

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL AVCILAR – SÖĞÜTLÜÇEŞME METROBÜS SİSTEMİNİN
BİLEŞENLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ VE DÜNYADAKİ METROBÜS
SİSTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erman YURDAGÜL

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL AVCILAR – SÖĞÜTLÜÇEŞME METROBÜS SİSTEMİNİN
BİLEŞENLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ VE DÜNYADAKİ METROBÜS
SİSTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erman YURDAGÜL

501081408

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Prof. Dr. Haluk GERÇEK

OCAK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501081408 numaralı Yüksek Lisans **Erman YURDAGÜL** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**İSTANBUL AVCILAR – SÖĞÜTLÜÇEŞME METROBÜS SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ VE DÜNYADAKİ METROBÜS SİSTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Haluk GERÇEK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. İsmail ŞAHİN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **19 Aralık 2011**

Savunma Tarihi : **24 Ocak 2012**

Hayatım boyunca ve hayatımın her önemli döneminde, bazen benden uzakta olasalar bile sıcaklıklarını her zaman hissettiğim, hayatlarını çocuklarına adanmış fedakâr iki emekli öğretmen annem Aysel YURDAGÜL ve babam Ali YURDAGÜL'e bu çalışmayı ithaf etmeyi boynumun borcu bilirim.

Aldığım ve alacağım tüm kararlarda bana yol gösteren, hep daha iyisini yapmamı sağlamaya çalışan ve bana annem - babam gibi kol kanat geren ablam Ebru YURDAGÜL SOYLU'ya ve çalışmam boyunca yaşadığım zorluklara ablamla birlikte göğüs geren eniştem Mustafa SOYLU'ya bu çalışmamı ithaf ederim.

Son olarak da gerek maddi olarak gerek manevi olarak, yaşamım boyunca desteğini benden esirgemeyen, üzerimdeki emeğini asla ödeyemeyeceğim anneannem Menşure CAN'a, dayım Ali CAN'a. Doğduğu günden buyana sevgisi içinde gün geçtikçe büyüyen kuzenim Umut CAN'a çalışmamı ithaf ederim.

ÖNSÖZ

Ulaşım problemleri İstanbul’da yaşayan insanların hayatını gün geçtikçe daha fazla etkilemekte ve maddi ve psikolojik kayıplara neden olmaktadır. İstanbul’un en önemli ulaşım koridorlarından olan Avcılar – Söğütlüçeşme arasın işletilen metrobüs sistemi ise bu soruna çözüm olarak insanlara sunulmuştur. Metrobüs çalışmasını incelerken sistemin Beylikdüzü bağlantısı inşa halindeydi. Öncesinde Zincirlikuyu bağlantısı ve Söğütlüçeşme bağlantısı işletmeye başladığında var olan ve sonrasında tamamlanan eksikliklerin, Beylikdüzü bağlantısının yaşanmamasını. Tezimin ulaşım problemlerinin çözümünde ön açıcı olması diliyorum.

Bu çalışma boyunca, bilgi, deneyim ve yetenekleriyle karşılaştığım tüm problemlerin çözümünü sağlayan ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana gösterdiği sabırdan dolayı danışman hocam Prof. Dr. Haluk GERÇEK’e teşekkür ederim.

İstanbul Metrobüs sisteminin değerlendirmesini yapabilmem için sisteme dair verilerin paylaşımında bana yardım eden İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü’ne İETT Başkanlık Koordinasyon Müdürü Köksal ALTUNKAYNAK’a ve Yüksek Endüstri Mühendisi Büşra BURAN’a teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamın son döneminde çalışmaya başladığım Bayburt Üniversitesi’nin İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı Yard. Doç. Dr. Engin YENER’e teşekkür ederim.

Son olarak metrobüs sisteminin istasyonlarında yaptığım anket çalışmasında bana yardımcı olan arkadaşlarıma, özellikle çalışmamın son döneminde benim yanımda olan, evlerini açan üniversite dostlarım Serkan POLAT, Emre SOYLU, Cem BEKTAŞ ve ailelerine teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2011

Erman YURDAGÜL
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. METROBÜS SİSTEMİNİN TANIMI	3
2.1 Giriş.....	3
2.2 Metrobüs Sisteminin Bileşenleri	3
2.2.1 Seyir yolları.....	4
2.2.2 İstasyonlar	8
2.2.3 Taşıtlar	13
2.2.4 İşletim planı.....	21
2.2.5 Ücret toplama	28
2.2.6 Akıllı ulaştırma sistemleri ile ilişkiler.....	33
2.3 Metrobüs Seyir Yolunun Uygulama Örnekleri	38
2.3.1 Bölünmüş otobüs yollarının tasarımı	43
2.3.2 Otoyollarda otobüs yollarının tasarımı	45
2.3.2.1 Orta otobüs yolları.....	45
2.3.2.2 Kenar otobüs şeritleri	46
2.3.2.3 Yüksek doluluğa sahip araç şeritleri	47
2.3.3 Kentiçi yollarda otobüs yollarının tasarımı.....	48
2.3.3.1 Orta otobüs yolları.....	48
2.3.3.2 Kenar otobüs şeritleri	51
2.3.3.3 Karma yapılı otobüs şeritleri.....	53
2.4 Metrobüs Sisteminin Etkileri	53
2.4.1 Metrobüs sisteminin çevresel etkileri	54
2.4.2 Metrobüs sisteminin sosyal etkileri.....	56
2.4.3 Metrobüs sistemini ekonomik etkileri.....	58
3. İSTANBUL METROBÜS SİSTEMİNİN İNCELENMESİ.....	61
3.1 Giriş.....	64
3.2 Metrobüs Sistem Bileşenlerinin Değerlendirmesi.....	73
3.2.1 İstanbul metrobüs sisteminin seyir yolları	80
3.2.1.1 Genel değerlendirme	80
3.2.1.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma	82
3.2.2 İstanbul metrobüs sisteminin istasyonları	85
3.2.2.1 Genel değerlendirme	85

3.2.2.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma	95
3.2.3 İstanbul metrobüs sisteminin taşıtları.....	99
3.2.3.1 Genel değerlendirme	99
3.2.3.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma	103
3.2.4 İstanbul metrobüs sisteminin işletim planı.....	108
3.2.4.1 Genel değerlendirme	108
3.2.4.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma	122
3.2.5 İstanbul metrobüs sisteminin ücret toplama sistemi	123
3.2.6 İstanbul metrobüs sisteminin akıllı ulaştırma sistemleri ile olan ilişkisi	126
3.2.7 İstanbul metrobüs sisteminin yolcu sayıları	126
3.2.7.1 Genel değerlendirme	126
3.2.7.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma	132
3.2.8 İstanbul metrobüs sistemine dair bazı hesaplamalar	138
3.2.8.1 Ortalama yolculuk uzunluğu	138
3.2.8.2 Kapasite hesabı.....	138
3.2.8.3 Zirve saat oranı hesabı.....	139
4. İSTANBUL METROBÜS UYGULAMASINA DAİR SONUÇLAR ve	
ÖNERİLER.....	141
4.1 İstanbul Metrobüs Sistemi Seyir Yollarının Değerlendirmesi	142
4.2 İstanbul Metrobüs Sistemi İstasyonlarının Değerlendirmesi	143
4.3 İstanbul Metrobüs Sistemi Taşıtlarının Değerlendirmesi	144
4.4 İstanbul Metrobüs Sistemi Ücret Toplama Sisteminin Değerlendirmesi	144
4.5 İstanbul Metrobüs Sistemi Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin Değerlendirmesi.	145
4.6 İstanbul Metrobüs Sistemi İşletim Planının Değerlendirmesi.....	145
KAYNAKLAR.....	147
ÖZGEÇMİŞ.....	151

KISALTMALAR

AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
APTA	: American Public Transportation Association
BRT	: Bus Rapid Transit
BTI	: Breakthrough Technologies Institute
BOS	: Bus on Shoulders – Kenar Otobüs Şeritleri
CNG	: Compressed Natural Gas – Sıkıştırılmış Doğalgaz
EGO	: Ankara Elektrik ve Havagazı İşletme Müessesesi
HOV	: High Occupancy Vehicles – Yüksek Dolulukta Araçlar
ITDP	: Institute for Transportation and Development Policy
ITS	: Intelligent Transportation Systems – Akıllı Ulaştırma Sistemleri
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İETT	: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri
LPG	: Liquefield Petroleum Gas – Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
NNCA	: Nelson Nygaard Consulting Associates
ÖHO	: Özel Halk Otobüsü
RBL	: Reserved Bus Lane – Otobüslere Ayrılmış Şerit
POB	: Pay on Board – Binişte Ödeme Sistemi
POP	: Proof-of-Payment – Gişeden Geçiş Sistemi
TAC	: Transportation Association of Canada
TOD	: Transit-Oriented Development – Toplu Taşıma Odaklı Gelişme
TRY	: Türk Lirası
VTa	: Valley Transportation Authority
ZSO	: Zirve Saat Oranı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Metrobüs seyir yolu bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri.	7
Çizelge 2.2 : Metrobüs istasyon bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri.	11
Çizelge 2.3 : Metrobüs taşıt bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydalar üzerindeki etkileri.	19
Çizelge 2.4 : Metrobüs işletim planları bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri.	26
Çizelge 2.5 : Metrobüs ücret toplama yöntemlerinin özellikleri.	29
Çizelge 2.6 : Ücret toplama bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri.	32
Çizelge 2.7 : Akıllı ulaştırma sistem bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri.	37
Çizelge 2.8 : Bölünmüş otobüs yollarının temel geometrik ve önerilen değerleri.	44
Çizelge 2.9 : Meksika Mexico City Insurgentes caddesi metrobüs koridorunun gerçekleştireceği zararlı madde miktarlarındaki azalma tahmini.	55
Çizelge 2.10 : Meksika Mexico City Insurgentes caddesi Metrobüs koridorunun insan sağlığı üzerine etkileri.	56
Çizelge 2.11 : 2003 yılı verilerine göre Kolombiya Bogota şehrinde metrobüs kullanıcılarının gelirlerinin nüfusa oranı	59
Çizelge 3.1 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.	76
Çizelge 3.2 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.	77
Çizelge 3.3 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.	78
Çizelge 3.4 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.	79
Çizelge 3.5 : Metrobüs projesi öncesi ve sonrası şerit düzeni.	82
Çizelge 3.6 : Dünyadaki Metrobüs sistemlerinin seyir yolu özellikleri.	83
Çizelge 3.7 : Metrobüs istasyonlarına gelirken yolcuların kullandığı araçlar.	86
Çizelge 3.8 : Metrobüs yolcularının istasyon kullanımı ile yapılan anket çalışmalarının karşılaştırması.	87
Çizelge 3.9 : İstasyonların iniş-biniş toplam kullanım yüzdeleri.	89
Çizelge 3.10 : İstasyonlardaki iniş-binişlerin ilçelere dağılımı.	90
Çizelge 3.11 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin istasyon özellikleri.	96
Çizelge 3.12 : Citaro, CapaCity ve Phileas otobüs modellerinin teknik özellikleri.	100
Çizelge 3.13 : Araçların %114 dolulukta araçların taşıdığı yük.	101
Çizelge 3.14 : Phileas ve Capacity modellerinin teorik saatlik yolcu sayıları.	102
Çizelge 3.15 : Phileas ve CapaCity modellerinin ekonomik karşılaştırması.	102
Çizelge 3.16 : Araç içerisindeki oturma ve tutunma aksamından duyulan memnuniyet.	102

Çizelge 3.17 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin araçlarının özellikleri.	104
Çizelge 3.18 : 34 Avcılar-Zincirlikuyu hattı kullanılan araç sayısı.	111
Çizelge 3.19 : 34A Edirnekapı-Söğütluçeşme hattı kullanılan araç sayısı.	112
Çizelge 3.20 : 34Z Zincirlikuyu-Söğütluçeşme hattı kullanan araç sayısı.	113
Çizelge 3.21 : 30 saniye sıklığında Metrobüs'ün çalıştırılması durumu.	113
Çizelge 3.22 : Metrobüs sistemi ile iptal edilen hatlar.	115
Çizelge 3.23 : Metrobüs sistemi ile iptal edilen hatların kullanıcılara yansıması.	116
Çizelge 3.24 : Metrobüs sistemi ile güzergâhı kısaltılan hatlar.	117
Çizelge 3.25 : İptal edilen hatların kişi başına düşen günlük CO ₂ salımı.	118
Çizelge 3.26 : Metrobüs hatlarının kişi başına düşen günlükCO ₂ salımı.	119
Çizelge 3.27 : Metrobüs sistemi hakkında kullanıcıların sıkıntı duydukları konular.	120
Çizelge 3.28 : Metrobüs sistemi için kullanıcıların talepleri.	121
Çizelge 3.29 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin araçlarının özellikleri.	122
Çizelge 3.30 : Metrobüs ile gidilen istasyon sayısı.	125
Çizelge 3.31 : Yolcu sayısı günlük-yıllık katsayı hesabı.	129
Çizelge 3.32 : Metrobüs 2011 yılı 19 Eylül-1 Kasım tarihleri arasındaki günlük yolcu sayıları.	132
Çizelge 3.33 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin yolcu sayıları.	133
Çizelge 3.34 : Metrobüs sisteminin ortalama yolculuk uzunluğu.	138
Çizelge 3.35 : Metrobüs taşıtlarının taşıdığı ortalama yolcu sayısı.	138
Çizelge 3.36 : Metrobüs sisteminin kapasite hesabı.	139
Çizelge 3.37 : Metrobüs sisteminin zirve saat katsayısı hesabı.	139

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Metrobüs sistemine hiyerarşik bakış.	4
Şekil 2.2 : Kanada Ottawa otobüs şeritleri.	5
Şekil 2.3 : Avustralya, Brisbane metrobüs yolu yatay ve düşey yol işaretlemesi.	6
Şekil 2.4 : Kolombiya, Bogota Transöilenio metrobüs hattı istasyonu.	8
Şekil 2.5 : Çin Guangzhou metrobüs hattı Shidajida istasyonu.	10
Şekil 2.6 : Kolombiya, Bogota Transmilenio Metrobüs hattı terminal istasyonu bisiklet depolama tesisi.	13
Şekil 2.7 : Cleveland - Euclid caddesi Metrobüs hattı otobüsü.	15
Şekil 2.8 : Kolombiya Bogotá Transmilenio Metrobüs Hattı.	16
Şekil 2.9 : ABD Washington - Snohomish Swift metrobüs aracı.	16
Şekil 2.10 : Kolombiya Bogotá Transmilenio Metrobüs Hattı.	17
Şekil 2.11 : İspanya Madrid toplu taşıma otobüsleri control merkezi.	25
Şekil 2.12 : Avustralya, Brisbane güney doğu otoyolu.	38
Şekil 2.13 : Güney Avustralya, Adelaide O-Bahn klavuzlanmış otobüs yolu.	39
Şekil 2.14 : ABD Houston Interstate 45 otoyolu orta otobüs şeridi.	39
Şekil 2.15 : Kanada, Ontario Mississauga 403 otoyolu yüksek doluluğa sahip araç şeridi.	40
Şekil 2.16 : ABD Minnesota Courtesy Team otoyolu Kenar otobüs şeridi.	41
Şekil 2.17 : ABD, Virginia Richmond Former No. 3 Caddesi orta otobüs yolu. ...	41
Şekil 2.18 : İngiltere, Londra cadde üzeri otobüs önceliği verilmiş yol.	42
Şekil 2.19 : ABD Portland kuyruk atlama yolu.	42
Şekil 2.20 : Bölünmüş otobüs yollarının enkesiti.	44
Şekil 2.21 : Orta otobüs yollarının enkesiti.	46
Şekil 2.22 : Kenar otobüs şeridi enkesiti.	47
Şekil 2.23 : Tek yönlü işletilen orta otobüs şeriti enkesiti.	49
Şekil 2.24 : Tek yönlü işletilen orta otobüs şeriti istasyon enkesiti.	49
Şekil 2.25 : Çift yönlü işletilen orta otobüs şeriti istasyon enkesiti.	50
Şekil 2.26 : Çift yönlü işletilen orta otobüs şeriti enkesiti.	50
Şekil 2.27 : Kenar otobüs şeridi enkesiti.	51
Şekil 2.28 : Kenar otobüs şeridi enkesiti.	52
Şekil 2.29 : Kenar otobüs şeridi enkesiti.	52
Şekil 2.30 : Kenar otobüs şeridi enkesiti.	53
Şekil 2.31 : Transmilenio metrobüs sisteminin işletilmeye başlamasından sonra trafik kazalarında ve kent güvenliğindeki değişim.	57
Şekil 2.32 : Transmilenio metrobüs sisteminin işletilmeye başlamasından sonra trafik kazalarında ve kent güvenliğindeki oransal değişim.	58
Şekil 2.33 : Gelir gruplarının yolculuk sürelerindeki azalma.	59
Şekil 3.1 : Ankara tercihlili Otobüs yolu.	61
Şekil 3.2 : Taksim – Zincirlikuyu Tercihli Otobüs yolu.	62
Şekil 3.3 : Taksim – Zincirlikuyu Tercihli Otobüs yolu	63

Şekil 3.4 : Metrobüs Topkapı dönel kavşağı.	65
Şekil 3.5 : İstanbul Metrobüs sistemi 1. Etap istasyonları.	66
Şekil 3.6 : İstanbul Metrobüs Topkapı istasyonu.	67
Şekil 3.7 : Zincirlikuyu Metrobüs istasyonu.	68
Şekil 3.8 : İstanbul Metrobüs sistemi 2. Etap istasyonları.	69
Şekil 3.9 : Metrobüs öncesi Mecidiyeköy viyadüğü enkesiti.	70
Şekil 3.10 : Metrobüs sonrası Mecidiyeköy viyadüğü enkesiti.	70
Şekil 3.11 : İstanbul Metrobüs sistemi 3. Etap istasyonları.	71
Şekil 3.12 : Söğütlüçeşme Metrobüs istasyonu.	72
Şekil 3.13 : Avcılar Metrobüs istasyonu.	73
Şekil 3.14 : Dünyadaki metrobüs sistemi yapılarılarının yıllara göre dağılımı.	74
Şekil 3.15 : Çin Zhengzhou ve Xiamen metrobüs sistemleri.	74
Şekil 3.16 : İstanbul Metrobüs sistemi ile karşılaştırılan şehirlerin nüfusları.	75
Şekil 3.17 : İncirli Metrobüs istasyonu.	81
Şekil 3.18 : Mecidiyeköy Metrobüs istasyonu.	81
Şekil 3.19 : Jakarta ve Bogota şehirleri Metrobüs sistemleri.	82
Şekil 3.20 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin seyir yolu uzunlukları.	84
Şekil 3.21 : Metrobüs istasyon enkesiti.	85
Şekil 3.22 : İstasyonların iniş-biniş toplam kullanım yüzdeleri.	90
Şekil 3.23 : İstasyonlardaki iniş-binişlerin ilçelere dağılımı.	91
Şekil 3.24 : Avcılar Metrobüs istasyonu üstgeçidi.	93
Şekil 3.25 : Söğütlüçeşme Metrobüs istasyonu.	94
Şekil 3.26 : Dünyada Metrobüs sistemleri istasyonlar arası ortalama mesafeleri.	98
Şekil 3.27 : 2 araçlı dizilerin istasyonlardaki konumları.	101
Şekil 3.28 : Araç içerisindeki oturma ve tutunma aksamından duyulan memnuniyet.	103
Şekil 3.29 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinde çalışan araç sayısı.	106
Şekil 3.30 : Metrobüs sistemlerinin Araç sayısı/Yol uzunluğu karşılaştırması.	107
Şekil 3.31 : Metrobüs sisteminde işletilen hatlar.	110
Şekil 3.32 : Metrobüs yokken aynı ulaşım koridorundaki yolculuk şekilleri.	120
Şekil 3.33 : Metrobüs ile gidilen istasyon sayısı.	125
Şekil 3.34 : Metrobüs ile yapılan aylık yolcu sayıları.	127
Şekil 3.35 : Metrobüs 2010 yılı mart ayı günlük yolcu sayıları.	128
Şekil 3.36 : Metrobüs günlük yolcu sayılarının haftanın günlerine dağılımı.	129
Şekil 3.37 : Metrobüs 2010 yılı Kasım – Aralık ayları günlük yolcu sayıları.	130
Şekil 3.38 : 2011 yılı Kasım ayına kadar gerçekleşen günlük yolcu sayıları.	131
Şekil 3.39 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin ortalama işletme hızları.	135
Şekil 3.40 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin günlük ortalama yolcu sayıları.	137
Şekil 3.41 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin yolcu / kilometre değerleri.	137
Şekil 3.42 : Metrobüs 2011 yılı Ekim ayı saatlik toplam yolcu sayıları.	137

İSTANBUL AVCILAR – SÖĞÜTLÜÇEŞME METROBÜS SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ VE DÜNYADAKİ METROBÜS SİSTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Metrobüs sistemleri özellikle son 10 yılda toplu taşıma sistemleri arasında hızla yaygınlaşan bir ulaştırma sistemidir. Sistemin amacı, yoğunlukla toplu taşıma araçlarının kullanımına tahsis edilmiş yol üzerinde, normal araç trafiğinden etkilenmeden işletilmesidir. Bu sayede toplu taşıma araçları ile ulaşım daha hızlı, yolculuk süreleri daha kısa olabilmektedir. Ayrıca yüksek kapasiteli, çevre dostu ve hızlı toplu taşıma araçlarının tercih edilmesi ile metrobüs sistemlerinin performansı ve yolcu konforu yükseltilebilmiştir. Günümüzde hafif raylı sistemlerin kapasitesine yaklaşabilen metrobüs sistemleri işletilmektedir.

Toplu taşıma sistemlerinin bir parçası olan metrobüs sistemlerinin seyir yolları, istasyonları, taşıtları, işletim planı, ücret toplama sistemleri ve akıllı ulaştırma sistemleri ile olan ilişkileri gibi bileşenleri vardır. Bu bileşenlerin sistemin performansında ve kullanıcıların sistemi kullanarak elde ettiği fayda üzerinde etkileri vardır. Ayrıca bileşenler arasındaki uyum metrobüs sisteminin güvenilirliğini ve hizmet kalitesini artıracaktır.

Seyir yollarının normal trafikten ayrımı fiziksel bir bariyer kullanarak olabildiği gibi, yol işaretlemesi yaparak da gerçekleştirilebilir. Bu da metrobüs seyir yollarını sistem maliyeti üzerinde en fazla etkili bileşeni yapar. Ayrıca sistemin kapasitesini, hızını da etkileyen bileşendir. Yoğunlukla metrobüs seyir yolları ana arterlere, terk edilmiş demiryolu koridorlarına, tünellere ve otoyolların yanına inşa edilir. Metrobüs seyir yolların, ayırım derecesi, seyir yolu işaretlemesi ve yanıl kılavuzlama gibi özelliklere sahiptir.

