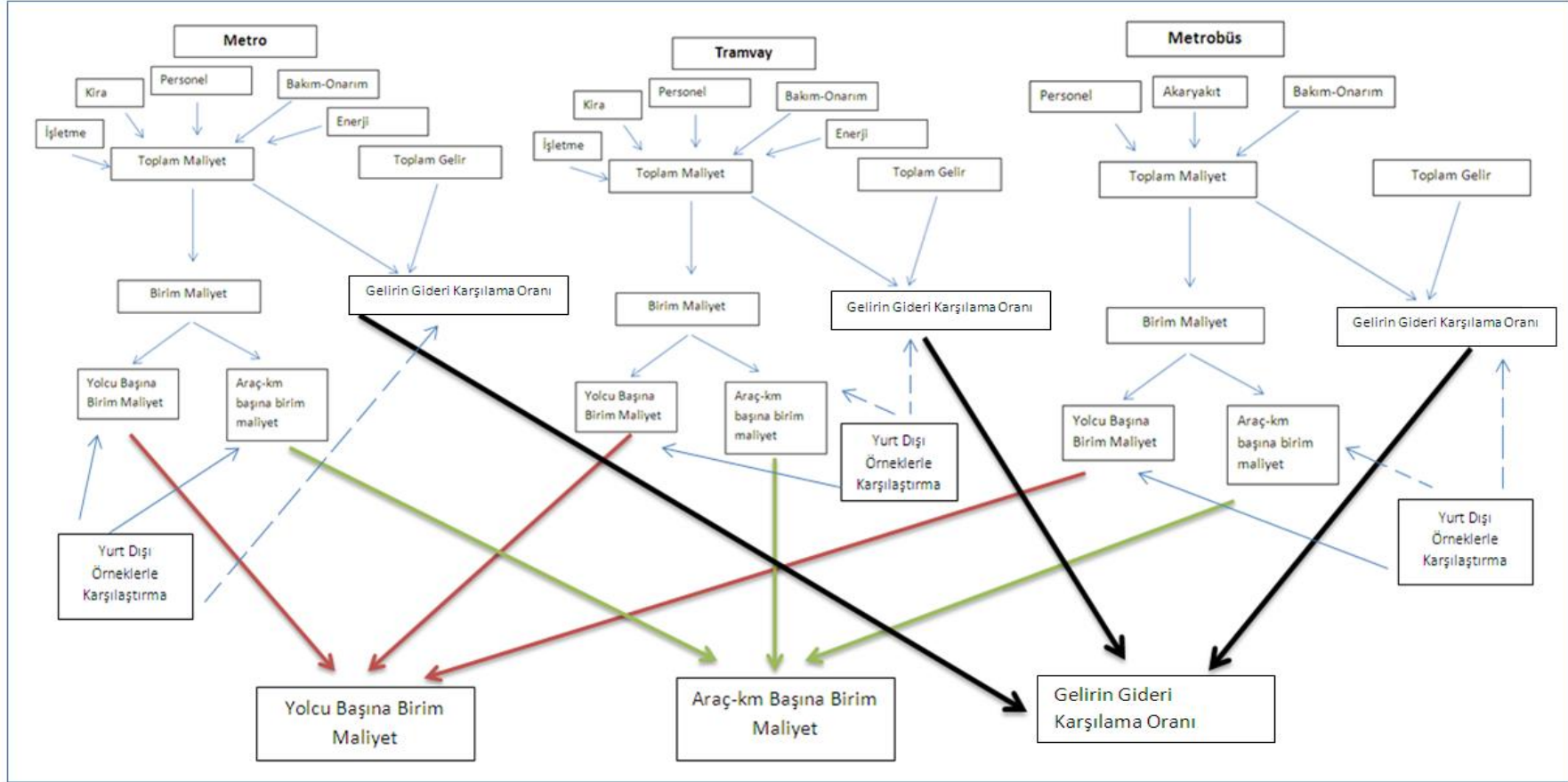
Türlerin dünyadaki benzerleriyle karşılaştırılmaları sırasında her bir tür ulaşılabilen işletme maliyeti verileri ışığında yolcu başına düşen birim maliyet, araç-km başına düşen birim maliyet ve gelirin gideri karşılama oranı yönünden karşılaştırılacaklardır. Bu karşılaştırma neticesinde türlerin dünyadaki benzerleriyle işletme maliyetleri karşılaştırılmış olacak ve ilgili türün incelenen işletme maliyeti türüne ve gelirin gideri karşılama oranına göre dünyadaki benzerine göre ne durumda olduğu ortaya çıkarılacaktır.

Türler Arası Karşılaştırma



Şekil 3.2: Türler arası karşılaştırmada uygulanacak metodoloji.

Dünyadaki Benzerleriyle Karşılaştırma



Şekil 3.3: Türlerin dünyadaki benzerleriyle karşılaştırılmasında uygulanacak metodoloji.

4. İSTANBUL TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ İŞLETME MALİYETİ ANALİZLERİ

İşletme maliyetleri, bir işletmenin fonksiyonlarının devamı için ortaya konan malzeme, işçilik, ekipman ve hizmeti kapsayan giderler bütünüdür. Bir işletmenin verimli bir şekilde işletmesine devam edebilmesi için gelirlerinin giderlerine denk ya da giderlerinden daha fazla olması istenir.

Toplu taşıma sektöründe her zaman karlılık gözetilmez. arz-talep dengesi doğrultusunda ve kamu yararı için karlılıktan vazgeçilebilir.

Tezin konusunu oluşturan işletme maliyetleri;

- Personel giderleri
- Kira giderleri
- Enerji giderleri
- İşletme giderleri
- Bakım-Onarım Giderleri

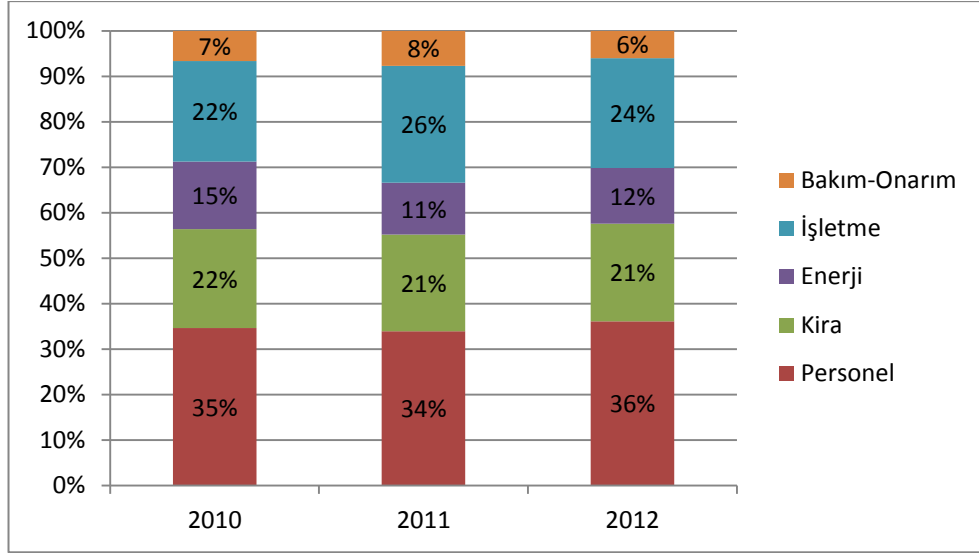
olmak üzere çeşitli başlıklar altında toplanmıştır. Personel giderleri kalemi içerisinde hat işletmecilerinin kendi personelleri ile dışarıdan hizmet alımı ile bünyelerinde çalıştırdıkları yüklenici personel giderleri kastedilmektedir. Kira giderleri kalemi İstanbul Ulaşım A.Ş.'nin işlettiği her raylı sistem hattı için İ.B.B.'ye ödediği hat işletim bedelini kapsamaktadır. Enerji giderleri raylı sistemler için hatlarda araçlar ve sabit tesislerde harcanan elektrik giderleri ifade etmektedir. Aynı değer metrobüs sisteminde akaryakıt gideri ile temsil edilmektedir. İşletme giderleri arasında amortisman bedelleri, akbil bakım ve satış komisyon giderleri ve vergi, harçlar, personel taşıma, yemek, sigorta ücretleri, personel iş elbisesi, tanıtım giderleri, ısınma gibi diğer giderler ifade edilmektedir. Bakım-onarım giderleri, hatlarda koruyucu ve düzeltici bakım ile arıza onarım bedellerini kapsamaktadır. Çizelge 4.1'de çalışmada geçen kentsel raylı sistemlerde 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait işletme analizinde bahsedilen maliyet kalemlerinin sayısal değerleri ve bu değerlerin

toplam işletme maliyetleri içerisindeki yüzdesel dağılımları verilmiştir. Çalışmada ayrıca incelenen hatlara ait gelirin gideri karşılama oranları da gösterilmiştir. Raylı sistemlere ait 2010, 2011 ve 2012 yılı gelirin gideri karşılama oranına ulaşılmışken, metrobüs sistemi için aynı verilere ulaşılamamıştır.

Çizelge 4.1: Kentiçi raylı sistem ve Metrobüs sisteminde 2010-2011-2012 yıllarına ait işletme maliyetleri [22].

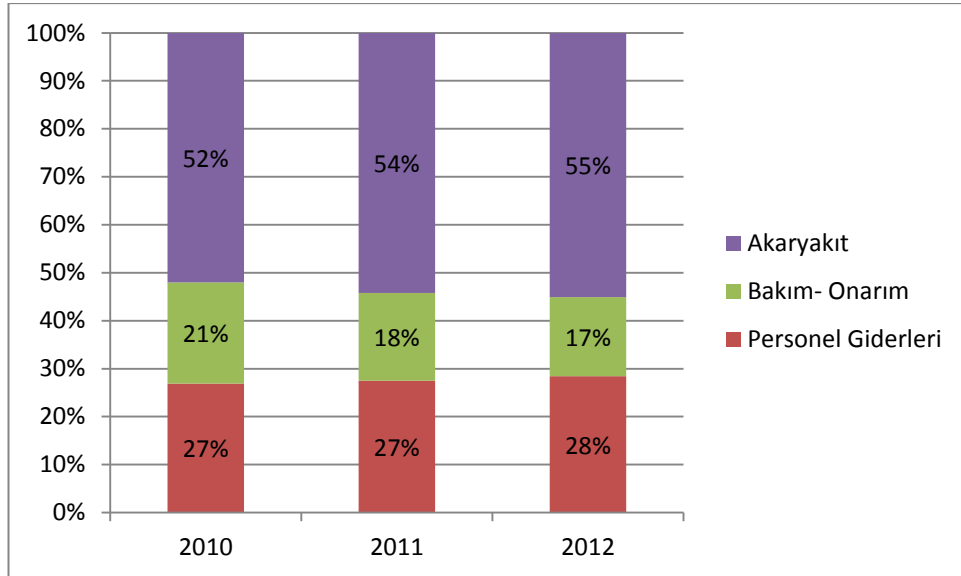
RAYLI SİSTEM	İşletme Maliyetleri (\$)			İşletme Maliyetleri (%)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Personel	\$44.663.879	\$47.156.791	\$65.148.275	35%	34%	36%
Kira	\$28.050.568	\$29.478.913	\$38.721.765	22%	21%	21%
Enerji	\$19.151.559	\$15.878.112	\$22.014.308	15%	11%	12%
İşletme	\$28.518.360	\$35.680.972	\$43.616.772	22%	26%	24%
Bakım-Onarım	\$8.609.497	\$10.682.838	\$10.809.980	7%	8%	6%
Toplam	\$128.993.864	\$138.877.626	\$180.311.100	100%	100%	100%
METROBÜS						
Personel						
Giderleri	\$22.390.364	\$21.464.254	\$25.846.787	27%	27%	28%
Bakım- Onarım	\$17.538.319	\$14.293.685	\$15.019.719	21%	18%	17%
Akaryakıt	\$43.273.531	\$42.330.431	\$50.093.592	52%	54%	55%
Toplam	\$83.202.214	\$78.088.370	\$90.960.097	100%	100%	100%
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)			

Çalışmada raylı sistem ve metrobüs hatlarına ait 2010, 2011, 2012 yıllarına ait işletme maliyeti verileri sunulmaya çalışılmıştır. Çalışma esnasında M3 Başakşehir-Olimpiyatköy hattı yapım aşamasındadır. Ayrıca M4 Kadıköy-Kartal hattı 17 Ağustos 2012 tarihinde açılmıştır. Bu yüzden bu hatta ait olan veriler bu tarihten 31 Aralık 2012 tarihine kadar olan evreyi kapsamaktadır. Çalışmalardaki işletme maliyetleri İstanbul Ulaşım A.Ş ve İ.E.T.T’ den alınmıştır. Hat işletmecilerinden alınan veriler ilgili yılın Aralık ayının son günü Merkez Bankası tarafından alınan Amerikan doları kuru verilerine göre düzenlenmiştir. Merkez Bankası’ndan alınan verilere göre 31.12.2010 Amerikan doları kuru 1,54 TL, 30.12.2011 Amerikan doları kuru 1,89 TL, 31.12.2012 Amerikan doları kuru 1,78 TL olarak gerçekleşmiştir [23]. Çalışmada maliyetlerle alakalı çevrimler ilgili kur değeri üzerinden yapılmıştır. Şekil 4.1’de 2010-2011-2012 yıllarına ait incelenen raylı sistemlere ait işletme maliyetlerinin yüzdesel dağılımı verilmiştir.



Şekil 4.1 : 2010-2011-2012 yılları raylı sistem işletme maliyetleri yüzdesel dağılımı [22].

Şekil 4.1’de de görüldüğü gibi 2011 yılında yüzdesel oranı azalan personel, kira ve enerji maliyetleri 2012 yılına gelindiğinde artmıştır. 2011 yılında ise yüzdesel olarak işletme maliyeti ve bakım-onarım maliyeti artmıştır. Şekil 4.2’de ise Metrobüs sistemine ait maliyetlerin yüzdesel dağılımı verilmiştir. Bu grafiğe göre yüzdesel olarak akaryakıt ve personel maliyetleri artarken bakım-onarım maliyeti azalmıştır. Bu değişimler nedenleriyle birlikte “4.1 Türlerin Kendi Arasında Analizi” bölümünde anlatılmıştır.



Şekil 4.2 : 2010-2011-2012 yılları I.E.T.T metrobüs hattı maliyetleri yüzdesel dağılımı [16].

4.1 Türlerin Kendi Arasında Karşılaştırılması

4.1.1 Tramvay hatları

Maliyetler:

Çizelge 4.2’de T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattına ait Çizelge 4.3’de ise T4 Topkapı-Habibler tramvay hattına ait işletme maliyetlerinin 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait değerleri çeşitli başlıklar altında verilmiştir.

Çizelge 4.2: T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı maliyetleri [22].

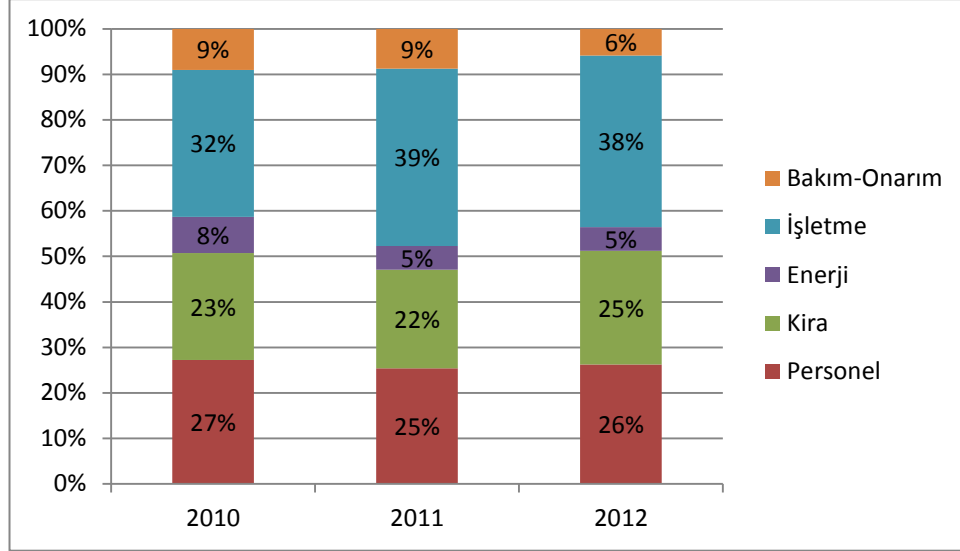
T1	İşletme Maliyetleri (\$)			İşletme Maliyetleri (%)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Personel	\$11.006.229	\$12.088.680	\$14.614.752	27%	25%	26%
Kira	\$9.479.427	\$10.334.321	\$13.901.458	23%	22%	25%
Enerji	\$3.217.371	\$2.460.726	\$2.876.539	8%	5%	5%
İşletme	\$13.038.713	\$18.586.897	\$20.993.392	32%	39%	38%
Bakım-Onarım	\$3.647.207	\$4.154.623	\$3.280.216	9%	9%	6%
Toplam	\$40.388.947	\$47.625.248	\$55.666.357	100%	100%	100%
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)			

Çizelge 4.3: T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı maliyetleri [22].

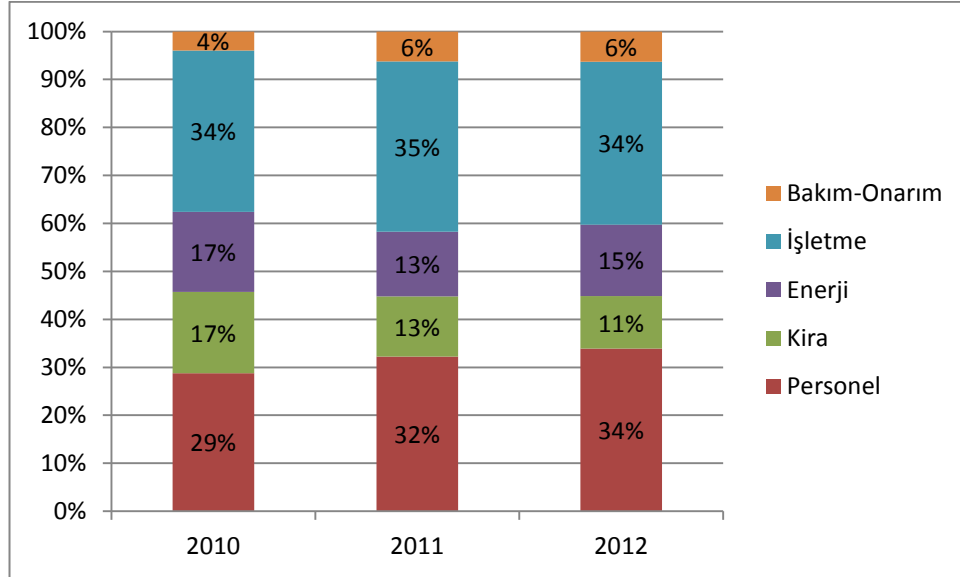
T4	İşletme Maliyetleri (\$)			İşletme Maliyetleri (%)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Personel	\$6.155.764	\$7.860.427	\$9.855.617	29%	32%	34%
Kira	\$3.629.308	\$3.064.093	\$3.179.231	17%	13%	11%
Enerji	\$3.573.260	\$3.286.765	\$4.332.524	17%	13%	15%
İşletme	\$7.195.901	\$8.638.149	\$9.863.986	34%	35%	34%
Bakım-Onarım	\$845.393	\$1.527.334	\$1.837.946	4%	6%	6%
Toplam	\$21.399.625	\$24.376.767	\$29.069.305	100%	100%	100%
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)			

Maliyetlerin yüzdesel dağılımları:

Şekil 4.3’de T1 hattına ait Şekil 4.4’de T4 hattına ait 2010, 2011 ve 2012 yıllarındaki işletme maliyetleri çeşitli kalemler altında yüzdeler halinde verilmiştir.



Şekil 4.3 : T1 Bağcılar-Kabataş hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri [22].



Şekil 4.4 : T4 Topkapı-Habibler hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri [22].

- Personel maliyeti;

İncelenen tramvay hatları T1 Kabataş-Bağcılar ve T4 Topkapı-Habibler hatlarıdır. T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattında şirketin kendi personel giderleri yıllık bazda gerek yapılan maaş iyileştirmeleri gerekse şirkete yeni katılan personellerin olmasından dolayı artmaktadır. Personel giderlerinin yıllar içerisinde payı 2010 yılında %27 iken 2011 yılında %25 ve 2012 yılında %26 olarak gerçekleşmiştir.

Bir başka tramvay hattı olan T4 Topkapı-Habibler hattı incelendiğinde personel giderlerinin T1 hattına göre daha az olduğu görülmektedir. İstanbul Ulaşım A.Ş.'nin organizasyon yapısında bu iki hattın yönetimi ortak şefliklerden yapılmaktadır. Personel giderlerinin yıllar içerisinde giderek artan bir trend izleyerek toplam giderlerdeki payı 2010 yılında %29 iken 2011 yılında %32 ve 2012 yılında %34'e yükselmiştir. Hatta personel maliyetinin artmasının temel nedeni, hat üzerinde yanlış yol geometrisi, kalitesiz işçilik ve yanlış malzeme seçiminden kaynaklanan çökmelerin giderilmesi için yüklenici personel hizmeti alınarak betona tespitli yolun kırılarak yeniden yapılmasıdır. Bu işin işletme altında olan bir bölgede yapılması maliyetleri olması gerekenin yaklaşık 3 katına çıkarmaktadır.

- Kira maliyeti;

T1 hattı, tarihi yarımada, Millet Caddesi ve Kabataş gibi arazi değeri yüksek yerlerden geçtiği için, İstanbul Ulaşım A.Ş.'nin kira maliyeti olarak en yüksek bedeli ödediği hattıdır. Fakat en büyük geliri bu hattan kazandığından dolayı bu durum şirket adına problem teşkil etmemektedir.

Büyük umutlarla inşa edilen T4 Topkapı-Habibler hattı ilk inşa hataları, bölge insanının tramvay kültürü olmaması, işletme hataları ve bölgedeki hatta paralel diğer ulaştırma türlerinin varlığından kaynaklanan taşınan yolcu miktarında beklenen sayısının yakalanamaması sonucunda büyük hayal kırıklığına dönüşmüştür. Tüm bu nedenlerden dolayı 2011'de yükselen kira bedeli 2012 yılında hattın değersizleşmesi sonucu düşürülmüştür.

- İşletme maliyeti;

Akbil sistemi cihaza para yüklenmesi ile çalıştığından dolayı cihaza para yüklenecek alanların kurulması gerekmektedir. Bu alanlar belediye tarafından kurulabileceği gibi çeşitli özel şahıslara bayilikler verilerek de yapılabilir. Ay sonunda toplanan Akbil geliri belediyenin havuzunda biriktirilmekte ve bu gelirden satış miktarlarına göre ilgili bayilere komisyon dağıtılmaktadır. Satış komisyon kaleminden meydana gelen giderler bu tür giderleri kapsamaktadır.

T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı 31 tane istasyonu ve bu istasyonlarda bulunan birçok akbil turnikesi ve makinesi ile bu alanda İstanbul Ulaşım A.Ş. bünyesinde en çok gideri harcayan hat konumundadır. Özellikle Cevizlibağ, Zeytinburnu gibi aktarma istasyonlarında yolcu sirkülasyonunun çok olması nedeniyle akbil

turnikeleri bu bölgelerde sık sık arıza vermektedir. T1 hattı aynı zamanda yolcu potansiyeli açısından akbil kullanımının en yoğun olduğu hattır. Yıllık 100 milyon üzerindeki yolcu sayısı ile İstanbul'daki raylı sistemler arasında zirvededir. Bu nedenle belediye havuzuna gönderilen akbil komisyonu giderlerinde de zirvededir. 2011'e kadar artan giderlerin 2012 yılında azalmasının nedeni yeni sistem akbil turnikelerinin eskilere nazaran daha az arıza vermesidir.

T4 Topkapı-Habibler hattı benzeri olan T1 hattı ile kıyaslandığında bu gider sınıfında çok geride kalmaktadır. Bunun başlıca nedeni T1 31 istasyon bulunurken, T4 hattında 22 istasyon bulunmasıdır. Aynı zamanda peron yapısı olarak T4 hattı daha dar peronlara sahiptir. Tüm bu nedenlerden dolayı hattın Akbil turnike sayısı daha azdır. Bu yüzden akbil turnikelerinde meydana gelen arıza sayısı da daha az olmaktadır. Aynı zamanda T4 hattının taşıdığı yolcu sayısı T1 hattının taşıdığı yolcu sayısının 4'te 1'i kadardır. Bu nedenle satış komisyon giderleri de T1 hattına göre çok aşağılardadır.

Amortismanlar bir işletmede eskiyen varlıklar için kardan ayrılan paraya denir. İstanbul Ulaşım A.Ş. de hatların amortismanları muhasebe tarafından belirlenmektedir. Tramvay hatları dış etkilere daha açık olduklarından gerek rayları, gerekse araçları ve ilgili ekipmanları daha kolay yıpranmaktadır. Dış etkilerin en belirgin bölümü T4 hattının Metris-Habibler arasında kalan kısmında ağır kış şartları altında meydana gelmektedir. Bu durum amortisman maliyetlerini arttırmaktadır.

T1 Kabataş-Bağcılar hattında artan personel sayısı ve kurulan yeni yerleşkelerin artması neticesinde diğer gider kalemi içerisine giren harcamalar artmıştır.

- Enerji maliyeti;

Raylı sistemlerde enerji maliyetleri işletme açısından önemlidir. Raylı sistemlerin enerji tüketiminin en büyük kısmı araçları tarafından yapılmaktadır. Bunun dışında istasyonlarda ve hatta da aydınlatma vb. ihtiyaçlardan dolayı elektrik gereksinimi vardır ancak bu gereksinim araçların tüketimi ile kıyaslandığında çok fazla değildir.

T1 Kabataş-Bağcılar hattında gücü havai hattın alan 750 V, DC akımlı elektrik kullanılmaktadır. Hat eski olduğundan mevcut yolcu potansiyeli geçmiş yıllarda bulunmamaktaydı. Aynı zamanda bölgedeki arsa değerinin mevcut durumdaki kadar yüksek değildi. Buna ek olarak hattın tamamen yeryüzünden gidiyor olması gabari

sıkıntısı doğurmamıştır. Tüm bu nedenlerle kurulacak elektriksel sistemin elemanlarının boyutları sistem için bir problem oluşturmamıştır.

T1 hattında, 2011 yılının sonunda sistem T2 hattı ile birleştirilmiş ve tek bir hat T1 olarak anılmaya başlanmıştır. 2012 yılındaki elektrik gideri artışının temel nedeni bu durumdur. Bu durumla beraber hattaki yolcu sayısı artmış ve buna paralel olarak sefer sayısı arttırılmıştır. Artan sefer sayısı elektrik maliyetinin artışına katkıda bulunmuştur.

T4 Topkapı-Habibler tramvay hattında T1 hattında olduğu gibi gücü havai hattan alan 750 V, DC akım kullanılmaktadır. Hatta artan yolcu sayısına paralel sefer sayısından dolayı yıllar içerisinde hattın elektrik gideri artmıştır. Ayrıca hatta kullanılan ve Köln, Almanya'dan 2.el olarak alınan KTA marka araçlarda frenleme esnasında elektrik geri dönüşümünü sağlayan sistem bulunmamaktadır. Araçlar 1973 yılı üretimi olduğundan dolayı enerji verimliliği düşünülmeden üretilmişlerdir. Bu durum hattaki elektrik sarfiyatını inanılmaz derecede arttırmaktadır. Ayrıca T4 hattı tünellerden oluşmaktadır. Tünel aydınlatma, tünel içindeki peronların aydınlatılması, asansör ve yürüyen merdiven gibi ekstra elektrik sarfiyatları da hattaki elektrik giderlerinin artmasının temel nedenlerindendir.

- Bakım onarım maliyetleri;

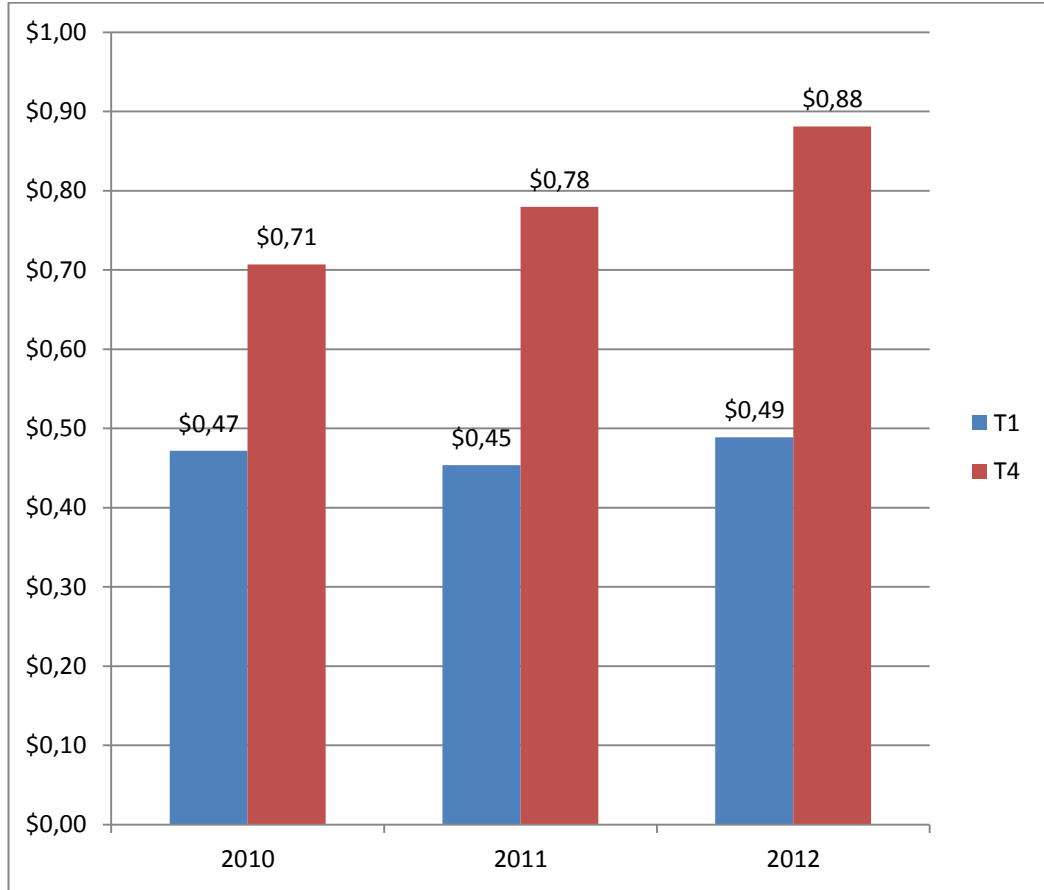
T1 hattındaki 2011 yılında artış gösteren bakım-onarım maliyetleri 2012 yılında düşmüştür. Bunun nedeni sistemde eskiyen bölümlerinden bir kısmının bakım onarım yapmak yerine tamamen değiştirilmesidir.

T4 Topkapı-Habibler hattı tramvay hatları içerisinde daha yeni bir hat olmasına rağmen hatalı işçilik, yanlış malzeme seçimi ve geometrik hatalardan dolayı bölüm bölüm yeniden yapılma aşamasına alınmıştır. Bu durum onarım maliyetlerini arttırmaktadır.

Birim maliyetler;

Şekil 4.5'de 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait tramvay hatlarına ait yolcu başına birim maliyetlerin karşılaştırılması, Şekil 4.6'da ise 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait tramvay hatlarına ait araç-km başına birim maliyetlerin karşılaştırılması verilmiştir.

T1 Kabataş-Bağcılar hattında 2010 yılında 40.388.947\$, 2011 yılında 47.625.248\$ ve 2012 yılında ise 55.666.357\$ işletme gideri yapılmıştır. Aynı yıllara bakıldığında T1 hattında 2010 yılında 85.576.995 yolcu, 2011 yılında 104.967.109 yolcu ve 2012 yılında 113.856.357 yolcu taşınmıştır. Yolcu başına işletme maliyeti analizi yapıldığında T1 hattında 2010 yılında 0,47\$/Yolcu, 2011 yılında 0,45 \$/Yolcu, 2012 yılında ise 0,49\$/Yolcu işletme maliyeti yapılmıştır.



Şekil 4.5 : T1-T4 hatlarında yolcu başına birim maliyetlerin karşılaştırılması [22].

T4 Topkapı-Habibler hattında 2010 yılında 21.399.625\$, 2011 yılında 24.376.767\$ ve 2012 yılında ise 29.069.305\$ işletme gideri yapılmıştır. Aynı yıllara bakıldığında T4 hattında 2010 yılında 30.274.165 yolcu, 2011 yılında 31.259.197 yolcu ve 2012 yılında 32.994.609 yolcu taşınmıştır. Yolcu başına işletme maliyeti analizi yapıldığında T4 hattında 2010 yılında 0.71\$/Yolcu, 2011 yılında 0.78\$/Yolcu, 2012 yılında ise 0.88\$/Yolcu işletme maliyeti yapılmıştır.

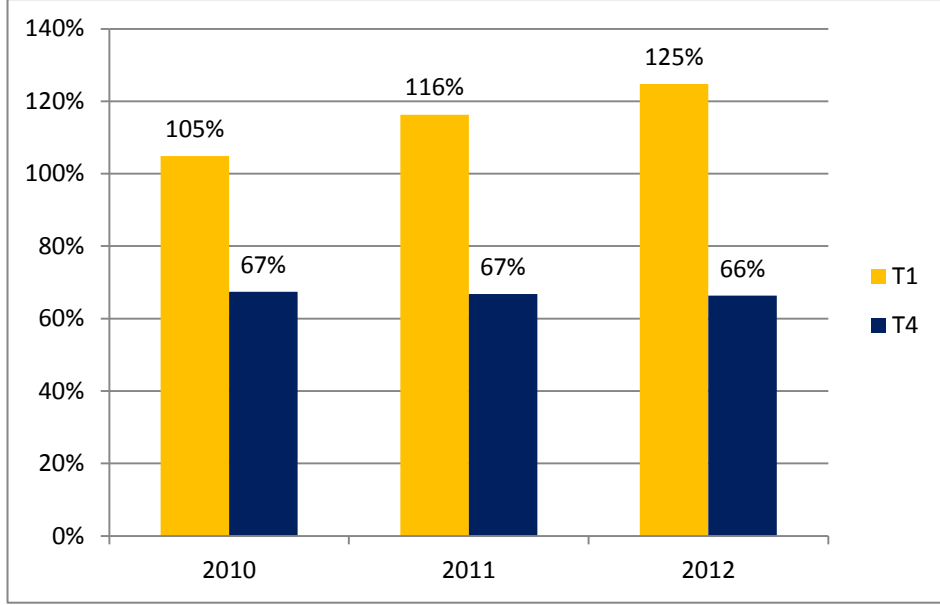


Şekil 4.6 : T1-T4 hatlarında araç-km başına birim maliyetlerin karşılaştırılması [22].

T1 hattında 2010 yılında 2.124.959 araç-km, 2011 yılında 2.967.701 araç-km ve 2012 yılında 3.195.919 araç-km yapılmıştır. T4 hattında 2010 yılında 1.836.895 araç-km, 2011 yılında 1.722.470 araç-km ve 2012 yılında 1.769.520 araç-km yapılmıştır. Araç-km başına birim maliyetlerde T1 hattında 2010 yılında 19,01\$/araç-km, 2011 yılında 16,05\$/araç-km, 2012 yılında 17,42\$/araç-km'dir. T4 hattında aynı maliyetler ise 2010 yılında 11,65\$/araç-km, 2011 yılında 14,15\$/araç-km, 2012 yılında 16,43\$/araç-km'dir. Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'dan da görüldüğü gibi yolcu başına düşen birim maliyet T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattında daha azken araç-km başına düşen birim maliyet T4 Topkapı-Habibler tramvay hattında daha azdır.

Gelirin gideri karşılama oranı;

T1 ve T4 tramvay hatlarına ait 2010, 2011 ve 2012 yıllarında gelirin gideri karşılama oranları Şekil 4.7'de verilmiştir. Şekil 4.7 incelendiğinde T1 hattı giderinin tamamını karşılayıp kar elde ederken, T4 hattı giderinin sadece 3'te 2'sini karşılayabilmektedir.



Şekil 4.7 : T1-T4 hatlarında 2011-2012 yıllarında gelirin gideri karşılama oranı [22].

4.1.2 Hafif metro hattı

Hafif metro sisteminin maliyetleri Çizelde 4.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4: M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı maliyetleri [22].

M1	İşletme Maliyetleri (\$)			İşletme Maliyetleri (%)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Personel	\$14.798.814,29	\$13.009.997,88	\$13.798.503,93	42%	39%	37%
Kira	\$7.783.599,35	\$8.208.057,67	\$10.440.953,93	22%	25%	28%
Enerji	\$5.549.871,43	\$4.403.105,82	\$4.637.161,24	16%	13%	13%
İşletme	\$4.283.889,61	\$3.736.680,95	\$5.286.655,06	12%	11%	14%
Bakım-Onarım	\$2.825.607,14	\$3.617.862,96	\$2.756.326,40	8%	11%	7%
Toplam	\$35.241.781,82	\$32.975.705,29	\$36.919.600,56	100%	100%	100%
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)			

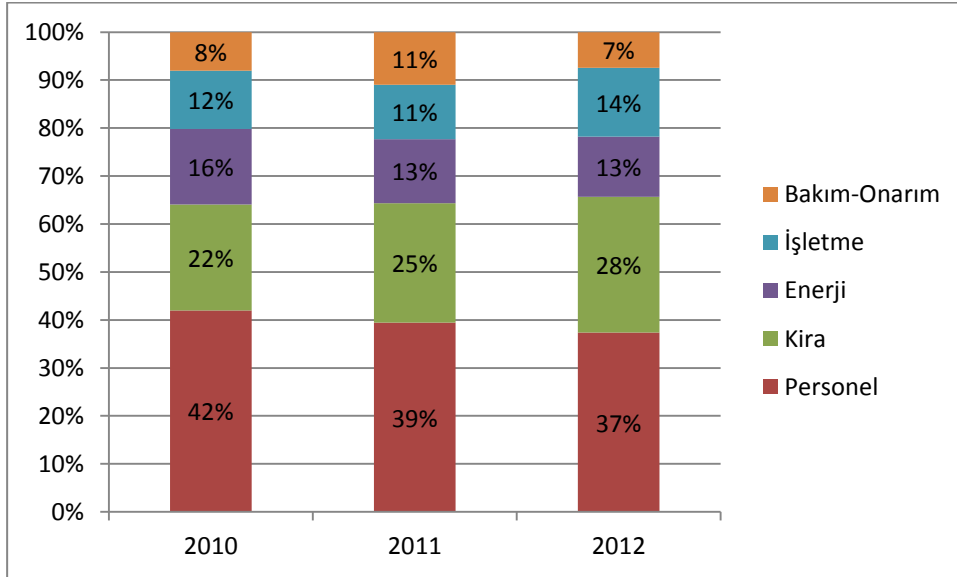
- Personel maliyeti;

Yüzdesel bazda 2010’dan sonra 2011 ve 2012 yılında düşüş göstermiştir. Bunun temel nedeni yetişmiş olan elemanların yeni açılacak metro hatlarına kaydırılmasıyla personel sayısındaki düşüştür. M1 işletmesi oturmuş bir hat olduğundan ana kadrosu rutin bakım ve onarım ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Böylece hattaki yetişmiş

elemanlardan diğer yeni açılacak hatlara aktarılmasında herhangi bir önemli sıkıntıyla karşılaşılmamıştır.

2010 yılında yaşanan küresel kriz her şirket gibi İstanbul Ulaşım A.Ş.'yi de etkilemiştir. Bu yüzden 2011'e gelindiğinde az da olsa yüklenici giderlerinden kesintilere gidilmiştir. 2012 yılında M1 hattında artan yüklenici giderlerinin temel nedeni hattaki eskiyen ve artık konfor ve güvenlik açısından kullanılamayacak duruma gelen makasların değiştirilmesi işidir. Hatta 2013 yılında açılmış olan Otogar-Kirazlı hattı bağlantısı nedeniyle Otogar istasyonu bölgesinde yeni makaslar konulmuş ve mevcut makaslar revize edilmiştir. Bu çalışma da yüklenici giderleri kapsamı içine sokulmuştur.

Maliyetlerin yüzdesel dağılımları ise, Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8 : M1 Aksaray-Havalimanı hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri [22].

- Kira maliyeti;

Atatürk Havalimanı'na direk bağlantısı olan M1 Aksaray-Havalimanı hattı havalimanının daha yoğun ve etkin kullanılması sonucu son yıllarda sıkça kullanılmaya başlamıştır. Ayrıca Esenler-Otogar bağlantısının yapılması ve Metrobüs hattı ile entegre çalışması hattaki yolcu sayısına katkıda bulunmuştur. Bu durum hattın değerinin her geçen gün artmasını sağlamıştır.

- İşletme maliyeti;

M1 Aksaray-Havalimanı hattı istasyon sayısı az olmasına karşın birçok peronunun yan peron olmasından dolayı istasyonlarda ihtiyaç duyulan tüm ekipmanlar çift taraflı tertiplenmektedir. Bu durum ekipman sayısını iki katına çıkarmakta ve doğal olarak potansiyel arıza oranını arttırmaktadır. Aksaray, Merter, Zeytinburnu, Yenibosna gibi istasyonlar aktarma merkezleri olarak kullanıldıklarından ötürü yolcu sirkülasyonu fazla olan istasyonlardır. Bu durum sık sık akbil turnike arızalarının meydana gelmesine neden olmaktadır.

Hat, Havalimanı gibi bir istasyonu barındırdığından dolayı yolcu potansiyeli standart bir hafif metroya göre yüksektir. Bu durum akbil satış komisyonlarının artmasına neden olmaktadır.

M1 Aksaray-Havalimanı hattında tramvay hatlarına göre amortisman bedeli oldukça düşüktür. Kendine ihata edilmiş hattı ve nispeten çevre koşullarından daha az etkilenmesinden dolayı bu giderler düşük tutulabilmektedir. Ayrıca eskiyen araçlarının amortisman bedelleri her geçen yıl düşmektedir.

- Enerji maliyeti;

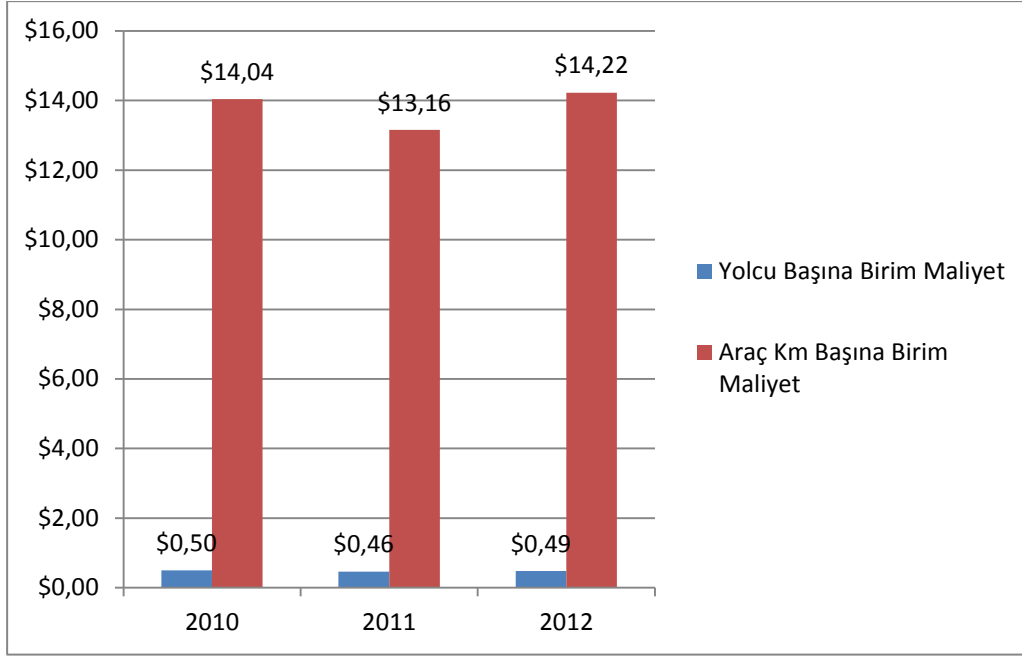
M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattında da eski bir sistem olması nedeniyle tramvay hatlarındaki gibi gücü havai hattan alan 750 V, DC elektrik akımı kullanılmaktadır. Hatta yıllar içerisinde meydana gelen elektrik giderindeki düşüşün temel nedeni hatta kurulan elektriğin bir bölümünün geri kazanılmasını sağlayan sistemdir. Kazanılan elektrik trofaya gönderilerek tekrar kullanılmaktadır.