Metrobüs sistemlerinin istasyonları yolculuk süresi üzerinde etkili bir bileşendir. İyi bir istasyon; bölgede ekonomik kalkınma yaratan, transit araçlar için sorunsuz ve korunaklı bir bağlantı sağlayan, ücretlerin istasyona girmeden ödendiği, yolcuların yürüyerek ulaşabildiği istasyondur. Metrobüs istasyonlarının; istasyon tipi, platform yüksekliği, platform planı, sollama kabiliyeti, istasyon erişimi gibi bileşenleri olup, diğer toplu taşıma sistemleri ile olan entegrasyonu, bulunduğu bölgedeki konumu ve istasyonlar arasındaki mesafe sistem performansını etkiler.

Metrobüs sistemlerinde taşıtların, taşıt konfigürasyonu, estetik görünümün sağlanması, yolcu sirkülasyonunun iyileştirilmesi ve çekim gücü gibi bileşenleri vardır. Bu bileşenler; duruş zamanında, kapasitede, yolcu konforunda, toplumun sistemi kabulü ve yolculuk isteği üzerinde önemli etkilere sahiptir.

Metrobüs sistemlerinin işletim planları sistemin performansını ve imajını etkileyen ve ihtiyaçlara göre esnetilebilen bir bileşen olup, hat uzunluğu, hat yapısı, hizmet süreleri, hizmet sıklığı, istasyon aralığı, çizelge kontrol yöntemleri gibi bileşenleri vardır.

Ücret toplama sistemlerinin başarısında ücret toplama yöntemleri, ücret toplama araçları ve ücret tarifesini etkilidir. Ücret toplama sistemin yolculuk süresini de belirler. Yolcuların zaman kayıplarını en aza indirmek için manyetik ücret toplama araçlarının kullanılması yaygınlaşmıştır.

Akıllı ulaştırma sistemlerinin kullanılması, işletme verimliliğini, güvenliği ve hizmet kalitesini yükselten, sistemin en üst düzeyde hizmet vermesini sağlar. Ayrıca sistem hakkında en güncel bilgiye en hızlı şekilde ulaştırıp, sistemin hızının artırılmasını da sağlar.

Metrobüs sistemleri uygulamalarını bölünmüş (ayrılmış) yol, otoyol ve kentiçi yollardaki uygulamalar olarak sınıflandırabiliriz. Bu uygulamalarda otoyollardaki metrobüs yolunun kenar otobüs yolu, orta otobüs yolu ve yüksek doluluğa sahip araç şeritleri olarak ve kent içi yollardaki uygulamaları kenar otobüs yolu, orta otobüs yolu ve karma yapılı otobüs şeritleri olarak sınıflandırabiliriz.

Tüm toplu taşıma sistemlerinde olduğu gibi metrobüs sistemlerinin de çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri vardır. Çevresel etkileri dâhilinde, metrobüs sistemleri zararlı madde emisyonunda ve gürültü kirliliğinde azalma sağlar. Ekonomik olarak, yolculuk sürelerinde azalma sağlar. Bunun yanında sosyal etkisi anlamında azalan yolculuk süreleri nedeniyle kent olanaklarına eşit erişim sağladığı gibi trafik kazalarında azalmaya neden olur.

İstanbul Metrobüs sistemi Avcılar – Söğütluçeşme arasında işletilmektedir. sistem 44,3 kilometre uzunluğunda ve 33 istasyondan oluşmaktadır. Sistemde 34 hat numaralı Avcılar – Zincirlikuyu, 34A hat numaralı Edirnekapı – Söğütluçeşme, 34G hat numaralı Avcılar –Söğütluçeşme ve 34Z hat numaralı Zincirlikuyu – Söğütluçeşme hatları işletilmektedir. Bu nedenle Avcılar, Edirnekapı, Zincirlikuyu ve Söğütluçeşme istasyonları sistemde işletilen hatların başlangıç noktaları olduğu için terminal istasyon işlevi de görürler. 2011 yılı Ekim ayı ile birlikte günlük 600000 yolcu sayısına ulaşan metrobüs sisteminin saatlik kapasitesi incelendiğinde zirve saatlerde kapasitesinde çalıştığı görülmektedir.

İstanbul Metrobüs sisteminin dünyadaki diğer metrobüs uygulamaları ile birlikte değerlendirildiğinde sistem bileşenleri açısından Bogota, Curitiba, Jakarta ve Guangzhou gibi şehirlerin arkasında olduğunu ancak işletme hızı olarak dünyadaki en hızlı sistemlerden olduğunu söyleyebiliriz.

AN EVALUATION OF ISTANBUL AVCILAR-SOGUTLUCESEME BUS RAPID TRANSIT SYSTEM COMPONENTS IN COMPARISON TO OTHER BUS RAPID TRANSIT SYSTEMS ON THE WORLD

SUMMARY

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.

BRT systems, as a part of public transportation system, have some components including running way, stations, vehicles, operation plan, fare collection mechanism and relations with intelligent transportation systems. These components affect the performance of the system and the utility to the consumers who use the system. Additionally, proper combinations of these components will increase the BRT system's reliability and service quality.

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.

Stations of the BRT systems are important components affecting the travel time. BRT generally serves high-demand corridors so that BRT stations become integrated with areas along the corridor and also develop the areas. A good BRT station should be a convenient connection for the transit buses. Also BRT stations should provide passenger comfort, passenger information, and a visible image of the system. Another important thing is that passengers should be able to access to BRT station on foot.

BRT stations include some components: station type, platform height, platform layout, passing capability and station access. Integration of the system with other public transportation systems, location of the station and distance to other stations affect the system performance. BRT system's station type should be chosen so that passengers are not affected by weather conditions. Platforms at the same level as vehicle floors can facilitate boarding and alighting the vehicles and reduce dwell times. Platform layout affects how many vehicles can serve a station and how

passengers must position themselves along a platform to board a given service. Mostly, passing areas are at the stations in BRT systems. If BRT stations has passing capability, it will increase capacity of the system. Station access describes how the BRT system is linked to surrounding communities. Pedestrians should access BRT stations easily. Also if integration with the other public transportation systems is efficient, more passengers will prefer BRT systems.

Vehicles in BRT systems have a direct impact on speed, capacity, environmental friendliness and passenger comfort. Also in BRT systems, passengers spend most of their times in vehicles. Therefore, passengers derive much of their impression of the BRT system from their experience with vehicles. Similarly, for passengers who do not use BRT systems, vehicles are the system elements that are most visible.

Vehicles in BRT systems have some components, including vehicle configurations, aesthetic enhancement, passenger circulation, propulsion system. Vehicle configuration is a function of the combination of size, floor height, and body type. Vehicles in BRT systems should have the same floor height. Aesthetic enhancement is a combination of paint schemes and styling options. These factors affect the appearance and configurations of the vehicle body and contribute to the BRT system identity. Additionally, high quality interior materials, better lighting and climate control contribute to the customer perception of comfort and service quality. Passenger circulation is an important problem in BRT systems; therefore, BRT system operators make some changes in BRT vehicles. These include the provision of additional or wider door channels or the provision of doors on the opposite (left) side of the vehicle. Propulsion systems determine the acceleration, maximum speed, fuel consumption and emissions characteristics of BRT vehicles. They also affect the noise and smoothness of operation, service reliability and have a large impact on overall BRT system operating and maintenance costs. These components affect stopping time, capacity, passenger comfort, acceptance of the society and willing to travel with the system.

Operation plans in BRT systems are flexible components that affect the performance and image of the system. Operation plans can be changed according to the needs. Operation plans in BRT systems need to be frequent, direct, easy-to understand, comfortable, reliable, operationally efficient, and above all, rapid. As BRT system is a part of public transportation system, relations with other public transportation systems are very important part of operation plans of BRT.

Operation plans include some components, including the route length, route structure, span of service, frequency of service and station spacing. Route length shows how many kilometers a passenger can directly travel without transferring. Route structure is flexibility of BRT running ways and stations with different lanes and vehicles. Span of service represents the period of time that a service is available for use. Frequency of service determines how long passengers must wait for BRT service. Station spacing affects operating speed and travel time.

Success of fare collection systems is determined by fare collection methods, fare collection devices and tariff of fares. It is common to use magnetic fare collection devices, in order to minimize the time cost for passengers. If there are some public transportation operators in the city, integrated fare collection systems should be used because of increasing integration between the public transportation systems.

Usage of intelligent transportation systems increases operation efficiency, safety and service quality, so ensures the maximum level of service. Also, it creates the most current information in the fastest way, and increases the speed of the system.

BRT systems can be classified as divided (separated) road, highways and urban roads. In highways, BRT running way can be median busway, bus on shoulders and high occupancy vehicles (HOV) lanes; whereas in urban roads, it can be median busway, bus use of shoulders and mixed-use lane

Like all other public transportation systems, BRT systems have environmental, social and economic effects. Environmental effects include emission of harmful substances and noise pollution. In economic terms, BRT systems decrease travelling time. In addition to this, they have a social effect because as they decrease the travelling time, they create a more equal access to urban resources. Traffic accidents decrease.

BRT system in Istanbul is operating between Söğütluçeşme and Avcılar stations. The system is 44.1 kilometers long and has 33 stations. In this system there are four lines: Line 34 operates between Avcılar and Zincirlikuyu, Line 34A between Edirnekapı and Söğütluçeşme, Line 34G between Avcılar and Söğütluçeşme, and Line 34Z between Zincirlikuyu and Söğütluçeşme. Avcılar, Edirnekapı, Zincirlikuyu and Söğütluçeşme stations have terminal station function, as they are the starting points of the lines. The BRT system carried 600.000 passengers daily in September 2011. 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.

BRT system in Istanbul is 44,1 kilometers long which is 12th longest BRT system 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 2 terminal stations: Avcılar and Söğütluçeşme. Additionally the system has 3 turning areas at Topkapı, Edirnekapı and Zincirlikuyu stations. 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 33 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.

3 types of buses are operated: Citaro, CapaCity and Phileas. CapaCity and Phileas buses have less sitting areas per meter of their length. Therefore, passenger circulation is better and vehicles dwell time is less at stations. Vehicles work at their capacity mostly and are overloaded. A comparison of procurement costs of Capacity and Phileas buses has shown that 50 Phileas buses in the fleet have cause an extra

cost of 39 million Euros. With its 300 buses that operate in the peak hours, Istanbul BRT is the 4th system in the world in terms of the number of buses, after Bogota, Ottawa and Jakarta.

There are no passing lanes in Istanbul BRT system and vehicles have to stop at all stations. Two vehicles depart from the terminal stations back to back. The system operates with 30 seconds headway at morning peak hours with 315 buses and the numbers of buses are not enough for a seamless operation. Long dwell times at overloaded stations at peak hours reduce the travel time savings resulting from the high operating speed between the stations. Since the BRT system has started operation, 11 regular bus lines have been shortened and 18 have been cancelled along the corridor. Therefore, passengers have to pay TRY 0,50 more for a time saving of 26 minutes. Because the emissions from the BRT buses are less than the regular IETT buses, it has been estimated that total daily CO₂ emissions have been reduced by 32.684 grams. Closed fare system is used in the BRT system in Istanbul. Magnetic stripe cards are used as fare collection system. Travel fare change by the number of stations travelled.

BRT system's ridership has increased since it started operation. Ridership increases from January to May, then decreases from May to September. It increases again after September. The system carries over 500.000 passengers daily since the 2nd phase opened. On an average week day, the system is carrying about 580.000 passengers per day. BRT in Istanbul, with its 40 kph commercial speed is the 3rd fastest system in the world. Moreover, with its 580.000 daily ridership, it is the 4th system in the world. Istanbul BRT system has a density of ridership of 13,605 passengers per kilometer of its length and it is the 8th system in the world.

1. GİRİŞ

Ulaşım sorunu, İstanbul gibi hem nüfusu artan hem de arazi kullanım alanı genişleyen şehirlerde yaşayan insanların günlük yaşamlarını en fazla etkileyen problemlerin başında gelmektedir. Hergün tekrarlanan trafik tıkanıklıkları, ulaştırma türleri arasındaki orantısız dağılım ve toplu taşıma sistemlerinin yetersizlikleri insanlarda maddi ve psikolojik kayıplara neden olmaktadır.

Ülkemizin en büyük kenti olan İstanbul'da nüfusun büyük bir kısmı ulaşım problemleri ile hergün yüzleşmektedir. Ulaşım problemlerinin en aza indirilmesi için İstanbul'un toplu taşıma sistemlerinde yapılan iyileştirmelerin yanında, toplu taşıma sistemlerinin kent sakinleri tarafından daha fazla tercih edilir hale getirilmesi için çaba sarfedilmektedir. Bu anlamda, İstanbul'un en fazla yolculuk yapılan ulaşım koridorlarından olan D100 karayolunda metrobüs sistemi 2007 yılında işletilmeye başlanmıştır.

Ülkemizde sadece İstanbul'da kullanılan ancak yurtdışında kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan metrobüs, sadece kendisine tahsis edilmiş 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 herhengi 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.

Çalışma kapsamında İstanbul Metrobüs sisteminin tüm istasyonlarında incelemeler yapılmıştır. Ayrıca sistemin en fazla kullanılan istasyonlarından Söğütlüçeşme, Uzunçayır, Şirinevler ve Avcılar istasyonlarında anket çalışması yapılmıştır. Mecidiyeköy ve Zincirlikuyu istasyonlarında ise, yolcular istasyonlardaki yoğunluk nedeniyle anket çalışmasına yeterli sayıda katılım göstermemişlerdir. Anket çalışmasında yolculara “Nereden geliyorsunuz?”, “Nereye gidiyorsunuz?” ve

“Metrobüs sistemine hangi taşıtla geldiniz?” soruları yöneltilmiştir. Anket ile amaçlanan metrobüs kullanıcılarının hangi ilçeden geldiğini ve sistemden hangi istasyonda ayrılacağını belirlemek, istasyon yakınlarındaki özel araç otoparklarının kullanımını belirleyip, “park et, metrobüs ile devam et” sisteminin ne ölçüde kullanıldığını tespit etmektir. Yapılan anket çalışmasının sonuçları, İETT’nin yaptığı “Metrobüs kullanıcıları memnuniyeti anketi” ile birleştirilerek verilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde metrobüs sistemlerinin bileşenleri ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca bileşenlerinin özelliklerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonrasında metrobüs sistemlerinin dünyadaki uygulama örnekleri üzerinde durulmuş ve sistemlerin yol geometrisi standartları belirtilmiştir. Son olarak da metrobüs sistemlerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri belirtilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise Avcılar – Söğütlüçeşme Metrobüs sisteminin tanımı yapılmış ve sistem bileşenleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca İstanbul Metrobüs sistemi ile dünyadaki bazı metrobüs sistemlerinin bileşenleri ve yolcu sayıları arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bunların yanında İstanbul Metrobüs sisteminin ortalama yolculuk uzunluğu, kapasitesi ve zirve saat oranı hesaplanmıştır.

Son bölümde ise Avcılar - Söğütlüçeşme Metrobüs sisteminde bulunan aksaklıklar ortaya konmuş ve sistemin daha verimli işletilebilmesi için öneriler ortaya konmuştur.

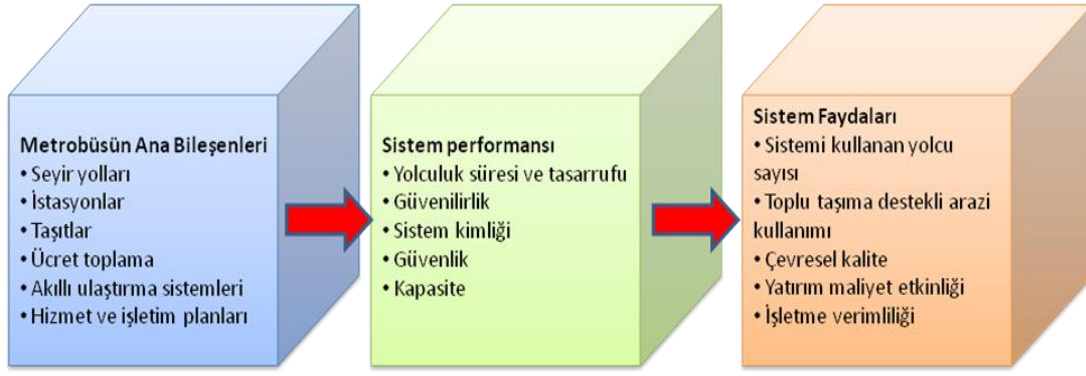
2. METROBÜS SİSTEMİNİN TANIMI

2.1 Giriş

Ülkemizde sadece İstanbul’da kullanılan ancak yurtdışında kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan metrobüs sistemleri, çoğunlukla kendisine tahsis edilmiş hat üzerinde işleyen, çoğunlukla kullanıcıların ücretini otobüse binmeden önce istasyonlarda ödediği otobüs hatlarıdır. Sistem olarak metrobüsün en önemli özelliği, işletildiği yoldaki diğer taşıtlar ve toplu taşıma sistemleriyle herhangi bir kesişmesinin olmaması ve kendi doğrultusundaki diğer taşıtların kullandığı yolun koşullarından etkilenmeden hizmet verebilmesidir. Metrobüs, toplu taşıma sisteminin sahip olması gereken ana bileşenleri kendi içinde en iyi şekilde barındırabilir. Herhangi bir yola çeşitli şekillerde uygulanabilen metrobüsün önemli çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri vardır.

2.2 Metrobüs Sisteminin Bileşenleri

Bir toplu taşıma sistemi olarak Metrobüs, sistem bileşenleri, sistem performansı ve sistem faydaları bakış açılarıyla hiyerarşik olarak ele alınabilir (Şekil 2.1). 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 (Güven, 2008). Bu bileşenler, sistemin performansını güvenlik, güvenilirlik, kapasite gibi çeşitli açılardan etkilerken, sistemin faydalarını da belirler.



Şekil 2.1 : Metrobüs sistemine hiyerarşik bakış (Diaz, 2004).

Metrobüs sisteminin en önemli amacı toplu taşıma kullanıcılarının sistemden en iyi şekilde faydalanabilmesidir. Bunu sağlamak için, bileşenlerin çeşitli özellikleri ve birbirleriyle ilişkilerinin, sistemin bütünü için ele alınması ve tasarlanması gerekir. Ulaştırma mühendisleri ve karar vericiler metrobüs yapımına karar verirken, bu ana bileşenleri en doğru şekilde belirlemek için çeşitli saha çalışmaları, analizler yapmalıdırlar.

2.2.1 Seyir yolları

Seyir yolları maliyeti belirleyen en önemli kalemdir. Ayrıca hız ve güvenilirliği etkileyen en önemli bileşen olduğu için sistemin kimliğini ve imajını da belirler. Özellikle, toplu taşımacılığın başarısının göstergelerinden birisi olan yolcu sayısı açısından, mevcut ve potansiyel yolcuyu çekmesi anlamında önemlidir. Çoğunlukla seyir yolları ana arterlere, terk edilmiş demiryolu koridorlarına, tünellere ve otoyolların yanına inşa edilir.

Yolculuk hızının artıp ve yolculuk süresini azalması, metrobüsü özel araç yolculuğu ile daha rekabetçi hale getirir. Demiryolu taşımacılığının aksine, transit araçlar yolcuları doğrudan gidecekleri yere ulaştırmak için özel şeritlerinden ayrılabilmesi sağlanabildiği gibi, acil durum taşıtlarının ulaşımında tıkanıklık olduğu durumlarda, ayrılmış yol kullanıma açılabilir. Ancak bu iki durum İstanbul'daki metrobüs uygulaması için geçerli değildir.

Metrobüs yolunda tıkanıklığa neden olabilecek taşıtlar ve diğer yollarla olan kesişmeler sistemin hızını ve konforunu etkiler. Bu nedenle metrobüs yolu bu tür kesişmeleri engelleyecek şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir. Seyir yolların, ayırım derecesi, seyir yolu işaretlemesi ve yanal kılavuzlama gibi özelliklere sahiptir (Güven, 2008).



Şekil 2.2 : Kanada Ottawa otobüs şeritleri (Mercier, 2008).

a) Ayrım derecesi

Seyir yolu planlama parametrelerinin başında “diğer trafikten ayrılma derecesi” gelmektedir. Genel trafiğin akımından metrobüs akımını ayırmak için ek maliyetler gerekir. Seyir yollarının ayrım derecesi arttıkça sistemin maliyeti de artar. Bunun yanında sistemin hızı ve güvenliği artığı gibi gecikme azalır ve yolcu sayısı artar. Örneğin, katlı ayrımlı yollar en yüksek ayrım derecesine sahip yollar olduğu gibi; en yüksek hız, en yüksek maliyet, en yüksek güvenlik ve en yüksek güvenilirliğe sahiptir.

b) Seyir yolu işaretlemesi:

Metrobüs akımının genel trafikten ayrılması seyir yolu işaretlemesi yaparak da yapılabilir. Metrobüs için yol işaretlemesi kalıcı olarak yapılır. Yol kaplaması üzerine çizilen çizgilerle veya yol kaplama dokusunun renginin değiştirilmesi ile yatay işaretleme yapıldığı gibi, trafik işaret ve levhalarıyla düşey işaretleme de yapılabilir.



Şekil 2.3 : Australya, Brisbane metrobüs yolu yatay ve düşey yol işaretleme (URL-1).

c) Yanal Klavuzlama:

Metrobüs sisteminde şerit değiştirmeyi ve trafik akışını düzenler. Yanal klavuzlama daha düzgün sürüşü sağlamak ve istasyonlara girişi düzenlemek için mekanik, elektro manyetik ve optik olarak yapılabilir. Bazı durumlarda taşıtın durmasını sağlayan sistemlerde uygulanabilir. İstasyonlarda hemzemin binişe olanak sağlar (Güven, 2008). Ancak çoğu metrobüs sisteminde olduğu gibi ülkemizdeki örneğinde de uygulanmamıştır.

Metrobüs yolunun geçtiği otoyol veya anayola bitişik ya da ayrı kimi yollar bulunabilir. Dolayısıyla seyir yolunun bu durumlara uyumlu olması gerekir. Metrobüs yolunun devamlılığını sağlamak, güvenilirliğini, hızını ve kapasitesini artırmak için diğer araç trafiği ile kesişmelerinin çözülmesi gerekir. Metrobüs yolu ihlalini önlemek için pasif olarak fiziksel engeller veya aktif olarak trafik polisi kullanılabilir. Bununla beraber metrobüs yolu bu yolu kullanan toplu taşıma sistemleri ve cankurtaran gibi geçiş önceliği olan taşıtların yolları ile uyumlu olmalıdır.

Seyir yolu bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları ile olan ilişkileri Çizelge 2.1’de belirtildiği gibi tarif edilebilir.

Çizelge 2.1 : Seyir yolu bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

SİSTEM PERFORMANSI						SİSTEM FAYDALARI
Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite		
<u>Ayırım Derecesi</u> - Kuyruk Atlamalı Karma Akım Şeritleri - Tercihli Arter Şeritleri - Hem Zemin Özel Şeritler (Toplu Taşıma Yolu) - Katlı Özel Şeritler (Toplu Taşıma Yolu)	Ayırım derecesi arttıkça tıkanıklık gecikmesi azalır.	Kazalar ve tekrarlanan tıkanıklıktan kaynaklanan bekleme riskini ortadan kaldırır.	Kalıcı bir gelişmeyi gösterir, çünkü metrobüs için ayrı bir alan vardır.	Diğer taşıtlardan ayrılması, trafik akımındaki tehlikelerden metrobüsün ayrı tutulmasını sağlar.	Çoklu şerit kapasiteyi artırır. Yolu ayırmak tıkanıklığı azaltır, kapasite kullanımını artırır.	Kalıcı gelişmeyi gösterir. İlerlemeyi çekici hale getirir. Seyir yolu ile ilgili hız kazanımları; yolcu sayısını artırır, çevre için faydalıdır.
<u>Seyir Yolu İşaretlemesi</u> - Tabela ve Şerit Ayırım Çizgisi - Şerit Ayracı - Değişik Kaldırım Rengi/Dokusu			Özel bir iyileştirmedir.			
<u>Yanal Kılavuzlama</u> - Optik Kılavuzlama - Elektro-Manyetik Kılavuzlama - Mekanik Kılavuzlama	Maks. hızda güvenliği sağlamak konusunda sürücüye yardımcı olur.		İmajı geliştirir, daha düzgün sürüş sağlar.	Yüksek hızda güvenli sürüş sağlar.		

2.2.2 İstasyonlar

İstasyonlar metrobüs sistemi ile diğer taşıma sistemleri ve kullanıcılar arasındaki en önemli bağlantıdır. Ayrıca istasyonlar iyi hizmetin sunulması ile diğer toplu taşıma araçlarından ayrılan ve metrobüsün kimliğini belirleyen bileşendir. Metrobüs yüksek toplu taşıma talebinin bulunduğu bölgelerde yapıldığı için istasyonlar bulunduğu bölge ile hızla bütünleşir ve bölgeyi geliştirir. Bu bütünleşmenin sağlanması için istasyonlar içinde ve çevresinde, hem yayalar ile metrobüs taşıtları arasındaki hem de inen ve binen yolcular arasındaki çatışmanın en aza indirilmesine önem verilmelidir. Çevre yerleşmelerdeki yayaların ve tekerlekli sandalye kullananların hizmete erişimini kolaylaştırmak için, metrobüs istasyonlarının planlama ve tasarımında yakın çevreyle güçlü bir bağlantı kurma hedefi göz önünde bulundurulmalıdır.

Metrobüs istasyonunu kullanan yolcu sayısı tipik bir otobüs hattını kullanan yolcu sayısından fazla olacağı için istasyonlar metrobüs sistemlerinde diğer otobüs hatlarına göre daha fazla önem atfedilmesi gereken bir konudur. İstasyonlar transit araçlar için sorunsuz, korunaklı bir bağlantı sağlamalı ve iniş-biniş'i hızlandırmak için Şekil 2.5 'teki gibi kullanıcıların istasyonlarda araç kapılarına uygun bir şekilde sıralanmasına ortam sağlanmalıdır.



Şekil 2.4 : Kolombiya, Bogota Transmilenio metrobüs hattı istasyonu (Naparstek, 2007).

Metrobüs istasyonlarının, istasyon tipi, platform yüksekliği, platform planı, sollama kabiliyeti, istasyon erişimi gibi bileşenleri vardır. Bu bileşenlerin birbiriyle uyumu metrobüs sisteminin çevre ile uyumunu artırır (Güven, 2008).

a) İstasyon tipi:

Metrobüs'ün kimliğini ve çevreyle bütünleşmesini sağlamak için oldukça önemlidir. İstasyonlarda yolcuların hava şartlarından etkilenmemesinin sağlanması metrobüs sisteminin kimliğini olumlu olarak etkileyecektir.

b) Platform yüksekliği:

Taşıta binişlerdeki kazaların önüne geçilmesi için önemlidir. Geleneksel bir otobüs taşımacılığı için kullanıcılar düşük bir platformdan otobüslere birkaç merdiven çıkarak binebilir. Metrobüslerde ise hızı ve konforu azaltacağı için araç yüksekliğine eşit platformlar tasarlanmalı ve alçak zeminli taşıtlar seçilmelidir. Bu durum aynı zamanda engelli kullanıcıların erişiminide kolaylaştırır. Aynı seviyedeki taşıt ve platformlar; yolcu iniş-binişlerini kolaylaştırır ve eğer boşluksuz yanaşma ve basamaksız biniş sağlanırsa, bekleme (duruş) süresi azalır.

c) Platform alanı:

İstasyonlarda kaç taşıtın nasıl konumlanacağını ve yolcuların nerede bekleyeceklerinin belirlenmesidir. Platform alanı genişledikçe istasyonu kullanabilecek taşıt sayısı arttığı gibi, inen-binen yolcular arasındaki kesişmelerde azalır.

d) Sollama kabiliyeti:

İstasyonlar taşıtların bekleme/duruş yaptığı yerlerin başında geldiğinden, darboğaz gibi davranabilmektedirler. Eğer metrobüs sistemini kullanan taşıtlar birbiri ardına sıralanacak kadar yoğun ise sistemin sollamaya izin verecek şekilde tasarlanması gerekir. Araçlar sollamayı, istasyon ve kavşaklarda, çok şeritli kısımlarda yapabilir (Şekil 2.5). İstasyonlarda sollama olanağı kapasiteyi artırır.



Şekil 2.5 : Çin Guangzhou metrobüs hattı Shidajida istasyonu (McConville, 2010).

e) İstasyon erişimi:

Metrobüs kullanıcılarının metrobüs sistemine ulaşımını tarifler. İstasyon girişlerinin yaya ulaşımına kolaylık sağlaması, diğer toplu taşıma sistemleri ile olan entegrasyonun sağlanması metrobüs kullanımını artıracaktır. Ayrıca özel araç kullanıcılarının metrobüsü tercih etmeleri, yakın çevrede yaşayan insanların bisikletle metrobüse ulaşabilmeleri için, istasyon yakınlarında park alanlarının ve bisiklet toplama merkezlerinin olması gerekir. (Şekil 2.6) İstasyon erişiminin sağlanması, metrobüse ulaşımı kolaylaştırdığı gibi, ulaşım süresinin kısılmasına da neden olur.

Metrobüs istasyonlarının bu bileşenlerinin sistem faydaları ve sistem performansına etkileri Çizelge 2.2'deki gibi tarif edilebilir.

Çizelge 2.2 : Metrobüs istasyon bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					SİSTEM FAYDALARI
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u><i>İstasyon Tipleri</i></u> •Basit istasyon •İyileştirilmiş istasyon •Özel İstasyon •Karma Toplu Taşıma Merkezi	Çeşitli hatlara hizmet eden entegre edilmiş istasyonlar; aktarma zamanı kayıplarını minimize eder.		Metrobüs için ayrı istasyon tipleri, imaj için kimliğin (markanın) gelişmesini sağlar. Kullanıcılar için ek konfor, imajı arttıracaktır.	Daha kapsamlı istasyonlar, güvenliği artırıcı önlemlerin alındığı tasarımlara sahiptir.	Büyük istasyonlar, istasyondaki yükleme kapasitesini artırır.	Tanımlı istasyon lar potansiyel gelişmeye açıktır.
<u><i>Platform Yüksekliği</i></u> •Standart Kaldırım •Yükseltilmiş Kaldırım •Hemzemin Platform	Platform yüksekliğini düşük tutmak duruş süresini azaltır.	Düşük platform yüksekliği, duruş süresi değişkenliğini azaltır.	Bazı raylı sistemlere benzer şekilde, hemzemin platformlar, gelişmiş teknolojinin imajını yansıtır.	Düşük platform yüksekliği, biniş ve iniş sırasındaki muhtemel kazaları azaltabilir.	Düşük platform yüksekliği duruş süresini azalttığı için istasyondaki kapasite artar.	
<u><i>Platform Planı:</i></u> •Tek Taşıtlık Platform Uzunluğu •Yanaşma Yeri Sayısı Belirlenmemiş Uzatılmış Platform •Ayrılmış Yanaşma Yerleri Bulunan Uzatılmış Platform	Yükleme-boşaltma işlemleri için çoklu taşıt yanaşmalarına izin vermek, istasyon geçiş zamanını düşürür.	Yükleme-boşaltma işlemleri için çoklu taşıtlara izin vermek, gecikmeleri azaltır.			Daha uzun platformlar, yükleme için bekleyen taşıtların kuyruk oluşturmalarını engeller.	

Çizelge 2.2 (devam): Metrobüs istasyon bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					SİSTEM FAYDALARI
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u>Sollama Kabiliyeti:</u> • Otobüs Cepleri • İstasyonlardaki Sollama Şeritleri	İstasyonda sollama imkânı, ekspres güzergâhlar için istasyondaki gecikmeyi minimize eder.	İstasyonda sollama imkânı, tarifelerin iyileştirilmesini sağlar.			İstasyonda sollama imkanı, istasyondaki kuyruk gecikmelerini önler.	
<u>İstasyon Girişi (Erişimi)</u> • Yaya Bağlantıları • Park Et ve Bin Tesisleri			İstasyon girişinin vurgulanması yolcuları çeker.	Çevre yerleşimlere daha iyi yaya bağlantıları, toplum ile bütünleşmeyi kolaylaştırır.		Daha iyi erişim, yolcuları kendine çeker.



Şekil 2.6 : Kolombiya, Bogota Transmilenio Metrobüs hattı terminal istasyonu bisiklet depolama tesisi (BTI, 2007).

İstasyonlar, yüzeyde, yeraltında olabildiği gibi birçok şekil ve boyutta da olabilir. En iyi istasyonlar; transit araçlar için sorunsuz, korunaklı bir bağlantı sağlayan, yolcuların özel araçlarını kullanmadan istasyona ulaşabildiği ve ücretlerini otobüs içinde değil istasyona girmeden önce ödediği, bölgede ekonomik kalkınma için odak yaratan istasyonlardır.

2.2.3 Taşıtlar

Taşıtlar hızdan kapasiteye, çevre ile uyumluluktan yolcuların konforuna kadar bir dizi etmeni doğrudan etkiler. Ayrıca taşıtlar metrobüs yolcuları için sistemde en fazla zaman geçirdikleri yerdir. Bu nedenle de sisteme dair yolcu izlenimlerinin büyük ölçüde oluştuğu bileşendir. Metrobüs kullanıcısı olmayanlar için ise metrobüs kimliğinin en çok görünen ve etkilenilen bileşenidir. Özellikle trafik sıkışıklığının yoğun olarak görüldüğü yollarda, metrobüs taşıtlarının ulaştıkları hız ve yolcularının kazandıkları zaman, metrobüs kullanıcısı olmayan yolcuları daha fazla sisteme çekebilecektir. Metrobüs yolcusu olamayanlar için diğer önemli parametre ise yolcuların metrobüs taşıtlarındaki güvenliği ve konforudur.

Bütün bu parametrelerin birlikte sağlanması için, metrobüs hattının taşınması gereken veya planlanan yolcu sayısını taşıyabilecek teknik özelliklere sahip araçlar seçilmelidir. Dolayısıyla metrobüs sistemi için araç edinilmesi metrobüs sistemi ile ilgilenen bir karar vericinin karşılaştığı en önemli sorunlardan biridir.

Metrobüs sisteminde taşıtlar, metrobüs işletmecisinin elinde bulunan otobüsler olabileceği gibi, metrobüs hattının işletim koşullarına, istasyonlarına, yolcu sayısına bağlı ihtiyacı karşılayacak yeni alınacak otobüsler de olabilir. Eğer yeni otobüs alma yoluna gidildiği takdirde sistemin maliyetinde artacağı düşünülmelidir. Bu anlamda karar vericinin yeni otobüs alımını düşünürken, metrobüs hattının fiziksel ve geometrik koşullarına en uygun taşıtı tercih etmesi ve en kısa sürede temin etmesi yararına olacaktır.

Günümüzde otobüs üreten firmaların elinde, otobüs ücret toplama kutusu seçenekleri, motor ve şanzıman seçenekleri, radyo sistemleri, otomatik araç klavuzlama sistemleri, özel koltuklar, özel boyalar, vb gibi bazı seçeneklere karşılık gelen birçok otobüs çeşidi bulunmaktadır. Üreticinin üretimde bulunduğu otobüsler arasından seçim yapıldığında üreticiler buna hızlı cevap verebilirlerken, bazen Cleveland - Euclid caddesi Metrobüs hattında olduğu gibi (Şekil 2.8), farklı bir elektronik bileşenin araçlara eklenmesi, araç tasarımını etkileyen uzunluk vb. gibi ek mühendislik tasarımlarına, ihtiyaç olduğunda üreticilerin bu duruma cevap vermesi zaman alabilir ve ek maliyetlere neden olur (Hardy, M., Stevens, W., Roberts, D., 2001).

Metrobüs sistemlerinde taşıtların, taşıt konfigürasyonu, estetik görünümün sağlanması, yolcu sirkülasyonunun iyileştirilmesi ve çekim gücü gibi bileşenleri vardır (Güven, 2008). Bu bileşenler arasında uyumun sağlanması metrobüs sisteminin sosyal, çevresel ve ekonomik etkilerini iyi yönde geliştirir.

a) Taşıt Konfigürasyonu:

Taşıt boyutu, döşeme yüksekliği ve taşıt gövde biçiminin kombinasyonlarının bir fonksiyonu olan taşıt konfigürasyonu, metrobüs kullanıcılarını en fazla etkileyen bileşendir. Geleneksel toplu taşımacılığın bir parçası olan basamaklı ve yüksek girişli otobüsler metrobüs sisteminde kullanılması halinde yolcuların biniş-iniş hızını ve konforu azaltacağı için tercih edilmemelidir. Ayrıca basamaklı otobüslere engelli insanların binişi de zor olacaktır. Geleneksel toplu taşımacılığın bulunduğu ve bu

tarz otobüslerin kullanıldığı bölgelerde karar vericiler için düşük tabanlı yeni otobüslerin alınması kaçınılmazdır. Ayrıca metrobüs hattının aynı istasyon yüksekliklerine sahip olması durumunda, birbiriyle yaklaşık aynı taban yüksekliğine sahip taşıtların veya aynı model taşıtların kullanılması faydalı olacaktır. Metrobüs sisteminde tek bir seyir yolu üzerinde farklı taşıt konfigürasyonları kullanılabilir ve taşıtlar hizmet profiline ve hedeflenen kitleye göre değişebilir. Metrobüs taşıtlarının bu esnekliği, talebin artması durumlarında talebin karşılanmasını sağlar. Örneğin dünyadaki birçok metrobüs hattında 12-14 m uzunluğundaki taşıtlarla başlayan hizmet, talebin artması ile birlikte 18 m uzunluğundaki körüklü otobüslerle verilmeye başlanmıştır.



Şekil 2.7 : Cleveland - Euclid caddesi Metrobüs hattı otobüsü (Url-2).

b) Estetik görünümün sağlanması:

Metrobüs sisteminin kimliğine katkıda bulunan estetik görünüm, biçimsel seçenekleri içeren iyileştirmeler, taşıt gövdesinin boyanması gibi parametreler ile sağlanabilir (Şekil 2.8). Estetik bir görünümle, metrobüs kullanıcılarını kendisi çekebileceği gibi metrobüsü kullanmayanları da sisteme çekebilir. Bu anlamda taşıtların içerisinde kaliteli malzemeler kullanılması, uygun aydınlatmanın yapılması ve sıcaklığın ayarlanması kullanıcıların konforunu ve hizmetin kalitesini artırır.

Araçlara özel bir logo veya bir renk giydirilmesi metrobüse özel bir kimlik yaratmak ve metrobüsün iyi yanlarıyla hatırlamasını sağlayacaktır. Ancak bu yaklaşım diğer toplu taşıma araçlarının metrobüs hattında kullanılmasını engeller. Bunun için metrobüs sisteminde çalışacak özel bir filo ya ihtiyaç duyulur.



Şekil 2.8 : Kolombiya Bogotá Transmilenio Metrobüs Hattı (Cair ve diğ, 2006).

Taşıtlarda büyük camların bulunması ve aydınlatmanın iyi olması, koltukların konforlu olması ve araç içerisinde sıcaklığın ayarlanabilir olması, yola dair bilgilendirici sistemlerin varolması ve araçların temiz olması yolcuları daha konforlu ve güvende hissettirecektir. Ayrıca yolcuların beraberinde getirdikleri eşyaları taşıt içerisinde güvenle bırakabilecekleri yerlerin olması metrobüsü daha tercih edilir hale getirir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : ABD Washington - Snohomish Swift metrobüs aracı (NNCA, 2010).

c) Yolcu sirkülasyonu:

Metrobüs taşıtları içindeki ve metrobüs taşıtlarına biniş ve inişlerdeki yolcu sirkülasyonunu iyileştirmek metrobüs sistemine hız ve konfor katacaktır. Araç içerisindeki sirkülasyonu kolaylaştırmak, alternatif oturma planlarının uygulanması ve tekerlekli sandalye kullanan yolcular için güvenli bölgelerin bulundurulması gibi düzenlemeler ile sağlanabilirken, araçlarda geniş kapı kanallarının kullanılması ve aracın her iki yanında da kapı bulundurulması ile aracın dışına doğru olan yolcu sirkülasyonu kolaylaştırılabilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 : Kolombiya Bogotá Transmilenio Metrobüs Hattı (Kash, 2011).

Bütün bu özellikler duruş zamanında, kapasitede, yolcu konforunda, toplumun sistemi kabulü ve yolculuk isteği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Örneğin, Metrobüs taşıtının iki yanında yan olarak bulunan oturma yerleri araç içerisinde ek alan sağlayacağı için yolcu sirkülasyonunu kolaylaştırıp, ayakta yolcu sayısını artıracığı için kapasiteyi de artırıcı etkide bulunabilir. Geniş kapı kanallarının kullanılması da, yolcuların yoğun olduğu yerlerde taşıta binişi ve inişi kolaylaştıracağı için metrobüs taşıtının duruş zamanını azaltır. Karşılıklı iki kapı bulunan taşıtlar ise metrobüs taşıtının yolun orta kısmında bulunan istasyonlara

yanaşmasını sağlayıp, metrobüs sisteminin işletildiği yolun esnekliğini artırıp, raylı sistemlere benzer bir özellik kazanır.

d) Çekim gücü:

Metrobüs taşıtlarının çekim gücü sistemin işletim ve bakım maliyetleri üzerine etkili olup, ivme, maksimum hız, yakıt sarfıyatı ve salım özelliklerini belirler. Bunu yanında yolculuk esnasındaki gürültüyü ve akıcılığında etkilediği için hizmet güvenilirliği üzerinde de etkilidir. Temiz havanın desteklenmesi ile bir dizi taşıt çekim sistemi ortaya çıkmıştır. İçten yanmalı çekim sistemleri günümüzde en yaygın çekim sistemidir. Bunlar “ultra düşük kükürt seviyeli dizel” ya da “sıkıştırılmış doğal gaz” ile beslenen, otomatik vitesli ve kıvılcım ateşlemeli (bujili) içten yanmalı motorlardır. Ayrıca şehir içinde % 60’a varan yakıt tasarrufu sağladığı iddia edilen “Hibrid-elektrikli çekim” ile çalışan taşıtlarda kullanılmaktadır. Hibrid çekim sistemi, geleneksel dizel otobüslere göre, daha sarsıntısız ve daha hızlı kalkış (ivme), daha etkin frenleme, geliştirilmiş yakıt tasarrufu ve azaltılmış emisyon gibi bir çok işletim avantajına sahiptir (Güven, 2008).

Günümüzde otobüs üreticileri farklı teknik ve geometrik özelliklere sahip bir dizi seçeneği Metrobüs hattı için karar vericileri önüne sunmaktadır. Uygun taşıt seçimi için karar vericilerin, metrobüs seyir yolunun fiziksel özelliklerine, istasyonların konumuna, yolcu sayılarına, çevre ile uyumuna ve taşıt maliyetine dikkat ederek karar vermesi, sistem güvenilirliği açısından çok önemlidir. Yolcuların sistem içerisinde en fazla zaman geçirdiği ve sisteme dair yargılarının oluştuğu bileşen olan Metrobüs taşıtları, metrobüs hattının başarısını da belirler.

Metrobüs taşıt bileşenlerinin “sistem performansı” ve “sistem faydaları”na etkileri Çizelge 2.3’de listelenmiştir.

Çizelge 2.3 : Metrobüs taşıt bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					SİSTEM FAYDALARI
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u>Taşıt Konfigürasyonu</u> • Geleneksel Stand. Taşıtlar • Özel Görünümlü Stand. Taşıtlar • Geleneksel Körüklü Taşıtlar • Özel Görünümlü Körüklü Taşıtlar • Özel Donanımlı Metrobüs Taşıtları	Düşük döşeme taşıtlar, duruş süresi gecikmelerini azaltır.	Düşük döşeme taşıtlar, duruş süresindeki değişkenliği azaltır.	Gelişmiş taşıtlar, Metrobüs'ün farklılığını vurgular ve şehir dışındaki bölgeler ile bağlantıyı artırır.	Düşük döşeme taşıtlar, takılıp düşme tehlikelerini azaltır.	Taşıt büyüklüğü arttıkça, kapasitesi de artar.	Gelişmiş taşıtlar, yolcular üzerinde iyi etki bırakır.
<u>Estetik Görünümün Arttırılması</u> • Uzmanlaşmış Logo ve Cephe Giydirmesi • Daha Büyük Pencere ve Işıklandırmanın Arttırılması • İç Konforun Arttırılması			Görünüşü geliştirici iyileştirmeler ve taşıt gövde biçimi, marka kimliğinin oluşmasına fayda sağlar.	Diğer iyileştirmeler ile birlikte daha geniş pencerelerin kullanılması (geniş görüş) güvenliği artırır.		Çekici taşıtlar, yolcular üzerinde iyi etki bırakır.