- Bakım onarım maliyetleri;

M1 Aksaray-Havalimanı hattı da T1 hattı gibi eski hatlardan biri olduğu için eskiyen ve arızalanan parçalar yerine bakım onarım yerine, değişim düşünülmüştür. 2012 yılındaki bu kaleme ait olan giderin azalmasının temel nedeni bu durumdur.

M1 sisteminin birim maliyetleri Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

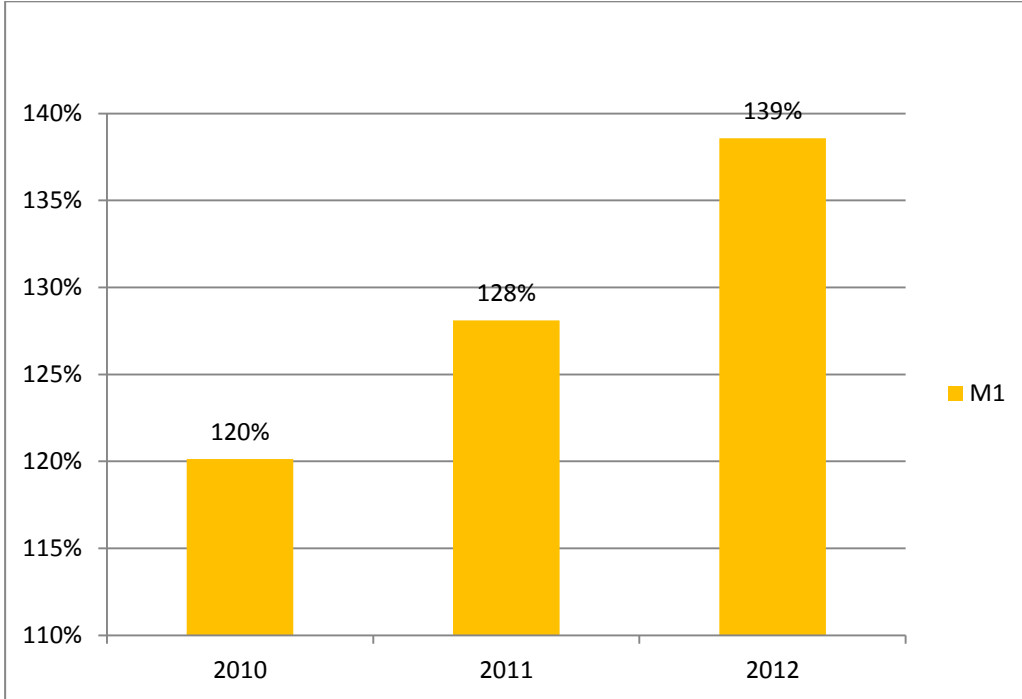
M1 Aksaray-Havalimanı hattında 2010 yılında 35.241.782 \$, 2011 yılında 32.795.705 \$ ve 2012 yılında ise 36.919.601 \$ işletme gideri yapılmıştır. Yolcu başına işletme maliyeti analizi yapıldığında M1 hattında 2010 yılında 0,50 \$/Yolcu, 2011 yılında 0,46 \$/Yolcu, 2012 yılında ise 0,49 \$/Yolcu işletme maliyeti yapılmıştır.



Şekil 4.9 : M1 Hattı yolcu başına düşen birim maliyet ile araç-km başına düşen birim maliyetin karşılaştırılması [22].

Ara.-km başına düşen birim maliyetler ise 2010 yılında 14,04 \$/Araç-km, 2011 yılında 13,16 \$/Araç-km ve 2012 yılında ise 14,22 \$/Araç-km'dir

Gelirin gideri karşılama oranı ise, Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 : M1 hattında 2010-2011-2012 yıllarında gelirin gideri karşılama oranı [22].

Gelirin gideri karşılama oranı M1 Aksaray-Havalimanı hattında 2011 yılında %128, 2012 yılında ise %139'dur. Gider kalemleri yıllık artış göstermesine rağmen, gelir kalemleri miktarlarının daha fazla artması bu oranı arttırmıştır.

4.1.3 Metro hatları

M2 metro hattının işletme maliyetleri Çizelge 4.5'te, M3 metro hattının işletme maliyetleri Çizelge 4.6'da ve M4 metro hattının işletme maliyetleri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5: M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı yıllık maliyetleri [22].

M2	İşletme Maliyetleri (\$)			İşletme Maliyetleri (%)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Personel	\$12.703.073	\$14.197.686	\$16.779.321	40%	42%	40%
Kira	\$7.158.234	\$7.872.442	\$10.236.460	22%	23%	25%
Enerji	\$6.811.056	\$5.727.515	\$6.233.320	21%	17%	15%
İşletme	\$3.999.856	\$4.719.245	\$5.904.604	13%	14%	14%
Bakım-Onarım	\$1.291.290	\$1.383.017	\$2.574.656	4%	4%	6%
Toplam	\$31.963.510	\$33.899.906	\$41.728.361	100%	100%	100%
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)			

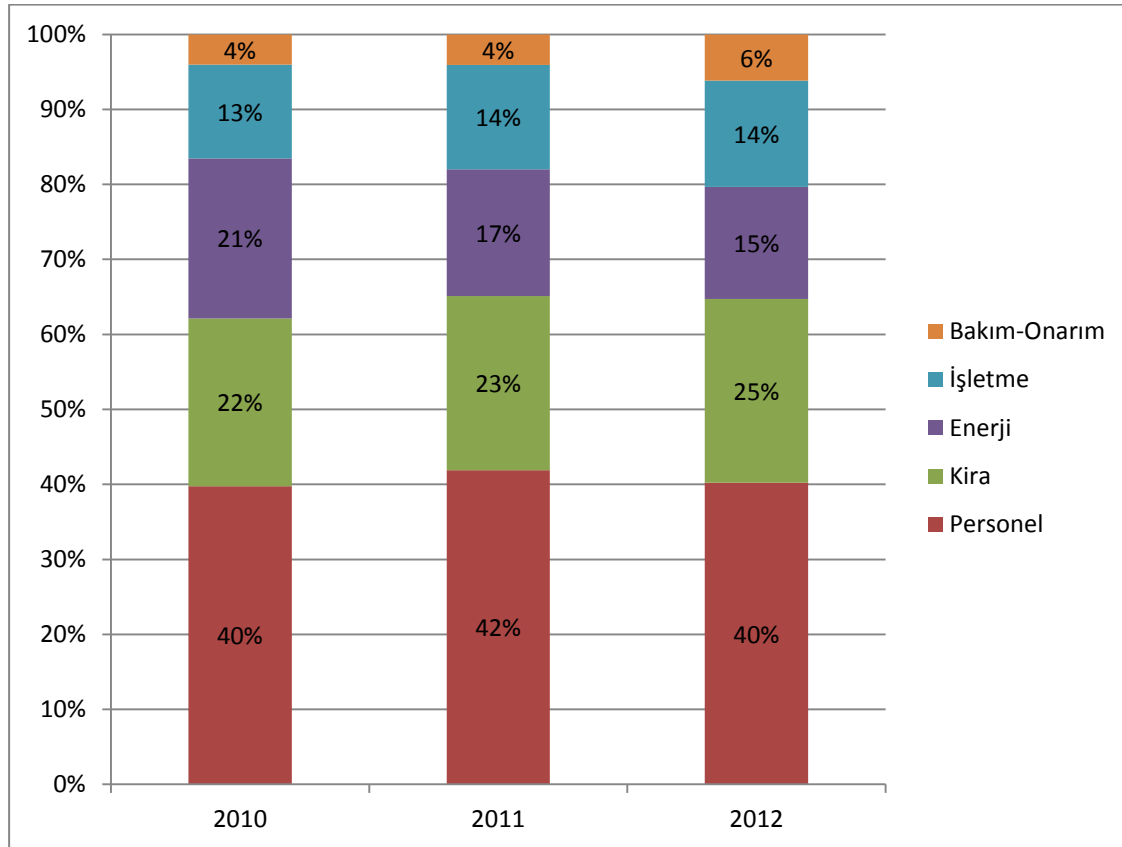
Çizelge 4.6: M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metro hattı 2012 yılı maliyetleri [22].

M3	İşletme Maliyetleri (\$)		İşletme Maliyetleri (%)	
	2012		2012	
Personel	\$4.020.526		64%	
Kira	\$0		0%	
Enerji	\$1.499.444		24%	
İşletme	\$577.195		9%	
Bakım-Onarım	\$228.466		4%	
Toplam	\$6.325.632		100%	
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)	

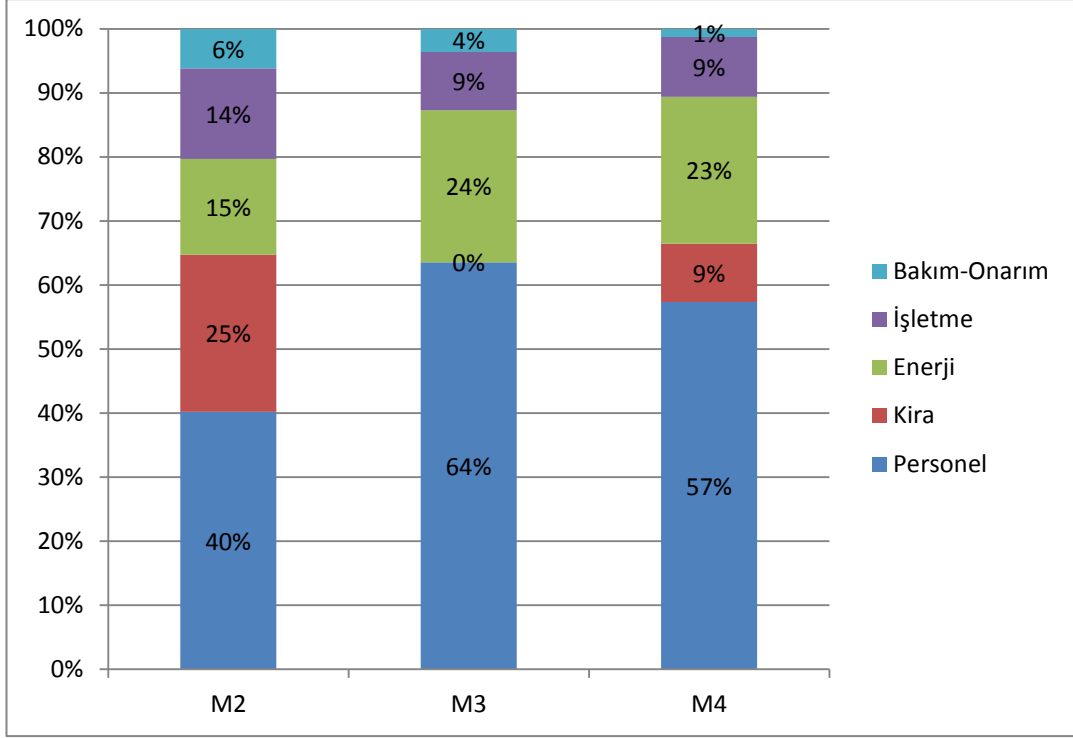
Çizelge 4.7: M4 Kadıköy-Kartal metro hattı 2012 yılı maliyetleri [22].

M4	İşletme Maliyetleri (\$)		İşletme Maliyetleri (%)	
	2012		2012	
Personel	\$6.079.553		57%	
Kira	\$963.662		9%	
Enerji	\$2.435.320		23%	
İşletme	\$990.940		9%	
Bakım-Onarım	\$132.370		1%	
Toplam	\$10.601.845		100%	
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)	

Metro hatlarının işletme maliyetleri kalemlerinin yüzdesel dağılımları ise, sırasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.11 : M2 Şişhane-Hacıosman hattı 2010-2011-2012 genel maliyet yüzdeleri [22].



Şekil 4.12 : M2-M3-M4 metro hatlarına ait 2012 genel maliyet yüzdeleri [22].

M2 hattında yıllar içerisinde personel giderlerinin arttığı görülmüştür. Bunun temel nedeni hattın sürekli uzamasıdır. İlk olarak Taksim-Zincirlikuyu olarak açılan hat, daha sonra Zincirlikuyu-4.Levent, 4.Levent-Hacıosman, Seyrantepe-4.Levent ve Şişhane-Taksim bağlantılarının eklenmesiyle bir hayli büyümüş ve buna paralel olarak personel ihtiyacı da artmıştır. Son olarak Şişhane-Yenikapı bağlantısı açılmıştır. Fakat bağlantı, bu çalışma kapsamının dışında bir tarihte açıldığı için maliyetlere dahil edilmemiştir.

M3 Başakşehir-Olimpiyatköy hattında yeni inşa edilen yerleşkenin yapım işleri, çevre düzenlemesi vb. işler temel yüklenici işçilik kalemini oluşturmuştur.

M4 Hattının metro hattı yeni açılmış bir hat olmasından dolayı tünellerde izolasyon problemi yaşamaktadır. Bu izolasyon problemini önlemek için yapılan çalışmalar taşeron maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

M2 Şişhane-Hacıosman hattı hem önemli bir güzergah üzerinde olmasından dolayı hem de hatta yeni eklenen bağlantı yollarıyla hattın uzamasından kaynaklanan kira artışları olmuştur. Hatta Şişhane-Taksim, 4.Levent-Hacıosman ve Seyrantepe-Sanayi Mahallesi bağlantıları eklenmiştir. Özellikle Seyrantepe-Sanayi Mahallesi eklentisi

ve yeni stadın yapılması bölgedeki arsa fiyatlarını giderek arttırmıştır. Bu durum hattın değerinin artmasına doğrudan katkıda bulunmuştur.

M3 Başakşehir-Olimpiyatköy hattı 2012 yılı sonu itibariyle işletmeye alınmadığı için bu tarihe kadar herhangi bir kira gideri ödenmemiştir

M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı T1 hattından sonra en yüksek yolcu potansiyeline sahip hat olduğundan dolayı satış komisyonları T1 hattından sonra en yüksek orana sahiptir. Ayrıca hattaki birçok istasyona birkaç farklı girişin bulunması ve her giriş için akbil turnikelerin bulunmasından dolayı hattaki akbil turnike sayısı bir hayli fazladır.

M3 Başakşehir-Olimpiyatköy hattı 2012 yılı sonu itibariyle işletmeye alınmadığı için çalışmanın yapıldığı tarihe kadar herhangi bir akbil bakım-onarım ve satış komisyonu gideri ödenmemiştir.

M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı tamamen kendine ayrılmış yolu ve tünel içerisinde bulunması nedeniyle çevre koşullarından minimum derece de etkilenmesi sonucu amortisman giderlerini düşük tutabilmiştir.

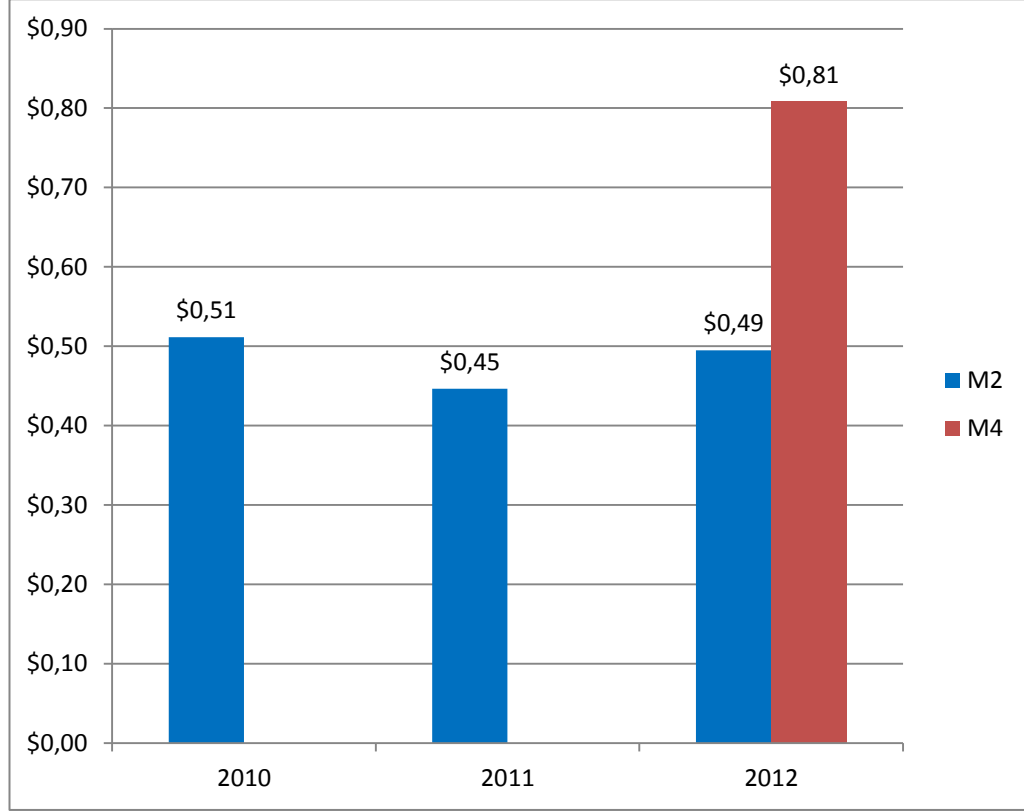
Avrupa ülkelerindeki metrolarda sadece 3.ray kullanılmaktadır. M2 Şişhane-Hacıosman metro hattı da eski bir sistem ve metro olması nedeniyle hatta gücü 3.raydan alan 750 V, DC elektrik akımı kullanılmaktadır. Hattın yıllar içerisinde uzaması buna paralel olarak araç, yolcu ve sefer sayısının artmasından dolayı elektrik giderleri yıldan yıla artış göstermiştir. Elektrik sarfiyatı kalemi içerisinde ayrıca tünellerin, yer altında kalan atölye bölgelerinin, peronların ve peronlara ulaşım yollarının aydınlatılması da bulunmaktadır. Hatta 2014 yılında eklenen fakat çalışmada değerlendirilmeyen Yenikapı bağlantısı ve 2015 yılında eklenecek olan Rumeli Hisarüstü bağlantısıyla elektrik giderindeki sarfiyat artacaktır.

M3 Başakşehir-Olimpiyatköy metro hattı 2012 yılı sonuna kadar açılmamış olmasına rağmen işletmeye açılması için yapılan deneme seferleri ve peron aydınlatmalarından dolayı kaynaklanan elektrik gideri 1.499.444\$'dır. Hatta enerjisini rijit kataner sisteminden alan 1500 V, DC elektrik akımı kullanılmaktadır.

M4 Kadıköy-Kartal hattında işletmede bulunan 4 aylık süre içerisinde 2.435.320\$ elektrik gideri yapılmıştır. Hatta enerjisini M3 hattındaki gibi rijit kataner sisteminden alan 1500 V, DC elektrik akımı kullanılmaktadır

Yürüyen merdiven ve asansör gibi elektromekanik ekipmanları çokça bulunduğu bir hat olması nedeniyle M2 Şişhane-Hacıosman hattında bakım onarım giderleri yıllar içerisinde giderek artmıştır.

M2 ve M4 Metro Hatlarının Yolcu Başına Birim maliyetlerinin değişimi Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13 : M2-M4 hatlarında yolcu başına birim maliyetlerin karşılaştırılması [22].

M2 Şişhane-Hacıosman hattında 2010 yılında 31.963.510\$, 2011 yılında 33.899.906\$ ve 2012 yılında ise 41.728.361\$ işletme gideri yapılmıştır. Aynı yıllara bakıldığında M2 hattında 2010 yılında 62.507.918 yolcu, 2011 yılında 75.941.265 yolcu ve 2012 yılında 84.344.576 yolcu taşınmıştır. Yolcu başına işletme maliyeti analizi yapıldığında M2 hattında 2010 yılında 0,51\$/Yolcu, 2011 yılında 0,45\$/Yolcu, 2012 yılında ise 0,49\$/Yolcu işletme maliyeti yapılmıştır.

M3 Başakşehir-Olimpiyatköy hattında 2012 yılında 6.325.632\$ işletme gideri yapılmıştır. Fakat hat 2012 yılı içerisinde işletmeye açılmadığından birim maliyet analizi yapılamamıştır.