Çizelge 2.3 (devam): Metrobüs taşıt bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					SİSTEM FAYDALARI
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u><i>Yolcu Sirkülasyonunun İyileştirilmesi</i></u> • Alternatif Oturma Planları • Ek Kapı Kanalları • Tek. Sand. Güvenliğinin Sağlanması • Dahili Bisiklet Güvenliğinin Sağlanması	Geliştirilmiş yolcu sirkülasyonu ve engelli erişimi, duruş süresindeki gecikmeleri azaltır.	Geliştirilmiş yolcu sirkülasyonu ve engelli erişimi, duruş süresindeki değişimi azaltır.	Hareket engelliler için geliştirilmiş erişim, hizmetin imajını arttırır. Kapıların sol tarafta da kullanılması, sistemin raylı sisteme benzetilmesini sağlar.	Daha kolay bir engelli güvenlik sisteminin kullanılması, güvenliğe yardımcı olur.	Geliştirilmiş yolcu sirkülasyonu ile Metrobüs tesislerinin taşıt kapasitesi (istasyondan geçen taşıt miktarı) artar.	
<u><i>Çekim Sistemi</i></u> • İçten Yanmalı Motorlar • Trolleybüs, Çift Enerjili Tür ve Dizel-Elektrikli Çekim • Hibrid-Elektrikli Çekim • Yakıt Hücreleri	Elektrik ile çalışan taşıtlar (trolleybüs, çift enerjili ve hibrid elektrikli çekim), kalkışlarda daha hızlı ivmelenmeye sahiptir.		Düşük emisyonlu sistemler, Metrobüs'ün çevresel imajını arttırır.			Düşük emisyonlu sistemler, çevresel kaliteyi maksimize eder.

2.2.4 İşletim planı

Metrobüs yolcularının sistemde kendilerine sunulan hizmeti algılaması ve sistemi tercih etmeleri üzerine en fazla etkili olan bileşenlerden birisi işletim planlarıdır. Toplu taşıma sistemlerini değerlendirirken, en önemli ölçütlerden birisi yolcu sayısıdır. Yolcular toplu taşıma hizmetinden yararlanmayı tercih etmiyorsa, o bölgede toplu taşımaya gerek yoktur. Metrobüs hattı için ise, sistemin bulunduğu bölge boyunca kullanıcılar hala eski toplu taşıma sistemlerini veya özel araçlarını tercih ediyorsa, bu bölgede “Metrobüs sistemine gerek yoktur” veya “Metrobüs sistemi başarısızdır” denilebilir. Bu anlamda bir metrobüs hattının başarısı işletim planının iyi tasarlanması ile yakından alakalıdır.

Bir metrobüs hizmeti, en başta hızlı olmalı, ayrıca konforlu, güvenilir, kolay anlaşılır olmalıdır. Bölgenin çevresel ve fiziksel koşullarına ayak uydurabilecek esnekliğe de sahip olmalıdır. Metrobüs sistemi, bölgedeki toplu taşıma sistemlerinin bir parçası olduğu için bu sistemlerle olan ilişkisinin de işletim planında göz önüne alınması gereken unsurdur. Bu nedenle, metrobüs sistemlerinin işletim planları bulunduğu bölgeye göre farklılıklar gösterebilir. Metrobüs sistem bileşenlerinin raylı sistemlere nazaran daha esnek özelliklere sahip olması, işletim planı anlamında metrobüsü daha üstün hale getirir.

Toplu taşıma sistemlerinin ve bunun bir parçası olarak metrobüs sistemlerinin işletim planının tasarlanması için bazı prensipleri göz önüne alarak hareket edilmesi toplam kaliteyi artıracaktır. Bunları yedi temel prensipte toplayabiliriz (Andrle, 1994).

1) En çok metrobüs kullanıcılarının ihtiyaçlarını önemsemeliyiz. Bir metrobüs sisteminin başarısı yolcularının memnuniyetine bağlıdır. Hattın bulunduğu bölgedeki toplulukların sisteme çekilmesi ve sistemden devamlı faydalanmalarının sağlanması gerekir. Bunun için yolcuların sistemden beklentilerinin saptanması ve bu beklentilerin sistem tarafından karşılanması metrobüsü daha çekici kılacaktır (Andrle, 1994).

2) Kullanıcı memnuniyetinin bir parçası olan bölgede gerçekleşen değişikliklerin iyi yönetilmesi ve işletmenin bunlara uygun olarak geliştirilmelidir. Bu tarz değişikliklerde sisteme nasıl etkide bulunabileceği ve sonuçlarının neler olabileceği önceden belirlenmesi ve metrobüs sisteminin işletim planlarının buna

uygun olarak esnetilebiliyorsa esnetilmesi, esnetilemiyorsa esnetilmesi için ek önlemler alınması gerekir (Andrle, 1994).

3) Metrobüs kullanıcılarının memnuniyetini sağlamak ve işletmenin performansını artırmak için, işletilen hattın yolcu sayıları, zirve saatlerde yapılan yolculuklar, yolculukların istasyonlara dağılımı gibi verilerin elde edilmesi ve hesaplanması gerekir. Bunlar operasyonel ve stratejik planlama için yön belirlemede ve metrobüs sisteminin amaçlarını ve hedeflerinin gerçekleştirip gerçekleştirilmediği hakkında geri bildirim sağlar (Andrle, 1994).

4) Metrobüs'ün işletmesi ile yükümlü kuruluşların ve kurumun çalışanlarının sisteme dair bilgi, beceri ve yeteneklerini iletmelidir. İşletme planlarının tasarımında yapılacak değişiklikler çok önemli bir değişim mühendisliği sürecidir. Sistem de karşılaşılan problemleri çözmek, sistem kullanıcılarının değişen ihtiyaçlarını karşılamak için işletme planı tasarımını daha iyi şekillerde yapılabilir kılmak, metrobüs işletmesini üstlenmiş kuruluş ve çalışanlarının sistem hakkındaki bilgilerinin geliştirilmesi ile sağlanır. Bu gelişim sağlanamaz ise daha önce yapılmış değişiklikler tekrarlanıp, sorunlara çözüm üretilemez (Andrle, 1994).

5) Metrobüs işletmesini üstlenen kuruluşların kendi bünyesinde çalışanlarının birlikte uyumlu çalışmasını sağlaması, onlara yetki vermesi ve onları tanımalıdır. Metrobüs işletim planını tasarlayan şahıslardan, metrobüs aracını kullanan sürücülere kadar, sistem içerisinde uyumlu bir şekilde çalışılması ve kullanıcıların memnuniyetinin sağlanması için çalıştıkları mevkide çalışanları inisiyatif sahibi kılmak karşılaşılan sorunların çözümünü kolaylaştıracaktır. Bunların yapılabilmesi için çalışanların kuruluş tarafından iyi tanınması gerekir (Andrle, 1994).

6) Metrobüs sistemi içinde çalışanlar sistem için en değerli parçasıdır. Bu nedenle çalışanlar arasında takım çalışmasının artırılması ve çalışanlar arası huzurun sağlanması sistemin başarısını artıracaktır. Bununla birlikte metrobüs işletmecisi kuruluş ile çalışanlar arasındaki ilişki de önemlidir. Toplu taşıma işletmecisi kuruluş ile çalışanlar arasında yapılan sözleşmelerde, çalışanların sorumlulukları, uyması gereken kurallar ve bunların ihlalinde verilecek cezalar belirtilir. Günümüzde birçok toplu taşıma işletmecisi çalışanlarının kural ihlali yaptıklarında onları cezalandırma yoluna, onlarla birlikte çözüm bulmaktan daha fazla tercih ediyor. Toplu taşıma sisteminin bir parçası olarak metrobüs sisteminde bu tarz bir ilişki çalışanların

performansını düşüreceği gibi sistemin başarısını da olumsuz yönde etkiler (Andrle, 1994).

7) Metrobüs işletim planlarının toplumun ve bölgenin gelişimine ve değişimine ayak uydurabilmesi için metrobüs işletmecisi kuruluşun bu ilerlemenin arkasında kalmamalı ve buna ayak uydurmalı hatta bazı durumlarda buna öncülük etmelidir (Andrle, 1994).

Bütün bu prensipler ışığında metrobüs işletim planı tasarımının bileşenleri olarak, hat (güzergah) uzunluğu, hat yapısı, hizmet süreleri, hizmet sıklığı, istasyon aralığı, çizelge kontrol yöntemleri olarak sıralanabilir (Güven, 2008).

a) Hat uzunluğu:

Metrobüs sisteminde hat uzunluğu bir yolcunun aktarma yapmaksızın ne kadar yol katedebileceğini gösterir. Uzun hatlarda yolcular aktarma yapmaksızın uzak mesafelere ulaşabilirken, kısa hatlarda yolcuların aktarma yapma gereksinimi ortaya çıkar. Ancak uzun hatlar fazla maliyet ve insan gücüne ihtiyaç duyar ve kısa hatların yolculuk süresinde güvenilirliği daha fazladır. Genel olarak toplam gidiş-dönüş süresi 2 saatten az olan hatların işletim planı çizelgesine uyumluluğu ve güvenilirliği daha fazladır. Bu anlamda gidiş-dönüş süresini minimumda tutmak sistemin yararına olacaktır.

b) Hattın yapısı:

Metrobüs sisteminin seyir yolları ve istasyonları farklı hatlarda çalışan farklı taşıtlara göre esneyebilmesidir. Bu esneklik farklı hat türlerinin farklı hat yapılarıyla birlikte işleyebilmesine olanak sağlar. Metrobüs işletmecileri yolcuları aktarma yapmaksızın taşıyabildikleri gibi aktarmalar yaparakta taşıyabilirler. Ancak iki tür taşıma için de hem sistem kullanıcıları için hem de yeni kullanıcılar için, kolay anlaşılır ve doğrudan olmalıdır.

Dallanmış metrobüs hatları kullanıcılara daha fazla seçenek sunabilirken anlaşılabilirliği azaltabilir. Bu nedenle kullanıcılara fazla seçenek sunmak ile hattın anlaşılabilir olması arasındaki denge iyi kurulmalıdır. Sistem boyunca tek hat işletilmesi en basit Metrobüs hat örneğidir. Bunun yanında “istasyon atlamalı” veya “ekspres seçeneği ile çıkışan hatlar” da sistemde kullanılabilir. Bu tarz hatlarda sistemde sollama şeritlerin varolması sistem başarısını artırır. Bir de “entegre veya ağ sistemi” hatları

vardır. Bu hatlar metrobüs kullanıcılarına “tek koltukta yolculuk” için en fazla seçenek sunan kapsamlı bir toplu taşıma türüdür. Ancak anlaşılır olma konusunda sorunlar yarattığı gibi istasyon girişlerinde araçların kuyruklanmasına da neden olabilir.

c) Hizmet süresi:

Metrobüs sisteminin kullanılabilir olduğu zaman aralığına hizmet süresi denir. Metrobüs gibi hızlı toplu taşıma türleri çoğunlukla gün boyu hizmet verirler. Hizmet süreleri metrobüs sistemini kullanacak yolcuları da belirler. Tam gün ve sadece zirve saatlerde verilen hizmet olmak üzere iki çeşit hizmet süresi vardır. Tam gün hizmet, sabah erken saatlerde başlayıp, gece geç saatlere kadar devam eden hizmettir. Zirve saatlerde sıklaşan hizmet, diğer saatlerde düzenli bir izleme aralığı sağlar. Sadece zirve saatlerde verilen hizmet ise adından da anlaşılacağı gibi sadece zirve saatlerde verilen yüksek kalitede hizmeti tanımlar. Bu tür hizmet, kullanıcılar gün boyu sistemden faydalanamayacağı için, yolcuların sistemi kullanmasını kısıtlar. Ayrıca sistemin taşıdığı yolcusayısını da düşürür.

d) Hizmet sıklığı:

Yolcuların metrobüs istasyonlarında ne kadar zaman geçireceğini belirler. Metrobüsün işletildiği koşullara göre planlanması en önemli bileşendir. Yolcuların istasyonlarda beklediği süre sistemin güvenilirliğine etki eder. Genel olarak 10 dakikadan kısa bekleme süresi yolcuların hiçbir çizelgeye bağlı kalmadan istasyonlara gelmelerini sağlayıp sistem güvenilirliğini artırır.

e) İstasyon aralığı:

Metrobüs sisteminin işletme hızı ve yolculuk süresinde oldukça etkilidir. Ayrıca yolcuların ulaşım için ayırdıkları bütçe üzerinde de etkisi vardır. Uzun istasyon aralıkları hızı artırıcı etkide bulunurken, istasyonlarda yolcuların birikmesine ve istasyonlara yolcuların erişiminde daha uzun mesafeler katetmesine neden olur. Ayrıca istasyon aralıklarının fazla olması yolcuların sisteme erişmek için özel araçlarını veya farklı toplu taşıma sistemlerini kullanmasına sebep olur. Bu nedenle istasyon aralıkları belirlenirken bölgenin koşulları, yolcuların hareketleri ve istasyonlara erişim yolları üzerinde düşünülmelidir.

f) Çizelge kontrol yöntemleri:

Çizelge tabanlı veya izleme süresi tabanlı olarak yapılan çizelge kontrolleri, metrobüs taşıtlarının zamanında işletilmesi için önemlidir. Çizelge tabanlı kontrollerde taşıtların kalkış zamanlarına ve istasyonlara giriş zamanlarına belirli zorunluluklar getirirken, çok yüksek sıklığa sahip hatlarda kullanılan izleme süresi tabanlı kontroller sadece taşıtların birbirini izleme süresine odaklanır.

Metrobüs işletim planlarının bileşenlerinin sistem performansına ve sistem faydalarına etkileri Çizelge 2.4'te belirtilmiştir.



Şekil 2.11 : İspanya Madrid toplu taşıma otobüsleri kontrol merkezi (Kash, 2011).
(Hidalgo, Bülay 2008)

Çizelge 2.4 : Metrobüs İşletim Planları Bileşenlerinin Sistem Performansı ve Sistem Faydaları Üzerindeki Etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					SİSTEM FAYDALARI
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u>Hat (Güzergâh) Uzunluğu</u>		Daha kısa hat uzunlukları, daha yüksek bir güvenilirlik denetlemesi sunar.				Hizmet planları, duyarlı kullanıcıyı sisteme çeker ve sistem faydasını maksimum yapar.
<u>Hat (Güzergâh) Yapısı</u> • Tek Güzergâh • İstasyon Atlama veya Ekspres Seçenekleri ile Çakışan Güzergâh • Entegre veya Ağ Sistemi	Entegre hat yapıları, aktarma ihtiyaçlarını azaltır.		Metrobüs ile diğer hizmetler arasındaki farklar marka kimliğini daha iyi tanımlayabilir. Entegre hat yapıları, Metrobüs'ün imajına katkı sağlar.			
<u>Hizmet Süreleri</u> • Yalnızca Zirve Saatte Hizmet • Tüm Gün Hizmet		Hizmetin süresinin geniş olması, hizmet alınabilirliği konusunda güvenilir olduğunu gösterir.				

Çizelge 2.4 (devam) : Metrobüs İşletim Planları Bileşenlerinin Sistem Performansı ve Sistem Faydaları Üzerindeki Etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					SİSTEM FAYDALARI
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u>Hizmet Sıklığı</u>	Daha sık hizmetler, bekleme süresini azaltır.	Yüksek sıklık, hizmet aksaklıklarının etkilerini sınırlar.		Yüksek sıklık, diğer taşıtlar ve yayalar ile olan potansiyel çatışmaları ve istasyonlardaki güvenlik zafiyetini arttırır.	Sıklıkla birlikte işletme kapasitesi artar.	Hizmet planları, duyarlı kullanıcıyı sisteme çeker ve sistem faydasını maksimum yapar.
<u>İstasyon Aralığı</u> • Kısa İstasyon Aralığı • Uzun İstasyon Aralığı	İstasyonlar arası mesafenin uzun olması, yolculuk süresini azaltır.	İstasyonlar arası mesafenin uzun olması, bekleme süresindeki değişkenliği sınırlar.				
<u>Çizelge Kontrol Yöntemleri</u> • Çizelge Tabanlı Kontrol • İzleme Süresi Tabanlı Kontrol	Yüksek sıklıktaki işletim düzeni için kullanılan izleme süresi tabanlı kontrol, hızları maksimize eder.					

2.2.5 Ücret toplama

Elektronik, mekanik ve manuel olabilen ücret toplama sistemleri, metrobüs hatları gibi yolcu sayısının fazla olduğu sistemlerde verimliliği oldukça etkiler. Geleneksel bir toplu taşıma sisteminde ücret toplama sistemi nedeniyle gerçekleşen zaman kayıpları, metrobüs sistemlerinde en aza indirilmelidir.

Toplu taşıma sistemlerinin planlanmasında ücret toplama sistemlerinden yararlanılabilir. Metrobüs gibi çok yolcu çeken bu nedenle de diğer toplu taşıma sistemleri ile sıkı bağlantısı olması gereken sistemlerde, ücret toplama sistemleri ile işletme planlamasına bile gidilebilir. Eğer bölgede birden çok toplu taşıma işletmecisi bulunuyorsa bütünleşik elektronik ücret toplama sistemlerinin kullanılması faydalı olacaktır. Ücret toplama sistemlerinin başarısında ücret toplama yöntemleri, ücret toplama araçları ve ücret tarifesi etkilidir (Güven, 2008).

a) Ücret toplama yöntemleri:

Toplu taşıma sistemlerinde ücretin nasıl ödeneceğini, işleneceğini ve doğrulanacağını ücret toplama yöntemleri olarak ifade edebiliriz. Metrobüs sistemlerinin bekleme süresini ve güvenilirliğini etkiler. Bunların yanında, kullanılan ücret toplama yöntemine göre, yatırım ve işletme maliyetleri vardır. Ücret toplama yöntemlerini “Binişte ödeme sistemi (pay on board, POB)”, “Karma yapılı sistem”, “gişeden geçiş sistemi (proof-of-payment, POP)” ve “kapalı ücret toplama sistemi” olarak sıralayabiliriz (VTA, 2007).

Binişte ödeme sistemi tipik bir taşıt sürücüsünün yanında bulunan bir ücret kutusu, kart veya bilet makinelerini tarif eder. Ücretleri şoför denetler. Bu anlamda taşıt içerisinde yapılan tek ücret toplama yöntemidir. En önemli avantajı, taşıt dışında herhangi bir ücret toplama altyapısına ihtiyaç duymamasıdır. Yolcular bu sistemlerde sadece ön kapılarda binebilirler. Özellikle yolcu sayısının yoğun olduğu saatlerde taşıta binişlerde fazla zaman kaybına neden olur.

Karma yapılı ücret toplama sistemlerinde yolcular büyük istasyonlarda ücretlerini taşıta binmeden turnikelerden geçerken öderken, küçük istasyonlarda taşıta binerken öderler. Bu sayede büyük istasyonlarda yolcuların bekleme süresi azalır.

Diğer bir ücret toplama yöntemi gişeden geçiş sistemidir. Bu sistemde etrafi çevrilmiş otobüs platformunun, turnike ve ücret kapılarının, veya biletçiden bilet

alınmasının kombinasyonudur. Yolcular ücretlerini önceden verir ve karşılığında aldığı bileti yolculuk boyunca saklar. Taşıtta dolaşan kontrolör tarafından rastgele bilet kontrolüne tabidir Bu sistemlerde ücret binişte veya inişte toplanabilir. Uzaklığa dayalı ücretlendirme gerekli ise biniş ve inişte de ücret toplanabilir. Çok sayıda kapıdan binişe izin verip, bekleme süresini düşüren, bu sistemin en büyük dezavantajı taşıt içerisinde yapılacak kontrol için uygun alanın sağlanmasıdır.

Kapalı ücret toplama sistemlerinde sistemin tüm istasyonlarında ki erişim kontrol altında tutulur. Yolcular çoğunlukla ücretlerini ödeyerek sisteme giriş yaparlar. Ücret kaybı sifıra yakın olup, sisteme çok kanallı giriş sağlanıp bekleme süresi azaltılabilir. Tüm istasyonlarda erişim kontrolü için ek altyapıya ihtiyaç duyulur. Yolcu sayısı fazla olan metrobüs sistemleri için en uygun yöntemdir.

Bekleme süresini düşürmek ve çalışma hızlarını ve sistemdeki seyahat süresi geliştirmek için, dünyada metrobüs sistemleri genellikle gişeden geçiş sistemini ya da kapalı ücret toplama yaklaşımlarını benimserken normal trafikten tam ayrılmamış ve diğer toplu taşıma sistemleri ile ortak istasyonlara sahip metrobüs sistemleri binişte ödeme sistemini tercih ederler. Ücret toplama sistemlerinin özelliklerini Çizelge 2.5'teki gibi gösterebiliriz.

Çizelge 2.5 : Metrobüs ücret toplama yöntemlerinin özellikleri (VTA, 2007).

Ücretlendirme sistemi	Özellikleri	Metrobüs sistemi için uygulanabilirliği
Binişte ödeme sistemi (POB)	Yolcular metrobüs aracına bindiğinde araçta bulunan bir bilet kutusuna ücreti bırakır veya önceden aldığı biletini sürücüye gösterip araca biner. Bunda araca binişi yavaşlatıp, yolculuk süresini ve gecikmeleri artırır. Bu sistem her otobüste bir bilet kutusu bulundurulmasına ihtiyaç duyarken, duraklarda ek bir ücret toplama altyapısına ihtiyaç duymaz. ek bir bilet makinesine ihtiyaç duymadığı için en ucuz ücret toplama şeklidir.	Bekleme süresi ve gecikmeler nedeniyle normal trafikten tam olarak ayrılmış yüksek yolcu sayılı Metrobüs sistemleri için uygun değildir.

Çizelge 2.5 (devam): Metrobüs ücret toplama yöntemlerinin özellikleri (VTA, 2007).

Ücretlendirme sistemi	Özellikleri	Metrobüs sistemi için uygulanabilirliği
Karma yapılı sistem	Gişeden geçiş sistemi için bilet satış makineleri sadece yolcu sayısı çok olan duraklarda bulundurulur. Az kullanılan duraklarda ise yolcular araç içerisinde ödeme yapmaya devam ederler. Her durakta bilet makinelerine ihtiyaç duyan gelişeden geçiş sistemine göre daha ucuz bir ücrete toplam yöntemidir.	Duraklardaki bekleme süreleri ve bilet makinelerinin maliyeti düşünüldüğünde, trafikten tam olarak ayrılmamış veya bazı bölgeleri ayrılmış düşük yolcu sayılarına sahip Metrobüs sistemleri için uygun olabilir.
Gişeden geçiş sistemi (POP)	Yolcular metrobüs aracına binmeden önce biletlerini duraklarda veya bilet satış noktalarından alırlar. Biletler yolculuk boyunca kullanıcıların yanında bulunur ve kondüktörler tarafından kontrol edilirler. Çok pahalı olan bilet makinelerinin tüm duraklarda bulunması gerekir. Bu sistemin avantajı ise yolculuk süresi ve gecikme süresi duraklarda en azdır.	İşletme verimliliğini artırmak için normal araç trafiğinden tam olarak ayrılmış Metrobüs sistemleri için uygulanabilir.
Kapalı ücret toplama sistemi	Tüm duraklarda bilet makineleri ve turnikelerin bulunduğu ve duraklara erişimin tam olarak kontrol altında tutulduğu sistemdir. Bu nedenle tüm duraklarda önemli bir altyapı yatırımı gerektirir. Gişeden geçiş sistemine göre üstünlüğü bekleme süresi ve gecikme duraklarda azaltılırken ücret ödeme sağlanır.	Ücret kaçağının bir problem olduğu, yüksek yolcu sayısına sahip Metrobüs sistemlerinde uygulanabilir. Taşıtlara binişleri kontrol edebilmek için durakların geniş olması gerekir.

b) Ücret toplama araçları:

Ücret toplama sistemlerinin başarısında etkili olan diğer bir etmen ücret toplama araçlarıdır. Bu araçlar ücret toplam yöntemleri ile ortak araçları içerir ve ödeme şekillerini belirler. Sistemin hızlı çalışması için ücret toplama araçlarının da

yolcuların kafasını karıştırmayacak şekilde ve pratik olmalıdır. Bu nedenle ücret toplama araçları belli bir ekipman ve teknolojiye de ihtiyaç duyabilir.

Metrobüs sistemlerinde yolcuların talepleri de ücret toplama aracını belirlemede önemlidir. Özellikle farklı toplu taşıma sistemleri ile bağlantıları olan Metrobüs sistemlerindeki diğer sistemlerle bütünleşik ücret toplama aracının kullanılması sistemin verimli işlemlerini sağlayacaktır.

Nakit olarak, manyetik şeritli kartlar ve akıllı kartlar olmak üzere üç çeşit ödeme şekli vardır. Bunlardan nakit ödeme şekli altyapı maliyeti en az olup, en yavaş ücret ödeme şeklidir. Manyetik şeritli kartlar ise, gramajlı kağıt ve plastikten yapılmış ve kartın değeri ve kullanımını sağlayan manyetik bir şerit içerirler. Akıllı kartlar ise temaslı ya da temassız olarak bir makineye yaklaştırılarak yolculuğun değerini belirler. En hızlı ücret ödeme şeklidir.

c) Ücret tarifeleri:

Ücret toplama yöntemini ve ödeme şeklini belirlediği gibi, bölgede yaşayan yolcuların metrobüs sistemini tercih etmelerinde büyük etkiye sahip bir bileşendir. Metrobüs sistemini işleten toplu taşıma kuruluşları kendi boyutu, ağı, organizasyon yapısı, müşteri özellikleri ile mali, politik ve yönetim ile ilgili değişkenleri içeren çok sayıda tasarım ölçütünü dikkate almalıdır. “sabit tarife” ve “değişken tarife” olmak üzere iki çeşit tarife vardır. Mesafe ve hizmet kalitesi ne olursa olsun aynı ücret tarifesini uygulaniyorsa buna “sabit tarife” denir. Eğer mesafe ve hizmet kalitesine göre ücret tarifesini de değişiyorsa, buna “değişken tarife” denir (Güven, 2008).

Ücret tarifesini belirlenirken dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta, Metrobüs koridorunda bulunan bölgelerde yaşayan toplulukların gelir seviyeleri arasında farklılıklar bulunabilir. Dolayısıyla sistemin ücretlendirme şekline göre yolcu profili ve hangi bölgeye hitap edileceğinin saptanması doğru olacaktır. Sistemin en fazla sisteme ihtiyacı olan toplulukları hedeflemesi doğru bir karar olabilir.

İşletme hızını ve metrobüs koridoru boyunca yolculuk süresini etkileyen ücret toplama sistemlerinin sistem performansı ve sistem faydaları Üzerindeki Etkileri Çizelge 2.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.6 : Ücret toplama bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					SİSTEM FAYDALARI
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u>Ücret Toplama Yöntemi</u> • Binişte Ödeme Sistemi • Gişeden Geçiş Sistemi • İspat Gerektiren Ödeme (POP) Sistemi	Ön-ödeme, taşıtın duruş süresi ve tüm yolculuk süresini azaltır, güvenilirliği artırır.	Ön-ödeme, duruş süresinin güvenilirliğini artırabilir ve istasyonlardaki normal olmayan gecikmeleri önleyebilir.	Çeşitli ücret ödeme seçeneklerinin bulunmasının yarattığı kolaylık ile sistem imajı artar.		Yolculuk süresi tasarrufları ve ön-ödemelerin güvenilirliği sistem kapasitesini artırır.	
<u>Ücret Toplama Araçları</u> • Yalnızca Nakit ve Kağıt • Manyetik Şeritli Kartlar • Akıllı Kartlar	Temassız akıllı kartlar veya serbest geçiş kartları, istasyondaki işlem sürelerini azaltır.	Temassız akıllı kartlar veya serbest geçiş kartları, istasyondaki yolcu sayısına bağlı olan gecikmeleri azaltır.	Elektronik ücret toplama sistemi, konforu artırır, yolcuların toplu taşıma sistemindeki çoklu kullanımlarında kolaylık sunar ve bir toplu taşıma hizmeti imajı yayabilir.	Elektronik ücret toplama sistemi, nakit ödemeye göre daha güvenlidir.	Yolculuk süresi tasarrufları ve elektronik ücret ödemesinin güvenilirliği sistem kapasitesini artırır.	Elektronik ücret toplama sistemi, kayıp ücret riskini azaltır ve geliri maksimize eder.
<u>Ücret Tarifesi</u> • Sabit Tarife • Değişken Tarife	Kolay aktarma olanakları, tüm yolculuk süresini azaltır ve konforu maksimize eder.		Değişken ücretler, daha yüksek bir hizmet düzeyi imajını ifade eder.		Değişken tarife, zirve süreler dışındaki kullanımı teşvik eder.	Yolcuların özelliklerine göre veya yolculuk türüne göre çeşitli indirim seçeneklerinin bulunması, yolcuları sistemi kullanmaya teşvik eder.

2.2.6 Akıllı ulaştırma sistemleri ile ilişkiler

Metrobüs sistemlerinde akıllı ulaştırma sistemleri (Intelligent Transportation Systems, ITS), işletme verimliliğini, güvenliği ve hizmet kalitesini yükselten, sistemin en üst düzeyde hizmet vermesini sağlar. Toplu taşıma işletmecisi kuruluşların sistem hakkında en güncel bilgiye en hızlı şekilde ulaştırmayı amaçladığı gibi, sistemin hızının artırılmasını da amaçlar.

Akıllı ulaştırma sistemleri, metrobüs yollarında, istasyonlarında veya taşıtlarda bulunan sensörler yardımıyla topladıkları verileri, işlemek ve dağıtmak için çeşitli gelişmiş teknolojileri içerir. Toplu taşıma işletmecisi kuruluş, araç sürücöleri ve kullanıcılar için toplanan verileri bilgilere dönüştürmek için özel hesaplamalar yapar. Bu hesaplamalar için farklı teknolojilerin biraraya getirilmesi ile farklı türlerde akıllı ulaştırma sistemleri oluşur (Güven, 2008).

Metrobüs sistemleri tasarımında kullanılabilecek birçok gelişmiş teknoloji ve operasyonel özellikler vardır. Bazıları, standart otobüs sistemlerini daha verimli hale yardımcı olmak üzere uygulanmıştır. Metrobüs sistemi genel olarak teknoloji, operasyonel özellikler ve arazi kullanımının bir kombinasyonu olduğu için, bunları birlikte etkili ve verimli kılınması gerekir. Örneğin, “Otomatik Taşıt Konumlandırma”nın, “Otomatik Taşıt Sevk Çizelgeleme” ve “Toplu Taşıma Sinyal Önceliği” ile kombinasyonu, çizelgeye uyumluluğu ve böylece güvenilirliği, aynı zamanda da gelir akışını iyileştirmektedir (Güven, 2008).

řu anda Amerika Birleşik Devletleri’nde Metrobüs sistemi ile entegre edilebilir tanımlanmış 21 akıllı ulaştırma sistemi teknolojisi vardır. Farklı teknolojiler de zamanla ve ihtiyaca göre ortaya çıkmaya devam etmektedir. Akıllı ulaştırma teknolojilerini gelecekteki verilerin tahmini ve ek olarak yapılması gereken eylemlerin belirlenmesi için 6 grupta toparlayabiliriz (Kulyk, Hardy, 2003).

a) Taşıt önceliklendirme:

Metrobüs taşıtlarına normal trafik akımı içerisinde öncelik veren sistemleri içerir. Metrobüs taşıtlarının trafik sinyalleri nedeniyle gerçekleşen gecikmeleri azaltmanın amaçlandığı gibi aynı zamanda çizelgeleme/izleme süresi uyumu ve tutarlılığı sağlamaktır. Bu sayede yüksek işletim hızı, azaltılmış yolculuk ve bekleme süreleri sağlanıp güvenilirlik artırılır. “Sinyal Zamanlama Devre Süreleri” ve “Sinyal Önceliği” kavşaklarda bekleme halinde bulunan metrobüs araçlarının gecikmelerini

en aza indirir. Metrobüs seyir yolu tam olarak normal trafiikten ayrılmış ise bu kez “erişim kontrolü” sayesinde taşıtların istasyonlara giriş ve çıkışları kolaylaştırılır.

b) Akıllı araç girişim teknolojileri:

Metrobüs araçlarının otomatik kontrollerini sağlamayı içerir. Bunlardan, “Çarpışma Uyarısı fonksiyonu” bir metrobüs sürücüsünün aracını güvenli bir kullanmasına yardımcı olur. Ayrıca “Çarpışma Önleme”, “Şerit Desteği”, “Tam Yanaşma” fonksiyonları da, metrobüs taşıtlarının çarpışmalardan kaçınmasını, seyir yoluna klavuzlanmasını ve istasyonlara tam olarak yanaşmasını sağlar. Tüm bu teknolojiler, çarpışma sıklığı ve şiddetini azaltmak, düşük seyahat ya da araca binış süresi sağlamayı amaçlar.

c) Ücret toplama teknolojileri:

Nakit para yerine bir ara birimin kullanıldığı, hızlı elektronik ücret toplama sistemlerini kapsar. Akıllı kartların ve manyetik şeritli kartların gibi elektronik ücret toplama sistemlerinin faydaları bilinmektedir. Özellikle Metrobüs gibi hız ve buna bağlı olarak seyahat sürelerinin önemli olduğu sistemlerde akıllı ücret toplama sistemleri yolcuların konforunun artmasına neden olur.

d) İşletim yönetim teknolojileri:

Metrobüs filolarının yönetimini kolaylaştırmak için başvurulacak otomasyon yöntemlerini içerir. “Gelişmiş haberleşme sistemleri” filoların yönetiminde çeşitli işlevlerin omurgasını oluşturabilir. Sistemdeki tüm araçların kontrolünü ve yolculara kusursuz hizmet vermek için gerçek zamanlı taşıt verilerini kullanan, “Otomatik Zamanlama Sevk Sistemi” ve “Araç Takip” yöntemi metrobüs araçlarından en iyi şekilde yararlanılmasını sağlar. “Araç Mekanik İzleme” ve “Bakım asistanı” kullanılarak, metrobüs araçlarına motor sensörleri takılarak motorlarının durumları yakından denetlenebilir ve arızaları en aza indirilebilir. Tüm işletim yönetimi teknolojileri, güvenilir bir hizmet vermek, seyahat sürelerini azaltmak ve işletim verimliliği artırmak için uygulanır.

e) Yolcu bilgilendirme sistemleri:

Yolculara bilgiler vererek, yolcuların zamanlarını en iyi şekilde kullanmalarını amaçlayan akıllı ulaştırma sistemidir. Bu hizmetler, her bir taşıtı izleyebilen, taşıt

konum verisini bilgi işlem merkezine gönderebilen ve işlenmiş taşıt verisini toplu taşıma yolcusuna sunabilen bir haberleşme sistemine dayanmaktadır. Araç içerisinde, istasyonlarda ve araçların beklemesi gereken durumlarda yolcular bu sistemler sayesinde bilgi edinebilirler. Ayrıca cep telefonu veya benzeri cihazları destekleyen seyahat planlama özellikleri ile yolculara sisteme gelmeden zamanlama bilgileri sunulabilir veya başka bilgilere ihtiyaç olursa anında yolculara verilebilir. Yolcu Bilgilendirme teknolojileri, yolcu memnuniyetini artırmayı, bekleme sürelerini azaltmayı ve kullanıcı sayısını artırmayı amaçlar.

f) Diğer teknolojiler:

Benzersiz bir metrobüs sistemi için bazı geliştirmeler sağlayan, işlevler içeren bir dizi akıllı ulaştırma sistemi bulunmaktadır. Bunları güvenlik teknolojileri ve destek teknolojileri olarak sınıflandırabiliriz. “Arşivlenmiş veri sayaçları” ve “Otomatik yolcu sayaçları” Metrobüs filosunun faaliyet planlama çalışmalarına destek olabilir. Ayrıca “Sessiz alarm” ve “İzleme sistemleri” kullanımı, metrobüs işletmesinin güvenliğini artırır. Bu sistemlerin amacı metrobüs kullanıcılarının memnuniyetini artırmak ve sistemi daha tercih edilebilir hale getirmektir.

Metrobüs sistemi geleneksel toplu taşıma sistemlerinin zayıflıklarının ve gecikmelerin kaynaklarının üstesinden gelmek için tasarlanmıştır. Özgün akıllı ulaştırma teknolojileri, metrobüs sisteminin faydalarını artırmak için pek çok anahtar temel özellikleri sağlar. Akıllı ulaştırma teknolojilerinin birleşimleri sistemde hizmeti iyileştirmek için sinerji yaratabildiği gibi, akıllı ulaştırma sistemleri ayrı ayrı benzersiz bir fayda da saylayabilir.

Metrobüs sistemini benzersiz kılan sistem gereksinimlerini karşılamaya yardımcı teknolojileri bir arada kullanmayı gerektirmesidir. Bu nedenle, akıllı ulaştırma teknolojilerini zorunlu ya da isteğe bağlı olarak açık ve kolay anlaşılır bir şekilde belirtmek; Metrobüs sistemi özelliklerini tanımlamak, sistemi hedeflerinize ulaştırmak ve kullanıcıların avantajlarını artırmak için önemli katkı sağlayacaktır. Akıllı Ulaştırma Sistem Bileşenlerinin Sistem Performansı ve Sistem Faydaları Üzerindeki Etkileri Çizelge 2.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.7 : Akıllı Ulaştırma Sistem bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					Sistem Faydaları
	Yolculuk Süresi Kapasite	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik		
<u>Taşıt Önceliklendirme</u> - Sinyal Zamanlama Devre Süreleri - İstasyon ve Şerit Erişim Kontrolü - TSP	Taşıt önceliklendirme, tıkanıklık gecikmelerini minimize eder.	Toplu taşıma sinyal önceliği, çizelgeden sapmaların geri kazanılmasını kolaylaştırır.	Sinyal önceliği sayesinde otobüslerin daha yüksek hızlarda seyretmesi, sistem imajını geliştirir.		Taşıt önceliklendirme, seyir yollarının kapasitesi ve hızını artırır.	Daha yüksek hız, yolcular üzerinde çekici etkiye sahiptir.
<u>Akıllı Araç Girişim Teknolojisi</u> - Çarpışma Önleme - Çarpışma Uyarı - Tam Yanaşma - Kılavuzlama	Tam yanaşma, istasyonlara daha yüksek bir hızda yanaşmaya izin verir ve duruş süresini azaltır.	Tam yanaşma, biniş faaliyetini kolaylaştırır ve duruş süresindeki değişkenliği azaltır.	Tam yanaşma ve kılavuzlama ile Metrobüs gelişmiş bir sistem imajı yaratır.	Çarpışma uyarı ve önleme sistemleri emniyeti artırır. Tam yanaşma, biniş/inişteki güvenliği artırır.	Tam yanaşma, istasyonlardaki gecikmeleri sınırlar, kapasiteyi artırır.	Sistem imajını arttıran gelişmiş özellikler, yolcular üzerinde çekicidir.
<u>Güvenlik Teknolojisi</u> <u>Sessiz Alarmlar</u> <u>Ses ve Video Görüntüleme</u>				Metrobüs sisteminin aktif yönetimine, suçu caydırmaya ve olaylara karşılık verilebilmesine olanak sağlar.		

Çizelge 2.7 (devam): Akıllı Ulaştırma Sistem bileşenlerinin sistem performansı ve sistem faydaları üzerindeki etkileri (Güven, 2008).

	SİSTEM PERFORMANSI					Sistem Faydaları
	Yolculuk Süresi	Güvenilirlik	Kimlik-İmaj	Güvenlik	Kapasite	
<u>İşletim Yönetim Teknolojisi</u> • Otomatik Taşıt Sevk Çizelgeleme Sistemi • Mekanik Aksam Denetimi ve Bakımı • Taşıt İzleme	Aktif (sürekli) işletim yönetimi, çizelge uyumluluğuna yardımcı olur ve bekleme süresini minimize eder.	Aktif (sürekli) işletim yönetimi, güvenilirlik üzerine odaklanır.		Taşıt izleme sistemleri, taşıtların gözlenmesine olanak sağlar. Taşıt durum denetlemesi, sürücüler ve taşıt arızası ile ilgili olan merkezi kontrol birimini uyarır.	İşletim yönetimi, talep ile kapasitenin uyuşmasını garanti eder.	Kısıtlı kaynakların daha iyi bir şekilde yönetilmesi verimliliğini artırır.
<u>Yolcu Bilgilendirme</u> • İstasyonlarda • Taşıtta • Kişisel • Hat Planlaması	Yolcu bilgilendirme sistemleri, duruş sürelerine ilişkin (olumsuz) algılamaları minimize eder.	Yolcu bilgilendirmesi, hizmetteki aksamaları yolculara bildirmeye olanak sağladığından, hizmet güvenilirliğini artırır.	Marka kimliğini iyileştirir kullanıcılar ile haberleşme kanalı sağlanmış olur.	Yolcu bilgilendirme sistemleri, güvenlik tehditlerinin haber verilmesine olanak sağlar.		
<u>Destek Teknolojileri</u> • ACS • Arşivlenmiş Veri • Yolcu Sayıcısı					Gerektiğinde artan talebi karşılamaya yönelik kapasite artışına olanak sağlar.	Metrobüs hizmetleri için, değerli planlama bilgileri sunar.

2.3 Metrobüs Seyir Yolunun Uygulama Örnekleri

Metrobüs sistemlerinde seyir yolu türleri genel amaçlı trafikten ayrılma derecesi, seviye farkı ve yol kenarındaki ayırımına göre değişir. Metrobüs yollarının uygulamalarını bölünmüş (ayrılmış) yol, otoyol ve kentiçi yollardaki uygulamalar olarak sınıflandırabiliriz (APTA, 2010).

Bölünmüş yollar, otobüs yollarının en gelişmiş şekli olup, otobüslerin kendi güzergâhlarında, trafik şartlarından etkilenmeden hareket etmesi amacıyla inşa edilmiş yollardır. Bu yollar, normal trafikle veya diğer metrobüs sistemleri ile olan çakışmaları engellemek için üstgeçit köprülerini de içerebilir. Şekil 2.12 ayrı bir otobüs yolu tesisini göstermektedir.



Şekil 2.12 : Avustralya, Brisbane güney doğu otoyolu (APTA, 2010).

Bölünmüş yollarda araçların yoldan ayrılmaması, araçları yönlendirmek ve klavuzlamak için düşük bariyerler veya bordürler geliştirilmiştir. Şekil 2.13’de bunun bir örneğini görebiliriz.

Otoyollar üzerinde bulunan metrobüs seyir yolları ise mevcut bir tesisin güçlendirmesi ya da yeniden inşasının bir parçası olarak otoyol enkesit sınırları içerisinde inşa edilir. Seyir yolunun geometrisi genel trafik şeritlerinin geometrisi tarafından kontrol edilir. Otoyollarda metrobüs seyir yolları, “orta otobüs yolları”,

“yüksek doluluğa sahip araç şeritleri (high-occupancy vehicles. HOV)” ve “kenar otobüs şeritleri” olmak üzere üç şekilde uygulanır (APTA, 2010).



Şekil 2.13 : Güney Avustralya, Adelaide O-Bahn klavuzlanmış otobüs yolu (URL-3).

Orta otobüs yolları, metrobüs sisteminin araçlarına ayrılmış şeritlerin yolun ortasından geçtiği, normal trafikten ve diğer metrobüs sistemlerinden fiziksel olarak ayrıldığı yollardır. Şekil 2.14’te orta otobüs yolunun bir örneğini görebiliriz.



Şekil 2.14 : ABD Houston Interstate 45 otoyolu orta otobüs şeridi (APTA, 2010).

Yüksek doluluğa sahip araç şeritleri ise, yolun orta veya diğer şeritlerde otobüs yolunun yüksek dolulukta araçlarla birlikte kullandığı ve fiziksel bir ayrımın bulunmadığı yollardır. Şekil 2.15 yüksek doluluğa sahip araç şeritinin bir örneğin göstermektedir.



Şekil 2.15 : Kanada, Ontario Mississauga 403 otoyolu yüksek doluluğa sahip araç şeridi (APTA, 2010).

Metrobüs araçlarının normal trafikten ayrı olarak yolun kenar kısmında hareket ettiği şeritlere kenar otobüs şeritleri denir. Bazı durumlarda maksimum çalışma hızını sağlayabilmek için, otobüs şeridi sadece zirve saatlerde ya da sıkışıklık durumlarında otobüs kullanımına açılıp normal durumlarda karışık trafiğe dahil edilebilir. Kenar otobüs şeridinin bir örneği Şekil 2.16’da gösterilmiştir.

Kenti içi yollar üzerinde bulunan metrobüs seyir yolları da otoyol üzerinde bulunan metrobüs yolları gibi mevcut bir tesisin güçlendirmesi ya da yeniden inşasının bir parçası olarak otoyol kesit sınırları içerisinde inşa edilir. Seyir yolunun geometrisi genel trafik şeritlerinin geometrisi tarafından kontrol edilir. Kent içi yollarda metrobüs seyir yolları, “orta otobüs yolu”, “kenar otobüs şeritleri” ve “karma yapılı şeritler” olmak üzere üç şekilde uygulanır.



Şekil 2.16 : ABD Minnesota I-35 otoyolu Kenar otobüs şeridi (Url-4).

Orta otobüs yolu, metrobüs araçlarına yolun ortasında öncelik veren, bazen fiziksel olarak diğer yoldan ayrılmış, bazen de yüksek doluluktaki taşıtlarla ortak kullanılabilen yollardır. Normal trafikle olan çakışmalarda toplu taşıma araçlarına öncelik vermeyi amaçlar. Amerika'daki bir örneğini Şekil 2.17'de gösterilmiştir.



Şekil 2.17 : ABD, Virginia Richmond Former No. 3 Caddesi orta otobüs yolu (APTA, 2010).