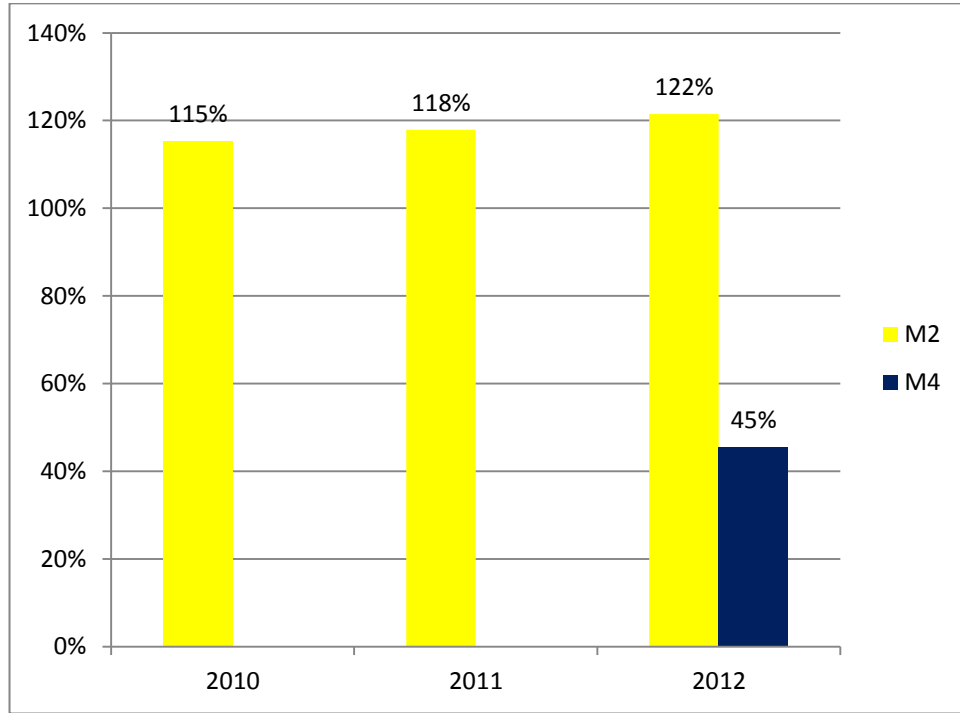
M4 Kadıköy-Kartal hattında 2012 yılında ise 10.601.845\$ işletme gideri yapılmıştır. M4 hattında 2012 yılında 13.259.197 yolcu taşınmıştır. Yolcu başına işletme maliyeti analizi yapıldığında M4 hattında 2012 yılında 0,81\$/Yolcu işletme maliyeti yapılmıştır. M2 ve M4 Metro Hatlarının Araç-Km Başına Birim maliyetlerinin değişimi Şekil 4.14'te gösterilmiştir. M2-M4 hatlarına ait gelirin gideri karşılama oranı Şekil 4.15'de gösterilmiştir.



Şekil 4.14 : M2-M4 hatlarında araç-km başına birim maliyetlerin karşılaştırılması [22].

Gelirin gideri karşılama oranında M2 hattı 2011 yılında %118 olan oranını 2012 yılında %122'ye yükseltmiştir. M4 hattı ise 2012 yılında işletme altında olduğu 5 aylık dönem içerisinde gelirin gideri karşılama oranında %45'lik bir değer yakalamıştır. Bu olumsuz durumun gerçekleşmesinde M4 hattındaki entegrasyon problemlerinden ve hattın tamamen bitirilmeden işletmeye açılması dolayısıyla yolcunun ilgisini çekememesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Gelirin gideri karşılama oranı;



Şekil 4.15 : M2-M4 hatlarında gelirin gideri karşılama oranı [22].

4.1.4 Metrobüs

Metrobüs sisteminin işletme maliyetleri Amerikan doları cinsinden ve yüzdesel dağılımı Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 : Metrobüs sistemi yıllık maliyetleri ve yüzdesel olarak dağılımları [16].

METROBÜS	İşletme Maliyetleri (\$)			İşletme Maliyetleri (%)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Personel Giderleri	\$22.390.364	\$21.464.254	\$25.846.787	27%	27%	28%
Bakım- Onarım	\$17.538.319	\$14.293.685	\$15.019.719	21%	18%	17%
Akaryakıt	\$43.273.531	\$42.330.431	\$50.093.592	52%	54%	55%
Toplam	\$83.202.214	\$78.088.370	\$90.960.097	100%	100%	100%
Dolar Kuru (Tarih)	1,54 TL/\$ (31.12.2010)	1,89 TL/\$ (30.12.2011)	1,78 TL/\$ (31.12.2010)			

Metrobüs hattına ait 2010, 2011 ve 2012 yıllarında yapılan işletme maliyetlerinin yüzdesel bazda dağılımı Şekil 4.2’de verilmiştir. Yüzdesel dağılıma bakıldığında akaryakıt maliyet oranları tüm maliyet oranları içinde 2010 yılında %52, 2011 yılında %54 ve 2012 yılında % 55’lik bir oran teşkil etmektedir. Yıllar içerisinde bakım-onarım maliyeti azalmışken, personel maliyeti artmıştır.

Hızlı talep artışı olan metrobüs hattına arz gecikmemiştir. 2007 yılında açılan 18 km’lik Avcılar-Topkapı hattını, 2008 yılında 12 km olan Topkapı-Zincirlikuyu, 2009 yılında 11,5 km olan Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme ve son olarak 2012 yılında ise 10 km olan Avcılar-Beylikdüzü eklentisi takip etmiştir. Personel giderleri tahmin edilebileceği gibi mevcut hatların büyümesi ve istihdamın artmasıyla birlikte artan sefer sayısına paralel olarak artış göstermektedir.

Personel giderleri içerisinde sadece metrobüs şoförlerinin giderleri göz önünde bulundurulmuştur. Eğer işletme giderlerinin içerisine metrobüs için çalışan büro ve planlama elemanları da katılırsa bu oran akaryakıt gideri ile hemen hemen aynı olarak kabul edilebilir.

İETT, 2010 yılında 22.390.364\$, 2011 yılında 21.464.254\$ ve 2012 yılında 25.846.787\$ personel maliyeti sarf etmiştir.

Rutin araç bakımları, arızalar, peron içi bakımları, yol ve sabit tesis gibi bakımlar bu kapsamda değerlendirilmektedir. Bu bakımların daha sağlıklı yapılabilmesi için aşağıda anlatılan tesislerin yapımı devam etmektedir.

Avcılar – Beylikdüzü hattının hizmete açılması ile Metrobüs hattının uzunluğu 52 km’ye çıkmıştır. Artan yolcu talebini karşılamak için araç sayısı arttırılmış olup, araçların bakım, onarım ve ikmal hizmetlerinin sağlıklı yapılabilmesi için Beylikdüzü Park Alanına revizyon hangarı, ikmal ve idari birimlerden oluşan tesisin projelendirmesi tamamlanmıştır. Beylikdüzü Metrobüs Revizyon Hangarı yapım işi devam etmektedir.

Edirnekapı Garajında, uzunlukları 20m (Capacity) ve 26m (Phileas) olan yeni otobüslerin bakım onarımlarının yapılmaya başlanması ile birlikte mevcut kanalların ve bakım hangarlarının boyutlarının yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan yeni bir bakım hangarı projelendirmesi çalışmaları tamamlanmıştır. Edirnekapı Garajına Metrobüs Bakım hangarı yapımına başlanmıştır.

Ayrıca metrobüs hattındaki yolcu yoğunluğundan dolayı, yaz döneminde yaşanan klimalardaki soğutma yetersizliğini gidermek için teknik çalışmalar yürütülmektedir. Prototip olarak aksiyon yapılan araçlarda olumlu sonuç alınmış olup, yapılan modernizasyon çalışması yüklenici firma ile birlikte diğer araçlara uygulanacaktır.

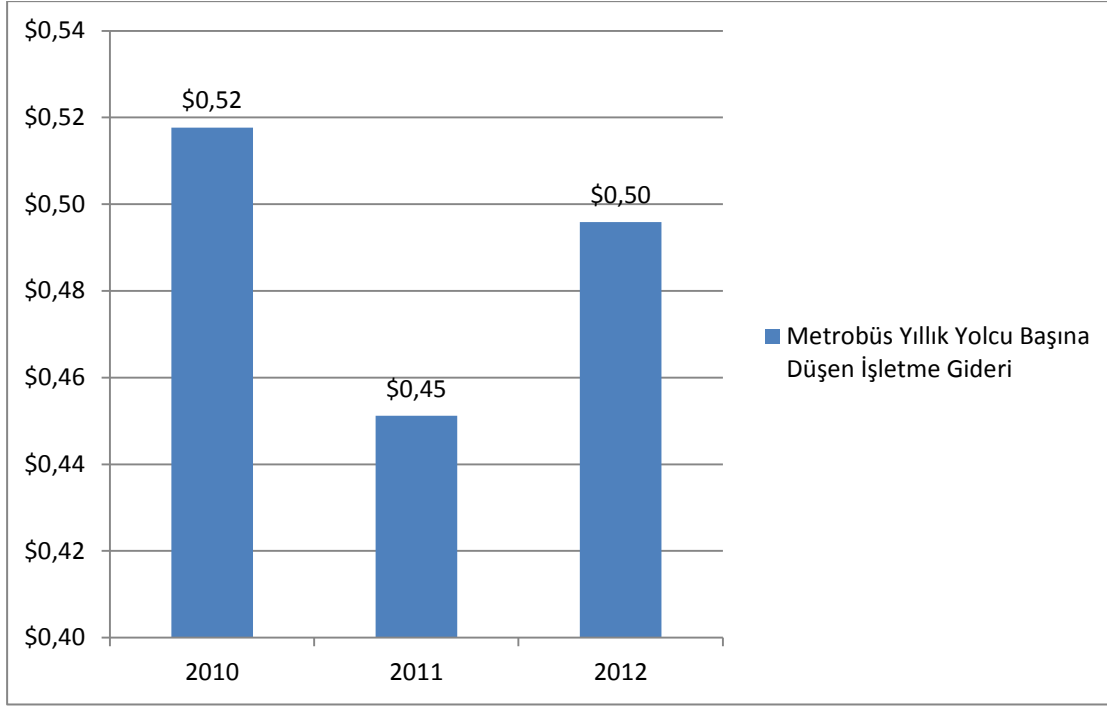
Yukarıdaki grafikten de görülebileceği gibi bakım onarım maliyetleri 2012 yılında önceki yıllara oranla oldukça düşmüştür. Bunun temel nedeni araç filosundaki yaşlı araçların emekliye ayrılıp yerine yeni araçların alınmasıdır. Yeni alınan araçlar 5 yıllık garanti kapsamında olduğundan bakım ve onarım maliyetleri İETT Metrobüs bakım-onarım giderleri içerisinde görülmemektedir. İETT, 2010 yılında 17.538.319\$, 2011 yılında 14.293.685\$ ve 2012 yılında 15.019.719\$ bakım-onarım maliyeti sarf etmiştir [16].

Metrobüs ile bekleme süresinde kısalma, hızlı biniş kolaylığı, diğer taşıma araçlarına göre daha kısa sürede varış sağlandı. Metrobüs ile seyahat süresinde günlük 132 dk/ yolcu, yıllık 34 gün/ yolcu kazanç elde edildi. Metrobüs devreye girince 80 bin araç trafikten çekildi. Metrobüs ile 242 ton akaryakıt tasarrufu sağlandı. Hibrid araçlarla yakıt tüketiminde azalma sağlanmaktadır. Karbondioksit salımı günlük 623 ton azaldı. 1296 minibüs, 133 İ.E.T.T. otobüsü ile 76 Ö.H.O. trafikten çekildi [16].

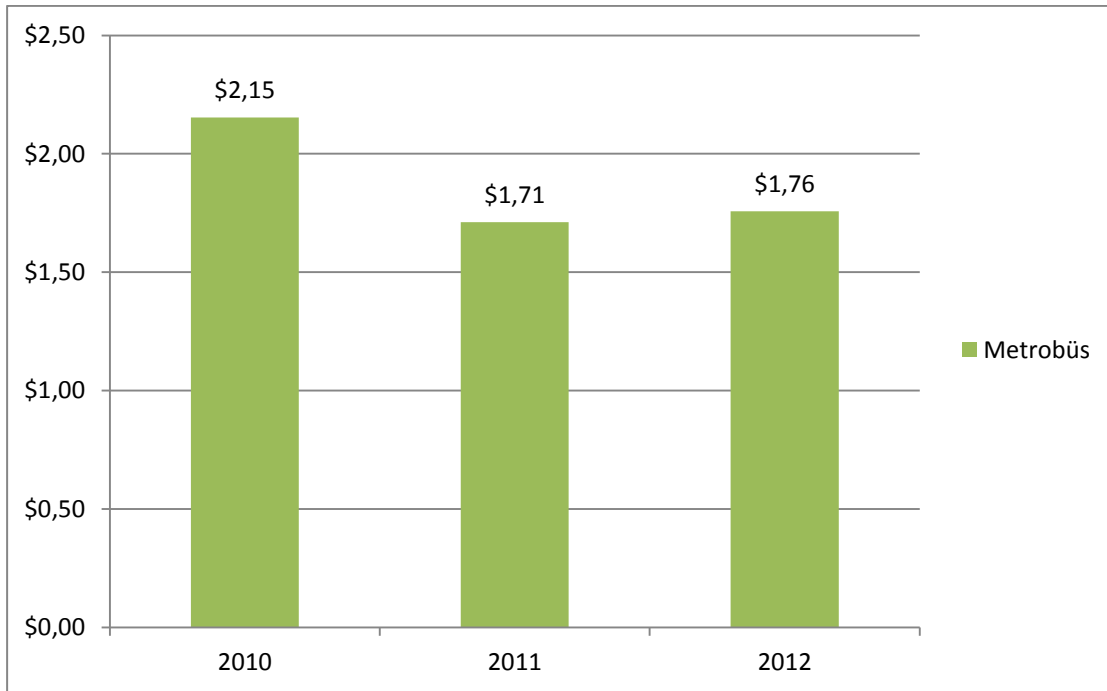
Akaryakıt maliyetleri yıllar içerisinde artış göstermiştir. Akaryakıt maliyetinin artış göstermesinde metrobüs hattının uzaması, metrobüs filosuna yeni araçların katılması, günlük sefer sayısının artması ve akaryakıt fiyatlarındaki artışlar etkili olmuştur.

İETT şoförlerine ekonomik sürüşle yakıttan tasarruf sağlanması için eğitim vermektedir. Bu eğitimler ile yakıt tüketiminde %5-10 azalma, emisyon azaltımı, trafik kazalarında azalma, konforlu seyahat ve bakım maliyetlerinde azalma sağlamak hedeflenmektedir. İETT metrobüs hattı için, 2010 yılında 43.273.531\$, 2011 yılında 42.330.431\$ ve 2012 yılında 50.093.592\$ akaryakıt maliyeti sarf etmiştir [16].

Metrobüs sisteminin yolcu başına işletme maliyetleri Amerikan doları cinsinden Şekil 4.16'da ve Araç-Km başına işletme maliyetleri Amerikan doları cinsinden Şekil 4.17'de gösterilmiştir.



Şekil 4.16 : Metrobüs yıllık yolcu başına düşen işletme gideri [16].



Şekil 4.17 : Metrobüs yıllık araç-km başına düşen işletme gideri [16].

İşletmeci kuruluş olan İ.E.T.T.'den metrobüs hattına ait gelir bilgileri alınamamıştır. Bu yüzden metrobüs hattına ait gelirin gideri karşılama oranı hesaplanamamıştır.

4.2 Türler Arası Karşılaştırma

Ulaşım planlaması yapılmış olan eski şehirlerde ve yeni yerleşime açılacak olan ulaşım planlaması oluşturulmakta olan şehirlerde raylı sistem işletmeciliği ulaşım yöntemi olarak en başta düşünülen sistemdir. Bunun temel nedenlerinden birisi raylı sistemin yolcu potansiyelinin lastik tekerlekli karayolu taşıtlarına oranla daha yüksek olmasıdır. İşletme hızı bakımından birçok kentiçi raylı sistem işletme hızı, metrobüs işletme hızından daha fazladır.

Metrobüs gürültü kirliliği daha çok olan bir ulaşım aracıdır. Metronun yeraltında olması, LRT'nin ve kısmi olarak da tramvayın kendilerine ait yollarının olması ve bu yolların kolaylıkla yerleşim birimlerinden ayrılıp ses izolasyonunun yapılabilmesi nedeniyle raylı sistemlerin gürültü kirliliği oranı karayolu taşıtlarına göre daha azdır.

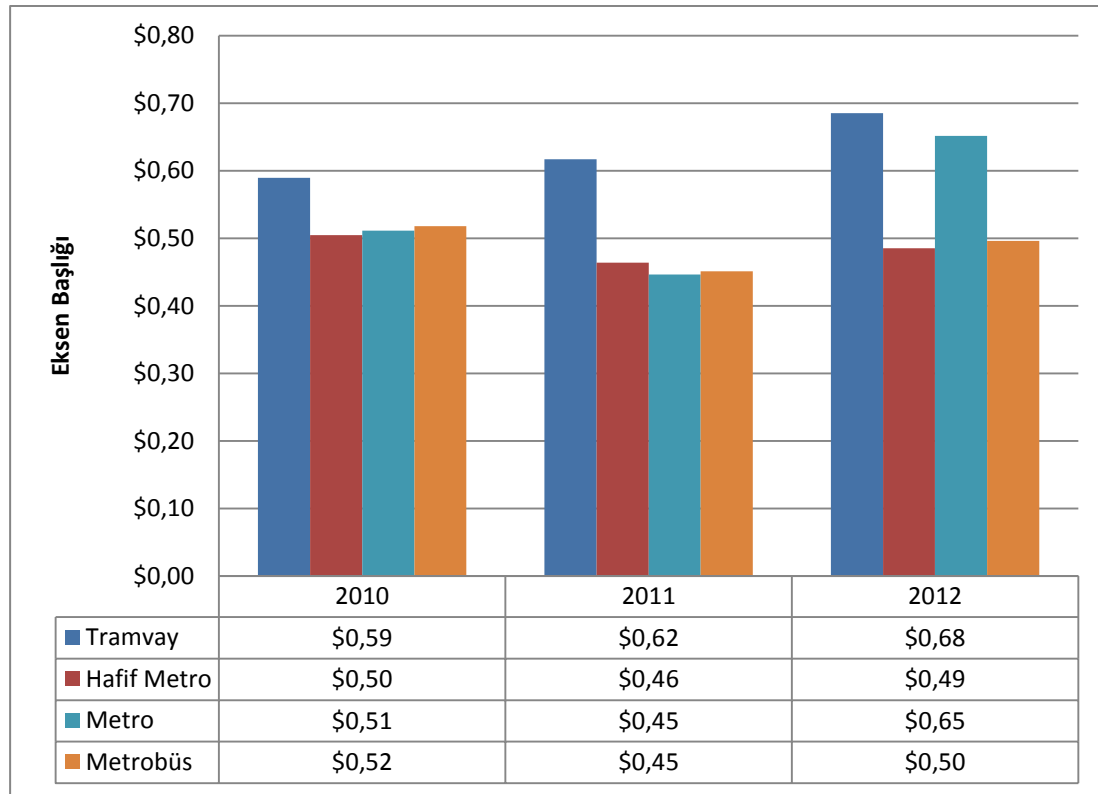
Lastik tekerlekli metrobüs, hava ve toprak kirliliği açısından da raylı sistemlere oranla dezavantajlıdır. İşletme ile birlikte havaya salınan CO, NO_x, SO_x gibi sera gazları atmosferdeki hava tabakalarını tehdit etmekte ve küresel ısınmaya katkı sağlamaktadır. Tekerleklerden kopan parçalar toprak kirliliğine, araçlardan akan yağlar yağmurlarla birlikte sürüklenerek yer altı ve yerüstü sularına karışarak su kirliliğine neden olmaktadır. Raylı sistemlerde katener hattı ile pantograf arasındaki sürtünmeden meydana gelen partikül maddeler hava kirliliği oluşturmaktadır.

Karayolu araçları iklimsel şartlardan çokça etkilenirler. Metrobüs hattı kışın aşırı kar yağışlarından meydana gelen buzlanmalarda çalışamadığı gibi tuzlama çalışmalarına personel ve araç ayırmak durumunda kalmaktadır. Ayrıca yağış esnasında drenaj sisteminin kusursuz çalışması gerekmektedir. Drenaj sistemindeki tıkanıklıklar karayolu ulaşımının durmasına neden olabilmektedir. Bu ve buna benzer durumlar ek maliyetlere sebebiyet vermektedir. Raylı sistem hatları genelde kapalı ortamlara sahip olduğu için hava koşullarından etkilenmezler

Raylı sistemler daha az bir kamulaştırma alanına ihtiyaç duyar. Raylı sistem sadece standart gabari genişliğine uyulan her türlü bölgeden geçebilmektedir. Karayolu ağı oluşturmak için platform genişliklerine banket, hendek alanı gibi bölgeler eklenmeli, şerit genişlikleri güvenli sınırlar içinde tutulmalıdır. Bu gibi sebepler kamulaştırma bölgesi genişliğini arttırmakta bu durum ek ilk yatırım maliyetlerine sebep olmaktadır.

İstanbul Ulaşım A.Ş.'nin işlettiği incelenen hatlarda 2010 yılında 128.993.864\$, 2011 yılında 138.877.626\$, 2012 yılında ise 180.311.100\$ toplam işletme maliyeti yapılmıştır. Aynı yıllar incelendiğinde 2010 yılında 248.236.706, 2011 yılında 283.273.501 ve 2012 yılında ise 320.397.353 yolcu taşınmıştır. Yolcu başına işletme maliyeti analizi yapıldığında incelenen tüm hatlarda 2010 yılında 0.55\$/Yolcu, 2011 yılında 0.54\$/Yolcu, 2012 yılında ise 0,63\$/Yolcu işletme maliyeti yapılmıştır.

Metrobüs sisteminde 2010 yılında 83.202.214\$, 2011 yılında 78.088.370\$, 2012 yılında ise 90.960.097\$ toplam işletme maliyeti yapılmıştır. Aynı yıllar incelendiğinde 2010 yılında 160.723.513, 2011 yılında 173.076.087 ve 2012 yılında ise 183.422.464 yolcu taşınmıştır. Metrobüs sisteminde birim maliyetler incelendiğinde yolcu başına düşen birim maliyet 2010 yılı için 0,55\$/Yolcu, 2011 yılı için 0,45\$/Yolcu ve 2012 yılı için ise 0,50\$/Yolcu olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 : Türler arası yıllık yolcu başına düşen işletme maliyeti karşılaştırılması [16] [22].