Orta otobüs yolu ile benzer olup, normal trafiğin aktığı yolun kenarından toplu taşıma araçlarına öncelik verilen yollara kenar otobüs şeritleri denir. Bu yolların, bazı

durumlarda işe erişim ve sağa dönüşlerde ortak kullanımı olabilir. Şekil 2.18’de bu yolu bir örneği bulunmaktadır.



Şekil 2.18 : İngiltere, Londra cadde üzeri otobüs önceliği verilmiş yol (APTA, 2010).

Karma yapılı şeritlerde, otobüsler normal trafikle birlikte hareket ederken, trafiğin kesişme noktalarında yolu genişlemesi, ek bir şeritin eklenmesi ya da yoldan ayrılıp farklı bir yolu kullanarak kesişme noktalarındaki zaman kaybını azaltmayı hedefleyen yollardır. Buna kuyruk atlama (jump the queue) da denilir. Bunun bir örneği Şekil 2.19’da verilmiştir.



Şekil 2.19 : ABD Portland kuyruk atlama yolu (APTA, 2010).

2.3.1 Bölünmüş otobüs yollarının tasarımı

Metrobüs sistemleri için en verimli çalışan yollar bölünmüş otobüs yollarıdır. Yol sadece otobüs kullanımına verildiği için yolculuk süreleri azalır, sistemin güvenilirliği artacaktır. Özellikle trafik sıkışıklığının ve zaman kaybının en fazla yaşandığı zirve saatlerde yolcuların zamandan tasarrufu daha büyük boyutlara ulaşabilir. Ayrıca bölünmüş yollar acil durum araçlarının kullanımına açıldığı takdirde, bu araçlarında gitmeye çalıştığı bölgelere erişimi daha hızlı olacaktır.

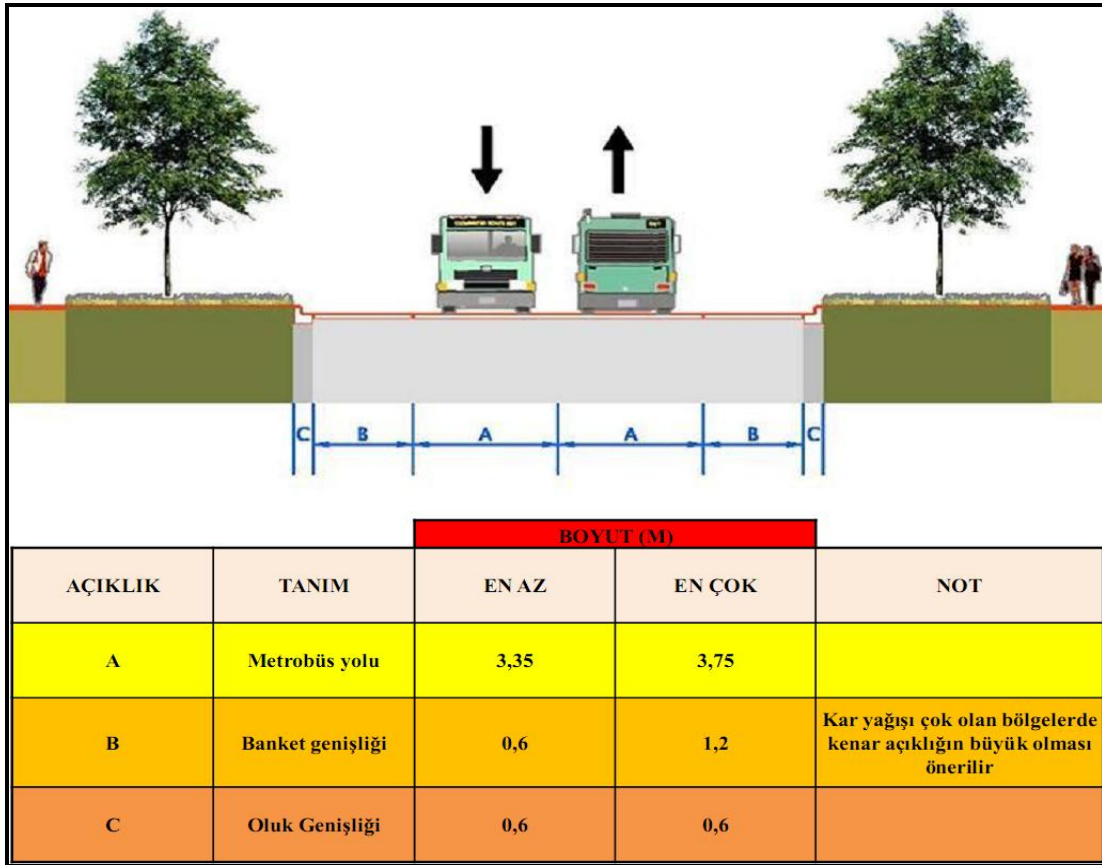
Bölünmüş yollar aynı zamanda maliyeti de yüksek yollardır. Yolun ayrılma durumdan kaynaklı getirdiği avantajlar ile maliyeti arasında ki ilişkinin iyi belirlenmesi gerekir. Metrobüs esnekliği yüksek bir toplu taşıma sistemi olduğu için bölünmüş yollarda yapılacak değişikliklere de hızla uyum sağlayabilir ve yolculara sağlanan kolaylıklar artırılabilir.

Bölünmüş yollar kullanıma açılmamış arazilerde veya gelişmemiş bölgelerde inşa edilirse daha az kısıtlama ile karşılaşır ve yapım maliyeti de düşük olur. Ancak kullanım dâhilinde olan araziler veya gelişmiş bölgelerde yapılıyorsa yapım maliyeti ve kısıtlamalar artacaktır.

Bölünmüş otobüs yollarının istenilen tasarım hızı için yapılan geometrik tasarımı AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) veya TAC (Transportation Association of Canada) tasarım standartlarını sağlamalıdır. Bu yollar için temel geometrik ve önerilen değerler bir özetini Çizelge 2.8’de verilmiştir. Bölünmüş otobüs yollarının en kesiti de Şekil 2.20’de verilmiştir.

Çizelge 2.8 : Bölünmüş otobüs yollarının temel geometrik ve önerilen değerler (APTA, 2010).

ÖLÇÜT	ÖNERİLEN DEĞER
Minimum tasarım hızı (ana hat)	70 km/h
Minimum tasarım hızı (istasyon ve merkezi iş alanları)	60 km/h
Minimum tasarım hızı (Arteriyel rampalar ve erişim yolları)	40 km/h
Minimum duruş görüş uzaklığı	250 m
Minimum duruş görüş mesafesi (istasyonda)	205 m
Minimum geçiş görüş mesafesi (sadece istasyon alanları)	180 m
Maksimum dever (ayrılmış yol)	3%
Maksimum dever (arterler/Otoyol tesis)	6%
Maksimum dever (istasyonlarda)	2%
Minimum yatay kurp yarıçapı (ana hat)	Minimum
Minimum yatay kurp yarıçapı (istasyon ve merkezi iş alanları)	120 m
Minimum yatay kurp yarıçapı (en düşük)	80 m
Minimum yatay kurp yarıçapı (Arteriyel rampalar ve erişim yolları)	45 m



Şekil 2.20 : Bölünmüş otobüs yollarının enkesiti (APTA, 2010).

2.3.2 Otoyollarda otobüs yollarının tasarımı

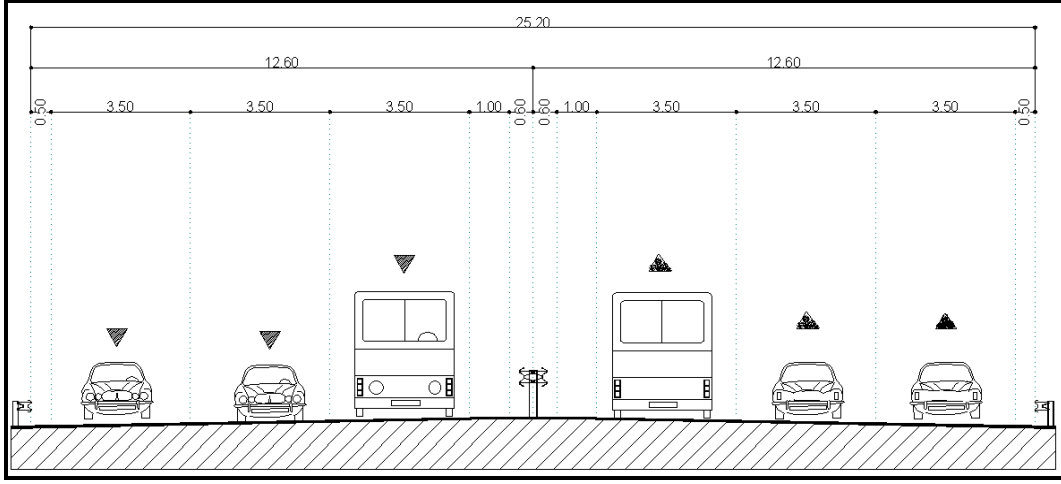
Otoyolların üzerine inşa edilecek otobüs yolu mevcut yolun geometrik standartları tarafından kısıtlanır. “orta otobüs yolları”, “kenar otobüs şeritleri” ve “yüksek doluluğa sahip araç şeritleri (high-occupancy vehicles. HOV)” olmak üzere üç şekilde uygulanır.

2.3.2.1 Orta otobüs yolları

Otoyol kapsamında değerlendirebileceğimiz yolların orta kısımları otobüs yolu yapmak için uygundur. Yolun normal trafik şeridi, otobüs şeridi ve istasyonlar için yeterli genişlikte olması gereklidir. Bunu yaparken, otoyol ile otobüs yollarının geometrilerinin farklılaşmaması için, otobüs yollarının proje hızları otoyolun proje hızı ile aynı olmasına dikkat edilmelidir.

Orta otobüs yollarının diğer bir özelliği de yayaların istasyonlara ulaşmak için trafiğin içinden geçmesi ya da altgeçit veya üstgeçit kullanması gerekliliğidir. Çoğunlukla otoyollarda yayaların trafiğin içinden veya altgeçitlerle yolun altından geçmeleri tercih edilmeyeceği için, üst geçitlerin kullanımı daha yaygındır. Özellikle yaşlı ve engelli insanlar için yapılacak üstgeçitlere ek olarak asansör veya tekerlekli sandalyelerin çıkabilmesi üstgeçite çıkan eğimli yollar da yapılmalıdır. Bu durum orta otobüs yollarının yapım maliyetini artıran bir kalemdir.

Eğer otobüs şeridi iki yönde de işliyorsa ve yolun ortasında yolcular için sadece bir platform varsa, otobüslerin sol taraftan yolcu indirme bindirme yapması gerekebilir. Bu gibi durumlarda, metrobüs taşıtları normal trafiğin akış yönüne ters olarak işletilebilir veya iki tarafında karşılıklı kapıları olan otobüs çeşileri tercih edilebilir. Eğer araçlar normal trafiğe ters yönde işletilecek ise metrobüs yolunun otoyol üzerindeki normal trafikten fiziksel olarak ayrılmalıdır. Orta otobüs yolunun geometrisi temel olarak Şekil 2.21’de belirtilmiştir.



Şekil 2.21 : Orta otobüs yollarının enkesiti (Yayla, 1978).

2.3.2.2 Kenar otobüs şeritleri

Orta otobüs şeritlerine göre metrobüs sisteminin daha uzun mesafelere hizmet vermesini sağlar. Çoğunlukla yolun sağ kenarına inşa edilip normal trafikle aynı doğrultuda çalışır. “Otobüslere ayrılmış şerit (reserved bus lane, RBL)” veya “kenar otobüs şeritleri (bus on shoulders, BOS)” olarak tariflenen yollarda metrobüs taşıtları ekspres olarak çalışıyorsa sol tarafta da inşa edilebilir.

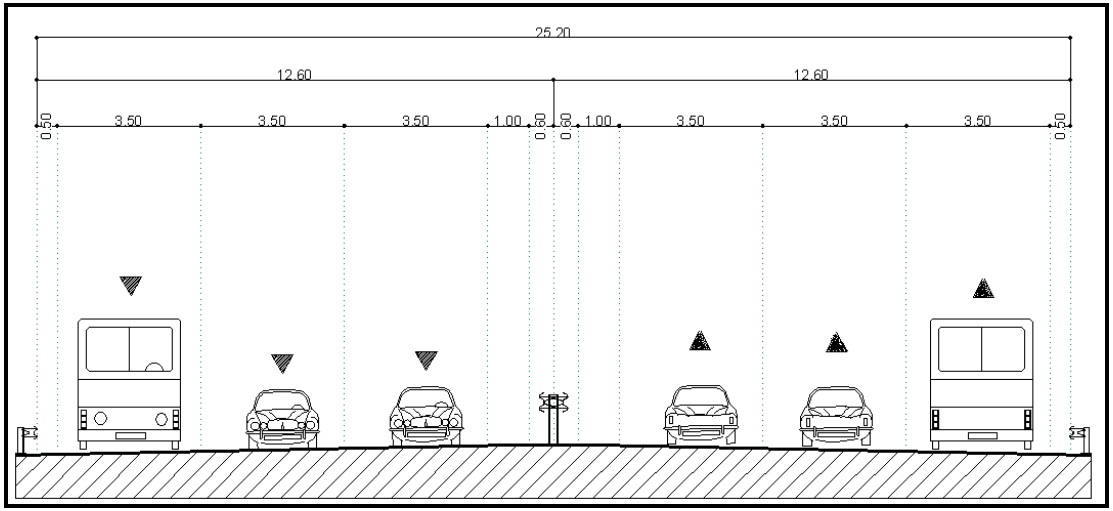
Metrobüs araçları ihtiyaç duyduğunda bu şeritleri kullanıp ayrılabilir. Önceliği olmayan araçlar da bu şeritleri kullanmak isteyebileceği için sürekli denetimde gerektirir. Zirve saatlerde normal trafikte sıkışmalar meydana gelip araçların hızı düşüp, metrobüs araçlarına ayrılmış kenar otobüs şeritlerinde bu sıkışmaların olmayıp hız işletme hızında kaldığı için, normal trafik şeritleri ile kenar otobüs şeritleri arasında hız farkları oluşur. Bu da kenar otobüs şeritlerini kaçak kullanımı artırır. Ayrıca otobüs şeridi yük indirme-bindirme veya park için de kullanılmış olabilir. Bu da metrobüs taşıtlarının hızını azaltır.

Yolcuların kenar otobüs şeritlerine ulaşımı için ek altyapıya ihtiyaç duymayacağı için yapım maliyeti orta otobüs şeritlerine nazaran daha düşüktür. Otoyol tasarım standartları metrobüs taşıtlarına yüksek işletme hızları sağlayacağı için yolculuk zamanları düşecek, sistem güvenilirliği artacaktır.

Kenar otobüs şeritleri ticari araçların yol kenarında bulunan binalara ulaşımı zorlaştırır. Metrobüs taşıtları bu şeritlerde sadece zirve saatlerde işletilirse bu engel ortadan kalkabilir. Ancak taksilerin kenar otobüs şeritlerinin kullanarak yolcu indirip bindirmeleri gerektiği için taksilerin işleyişinde zorluk çıkarır.

Kenar otobüs şeritleri kavşaklarda da diğer sürücülere zorluk çıkarır. Metrobüs yolu ile çıkan kavşaklarda çakışmayı ortadan kaldıracak bir altyapı tesislerine ya da trafik sinyallerine başvurulur. Trafik sinyalleri metrobüs sistemlerinin işletme hızını azaltır, altyapı tesisleri de ek maliyetler getirir. Kavşağın önemine ve kullanım sıklığına göre karar vermek uygun olacaktır.

Kenar otobüs şeritlerinin geometrik tasarımında yağmur ve kar suyu drenajının sağlanması önemlidir. Otoyol kenarında tasarlandığı için otoyol standartları bir toplu taşıma aracına göre yüksek işletme hızlarına izin verebilir. Kenar otobüs şeritlerinin enkesiti Şekil 2.22’de gösterilmiştir.



Şekil 2.22 : Kenar otobüs şeridi enkesiti (Yayla, 1978).

2.3.2.3 Yüksek doluluğa sahip araç şeritleri

Metrobüs araçları ve diğer transit araçlar tarafından kullanılabilen yüksek doluluğa sahip araç şeritleri otoyollarda kullanılabilir. Yolun ortasında da kenarında da kullanılabilen bu şeritleri, metrobüs taşıtları ile yüksek doluluğa sahip taşıtlar birlikte kullanırlar. Yol ortası şeritlerin işletim açısından zorluğu otobüslerin şeriti terk ederken normal trafikle çakışmasıdır.

Kenar otobüs şeritleri gibi sürekli denetim altında tutulmalıdır. Özellikle zirve saatler de şerite girme önceliği olmayan taşıtların yüksek doluluğa sahip araç şeritlerini kullanması sık sık görülür.

Metrobüs taşıtları ve öncelikli diğer taşıtlar üstyapıya ek yük getirdiği için üstyapının sağlam tasarlanması gerekir. Normal trafikle fiziksel olarak ayrı inşa edildiği gibi fiziksel bir ayırım olmadan da uygulanabilir. Yüksek doluluğa sahip araç şeritlerinin

en kesiti orta otobüs şeritlerine benzerdir olup, ek olarak yolun orta kısmında inşa edilmesi gereken banket genişlikleri en az 2 metre olmalıdır.

2.3.3 Kentiçi yollarda otobüs yollarının tasarımı

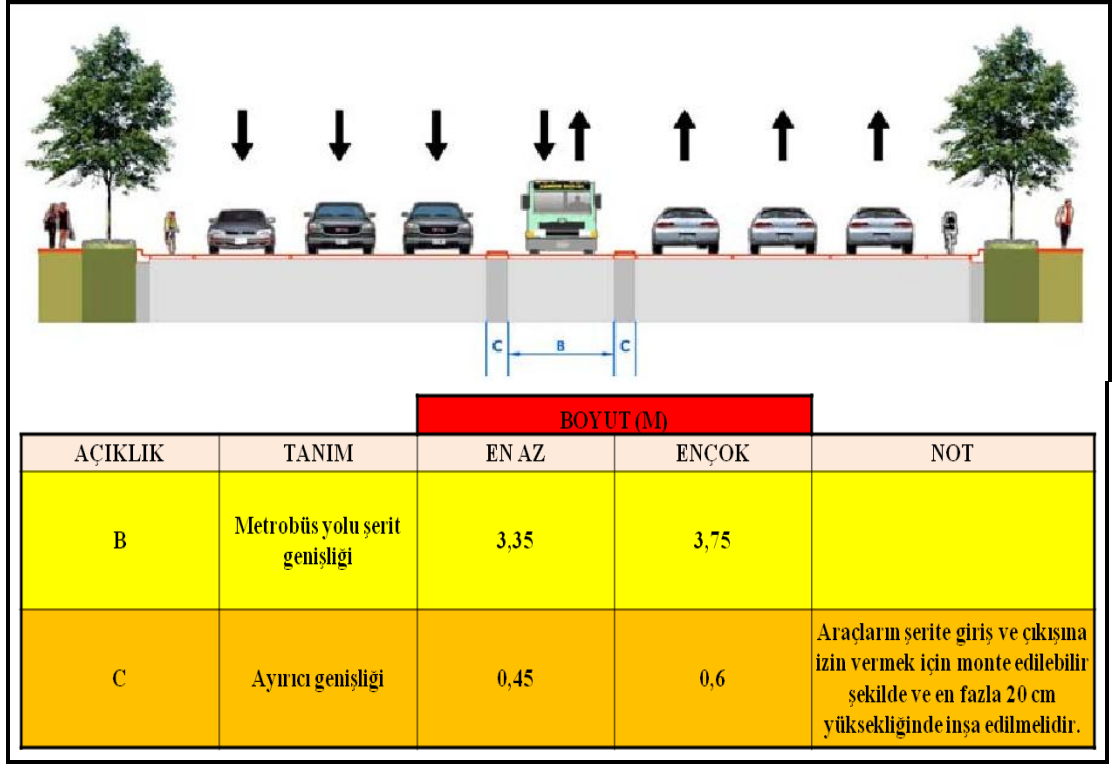
Pek çok kentiçi yollarda bulunan metrobüs sistemi işletmeleri, kavşaklar, trafik sinyalleri, araç parkları gibi ulaştırma sistemi elemanları ile ve bisikletliler, özel araç veya toplu taşıma kullanıcıları gibi ulaştırma sistemi kullanıcıları ile iyi derecede bir etkileşim kurarlar. Bu etkileşimin sağlanabilmesi için o bölgenin ihtiyaçlarına uygun bir şekilde tasarlanması gerekir. Kentiçi yollarda, “orta otobüs yolu” ve “kenar otobüs şeritleri” en yaygın metrobüs yolu örnekleridir. Bölgenin ihtiyaçlarına göre ise “karma yapılı şeritleri” de kullanılabilir.

2.3.3.1 Orta otobüs yolları

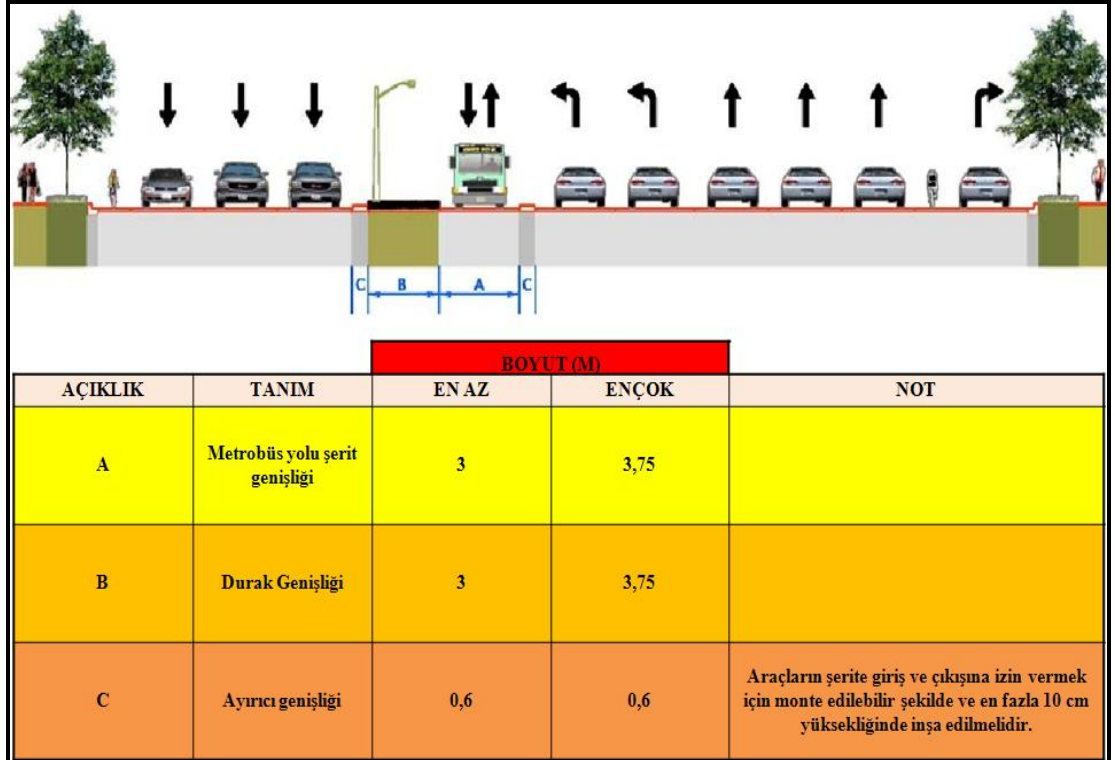
Kentiçi caddelerin ortasında çalışan ve istasyonları otobüs yolu ile bitişik şekilde bulunan otobüs yollarıdır. İşletme olarak hafif raylı sistemler ile benzerlik gösterir. Caddeleri ortasında tek yönlü veya çift yönlü olarak işletilebildiği gibi, yüksek zirve saat talebinin olduğu bölgelerde sadece zirve saatlerde otobüs kullanıma açılıp diğer saatlerde normal araçlarla ortak kullanıma sokulabilir.

Normal trafikte bulunan araçların park veya arıza durumlarında yolun orta şeridini kullanmak için talebi olamaz. Bu nedenle trafik sıkışıklığına ve zaman kaybına neden olan bu araçların park ve arıza durumlarına dair metrobüs hattında doğabilecek zaman kaybı azaltılmış olur. Ayrıca normal araç trafiğinden fiziksel olarak ayrılması da daha kolaydır. Diğer araçların orta şeriti işgal etmesi için daha az nedeninin olması ve yolun ortasında fiziksel bariyerin inşası için daha az engel olması orta otobüs yollarının yapımını kolaylaştırır.

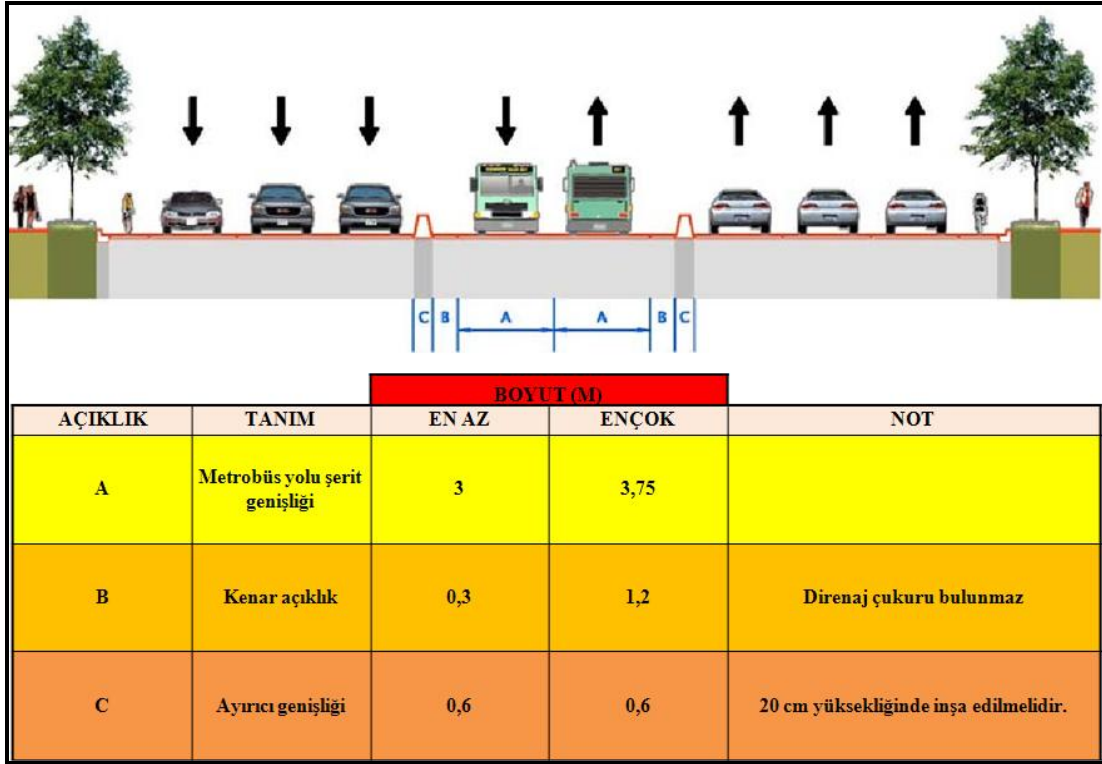
Tek ve iki yönlü olarak işletilebilen orta otobüs şeritlerinin geometrik özellikleri istasyonlar arasında ve istasyonların bulunduğu bölgelerde değişik değerler alabilir. Tek yönlü olarak işletilen orta otobüs şeritlerinin en kesitini Şekil 2.23 ve Şekil 2.24’te, çift yönü olarak işletilen orta otobüs şeritlerinin en kesitlerini Şekil 2.25 ve Şekil 2.26’daki gibi gösterebiliriz.



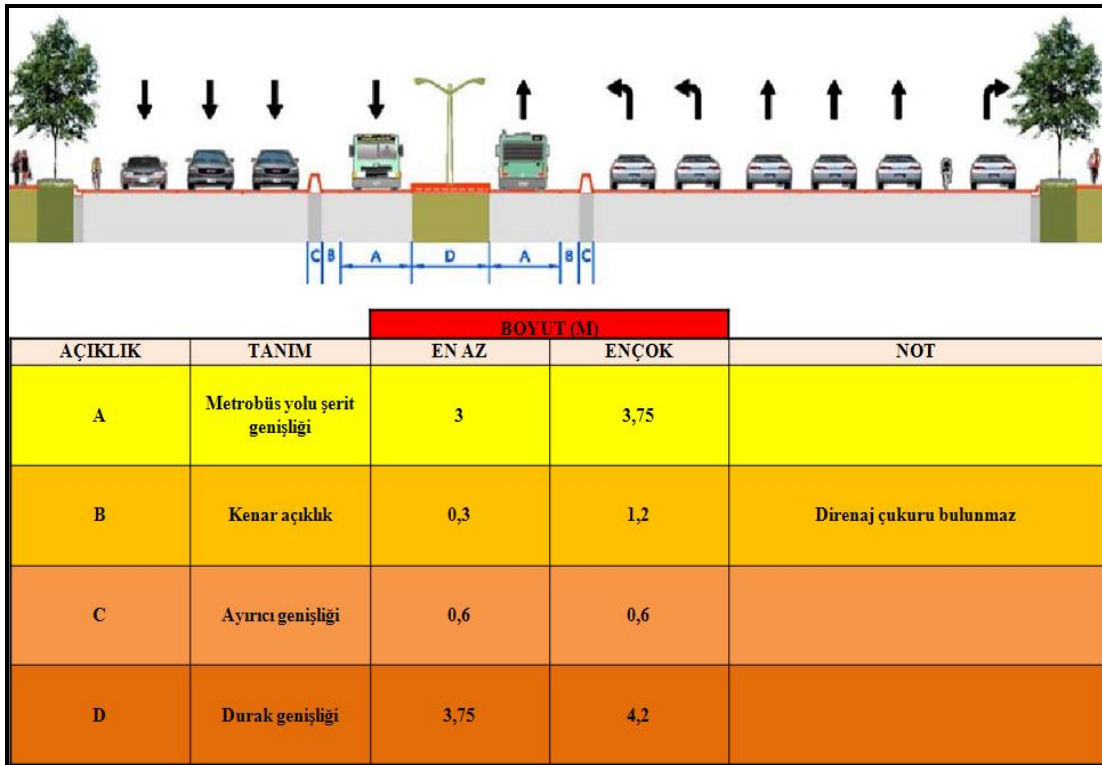
Şekil 2.23 : Tek yönlü işletilen orta otobüs şeriti enkesiti (APTA, 2010).



Şekil 2.24 : Tek yönlü işletilen orta otobüs şeriti istasyon enkesiti (APTA, 2010).



Şekil 2.25 : Çift yönlü işletilen orta otobüs şeriti enkesiti (APTA, 2010).



Şekil 2.26 : Çift yönlü işletilen orta otobüs şeriti istasyon enkesiti (APTA, 2010).

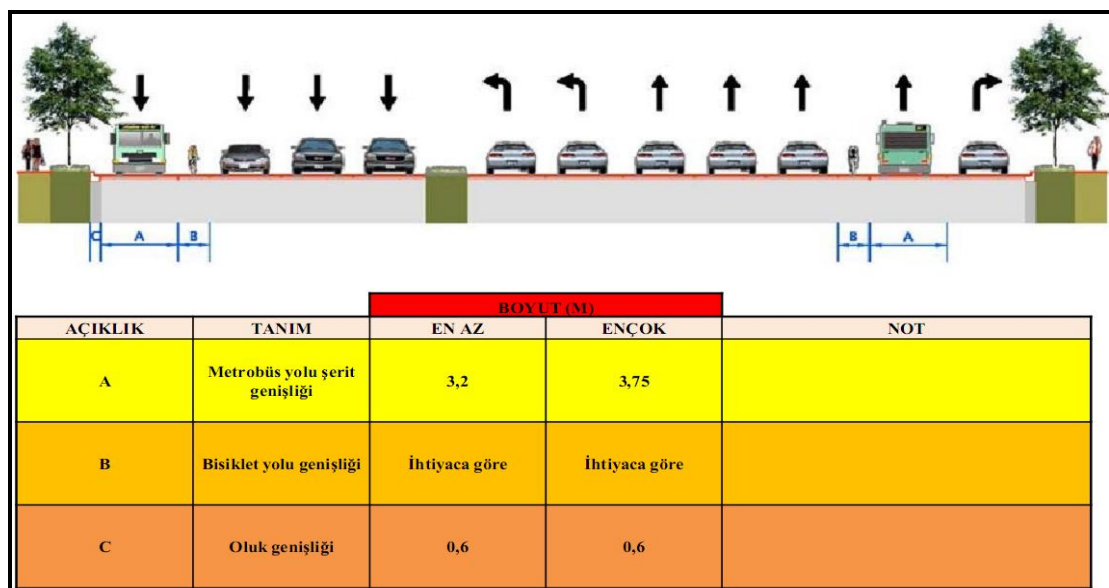
2.3.3.2 Kenar otobüs şeritleri

Kentiçi yollarda en yaygın olarak kullanılan şekli yolun kenarında veya kaldırıma bitişik olarak işletilen otobüs şeritleridir. Otobüs kullanıcılarının şeritlere ulaşımı kolayken, trafikteki diğer araçlarla olan kesişmeler sistemin hızını azaltabilir. Trafikteki diğer araçlar, bozulduğunda, park etmesi gerektiğinde veya yükleme-indirme işlemleri yaptığında kenar şeritlere ihtiyaç duyar. Kenar otobüs şeritlerinin bulunması diğer araçların benzeri faaliyetlerini engeller. Ayrıca trafikteki diğer araçların mevcut yoldan ayrılacağı sağa veya sola dönüşleri kenar otobüs şeritleri ile çakışabilir. Bu durumlar kenar otobüs şeritinin inşaatını zorlaştırır.

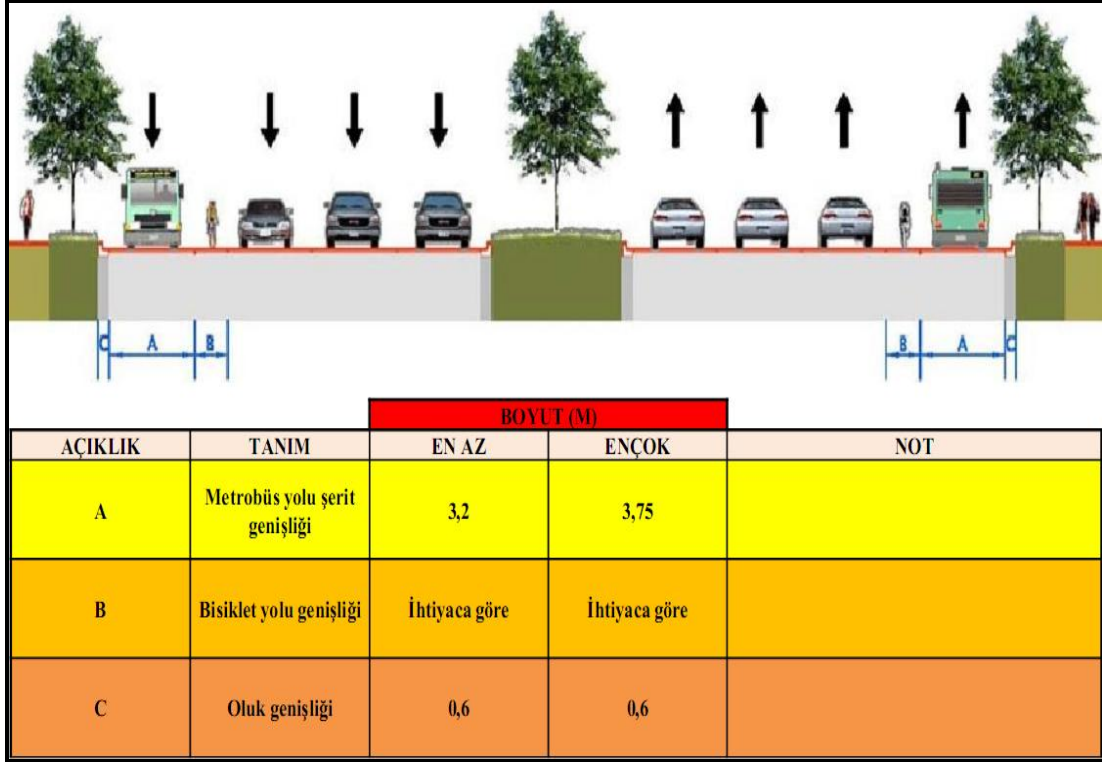
Kenar otobüs şeritleri fiziksel bir bariyer kullanılarak mevcut trafikten tam olarak ayrılması, trafikteki diğer taşıtların hareketlerini zorlaştırması nedeniyle iyi tasarlanmak zorundadır. Fiziksel bir ayırım kullanılsa da kenar otobüs şeritlerinin uygulamasında diğer araçların gerçekleştireceği bazı hareketler kısıtlanmak zorundadır. Bu nedenle kenar otobüs şeritlerinin geometrik özellikleri diğer taşıtların hareketlerine göre belirlenir.

Otobüs şeritleri ile kesişmeler metrobüs sistemlerinin işletme hızını olumsuz yönde etkileyeceği için kesişmeleri en aza indirmek ve trafik güvenliğinin sağlanabilmesi için kesişme noktalarında sinyalizasyon uygulanması gereklidir.

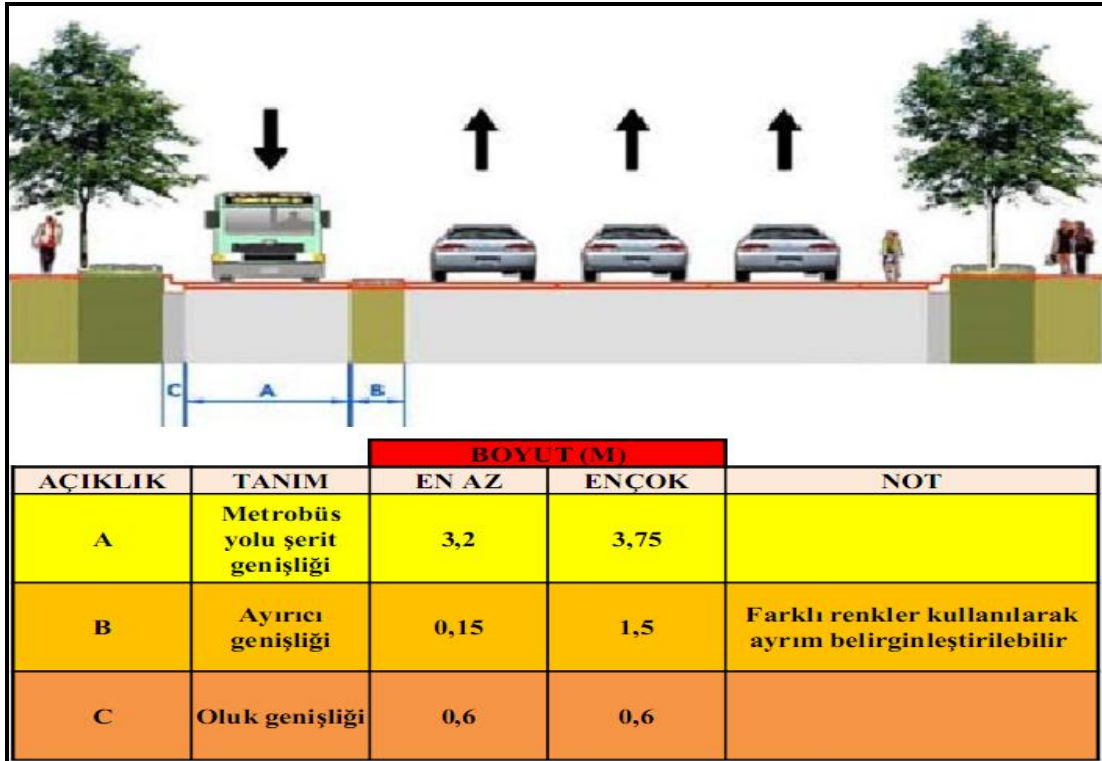
Kenar otobüs şeritlerinin bazı geometrik özellikleri Şekil 2.27, Şekil 2.28, Şekil 2.29 ve Şekil 2.30'da verilmiştir.



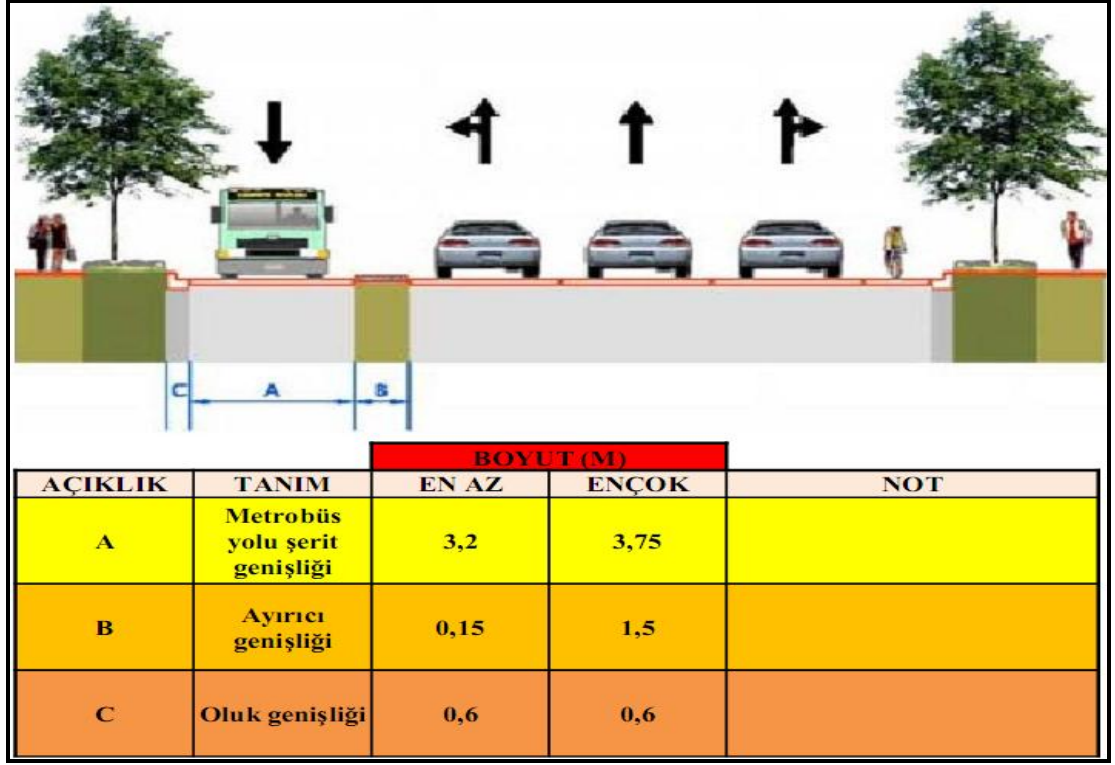
Şekil 2.27 : Kenar otobüs şeridi enkesiti (APTA, 2010).



Şekil 2.28 : Kenar otobüs şeridi enkesiti (APTA, 2010).



Şekil 2.29 : Kenar otobüs şeridi enkesiti (APTA, 2010).



Şekil 2.30 : Kenar otobüs şeridi enkesiti (APTA, 2010).

2.3.3.3 Karma yapılı otobüs şeritleri

Karma yapılı otobüs şeritleri trafiğin tıkanıdığı bölgelerde otobüslerin sıkışıklıktan etkilenmeden yoluna devam etmesini amaçlar. Çoğunlukla tıkanıklığın bulunduğu bölgelerde otobüslerin mevcut yol alt yapısına alternatif bir rotayı kullanıp, tıkanıklığın sona erdiği bölgede tekrar normal trafiğe katılması sağlanır.

Alternatif bir rotanın inşa edilebilmesi için arazinin uygun olması, mevcut yoldaki veya bölgedeki diğer yollarda trafik tıkanmasını sağlayacak şekilde tasarlanmamalı ve mevcut trafikten bağımsız işletilebilmelidir.

Karma yapılı otobüs şeritlerinin trafikteki diğer araçlar tarafından kaçak kullanımını engellemek için denetim gerekir. Özellikle zirve saatlerde otobüs ile yolculuk sürelerinin azaltılması için diğer taşıtların yolu kötüye kullanmalarının önüne geçilmelidir.

2.4 Metrobüs Sisteminin Etkileri

Metrobüs sistemi uygulamalarının bulundukları bölgeye ölçülebilen veya ölçülemeyen bir dizi etkisi olur. Bu etkileri çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler olarak toparlayabiliriz.

Çevresel etkiler olarak, hava kirletici gaz emisyonlarındaki azalma, sosyal etkiler dahilinde arazi kullanımındaki değişimler veya ekonomik etkiler olarak, yolcuların ulaşımaya ayırdıkları bütçe gibi ölçülebilen faktörleri sıralayabiliriz. Ölçülemeyen faktör olarak örneğin, metrobüs sistemlerinin insan sağlığı üzerine etkisi gibi, hem metrobüs hem de başka birçok nedene bağlı olabilen sonuçları sayısal olarak ifade etmek güçtür.

2.4.1 Metrobüs sisteminin çevresel etkileri

Metrobüs sistemlerinin çevresel etkilerini hava kirletici maddelerin emisyonunda ve gürültü kirliliğinde azalma ve bunların bir bileşen olarak insan sağlığı üzerindeki etkileri olarak toparlayabiliriz. Ayrıca hava kirletici madde emisyonunu ve gürültü kirliliğinin azaltılması için sistemde yeni otobüslerin kullanılması gerekir (Yayla, 1978).