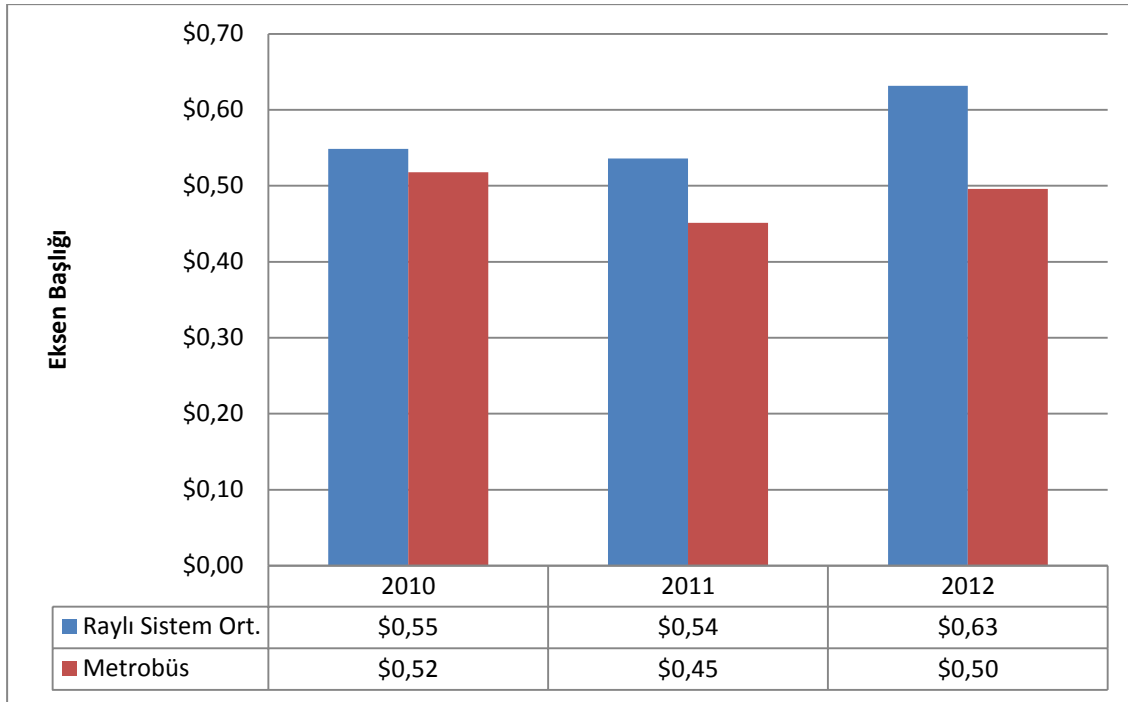
Taşınan yolcu başına maliyetlere bakıldığında karşılaştırılan türlerden hafif metro türünün en ekonomik tür olduğu kanaatine varılmaktadır. İncelenen yıllar içerisinde

yolcu başına maliyet 0,50\$'ın altında kalmıştır. En büyük yolcu başına düşen maliyet ise tramvay türünde görülmektedir. Bu duruma neden olan etken T4 tramvay hattının verimli işletilememesi ve hattın yapım aşamasından gelen problemlerin hala devam etmesidir. Şekil 19'da türler arası yıllık araç-km başına düşen işletme maliyetinin karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4.19 : Türler arası yıllık araç-km başına düşen işletme maliyeti karşılaştırılması [16] [22].

Araç-km başına düşen birim maliyetlere bakıldığında incelenen raylı sistem türleri arasında en düşük birim maliyet 2010 ve 2012 yıllarında hafif metro türündeyken 2011 yılında metroda görülmektedir. Bu duruma neden olan etken 2011 yılı içerisinde eskiyen M1 hattında değiştirilen makas, izole cebire, genişleme contası ve ray gibi malzeme ve ekipmanların bakım-onarım maliyetini ortalamanın üzerinde arttırmış olmasındandır. Araç-km başına en düşük maliyete ise metrobüs sistemi sahiptir. Şekil 4.20'de metrobüs hattı ve raylı sistem hatlarının ortalamasına ait yıllık yolcu başına düşen işletme maliyetlerinin karşılaştırılması verilmiştir.

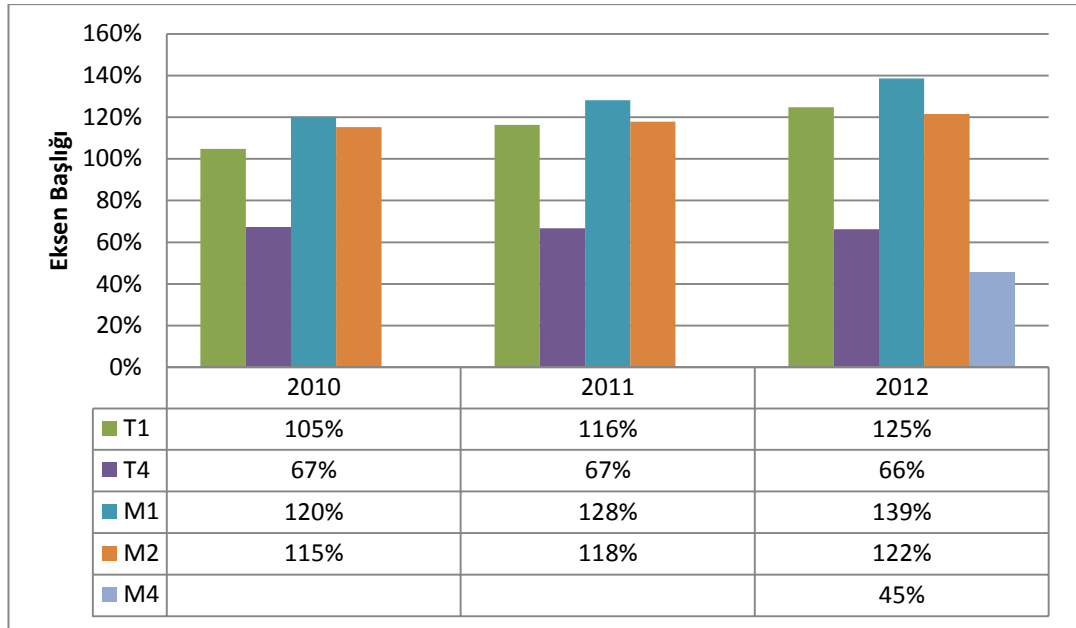


Şekil 4.20 : Metrobüs ve ortalama raylı sistem yıllık yolcu başına düşen işletme maliyeti karşılaştırılması [16] [22].

Son olarak yolcu başına düşen birim maliyet analizinde incelenen raylı sistem türlerinin ortalamasıyla metrobüs sisteminin ortalaması karşılaştırıldığında metrobüs sisteminin daha düşük birim işletme maliyetlerine sahip olduğu görülmektedir. Kapasitesinin üzerinde işletilen metrobüs hattı bu durumun en büyük nedenidir.

Ayrıca metrobüs güzergahı üzerinden metrobüs sistemine ikame bir sistem bulunmamaktadır. Aynı durum T4 Topkapı-Habibler tramvayı ve M4 Kadıköy-Kartal metrosu için geçerli değildir. İki hatta da hat boyunca paralel işletmesi yapılan otobüs, dolmuş gibi toplu taşıma sistemleri bulunmaktadır. Bu durum yolcu kaybına neden olmaktadır.

Şekil 4.21’se 2010, 2011 ve 2012 yıllarında İstanbul’daki raylı sistem hatlarının gelirin gideri karşılama oranı görülmektedir. Gelirin gideri karşılama oranına bakıldığında en verimli hattın M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı olduğu görülmektedir. Gelirlerinin giderlerini karşılayamadığı tek hat olarak T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı görülmektedir. Şekil 4.21’de görüldüğü gibi T4 hattının 1/3’lük işletme maliyeti sübvansede edilmektedir.



Şekil 4.21 : Raylı sistemler yıl bazında gelirin gideri karşılama oranları[22].

4.3 Türlerin Dünyadaki Benzerleriyle Karşılaştırılması

4.3.1 Tramvay hatları

İstanbul raylı sistemleri yolcu potansiyeli yüksek akslar üzerine inşa edilmişlerdir. Hatta bazıları yolcu potansiyeli açısından dünyadaki diğer türlerinin taşıyabileceği en yüksek yolcu düzeyinin de üzerinde işletme performansı göstermektedir. Hatların işletme bilgileri ve maliyetleri Çizelge 4.9 ve 4.10 da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 : T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattı işletme bilgileri [22].

Hat	Yıl	Taşınan Yolcu	Yapılan Araç- Km	Yapılan Toplam Maliyet	Yolcu Başına Birim Maliyet	Araç Km Başına Birim Maliyet
T1	2010	85.576.995	2.124.959	\$40.388.947	\$0,47	\$19,01
	2011	104.967.109	2.967.701	\$47.625.248	\$0,45	\$16,05
	2012	113.856.357	3.195.919	\$55.666.357	\$0,49	\$17,42

Çizelge 4.10 : T4 Topkapı-Habibler tramvay hattı işletme bilgileri [22].

Hat	Yıl	Taşınan Yolcu	Yapılan Araç- Km	Yapılan Toplam Maliyet	Yolcu Başına Birim Maliyet	Araç Km Başına Birim Maliyet
T4	2010	30.274.165	1.836.895	\$21.399.625	\$0,71	\$11,65
	2011	31.259.197	1.722.470	\$24.376.767	\$0,78	\$14,15
	2012	32.994.609	1.769.520	\$29.069.305	\$0,88	\$16,43

Normal şartlar altında en fazla yolcunun Metro tipi raylı sistemde taşınması gerekirken bu durum İstanbul'da T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattında yaşanmaktadır. 2012 yılı itibariyle günlük 430.000 yolcuya hizmet veren hat, kapasitesinin çok üzerinde yolcu taşımaktadır. Bu durumdaki etken faktör, hattın geçtiği güzergahın tarihi yarımada içerisinde kalması, kullandığı yol üzerinde birçok iş yerinin bulunması ve bazı bölgelerde geçtiği güzergah üzerinde raylı sistemden başka herhangi bir ulaşım aracı türünün bulunmaması tramvayı cazip hale getirmekte ve yolcu sayısını diğer sistemlerin üzerinde tutmaktadır. Yurt dışındaki Tramvay İşletme Maliyetleri ile T1 ve T4 hattının karşılaştırılması Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 : Tramvay birim işletme maliyetleri (\$/Yolcu) [22] [24] [25] [26].

Tramvay İşletme Maliyetleri		Yıl
Londra, İngiltere	1,48\$	2000
Montpellier, Fransa	0,74\$	2008
Vancouver, Kanada	0,51\$	2009
T1	0,49\$	2012
T4	0,88\$	2012
Not: Aralık 2000 yılı 1 sterlin: 1,48 USD , Aralık 2008 1 Euro: 1,41 USD , 2012 yılı 1 TL: 0,56 USD		

T1 hattında 2'li dizi kullanılırken, T4 hattında 3'lü dizi kullanılmaktadır. Bu durum T4 hattı için sefer başına elektrik sarfiyatını arttırmaktadır. Ayrıca tren sayısı olarak yetersiz durumda olan T4 hattında sefer yoğunluğunun azalmasına neden olmaktadır. Yolcular, sefer sıklığı azalan hatta alternatif olan karayolu ulaşım araçlarını tercih etmektedirler. Hattın güzergahına paralel çok sayıda minibüs ve otobüs çalışmaktadır. T4 hattına göre işletme hızları ve işletme yoğunluğu daha yüksek olan karayolu araçları hat güzergahını kullanan yolcular tarafından daha çok tercih edilmektedir.

İşletme olarak verimli çalıştırılan T1 Kabataş-Bağcılar tramvay hattında yolcu başına düşen işletme maliyeti Avrupa ülkelerinden ve Kanada'dan düşüktür. Bu duruma temel oluşturan neden ülkemizde işçilik maliyetlerinin incelenen ülkelere kıyasla düşük olması ve ülkemizdeki hatların nispeten yeni hatlar olduğundan dolayı bakım-onarım maliyetlerinin düşük olmasıdır.

4.3.2 Hafif metro hatları

M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı, 1988’de açılan bir hattır. Hattın yaşı, hat bakım-onarım maliyetinin artmasına neden olmuştur. 2010 ve 2011 yılında ray değişimi ve alın kaynak çalışması, 2012 yılında makas ve izole cebire değişimleri hat maliyetlerin katlanarak artmasına neden olmuştur. Çizelge 4.12’de M1 hattına ait işletme bilgileri verilmiştir. Yurt dışındaki hafif raylı sistem hatları işletme maliyetleri ile M1 hattının karşılaştırılması Çizelge 4.13’de verilmiştir.

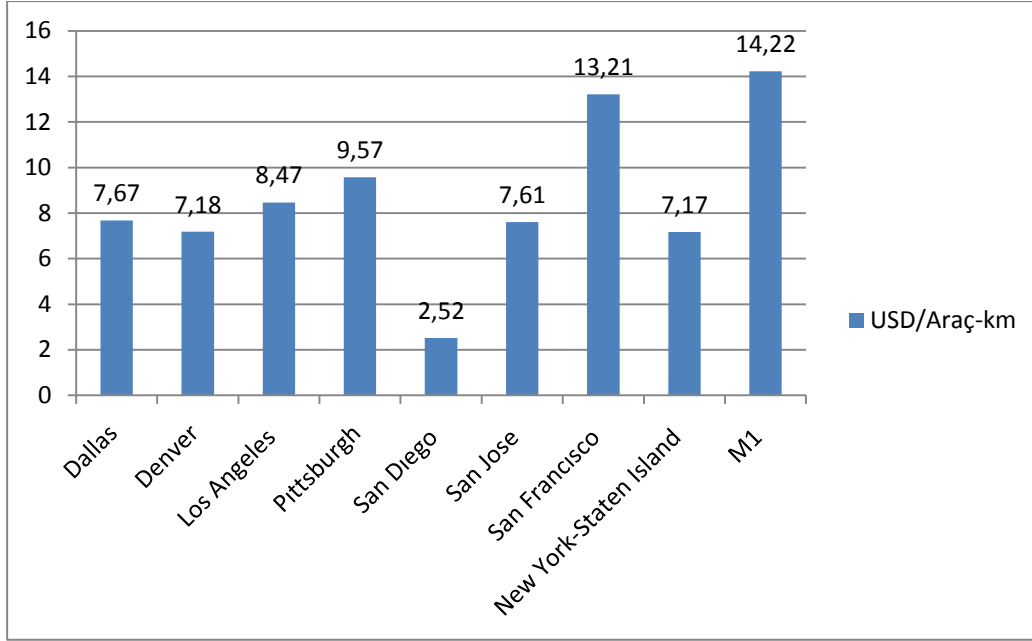
Çizelge 4.12 : M1 Aksaray-Havalimanı hafif metro hattı işletme bilgileri [22].

Hat	Yıl	Taşınan Yolcu	Yapılan Araç- Km	Yapılan Toplam Maliyet	Yolcu Başına Birim Maliyet	Araç Km Başına Birim Maliyet
M1	2010	69.877.628	2.510.785	\$35.241.782	\$0,50	\$14,04
	2011	71.105.930	2.506.418	\$32.975.705	\$0,46	\$13,16
	2012	76.083.303	2.595.432	\$36.919.601	\$0,49	\$14,22

Çizelge 4.13 : ABD eyaletleri ve İstanbul’da hafif metro araç-km maliyetleri [27].

Kentler	USD/Araç-km	Yıl
Dallas	7,67	1999
Denver	7,18	1999
Los Angeles	8,47	1999
Pittsburgh	9,57	1999
San Diego	2,52	1999
San Jose	7,61	1999
San Francisco	13,21	1999
New York-Staten Island	7,17	1999
M1	14,22	2012
31.12.2012 Dolar kuru: 1,78 TL		

Dünya’daki benzelerine kıyaslandığında M1 Aksaray-Havalimanı hattı araç-km başına düşen birim maliyete bakıldığında yüksek kalmaktadır. Fakat bu durumu incelerken yurt dışındaki hatların 1999 yılına ait verileri bulunabilmiştir. Yıllık enflasyon oranları da gözönünde bulundurulduğunda güncel fiyatlar hemen hemen M1 hattı ile aynı olacağı düşünülmektedir. Yurt dışındaki hafif raylı sistem hatları işletme maliyetleri ile M1 hattının karşılaştırılması Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22 : ABD eyaletleri ve İstanbul'da hafif metro araç-km maliyetleri [22][27].

4.3.3 Metro hatları

Çizelge 4.14'de M2 metro hattına ait maliyet oranları verilmiştir. M2 Şişhane-Haciosman metro hattında 2010 yılında açılan Darüşşafaka ve Seyrantepe istasyonları ile 2011 yılında açılan Haciosman istasyonu hattın uzamasını sağlamıştır. Artan hat uzunluğu yolcu potansiyelini ve yapılan maliyeti arttırmıştır. Çizelge 4.15'de M4 metro hattına ait maliyet oranları verilmiştir.

Çizelge 4.14 : M2 Şişhane-Haciosman metro hattı işletme bilgileri [22].

Hat	Yıl	Taşınan Yolcu	Yapılan Araç- Km	Yapılan Toplam Maliyet	Yolcu Başına Birim Maliyet	Araç Km Başına Birim Maliyet
M2	2010	62.507.918	2.206.531	\$31.963.510	\$0,51	\$14,49
	2011	75.941.265	2.614.028	\$33.899.906	\$0,45	\$12,97
	2012	84.344.576	2.563.222	\$41.728.361	\$0,49	\$16,28

Çizelge 4.15 : M4 Kartal-Kadıköy metro hattı işletme bilgileri [22].

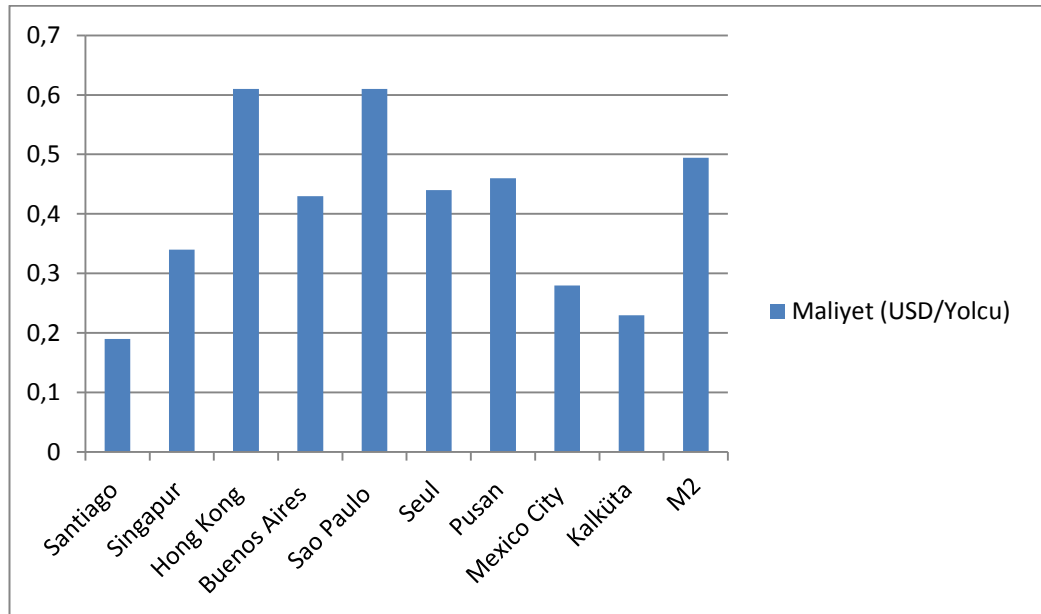
Hat	Yıl	Taşınan Yolcu	Yapılan Araç- Km	Yapılan Toplam Maliyet	TL/Yolcu	TL/Araç Km
M4	2012	13.118.508	3.163.264	18.871.284 TL	1,44	5,97

M4 Kadıköy-Kartal metro hattı Ağustos 2012 tarihinde açıldığından veriler bu tarihten yılsonuna kadar olan zaman dilimini kapsamaktadır. Çizelge 4.16’da bazı dünya şehir metrolarındaki yolcu başına düşen birim işletme maliyetleri verilmiştir.

Çizelge 4.16 : Bazı dünya metrolarında yolcu başına işletme maliyeti [28].

Şehir	Maliyet (USD/Yolcu)	Yıl
Santiago	0,19	2002
Singapur	0,34	2002
Hong Kong	0,61	2002
Buenos Aires	0,43	2002
Sao Paulo	0,61	2002
Seul	0,44	2002
Pusan	0,46	2002
Mexico City	0,28	2002
Kalküta	0,23	2002
M2	0,44	2012
31.12.2012 Dolar kuru: 1,78 TL		

Bu şehirler ile M2 Şişhane-Hacıosman metrosu kıyaslandığında, M2 hattının yolcu başına düşen maliyetinin Güney Amerika şehirlerine ait metrolardan yüksek, Uzak Doğu ülkelerine ait metrolardan düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun işçi ücretlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca ülkemiz dışındaki maliyet verileri 2002 yılına ait bulunmaktadır. Ülkelerdeki enflasyonu düşünerek bu verilerin yükseldiği kolayca söylenebilir. Çizelge 4.17’de UITP tarafından yayımlanan dünya şehirlerinin araç-km ve yolcu-km başına toplu taşıma maliyetleri verilmiştir.



Şekil 4.23 : Dünya şehirleri ve İstanbul’da metro araç-km maliyetleri [22][28].

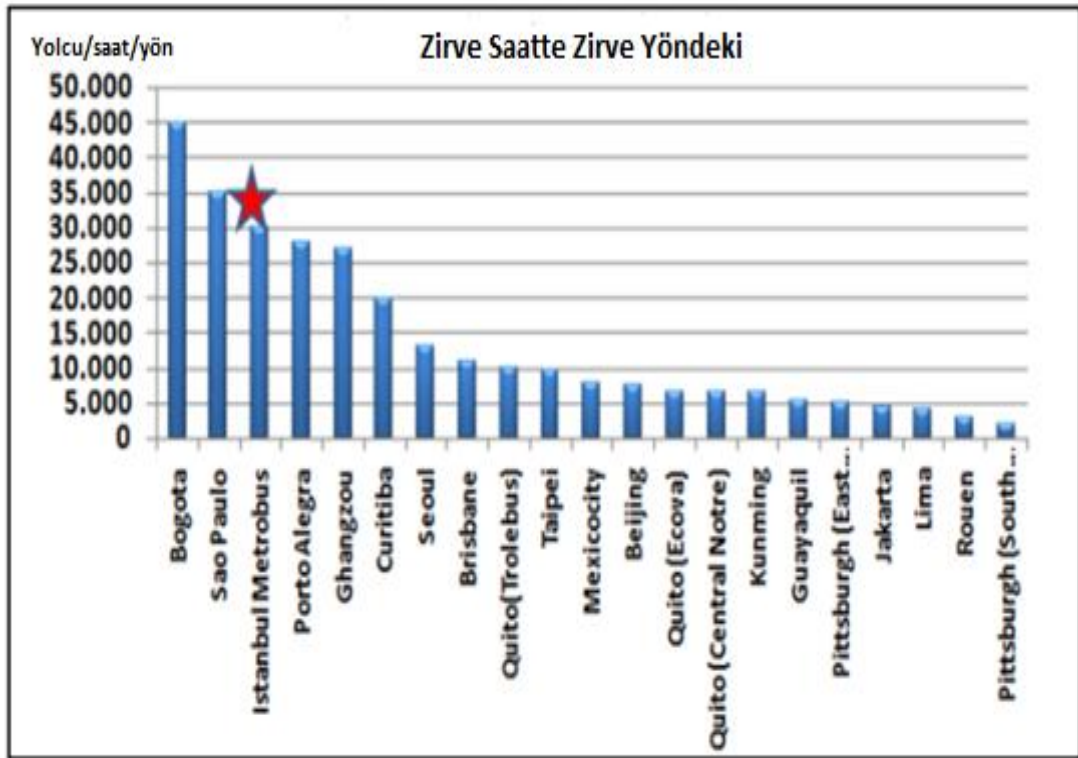
Çizelge 4.17 : Bazı şehirlerin birim toplu taşıma maliyetleri [29].

Şehir	USD/araç-km	USD/Yolcu-km	Yıl
Barcelona	4,6	0,16	2009
Madrid	3,73	0,17	
Lizbon	B	B	
Paris	8,91	0,36	
Lyon	8,11	0,72	
Hamburg	5,04	0,27	
Münih	4,99	0,19	
Londra	3,42	0,24	
Newcastle	2,16	0,17	
Brüksel	7,64	0,4	
Moskova	B	B	
Kopenhag	2,62	0,16	
Viyana	7,97	0,41	
Prag	1,57	0,04	
Montreal	3,55	0,2	
Toronto	0,14	0,15	
Chicago	5,12	0,29	
Los Angeles	5,12	0,34	
San Francis	5,09	0,32	
Buenos Aire	B	B	
Curitiba	1,79	0,05	
Rio de Jena	B	B	
Mexico City	B	B	
Caracas	B	B	
Tel Aviv	6,98	0,25	
Kahire	1,09	0,03	
Kazablanka	B	B	
Cape Town	0,94	0,06	
Johannesbu	0,81	0,06	
Tunus	3,52	0,07	
Osaka	4,28	0,08	
Tokyo	4,13	0,07	
Hong Kong	1,92	0,08	
Shanghai	0,57	0,01	
Bangkok	0,52	0,02	
Melbourne	4,28	0,21	
Sydney	3,18	0,16	
İstanbul	B	B	

Bu çalışmada hesaplanan birim maliyetleri genel anlamda toplu taşıma birim maliyetleri olarak kabul edemesek de UITP'nin değerleri fikir vermesi bakımından önemlidir.

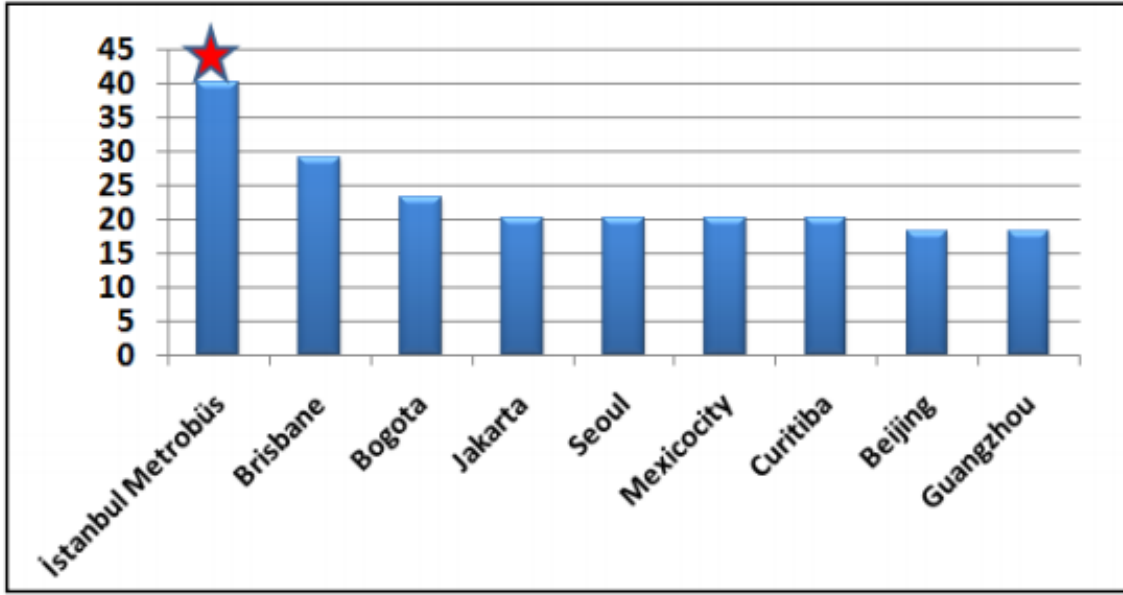
4.3.4 Metrobüs

Metrobüs 17 Eylül 2007 yılında 18,2 km'lik Avcılar-Topkapı hattıyla hizmete girmiştir. 2008 yılında 11,8 km Topkapı-Zincirlikuyu, 2009 yılında 11,5 km Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme ve 2012 yılında 9,7 km Avcılar-Beylikdüzü hattı açılmıştır. Metrobüs yolculukları ay ve yıl bazında değerlendirildiğinde doğrusal olarak arttığı görülmektedir. 2010 yılsonunda 160.723.513 olan yolculuk 2011 yılı sonunda 173.076.087 olurken bu rakam 2012 yılında 183.422.464'ü bulmuştur. İstanbul metrobüs sistemi Dünya'daki diğer BRT sistemleri ile karşılaştırıldığında zirve saat zirve yöndeki yolculuk bakımından 3. sırada yer almaktadır. Şekil 4.24'de İstanbul metrobüs sisteminin dünyadaki benzerleriyle olan zirve saatteki zirve yöndeki yolculuk sayıları verilmiştir.



Şekil 4.24 : 2012 yılı İstanbul metrobüs'ün dünyadaki BRT sistemleriyle yolculuk bazlı karşılaştırılması [30].

Ticari hız bakımından karşılaştırma yapıldığında İstanbul metrobüsün 1. sırada olduğu Şekil 4.25'de gösterilmektedir. Ticari hızın yüksek olması tüm olumsuz şartlara rağmen şehir insanının zamanının değerli olması nedeniyle metrobüs sisteminin tercih edilirliliğini arttırmaktadır.



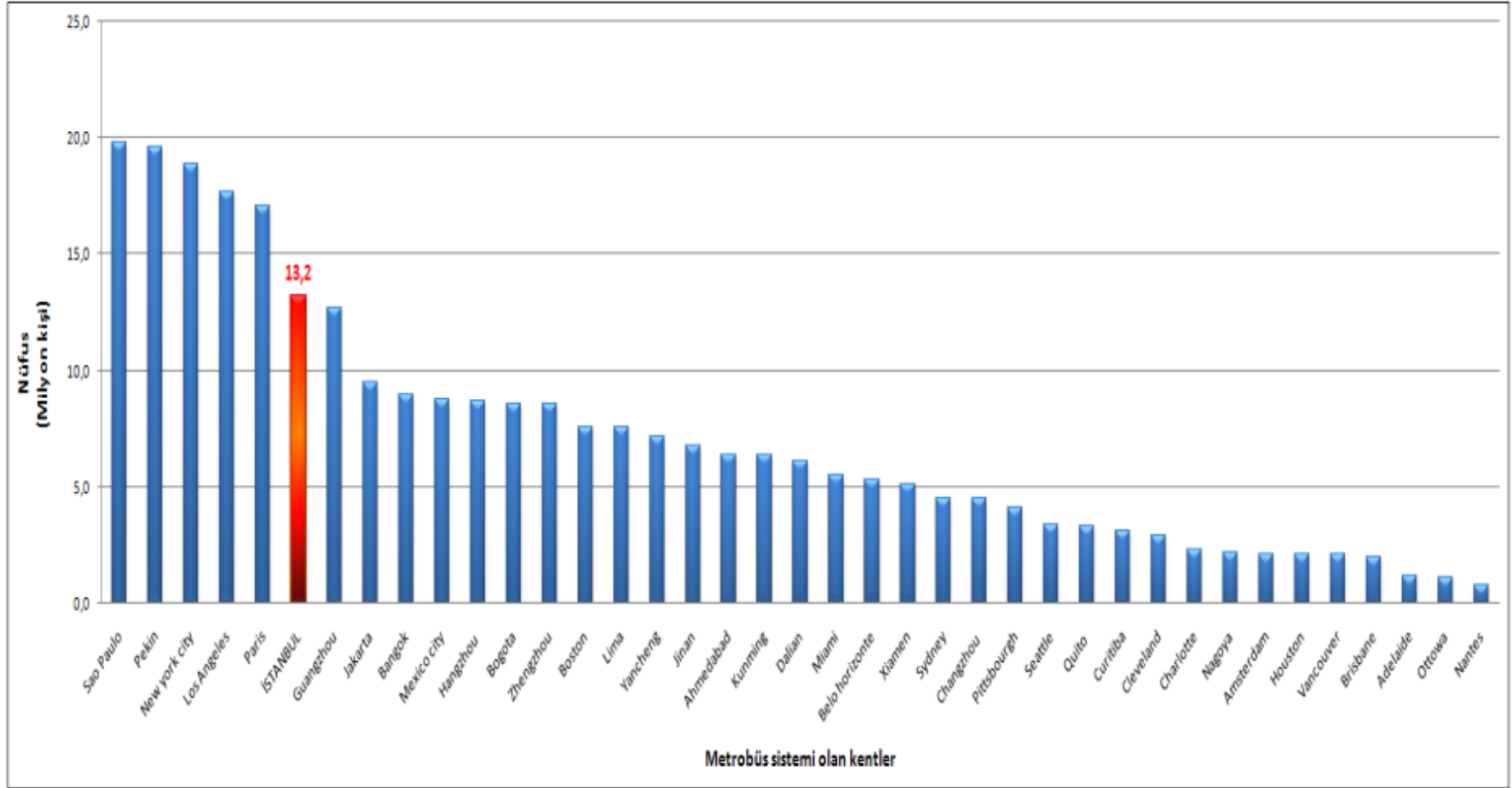
Şekil 4.25 : 2012 yılı İstanbul Metrobüs sisteminin dünyadaki BRT sistemleriyle işletme hızı bazlı karşılaştırılması [30].

Metrobüs hattına ait işletme bilgileri Çizelge 4.18’de verilmiştir. Bilgiler resmi başvuru sonucunda faaliyet raporu kapsamında sunulmuştur.

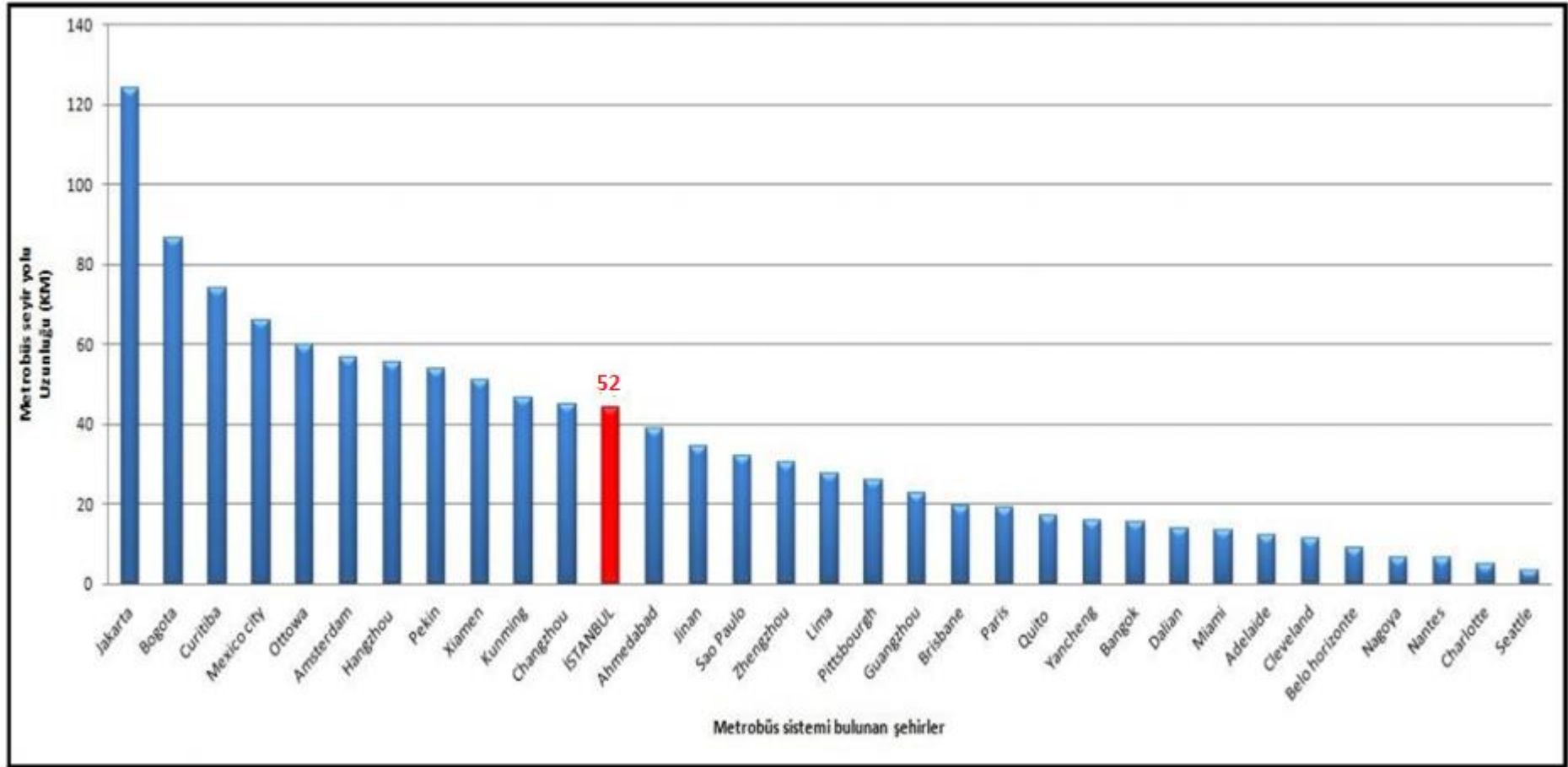
Çizelge 4.18 : Metrobüs sistemi işletme ve maliyet bilgileri [16].

Hat	Yıl	Taşınan Yolcu	Yapılan Km	Yapılan Toplam Maliyet	Yolcu Başına Birim Maliyet	Araç Km Başına Birim Maliyet
Metrobüs	2010	160.723.513	38.640.291	\$83.202.214	\$0,52	\$2,15
	2011	173.076.087	45.648.432	\$78.088.370	\$0,45	\$1,71
	2012	183.422.464	51.753.351	\$90.960.097	\$0,50	\$1,76
Not: 31.12.2010 Amerikan Doları kuru: 1,54 TL , 30.12.2011 Amerikan Doları kuru: 1,89 TL, 31.12.2012 Amerikan Doları kuru: 1,78 TL						

Şekil 4.26’de 2012 yılı İstanbul metrobüs sistemi ile karşılaştırılan diğer şehirlerin nüfusları verilmiştir. Şekil 4.27’de ise 2012 yılı İstanbul metrobüs sistemi ile karşılaştırılan diğer şehirlerin seyir yolu uzunlukları verilmiştir.



Şekil 4.26 : 2012 yılı İstanbul metrobüs sistemi ile karşılaştırılan diğer şehirlerin nüfusları [30].



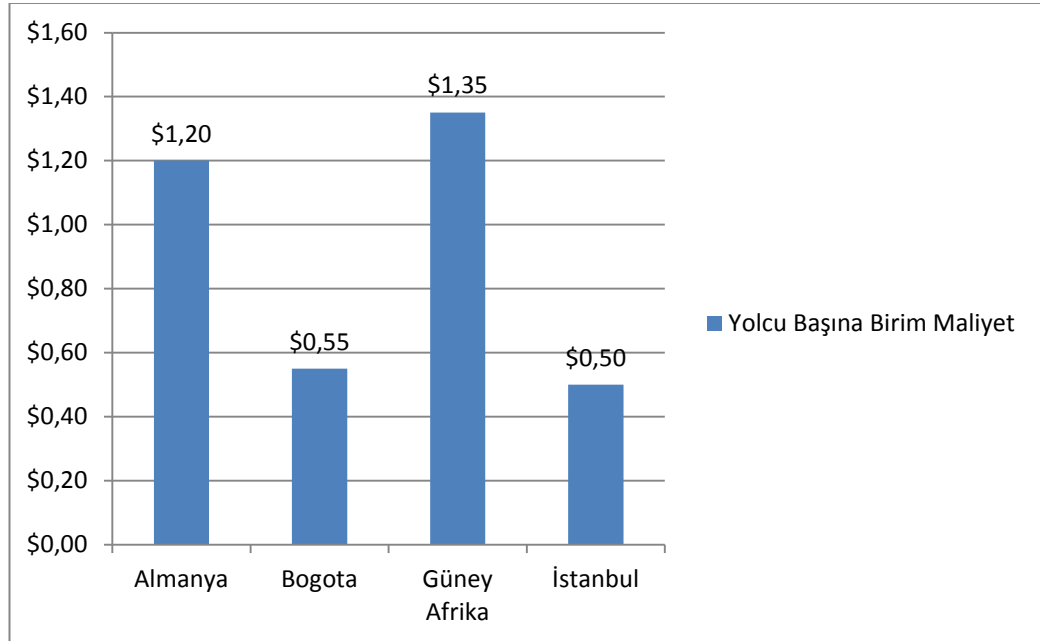
Şekil 4.27 : 2012 yılı İstanbul metrobüs sistemi ile karşılaştırılan diğer şehirlerin seyir yolu uzunlukları [30].

Çizelge 4.19’da dünyadaki metrobüs hatlarına ait birim işletme maliyetleri verilmiştir.

Çizelge 4.19 : Dünya’daki metrobüslere ait birim işletme maliyeti dağılımları [16][31].

Şehir/Ülke	Yolcu Başına Birim Maliyet	Yıl
Almanya	\$1,20	2008
Bogota	\$0,55	2008
Güney Afrika	\$1,35	2008
İstanbul	\$0,50	2012
Not:31.12.2012 Dolar kuru: 1,78 TL		

Şekil 4.28’da Dünya’daki metrobüs hatlarına ait yolcu başına birim işletme maliyetleri verilmiştir. Veriler Almanya, Bogota ve Güney Afrika için 2008 yılına İstanbul için 2012 yılına aittir.



Şekil 4.28 : Dünya’daki metrobüs hatlarına ait yolcu başına birim işletme maliyetleri [16][31].

Dünya genelindeki metrobüsler incelendiğinde maliyet kalemlerinin dağılım şekli kıtadan kıtaya değişmektedir. Bu durumda araç ve işletme durumunun yanında topoğrafik, sosyal ve kültürel etmenlerde rol oynamaktadır. Çizelge 4.20’de farklı kıtalarda bulunan 3 şehre ait maliyet kalemlerinin yüzdesel dağılışını içermektedir.

Çizelge 4.20 : Dünyadaki metrobüs hatlarına ait işletme maliyeti dağılımları [31].

Maliyetler	Bogota	Almanya	Güney Afrika Ortalama
Araç Amortismanı	34%	21%	41%
Personel Maliyeti	10%	49%	20%
Yakıt	25%	18%	18%
Tekerlek	5%	2%	3%
Araç Bakım	9%	4%	7%
Genel Masraflar	17%	6%	11%

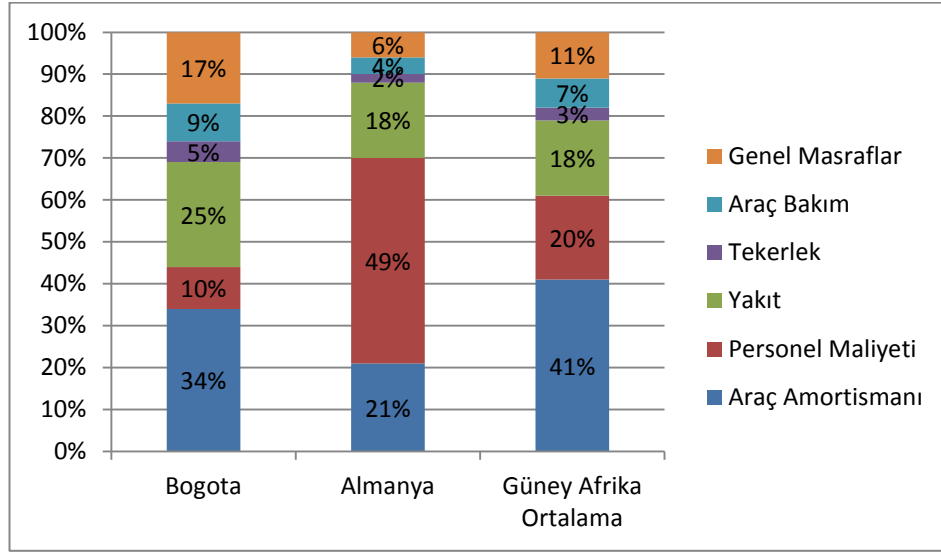
Bogota’da yolcu başına düşen maliyet 0,55 \$ olmaktadır. Aynı durumda araç-km maliyeti ise 1,6 \$ olarak hesaplanmaktadır [31].

Almanya’daki metrobüs sistemlerinde kişi başına düşen maliyet ve araç-km başına düşen maliyet dünyadaki diğer örneklerine göre yüksektir. Bunun temel nedeni tüm otobüs seferlerinin daha az insanın ayakta kalacağı ve konforun yüksek olacağı şekilde sık düzenlenmesi ve bundan dolayı yolcu hacminin azalmasıdır.

Almanya ve komşu ülkelerindeki yüksek personel maaşlarından dolayı bu maliyet kalemi metrobüs sistemi maliyet kalemlerinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Hatta düşük verimli işletmelerde bu oran %75’lere kadar çıkabilmektedir. Araç-km başına düşen maliyet Bogota’daki beklenen işletme maliyetinin neredeyse 3 katı kadardır. Fakat yolcu başına maliyet aynı paralellikte artmamıştır. Bunun nedeni, zirve saatler dışındaki seferlerin yolcu dağılımına göre yapılmasıdır. Almanya metrobüs sistemine baktığımızda yolcu başına düşen toplam maliyet 1,20 \$, araç-km başına düşen maliyet ise 4,60 \$ olarak bulunmuştur [31]. Almanya’daki metrobüs sistemi ile İstanbul metrobüs sistemi kıyaslandığında, İstanbul metrobüs sisteminin işletme açısından daha ekonomik ve verimli işletildiği söylenebilir.

Güney Afrika’daki metrobüs sistemleri incelendiğinde, sistemlerin yolcuları banliyö bölgelerinde şehir merkezlerine taşıdığı gözlemlenmektedir. Bu durum uzun mesafeleri içermekte ve bu durum sistemde birçok aracın kullanılmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte ilk yıllarda birkaç zirve saatin dışında yolcu sayısı çok az olmuştur. Buna rağmen araçlardaki oturarak taşınabilen yolcu sayısı Bogota’daki

örneklerin iki mislidir [31]. Dünya'daki metrobüs hatlarına ait maliyetlerin yüzdesel dağılımı Şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4.29 : Dünya'daki metrobüs hatlarına ait maliyetlerin yüzdesel dağılımı [31].

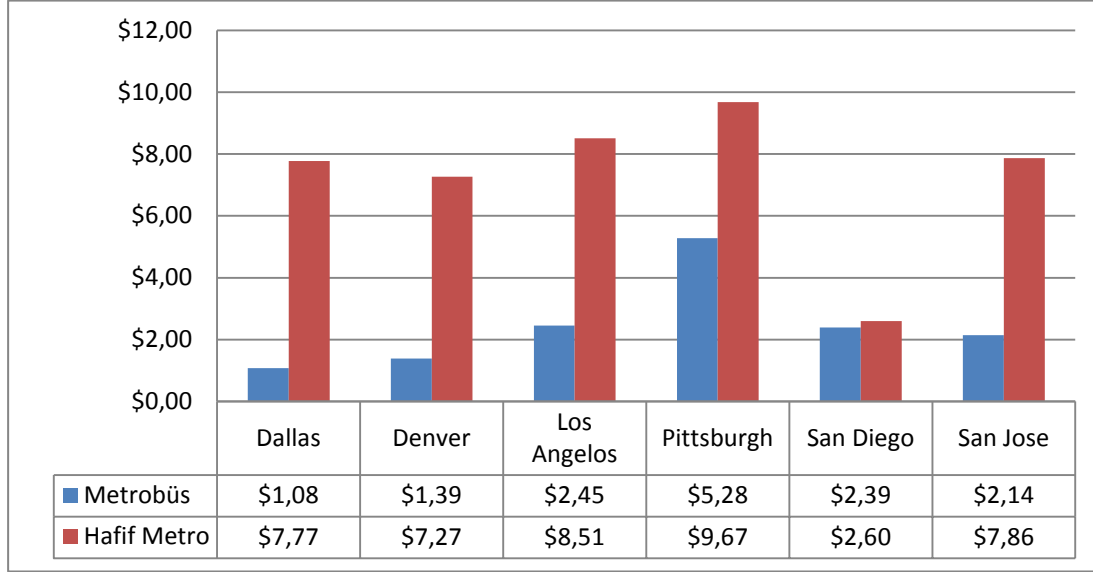
Bogota'daki otobüsler kullanılarak aynı yoğunluktaki yolcu taşınsaydı yolcu başına düşen maliyet 0,80 \$, araç km başına düşen maliyet ise 2,90 \$ olmaktadır. Fakat güncel durumda kişi başına düşen maliyet 1,35 \$, araç km başına düşen maliyet ise 3,40 \$ seviyesindedir [35]. Personel giderleri araç başına 350 yolcu düştüğü için Bogota'dan daha yüksektir. Personel maliyeti oranı Almanya seviyesine ulaşmamıştır. Bunun nedeni ise maaşların Almanya'dan daha düşük olmasıdır.

İkinci bir senaryoya bakıldığında, eğer metrobüs seferleri zirve saatler gözönüne alınarak düzenlenirse, maliyetlerin düşeceğini göstermiştir. Bu durumda yolcu başına düşen maliyet 1,30 \$ olurken, araç km maliyeti ise 3 \$ dolara düşmektedir [31]. Güney Afrika metrobüs işletme maliyeti İstanbul metrobüs işletme maliyeti ile kıyaslandığında çok yukarılarda kalmaktadır.

Tüm bu metrobüs örnekleri incelendiğinde İstanbul metrobüsünün kapasitesinin çok üzerinde çalışması nedeniyle beklenen işletme maliyetlerinden daha düşük işletme maliyetlerine sahip olduğu söylenebilir.

Şekil 4.30'da 1999 yılına ait Amerika eyaletlerinde işletilen bazı metrobüs ve hafif metro sistemlerinde araç-km başına düşen birim işletme maliyeti gösterilmiştir. Metrobüs sistemi araç-km başına düşen birim maliyet karşılaştırmasına göre daha

ekonomiktir. Çizelge 4.20’den de anlaşılacağı gibi yolcu başına düşen birim maliyetler hafif metro sisteminde metrobüs sistemine göre daha düşüktür.



Şekil 4.30 : 1999 yılına ait bazı ABD eyaletlerinde araç-km başına düşen birim işletme maliyeti [27].

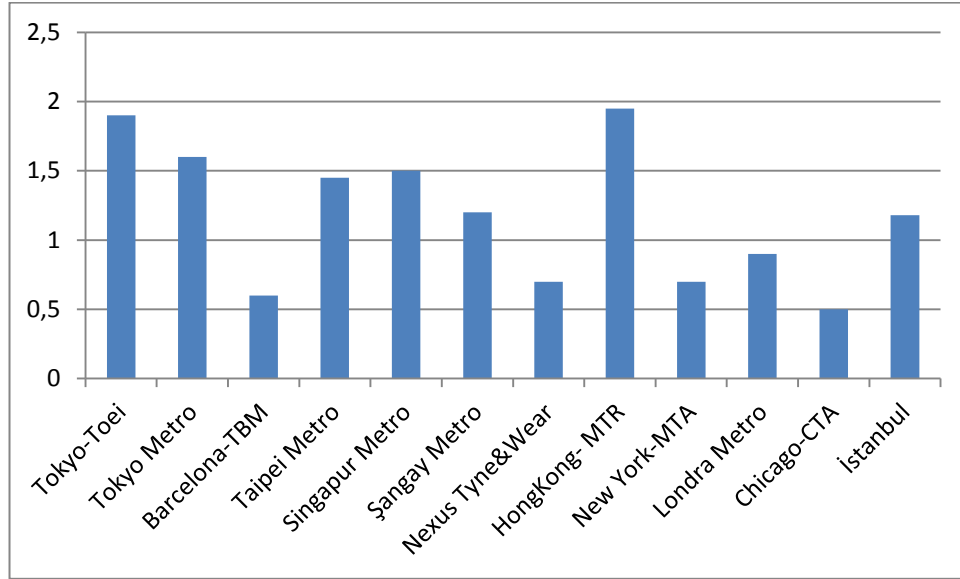
Çizelge 4.21’de, 1999 yılına ait bazı ABD eyaletlerinde yolcu başına düşen birim işletme maliyetleri verilmiştir. Yolcu başına düşen birim işletme maliyetlerinde hafif metronun, metrobüs sistemine göre daha avantajlı olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.21 : 1999 yılına ait bazı ABD eyaletlerinde yolcu başına düşen birim işletme maliyeti [27].

Şehir	Nüfus	Yolcu Başına Düşen Maliyet	
		Metrobüs	Hafif Metro
Denver, CO	588,349	\$0,42	\$0,21
Houston, TX	2,208,180	\$0,34	\$0,33
Minneapolis, MN	377,392	\$0,45	\$0,26
Pittsburgh, PA	311,218	\$0,56	\$0,76
Portland, OR	550,396	\$0,58	\$0,24
San Diego, CA	1,266,731	\$0,44	\$0,17

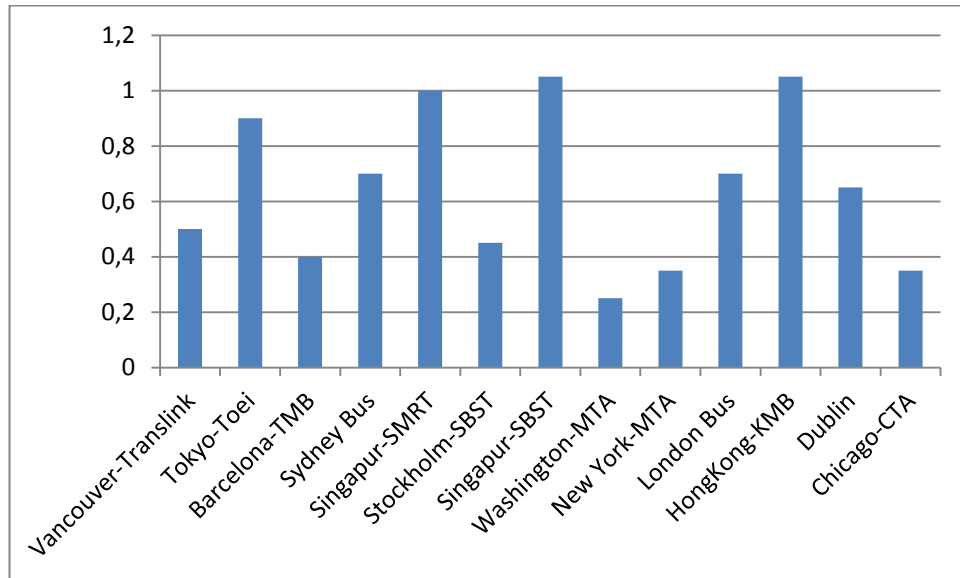
Şekil 4.31’de 2011 yılına ait bazı dünya metroları ile İstanbul metrosunun gelirin gideri karşılama oranları grafikleştirilmiştir. Oran olarak 1’in üzerine çıkan metrolar kar elde ederken oran olarak 1’in altında kalan metrolar devlet tarafından finansal olarak desteklenmektedirler. İstanbul metrosu oran olarak 1’in üzerinde

kalmaktayken, Barselona, Newyork, Londra gibi büyük şehir metroları 1'in altında kalmaktadır.



Şekil 4.31 : 2011 yılına ait bazı dünya metrolarında gelirin gideri karşılama oranı. [32].

Şekil 4.32’de 2011 yılına ait dünyadaki bazı metrobüs sistemlerinde gelirin gideri karşılama oranı verilmiştir. Metrobüs sistemleri genel olarak 1’in altında kalmakta ve sürekli devlet tarafından desteklenmektedirler.



Şekil 4.32 : 2011 yılına ait dünyadaki bazı metrobüs sistemlerinde gelirin gideri karşılama oranı [32].

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentiçi toplu taşıma sistemleri hızlı, güvenli, konforlu ve bunun yanında da düşük işletme maliyetlerine sahip olmalıdır. Hızlı, güvenli ve konforlu ulaşımı en düşük maliyete sağlamak, işletmeci firmaların ana hedefi durumundadır. Bu hedefe ulaşmak için daha efektif teknolojilerin ve işletme şartlarının sağlanması gerekmektedir.

Çalışmada İstanbul örneği ele alınarak Metrobüs sistemi ile Raylı Sistemlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırmada raylı sistem olarak tramvay, hafif metro ve metro ele alınmıştır. Karşılaştırmalar işletme maliyetleri üzerinden yapılmıştır. Birim olarak maliyet/yolcu ve maliyet/araç-km olarak hesaplanmıştır.

Maliyetlerin tümü ilgili işletmeci firmalardan alınarak, karşılaştırılacak birime göre hesaplanmış ve grafikleştirilmiştir. Yurtdışındaki kentiçi raylı sistem maliyetleri ise ilgili kaynaklardan hesaplanmış olarak alınmıştır.

İstanbul'daki raylı sistemlerden olan tramvayı T1 Kabataş Bağcılar ve T4 Topkapı-Habibler hattı olarak ayrı ayrı incelemek gerekmektedir. Dünya genelinde tramvay işletmesi tekli dizi halinde yapılırken T1 hattında ikili dizi, T4 hattında üçlü dizi olarak yapılmaktadır. Bu durum araç km başına maliyeti arttırmaktadır. Yolcu başına düşen maliyetler incelendiğinde, T1 hattı dünyadaki örneklerinden daha düşük yolcu başına düşen birim maliyetlere sahiptir. T4 hattı ise Londra şehri ortalaması hariç tüm şehirlerden yüksek yolcu başına düşen birim maliyete sahiptir. Ülke standartları, ülkelere ait GSMH, taşınan yolcu sayısı ve hatların yaşları bu duruma etki eden faktörler arasındadır.

İstanbul'daki T1 hattına özgü bir durum vardır. T1 hattı Avrupa'daki benzerleriyle kıyaslanmayacak kadar fazla yolcu taşıma hacmine sahiptir. Hatta bu hacim metro sistemlerinin sahip olduğu kapasitenin de üzerindedir. Bu yüzden T1 hattını diğer tramvay sistemlerinden ayrı tutmakta fayda vardır.

İşletme maliyetleri kıyaslanırken, maliyetler çizelge altlarında belirtilen notlardaki kurlardan \$ cinsine çevrilerek hesaplanmıştır. 2011 yılında meydana gelen dolar kurundaki ani yükseliş ilgili yıla ait işletme maliyetlerinin dolar cinsinden düşük çıkmasına neden olmuştur. İstanbul'daki tramvay hatları diğer ülkelerdeki tramvay hatları ile yolcu başına düşen işletme maliyeti açısından kıyaslandığında İstanbul'daki tramvay hatlarının daha az maliyetli olduğu söylenebilir. Londra şehri tramvay hattında 2000 yılına ait yolcu başına düşen işletme maliyeti 1,48 \$/Yolcu, 2008 yılı Montpellier şehri tramvay hattında 0,74 \$/Yolcu ve 2009 yılı Vancouver şehrinde ise 0,51 \$/Yolcu olarak gözlenmiştir. İstanbul'daki tramvay hatlarında bu durum 2012 yılı itibariyle T1 hattında 0,49 \$/Yolcu ve T4 hattında 0,88 \$/Yolcu olarak gözlenmektedir. Bu maliyetlerin ortalaması alındığında ise 0,68 \$/Yolcu'dur. İstanbul şehrinde ortalama maliyetlerin düşük olmasının nedenleri arasında hatların kıyaslanan diğer hatlara göre nispeten daha yeni olması, işçilik gücünün ucuz olması ve kullanılan teknolojilerin daha enerji verimli olması sayılabilir.

Hafif metro raylı sistem tipinde İstanbul ve dünyadaki benzer örnekleri ile karşılaştırma yapıldığında M1 Aksaray-Havalimanı hafif metrosu dünyadaki benzerlerine göre işletme maliyeti açısından hemen hemen aynı durumdadır. Araç-km başına düşen işletme maliyetlerine bakıldığında M1 hattında 2012 yılında 14,22 \$/Araç-km işletme maliyeti meydana gelmiştir. Fakat 1999 yılı verilerine göre bu maliyet kalemi Dallas şehrinde 7,67 \$/Araç-km, Denver şehrinde 7,18 \$/Araç-km, Los Angeles şehrinde 8,47 \$/Araç-km ve New York şehrinde 7,17 \$/Araç-km'dir. Maliyetler sağlıklı değerlendirilmesi için incelenen şehirlerdeki enflasyon oranı gözönünde bulundurularak 2012 yılındaki maliyetler değerlendirilmelidir. Amerika'daki enflasyon oranının %5 olduğu varsayılırsa, bu maliyetlerin 2012'de 14-15\$ seviyelerine çıkacağı görülmektedir.

İstanbul'daki raylı sistemlerden metro dünyadaki benzerleriyle yolcu başına düşen ortalama işletme maliyeti bazında karşılaştırıldığında ise, İstanbul metrosunun dünya metrolarına ile benzer maliyetlere sahip olduğu gözlenmektedir. İstanbul metrosu olarak M2 hattı gözönüne alınacak olursa yolcu başına düşen işletme maliyeti 2012 yılı için 0,49 \$/Yolcu'dur. Aynı maliyet kalemi 2002 yılı için Santiago şehri için 0,19\$/Yolcu, Singapur şehri için 0,34\$/Yolcu, Hong Kong şehri için 0,61\$/Yolcu, Buenos Aires için 0,49\$/Yolcu ve Seul şehrinde 0,44\$/Yolcu'dur. Enflasyonun yıllık %5 olduğu kabul edilirse M2 hattı Uzakdoğu ve Santiago şehri hariç Güney Amerika

lkelerine göre yolcu başına düşen birim maliyet açısından daha tasarrufludur. Bunun temel nedeni düşük işçilik maliyetleri, kıyaslanan hatların M2 hattına nispeten daha yaşlı olduğu için bakım-onarım maliyetlerinin daha fazla olmasıdır.

Zamanın para demek olduğu çağımızda insanlar daha kolay, hızlı ve konforlu ulaşım araçlarını diğerlerine oranla tercih etmektedirler. Bu yüzden metro sistemi özellikle Avrupa şehirlerinde diğer raylı sistemlerden daha çok tercih edilmektedir.

İncelenen tüm Raylı Sistemlerin yolcu başına düşen ortalama işletme maliyetleri incelendiğinde 2010 yılında 0,55\$/Yolcu, 2011 yılında 0,54\$/Yolcu ve 2012 yılında ise 0,63\$/Yolcu olarak tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen raylı sistemlerin, dünyadaki tüm raylı sistemlerde olduğu gibi, daha verimli işletilebilmesi ve geleceğe yönelik planlamaların daha sağlıklı yapılabilmesi bakımından işletme maliyetleri çok önemlidir. Bu yüzden İstanbul'daki hat işletmecileri olan İstanbul Ulaşım A.ř. ve İ.E.T.T. tarafından işletme maliyetlerinin daha sağlıklı hesaplanabilmesine yönelik bir yöntem ve teknoloji geliştirilmesi işletme verileri bakımından yarar sağlayacaktır. Geliştirilecek yöntemde en önemli unsurlar işletme maliyetlerine dâhil edilmesi gereken maliyetlerin net olarak belirlenmesi ve bu maliyetlerin her sistem için ayrı ayrı kayıt altına alınması olmalıdır. Bu sayede sistemler hakkında daha net ve ayrıntılı bilgi sahibi olunabilecek ve daha sağlıklı değerlendirmeler yapılabilecektir.

İstanbul metrobsnn teorik kapasitesinin çok üzerinde işletilmesi nedeniyle beklenen işletme maliyetlerinden daha düşük işletme maliyetlerine sahip olduğu söylenbilir. Özellikle batılı ülkelerle kıyaslandığında ucuz işçilik maliyetleri, işletme maliyetlerinin düşmesinde büyük etmenlerden sayılabilir. İstanbul metrobüs sisteminde 2010 yılında yolcu başına düşen maliyet 0,52\$/Yolcu iken bu maliyet 2011 yılında 0,45\$/Yolcu'ya, 2012 yılında ise 0,50\$/Yolcu'ya çıkmıştır. Aynı durum ABD'deki şehirlerde incelendiğinde 2009 yılı verilerine göre yolcu başına düşen işletme maliyeti Denver şehrinde 0,41\$/Yolcu, Houston şehrinde 0,34/Yolcu, Minneapolis şehrinde 0,44\$/Yolcu, Pittsburgh şehrinde 0,55\$/Yolcu, Portland şehrinde 0,57\$/Yolcu, San Diego şehrinde ise 0,44\$/Yolcu, Almanya'da 1,20\$/Yolcu, Bogota'da 0,55\$/Yolcu ve Güney Afrika'da 1,35\$/ yolcu olarak gözlenmektedir. Bu durum dünyadaki benzerleriyle kıyaslandığında İstanbul metrobüs sisteminin Amerikan şehirlerinden birkaçı hariç işletme maliyeti açısından daha iyi durumda olduğu kolaylıkla görülebilir. Fakat bu duruma rağmen zirve saatler dâhilinde talep karşılanamadığı için araç içi yoğunluk artmaktadır. Bu durumu

ortadan kaldırmak için, metrobüs sefer sayısı arttırılabilir. Metrobüs sefer sayısını arttırmak ve işletmenin kesintisiz yapılabilmesi için belirli bölgelerde genişletme yapılarak şerit sayısı arttırılabilir.

Yolcuları orantılı bir biçimde diğer toplu taşıma araçlarına aktarılması için kentiçi ulaşım sistem entegrasyonu çok iyi düşünülmeli, yolcu yoğunluğunun fazla olduğu bölgeler mümkün olduğunca aktarma merkezlerine dönüştürülmelidir. Buna ek olarak, bu tarz bölgelerde şehir mimarisi de gözönünde bulundurularak mümkün olduğunca insan yoğunluğunu arttırıcı yapılaşmadan kaçınılmalıdır. Metrobüs güzergahı üzerinde metro ağı yapılması düşünülseydi Çizelge 2.1'e bakılarak güzergah kapasitesi 3 katına çıkarılabilirdi.

Toplu taşıma sistemleri birbirleriyle kıyaslandıklarında genel olarak yolcu başına düşen ortalama maliyetin raylı sistem hatlarında daha düşük, araç-km başına düşen ortalama işletme maliyeti açısından bakıldığında ise, metrobüs hatlarında daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun temel nedeni raylı sistemlerin sefer başına daha yüksek yolcu taşımalarıdır. Raylı sistem araçlarının tahrik sistemi elektrik olmasına karşın ağır araçlar oldukları için aracı 1 km hareket ettirmek için harcanan enerji, akaryakıt ile çalışan tahrik sistemine sahip olan metrobüs aracını 1 km hareket ettirmek için harcanan enerjiden fazladır. Ayrıca, raylı sistem hatları uzunlukları metrobüs hatlarına göre oldukça düşüktür. Bu yüzden raylı sistem araçlarının daha az araç ile daha çok sefer yapma şansları vardır. Fakat günlük yapılan toplam kilometrelere bakıldığında metrobüs araçlarının daha yüksek kilometreler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra raylı sistem araçları metrobüs araçlarına göre daha karmaşık olup, birçok otomatik devreleri, raydan sinyalizasyon sistemi ile yönetilen otomatik tren yönetim sistemlerine sahiptirler. Bu durum bakım-onarım esnasında oluşabilecek maliyeti de raylı sistemler aleyhinde arttırmaktadır.

Gelirin gideri karşılama oranları irdelendiğinde metrobüs sistemlerinde oranın genellikle 1'in altında kaldığı görülmektedir. Yine birçok metro sisteminde özellikle büyük şehirlerdeki metrolarda gelirin gideri karşılama oranı 1'in altında kalmaktadır. Bu durum göstermektedir ki toplu taşıma sistemleri kar elde etmek amacıyla kurulmuş değil amme hizmeti olarak kurulan sistemlerdir.

İstanbul Ulaşım A.Ş. işletmesini yaptığı hatlar için İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İ.B.B.)'ye ilave kira da ödemektedir. Bu kira bedeli de raylı sistemler için ekstra bir

işletme maliyet oluşturmaktadır. Normal şartlarda raylı sistem hatlarında kullanılan araçlarda enerji geri dönüşüm sistemi kurulmuştur. Bu sistem enerjinin bir kısmının ana trafoya gönderilerek tekrar kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Fakat T4 hattında kullanılan 1973 üretimli eski teknolojiye sahip olan KTA marka tramvaylar enerji geri dönüşümü yapmayarak, taşınan yolcu başına elektrik sarfiyatını arttırmaktadır. Aynı araçlarda bulunan ivmelenme problemlerinden dolayı raylar zarar görmektedir. İvmelenmenin neden olduğu ekstra titreşimler, hattaki üstyapıyı bozmaktadır. Bu durumların hepsi araç-km başına yapılan işletme maliyetlerini etkilemektedir.

Raylı Sistemler her ne kadar dünyadaki benzerleriyle kıyaslandığında avantajlı gibi görünse de, ulaşım maliyetlerini ülkenin GSMH'ine ve hayat standartlarına göre değerlendirmek gerekmektedir. Konuya bu açıdan yaklaşıldığında İstanbul'daki tüm Raylı Sistem hatları dünyadaki benzerleriyle kıyaslandığında yeni olmasına rağmen yapılan işletme maliyeti dünyadaki benzer sistemlerin işletme maliyetleri ile hemen hemen aynı düzeyde olduğu şeklinde değerlendirilmiştir.

İstanbul kentiçi ulaşım sistemlerinin işletme maliyetlerinin azaltılması ve yolcu memnuniyetinin artırılması için bir takım çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmalardan ilki entegrasyon sistemidir. Entegrasyon kavramını İstanbul'daki aktarma kavramıyla karıştırmamak gerekir. Ülkemizde kullanılan aktarma kavramı istasyonları birbirine yakın olan iki sistem arasındaki geçişi ifade etmektedir. Bu istasyonlar arasındaki mesafenin belirli bir ölçütü yoktur. Bu mesafe M4 hattından metrobüs hattına geçişteki gibi 800 m. gibi uzun bir yürümeye yol açtığı gibi, M1 hattı Zeytinburnu istasyonundan T1 hattı Zeytinburnu istasyonuna geçiş(yaklaşık 50 m.) gibi birbirine çok yakın peronlar arasında da olabilmektedir. Oysaki bu kavram Avrupa şehirlerinde olduğu gibi aynı peron içi farklı hat geçişlerinin entegresi şeklinde olmalıdır. Bu durum için Münih şehrinin metro sistemi ele alınacak olursa, birçok raylı sistem hattı birbirine aynı peronlar üzerinden bağlı durumdadır. Yolcular bir hattan diğer hatta geçmek için peron diğer yol tarafına sadece 5-6 m yol yürümek zorunda kalmaktadırlar. Yeni toplu taşıma sistemleri planlanırken bu durum gözönünde bulundurularak istasyon düzenlemeleri yapılması önem arz etmektedir. Böyle bir entegrasyon yolculuk sürelerini kısaltmakta, yolcu memnuniyeti arttırmaktadır. Yolculuk memnuniyetinin artması hatların daha çok tercih edilmesine olumlu katkıda bulunacağı aşıkârdır.

İşletme maliyetinin azaltılması için yapılması gereken diğer bir çalışma da yolcu bilgilendirme sistemleridir. Yolcuları sistem hakkında bilgilendiren, arıza ve gecikme durumlarında yönlendiren, acil durumlarda yapılması gerekenleri aktaran ve yolculara yolculuk yapmak istedikleri istikametini bilgisini veren sistemlere yolcu bilgilendirme sistemleri denmektedir. Yolcuyu sisteme girdikten itibaren sistem içinde doğru hamleleri yapmasına yardımcı olması bilgilendirme sisteminin en önemli görevidir. Bu görevi tam olarak yerine getiren bilgilendirme sistemlerine sahip olan ulaştırma ağları yolcu memnuniyetini arttırmaktadır. Sistemde artan yolculuk sayısı yolcu başına düşen maliyeti azaltacaktır.

Yapılabilecek diğer bir işletme maliyeti azaltma çalışması ise enerji verimliliğidir. Özellikle raylı işletme hatlarında kullanılan tüm araçlar enerji geri dönüşümlü olmalıdır. Peronlarda kullanılan aydınlatmalar düşük elektrik sarfiyatlarına neden olmalı, gerektiğinde otomatik olarak kullanım dışı kalmalıdır. Peronlardaki yürüyen merdivenler ve hareketli bantlar kullanım dışı hallerde otomatik olarak duracak şekilde tasarlanmalıdır. Sabit tesislerde kullanılan aydınlatma sistemleri algılama sensörü bulundurmalı ve boş yere açık kalmamalıdır. Bu gibi durumlara dikkat edildiği ölçüde enerji verimliliği artacak ve paralelinde işletme maliyeti azalacaktır. Raylı sistem maliyetlerini arttıran bir diğer unsur da hatlardaki tünel bölgeleridir. Tünel bölgelerin ve tünel bölgelerinde kalan aydınlatma, asansör ve yürüyen merdivenler ile cebri havalandırma ve yangın sistemleri enerji maliyetini arttırmaktadır. T4 hattı bünyesinde gerçekleştirilen bir çalışmada tünel bölgelerinde, tünel bölgelerindeki peronlarda ve asansörlerde led ışıklı aydınlatmaya geçilmesiyle yaklaşık %7 elektrik maliyetinde tasarruf edileceği hususunda çalışmalar devam etmektedir. İstanbul Ulaşım A.Ş. bünyesinde elektrik sarfiyatlarını azaltmak için aydınlatma sistemlerinde daha düşük enerji ile çalışan led aydınlatma sistemlerine geçilmesi mümkündür.

Seferlerin zirve saatlere ve peronlardaki yolcu sayılarına göre düzenlenmesi ve hattın belirli aralıklara bölünerek işletilmesi de işletme maliyetini düşürebilecek etmenlerdendir. Raylı sistem hatları farklı sayıda dizide işletilebilmektedir. Zirve saatler ve zirve dışı saatlerde tren dizi sayıları yolcu yoğunluğuna göre ayarlanabilmektedir. Bu durum araç işletme maliyetlerini azaltmaktadır.

Metrobüs sisteminde ise, sistem çeşitli bölgelere bölünüp hatların bu doğrultuda oluşturulması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlardan biri de peronlardaki

yolcu sayılarıdır. Yoğun yolcu sayısına sahip olan peron bölgelerine yakın bölgelerde aktarma istasyonları yapılmalıdır. Ayrıca bu bölgelere peronlardaki yolcu yoğunluğunu rahatlatacak ölçüde mümkün olduğunca boş araç göndermek işletme maliyetlerini azaltacak, sistemi daha konforlu ve verimli çalışmasına katkıda bulunacaktır.

Metrobüs hatlarına özgü olarak işletme kapasitenin artırılması için Bogata metrobüs sisteminde olduğu gibi çift gidiş-dönüslü yollar yapılabilir. Bu tip işletme sayesinde arıza durumlarında yola girmesi gereken arıza giderici araçlar yolun sadece bir şeridini işgal edeceklerdir. Böylece işletme aksamayacak, tek yol işletmesi devam edecektir.

Raylı sistem hatlarında araçların duracakları yerler bellidir. Ayrıca araçların peronda ne kadar süre kalacağı ve kapılarını ne kadar açık tutacakları da bellidir. Fakat aynı durum metrobüs hatları için söz konusu değildir. Metrobüs hatlarında da araçların duracakları ve yolcuların araca binmek için bekleyecekleri noktalar belli olmalıdır. Ayrıca peronlardaki turnikelerin yerleşim planının ve dar üst geçitler yolcu sıkışıklığına ve yolcu sirkülasyonunda problemlere neden olmaktadır. Üst geçitler genişletilmeli ve turnikeler peron dışlarına alınmalıdır.

Tüm anlatılan problemler ve bu problemlere getirilen öneriler işletme maliyetini azaltıcı özellik taşımakla beraber verimliliği sistemler üzerindeki uygulamalarının yeterliliğine ve hassasiyetine bağlıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Vuchic Vukan R.** (2007). Urban Transit System and Tecnology. Wiley Yayınevi, New Jersey, USA
- [2] **Arlı, V.** (2009). *Kentsel RaylıSistemler Ders notu*, İstanbul Ulaşım A.Ş matbaası, İstanbul,Türkiye
- [3] **Url-1** <<http://www.istanbul-ulasim.com.tr/yolcu-hizmetleri/a%C4%9F-haritalar%C4%B1.aspx>>, alındığı tarih: 15.06.2014
- [4] **T1 Kabataş-Bağcılar Tramvay Hattı.** (t.y.). *İstanbul Ulaşım A.Ş.* Alındığı Tarih: 04.07.2013, adres: <http://www.istanbul-ulasim.com.tr/rayl%C4%B1-sistemler/t1-kabata%C5%9F-%E2%80%93ba%C4%9F%C4%B1lar.aspx>
- [5] **T4 Topkapı-Habibler Tramvay Hattı.** (t.y.). *İstanbul Ulaşım A.Ş.* Alındığı Tarih: 04.07.2013, adre: <http://www.istanbul-ulasim.com.tr/rayl%C4%B1-sistemler/t4-topkap%C4%B1-%E2%80%93habibler.aspx>
- [6] **Url-2** <www.wikipedia.org>, alındığı tarih: 01.08.2013
- [7] **M1 Aksaray-Havalimanı Hafif Metro Hattı.** (t.y.). *İstanbul Ulaşım A.Ş.* Alındığı Tarih: 04.07.2013, adres: <http://www.istanbul-ulasim.com.tr/rayl%C4%B1-sistemler/m1-aksaray-%E2%80%93atat%C3%BCrk-havaliman%C4%B1.aspx>
- [8] **Url-3** <www.metrobits.org>, alındığı tarih: 01.08.2013
- [9] **M2 Şişhane-Hacıosman Metro Hattı.** (t.y.). *İstanbul Ulaşım A.Ş.* Alındığı Tarih: 04.07.2013, adres:<http://www.istanbul-ulasim.com.tr/rayl%C4%B1-sistemler/m2-%C5%9Fi%C5%9Fhane-%E2%80%93hac%C4%B1osman.aspx>
- [10] **M3 Başakşehir-Olimpiyatköy Metro Hattı.** (t.y.). *İstanbul Ulaşım A.Ş.* Alındığı Tarih: 04.07.2013, adres: <http://www.istanbul-ulasim.com.tr/rayl%C4%B1-sistemler/m3-ba%C5%9Fakşehir-olimpiyatk%C3%B6y.aspx>
- [11] **M4 Kadıköy-Kartal Metro Hattı.** (t.y.). *İstanbul Ulaşım A.Ş.* Alındığı Tarih: 04.07.2013, adres:<http://www.istanbul-ulasim.com.tr/rayl%C4%B1-sistemler/m4-kad%C4%B1k%C3%B6y-kartal.aspx>
- [12] **Url-4** <<http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=97852&start=0>>, alındığı tarih: 01.08.2013

- [13] **Url-5** <[http:// wowturkey.com /forum/ viewtopic.php?t=97852&start=0](http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=97852&start=0)>, alındığı tarih: 04.08.2013
- [14] **Url-6** <www.iETT.gov.tr>, alındığı tarih: 04.08.2013
- [15] **Güven, G.**, (2008), “Metrobüs Sistemlerinin Planlama, Tasarım ve İşletim Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [16] **İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü 2012 Faaliyet Raporu.** (t.y.). *İETT*. Alındığı Tarih: 20.07.2013, adres: http://www.iETT.gov.tr/webimage/file/faaliyet_raporu/2012_faaliyet_raporu_web.pdf
- [17] **Metrobüs Sisteminin E-5 Ulaşım Aksında Sağladığı Avantajlar.** (2009). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)*, (2009), İstanbul.
- [18] **Yurdağül E.** (2012). *İstanbul Avcılar – Söğütöçme Metrobüs Sisteminin Bileşenlerinin Değerlendirmesi Ve Dünyadaki Metrobüs Sistemleri İle Karşılaştırılması*, İstanbul, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [19] **Url-7** <<http://www.chinabrt.org/defaulten.aspx>>, alındığı tarih: 11.09.2013
- [20] **Buran, B.** (2011). “Metrobüs İşletme Modeli ve Simülasyon: Avcılar-Söğütöçme Metrobüs Hattı” Transist 2011, İstanbul.
- [21] **İstanbul Metropoliten Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı.** (2011). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)*, İstanbul.
- [22] **İstanbul Ulaşım A.Ş. Yıllık Faaliyet Raporu.** (2012). İstanbul Ulaşım A.Ş
- [23] **Url-8** <http://www.tcmb.gov.tr/yeni/kurlar/kurlar_tr.php>, alındığı tarih: 09.06.2014
- [24] **Url-9** <http://stuff.mit.edu/afs/athena/course/11/11.951/oldstuff/albacete/Other_Documents/Europe%20Transport%20Conference/local_public_transport/public_transport_m1679.pdf>, alındığı tarih: 09.07.2013
- [25] **Url-10** <[http://www.applrguk.co.uk/files/masterclass1-marclletourneur\(1\).pdf](http://www.applrguk.co.uk/files/masterclass1-marclletourneur(1).pdf)>, alındığı tarih: 09.07.2013
- [26] **Url-11** <http://www.sxd.sala.ubc.ca/8_research/sxd_FRB07Transport.pdf>, alındığı tarih: 11.08.2013
- [27] **Bus Rapid Transit Shows Promise.** (2001). *United States General Accounting Office*. Alındığı Tarih: 23.07.2013, adres: <http://www.gao.gov/new.items/d01984.pdf>

- [28] **Cities on the move.** (2002). Dünya Bankası Kentsel Ulaşım Değerlendirmesi
- [29] **Metro, Light Rail and Tram systems in Europa.** (2009). *UITP*. Alındığı Tarih: 22.07.2013, adres: http://www.uitp.org/files/ERRAC_MetroLR&TramSystemsInEurope.pdf
- [30] **Kahveci, M.** (2012). İstanbul Ulaşımında Metrobüs Uygulaması. *TRANSIST 2012*. Alındığı Tarih: 21.07.2013, adres: <http://www.iETT.gov.tr/webimage/file/sempozyumlar/Transist2012Bildirisi.pdf>
- [31] **Nicolia J. Ve Weiss D.** (t.y.). Influences of operational issues on the operational cost of BRT buses and BRT systems. *27th Southern African Transport Conference*. Alındığı Tarih: 21.07.2013, adres: <http://www.gtkp.com/assets/uploads/20091129-201059-7979-Nicolai.pdf>
- [32] **Url-12** <<http://www.ltaacademy.gov.sg/doc/J11Nov-p71ComparisonofPublicTransport.pdf>>, alındığı tarih: 15.06.2014

EKLER

EK A: Raylı sistemler ile ilgili bilgiler

EK B. Metrobüs sistemi ile ilgili bilgiler

EK C. Türlerle ilgili bilgiler

EK A: Raylı sistemler ile ilgili bilgiler

Çizelge A.1: 2012 yılı kentiçi raylı sistem hatlarında harcanan enerji

Hatlar	Günlük Yolcu Sayısı	Araç km. Başına Taşınan Yolcu Sayısı	Araç km. Başına Harcanan kwh	Yolcu Başına Harcanan Elektrik Enerjisi (kwh)
M1	207877	7,1	3,86	0,53
M2	230448	7,9	5,3	0,57
M4	94366	2,7	3,89	1,42
T1	311082	16,8	3,55	0,2
T4	90149	6,05	4,75	0,77

Çizelge A.2: Kentiçi raylı sistemlerde yıllık taşınan yolcu sayıları

Yıllar	2.010	2.011	2.012
T1	85.576.995	104.967.109	113.856.357
M2	62.507.918	75.941.265	84.344.576
M1	69.877.628	71.105.930	76.083.303
T4	30.274.165	31.259.197	32.994.609
M4	0	0	13.118.508
Toplam	248.236.706	283.273.501	320.397.353

Çizelge A.3: 2010-2011-2012 yılı kentiçi raylı sistemler işletme maliyetleri

Raylı Sistem	2010	2011	2012
Personel	\$44.663.879	\$47.156.791	\$65.148.275
Kira	\$28.050.568	\$29.478.913	\$38.721.765
Enerji	\$19.151.559	\$15.878.112	\$22.014.308
İşletme	\$28.518.360	\$35.680.972	\$43.616.772
Bakım-Onarım	\$8.609.497	\$10.682.838	\$10.809.980
Toplam	\$128.993.864	\$138.877.626	\$180.311.100

Çizelge A.4: 2010-2011-2012 yılı kentiçi raylı sistemler işletme maliyetleri yüzdesel dağılımları

Raylı Sistem	2010	2011	2012
Personel	35%	34%	36%
Kira	22%	21%	21%
Enerji	15%	11%	12%
İşletme	22%	26%	24%
Bakım-Onarım	7%	8%	6%
Toplam	100%	100%	100%

EK B. Metrobüs sistemi ile ilgili bilgiler

Çizelge B.1: Metrobüs maliyetleri

METROBÜS	2010	2011	2012
Personel Giderleri	\$22.390.364	\$21.464.254	\$25.846.787
Bakım- Onarım	\$17.538.319	\$14.293.685	\$15.019.719
Akaryakıt	\$43.273.531	\$42.330.431	\$50.093.592
Toplam	\$83.202.214	\$78.088.370	\$90.960.097

Çizelge B.2: Metrobüs maliyetlerinin yüzdesel dağılımı

METROBÜS	2010	2011	2012
Personel Giderleri	27%	27%	28%
Bakım- Onarım	21%	18%	17%
Akaryakıt	52%	54%	55%
Toplam	100%	100%	100%

EK C. Türlerle ilgili bilgiler**Çizelge C.1 : Tür özet bilgileri**

Tür	Yıl	Yolcu Başına Birim Maliyet	Araç-Km Başına Birim Maliyet
Tramvay	2010	\$0,59	\$15,33
	2011	\$0,62	\$15,10
	2012	\$0,68	\$16,92
Hafif Metro	2010	\$0,50	\$14,04
	2011	\$0,46	\$13,16
	2012	\$0,49	\$14,22
Metro	2010	\$0,51	\$14,49
	2011	\$0,45	\$12,97
	2012	\$0,65	\$14,84
Metrobüs	2010	\$0,52	\$2,15
	2011	\$0,45	\$1,71
	2012	\$0,50	\$1,76
Raylı Sistem Ort.	2010	\$0,55	\$14,62
	2011	\$0,54	\$13,74
	2012	\$0,63	\$15,33
Not: 31.12.2010 Dolar kuru: 1,54 TL , 30.12.2011 Dolar kuru: 1,89 TL, 31.12.2012 Dolar kuru: 1,78 TL			

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Burak BİROL

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul / 1987

Adres: Halıcıoğlu Mah. Tataroğlu Sok. No:11/1 D:2 Beyoğlu/İSTANBUL

E-Posta: birol@istanbul-ulasim.com.tr

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- İstanbul Ulaşım A.Ş (2012-)
- TSK (2011-2012)
- ALS Mühendislik (2009-2010)

Yayınlar ve Bildiriler :

Birol, B. (2013).S49-Ri59 Tip Rayların Avantaj Ve Dezavantajları Edirnekapı-Şehitlik Arası Ray Değişim Çalışması Örneği, *2.Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu, 9-11 Ekim 2013, Karabük, Türkiye*

Birol, B. (2013). Toplu Taşıma Sistemlerinde İşletme Maliyetlerinin Karşılaştırılması: İstanbul Örneği, *6.Uluslararası Ulaşım Sempozyumu ve Fuarı (TRANSİST'13),25-26 Aralık 2013, İstanbul, Türkiye*