Ulaştırma sektöründe uzun vadeli emisyon azalmasını etkileyen en önemli faktörlerden biri kullanıcıların ulaşım tercihlerinin belirlenmesidir. Toplu taşıma aracının hızını arttırıp, hava kirletici maddelerin emisyonlarını azaltmak için ABD'nin Los Angeles gibi şehirleri özel araç kullanımına göre toplu taşıma sistemlerini teşvik etmeye başlamışlardır. 2 veya daha az sayıda yolcu taşıyan düşük emisyon motorlu araç bile birçok yolcu taşıyan toplu taşıma araçlarına göre 20-90 kez daha fazla kişi başına yüksek emisyonu sahiptir. Bu nedenle, dünyanın en sıkı araç emisyon şartnamesine sahip Los Angeles kenti bile, özel araç emisyonlarının yol açtığı sağlıksız kirlilik seviyelerinden muzdarip olmaya devam ediyor (ITDP, 2005).

Bir metrobüs sisteminin hava kirliliğini %20-%40 dolayında azalttığı tahmin edilmektedir. Bu azalma, sistemde çalıştırılmak üzere belirlen otobüs seçimine ve kullanıcıların tercihlerinin değiştirilmesi ile ilgilidir.

Meksika Mexico City'de Insurgentes caddesinde Temmuz 2005'te işletmeye açılan metrobüs sistemi için yapılan araştırmaya göre 2005 ve 2015 yılları arasında, Metrobüs koridorunun yılda ortalama hidrokarbon emisyonunda 144 ton, NO emisyonunda 690 ton, ince partikül madde emisyonunda 2,8 ton ve SO₂ emisyonunda 1,3 ton azalma gerçekleştireceği tahmin edilmektedir. Emisyonlardaki bu azalmanın yılda ortalama 6100 günlük iş kaybını, 660 günlük kısıtlı faaliyetleri, 12 yeni vaka kronik bronşit hastalığını, 3 kişinin ölümü gibi etkenleri önleyeceği tahmin

edilmektedir. Bu sağlık alanındaki iyileştirmelerin, yıllık sağlık yararları 3 milyon dolar (ABD doları) olduğu tahmin edilmektedir. Bu dağılımın yıllara göre değişimi Çizelge 2.9’da verilmiştir. Emisyonlardaki bu azalmanın insan sağlığı üzerindeki etkileri ve bunların parasal değeri Çizelge 2.10’da verilmiştir (Stevens, 2008).

Aynı 10 yıllık dönemde, Insurgentes caddesindeki metrobüs koridorunun 280.000 ton karbondioksit eşdeğeri emisyonları ortadan kaldırması bekleniyor. Sera gazı emisyonlarının azaltılması ile gerçekleşen sosyal yararı arasındaki ilişkinin tahmin edilmesindeki zorluk nedeniyle, bu emisyonların azaltılması için bir parasal değeri bilinmemektedir (Stevens, 2008).

Aynı şekilde Kolombiya Bogota Transmilenio metrobüs hattında 2001 yılında Caracas Bulvarı çevresinde yapılan çalışmaya göre SO₂ salımında, % 43 oranında NO₂ salımında % 18 ve partiküler madde salımında yüzde 12 azalma olduğu belirlenmiştir (Cair ve diğ, 2006).

Çizelge 2.9 : Meksika Mexico City Insurgentes caddesi Metrobüs koridorunun gerçekleştireceği zararlı madde miktarlarındaki azalma tahmini (Stevens, 2008).

Yıl	Toplam hidro karbonlar	Azot oksit (NO _x)	Partiküler madde	Kükürt dioksit (SO ₂)	Karbon dioksit (CO ₂)	Metan (CH ₃)	Azot protoksit (narkoz, N ₂ O)
2005	-115	-421	-2,7	-2,0	-12,182	-2,6	-3,1
2006	-194	-824	-4,4	-2,1	-24,364	-5,2	-6,5
2007	-171	-824	-4,1	-2,1	-24,364	-5,2	-6,6
2008	-153	-784	-3,8	-2,1	-24,364	-5,1	-6,8
2009	-140	-749	-3,1	-2,1	-24,364	-5,0	-6,9
2010	-133	-711	-2,6	-0,6	-24,364	-5,0	-7,0
2011	-128	-657	-2,2	-0,6	-24,364	-5,0	-7,1
2012	-121	-608	-1,8	-0,6	-24,364	-4,9	-7,1
2013	-113	-582	-1,6	-0,6	-24,364	-4,9	-7,2
2014	-106	-533	-1,1	-0,6	-24,364	-4,9	-7,2
2015	-101	-474	-0,9	-0,6	-24,364	-4,9	-7,3

Çizelge 2.10 : Meksika Mexico City Insurgentes caddesi Metrobüs koridorunun insan sağlığı üzerine etkileri (Stevens, 2008).

Yıl	Önlenen ölüm sayısı	Önlenen kronik bronşit sayısı	Kısıtlanmış iş günü sayısı	İş gücü kaybı (gün)	Ekonomik değer (ABD Doları)
2005	2	8	470	4400	2.000.000
2006	3	16	870	8100	3.700.000
2007	3	15	860	8000	3.600.000
2008	3	15	830	7700	3.500.000
2009	3	14	760	7000	3.300.000
2010	3	13	710	6600	3.100.000
2011	3	12	650	6000	2.900.000
2012	2	11	600	5500	2.700.000
2013	2	11	570	5200	2.600.000
2014	2	10	510	4700	2.400.000
2015	2	9	450	4100	2.100.000

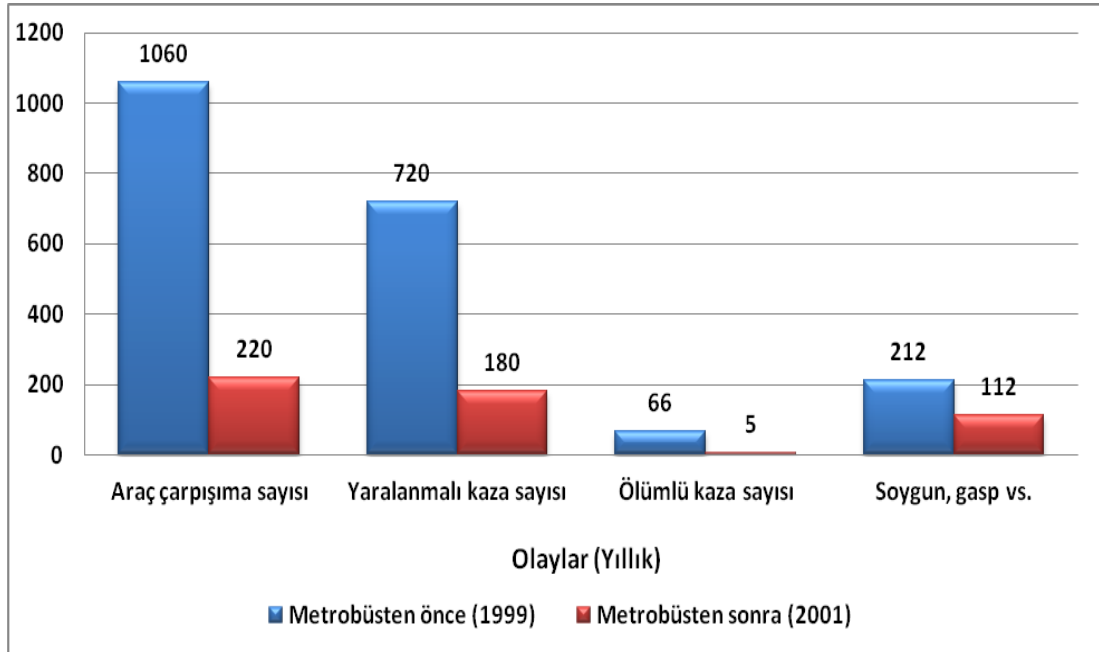
2.4.2 Metrobüs sisteminin sosyal etkileri

Metrobüs sistemleri kolay ve hızlı ulaşım sunabildikleri için kişi başına düşen ortalama günlük seyahat sayısında ve metrobüs yolundan faydalanan taşıtlarla yapılan yolcu taşınması talebinde artış gözlenir. Bunların yanında metrobüs uygulamasının yapıldığı yol ve bölgelerin arazi kullanım şeklindeki değişimler gerçekleştirir. Trafik kazalarındaki azalma da metrobüs sistemlerinin sosyal etkileri dâhilinde gösterilebilir.

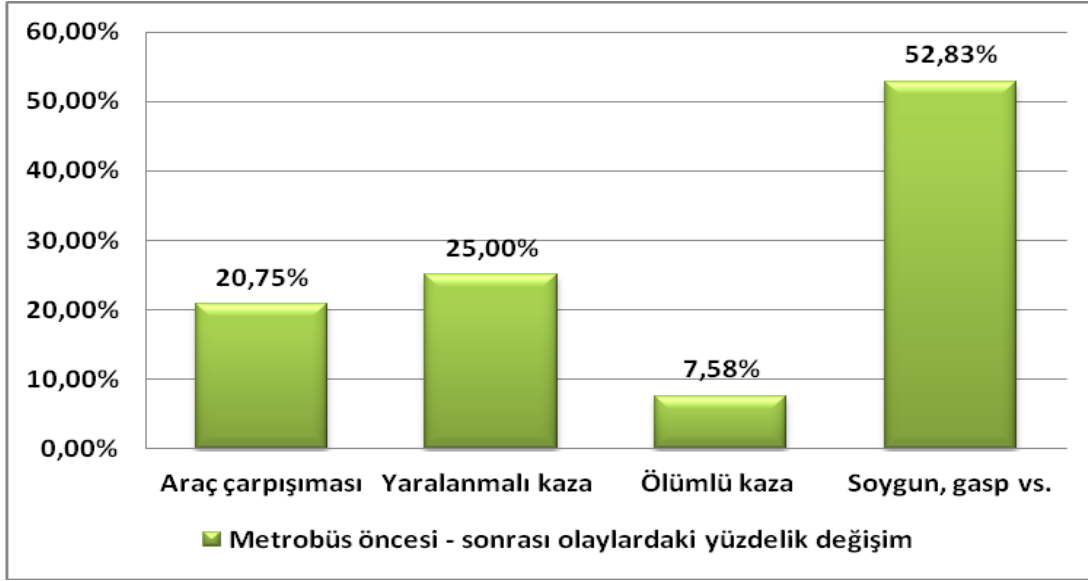
Toplu taşıma sisteminin parçası olan metrobüs sistemleri, düşük gelire sahip insanların iş, okul gibi ihtiyaçlarının karşılamalarını kolaylaştırırken, metrobüs araçları ve istasyonları farklı gelir seviyesindeki insanların bir araya geldiği yerlerdir. Bunların yanında, düşük gelirli insanların kent merkezlerinin olanaklarına ulaşmalarına yardımcı olup, günlük yolculuk sayısında artışa sebep olur.

Toplu taşıma odaklı gelişme (Transit-oriented development, TOD), toplu taşıma olanaklarıyla birlikte yürüyen bir gelişmedir. Son yıllarda trafik tıkanıklığı, uygun fiyatlı konut sıkıntısı, kirlilik ve çarpık kentleşme de dâhil olmak üzere, bir dizi çağdaş kentsel sorunların çözümü için toplu taşıma odaklı gelişme kent planlayıcıları, uygulayıcıları ve geliştiricileri tarafından teşvik edilmiştir. Ayrıca, yoksulların işgücü piyasasında daha iyi fırsatlara erişimin artırılması için ve tıkanıklıkların azaltılması nedeniyle tüketicilerin kent merkezlerinde daha fazla zaman geçirebilmeleri için transit odaklı bir gelişme önerilmektedir. Diğer bir fayda olarak toplu taşıma istasyonlarına yakın arazi ve mahallelerdeki işletmelerin karlarının artırır, ticari canlanmayı beraberinde getirir (Perk, Catalá, 2009).

Metrobüs sistemlerinin en önemli sosyal etkisi trafik kazalarını azaltmasıdır. Bogota Transmilenio metrobüs koridorundaki çarpışmalı trafik kazalarında 1999 (metrobüs öncesi) ile 2001 (Metrobüs sonrası) yılların arasında %79 oranında gerçekleşen azalma yaralanma ve ölüm sayısını da azaltmıştır. Transmilenio metrobüs sisteminin işletilmeye başlamasından sonra trafik kazalarında ve kent güvenliğindeki değişim Şekil 2.31’de gösterilmiştir. Ayrıca bu değişimin oransal gösterimi Şekil 2.32’de gösterilmiştir.



Şekil 2.31 : Transmilenio metrobüs sisteminin işletilmeye başlamasından sonra trafik kazalarında ve kent güvenliğindeki değişim.



Şekil 2.32 : Transmilenio metrobüs sisteminin işletilmeye başlamasından sonra trafik kazalarında ve kent güvenliğindeki oransal değişim.

2.4.3 Metrobüs sistemini ekonomik etkileri

Metrobüs sisteminden faydalanan taşıtlar için işletme maliyetlerinde ve kullanıcılar için ulaşım süresinde azalma sistemin ekonomik etkisidir. Aynı şekilde metrobüs sistemi dışındaki araçların işletme maliyetlerinde ve diğer taşıtları kullanan insanların ulaşım sürelerindeki artış olarak da ifade edilebilir.

Normal bir toplu taşıma sistemine göre daha düzenli işletilen metrobüs sistemlerinin yakıt tüketimleri de daha düşük olur. Trafik tıkanıkları nedeniyle gerçekleşen beklemlerin olmaması veya en aza indirilmesi ve araçların motor özelliklerine uygun olarak kullanılması metrobüs sistemlerinin yakıt tüketimini azaltacaktır.

Metrobüs sistemlerinin fiziksel olarak normal trafikten ayrılması işletme hızını artırıp seyahat süresini azaltacağı için, sistemin ekonomik etkisini de artıracaktır. Dünyadaki birçok metrobüs sisteminin de ekonomik faydası işletmenin hızından kaynaklanır.

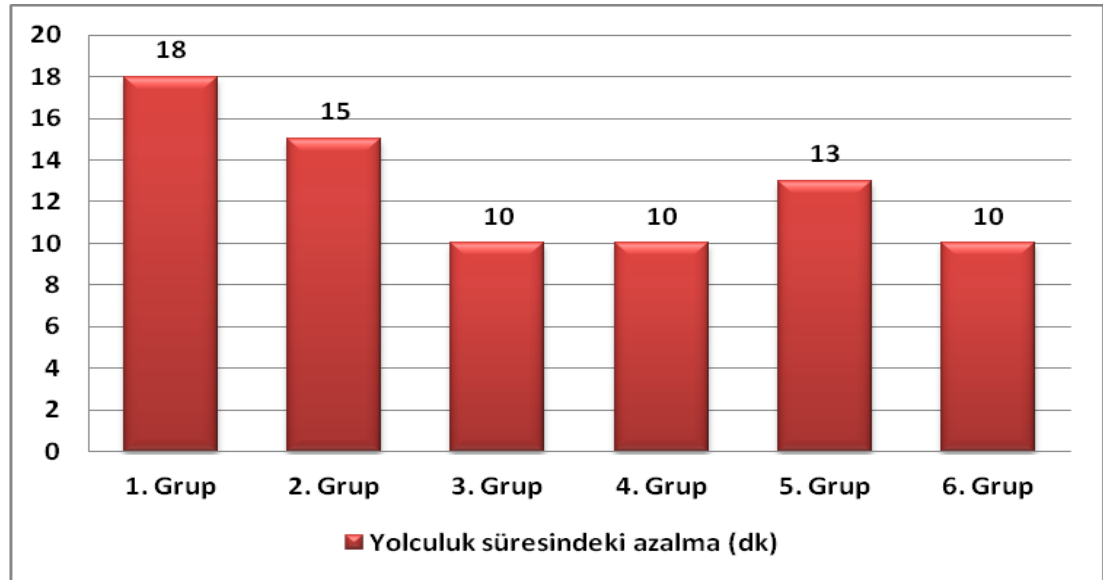
Transmilenio Metrobüs sistemi öncesinde Kolombiya Bogota şehrinde toplu taşıma otobüslerinin yolculuk hızı Caracas Bulvarında 18 km/s ve Calle 80 caddesi üzerinde 12 km/s ile sınırlıydı. Transmilenio ile tüm istasyonlarda duraklama yapan araçların yolculuk hızları 21 km/s, istasyonlarda durmayan ekspres araçların seyahat hızları ise 32 km/s'e yükselmiştir. Genel olarak, Transmilenio metrobüs hattı toplu taşıma araçlarının ortalama hızlarını 15 km/s değerinden 26.7 değerine yükseltmiştir. Bu sistem çapında tahmini seyahat süresinde yüzde 32 azalma ya denk gelip günde

ortalama 136.750 saat tasarruf sağlamıştır. Bu değer bir toplu taşıma kullanıcısı için, seyahat başına yaklaşık 16 dakikalık bir zaman tasarrufuna eşittir. Genel olarak Transmilenio Bogota şehrinde yolculuk süresinde, seyahat başına 13 dakikalık azalma sağladığı söylenebilir.

2003 yılı verilerine göre Kolombiya Bogota şehrinde metrobüs kullanıcılarının gelirlerinin nüfusa oranı Çizelge 2.11’de gösterilmiştir. Ayrıca bu gelir gruplarının yolculuk sürelerindeki azalma Şekil 2.33’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.11 : 2003 yılı verilerine göre Kolombiya Bogota şehrinde metrobüs kullanıcılarının gelirlerinin nüfusa oranı (Cair ve diğ, 2006).

Gelir grupları	Aylık ortalama gelir	Nüfusa oranı
1. Grup	150 TL	7%
2. Grup	210 TL	37%
3. Grup	500 TL	43%
4. Grup	1.000 TL	7%
5. Grup	1.500 TL	3%
6. Grup	2.300 TL	2%



Şekil 2.33 : Gelir gruplarının yolculuk sürelerindeki azalma (Cair ve diğ, 2006).

3. İSTANBUL METROBÜS SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

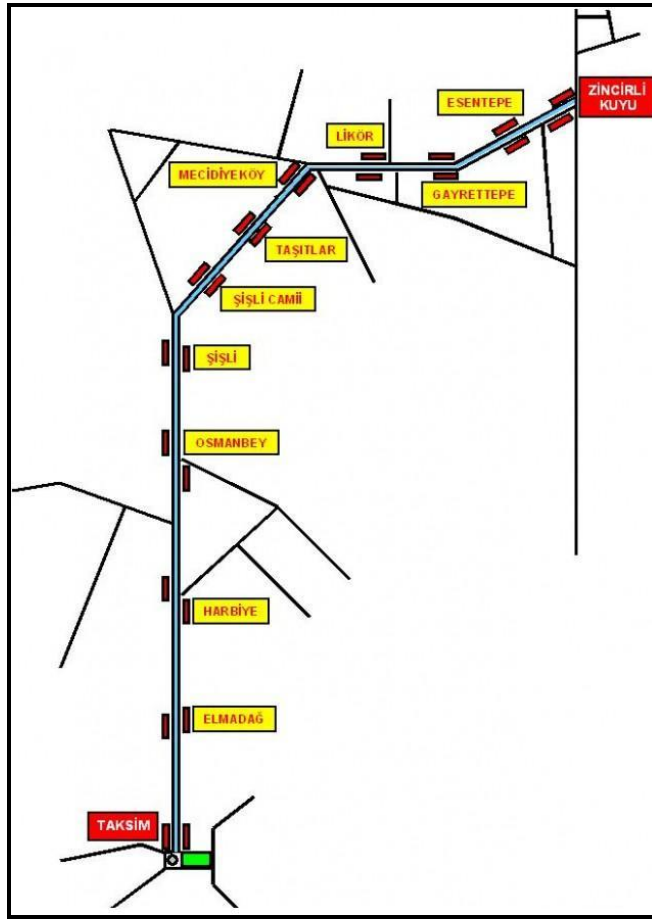
Bugünkü adıyla “Metrobüs” sistemine benzer özellikler taşıyan “Tercihli Otobüs Yolu” uygulaması ülkemizde ilk olarak Ankara’da 22 Eylül 1978 tarihinde Kızılay – Dikimevi arasında başlatılmıştır. Normal trafik akışından ayrılarak EGO İdaresi’nin otobüslerine tahsis edilmiş olan bu uygulama, kentiçi ulaşımında belediye otobüslerinin seferlerini daha hızlı bir şekilde yapmalarını amaçlamaktaydı. Bu ayrılmış yol kesimi 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 benzin, lastik ve işgücü gibi alanlarda 4 milyar lira tasarruf sağlanması hedeflenmiştir (Şekil 3.1) (Url-7).



Şekil 3.1 : Ankara Tercihli Otobüs Yolu (Url-7).

İstanbul’da ise tercihli yol uygulamaları Ankara’dan daha sonra başlamasına rağmen daha yaygın olarak kullanılmıştır. İlk olarak Taksim – Zincirlikuyu tercihli yolu 11 Mart 1979’da kullanıma açılmıştır. Yol; Taksim Meydanı’nın önünden Cumhuriyet

Caddesi'nin başladığı noktadan itibaren (bugünkü PTT'nin hemen yanbaşından) başlayarak, caddenin ortasında kendine ayrılan iki şeritli ve asıl trafikten metal korkuluklarla ayrılmış özel yoluna girer, Elmadağ ve Harbiye'ye kadar yer yer iki otobüs şeridinin arasında yer alan ağaçlıklı refüjün her iki tarafından devam ederek ve Harbiye düğümünden sonra yolun sağına geçecek şekilde tasarlanmıştı (Şekil 3.2). Bunun nedeni, o dönemde bu noktadan itibaren Mecidiyeköy istikametine giden normal trafik akışı Valikonağı Caddesi'ni kullanmak zorunda olmasıydı. Tercihli yolun solunda kalan şeritlerden ise, normal trafik, dönüş istikametinde akmaya devam etmiştir (Url-7).



Şekil 3.2 : Taksim – Zincirlikuyu Tercihli Otobüs Yolu (Url-7).

Taksim – Zincirlikuyu tercihli yolunu; Taksim - Harbiye, Harbiye - Osmanbey, Osmanbey - Şişli, Şişli - Mecidiyeköy ve Mecidiyeköy - Zincirlikuyu olarak bölümlendirirsek, beş ayrı bölümdeki İETT hatlarının adedi ve sıklığı oldukça değişkenlik göstermekteydi. Bu düğüm noktalarında, önemli sayıda İETT otobüs/trolleybüs hattı tercihli yola katılmaktaydı. 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 (Url-7). Zamanla kent nüfusunun hızlı artışı ve buna paralel olarak toplu taşıma hat sayısının da artması ile duraklarda uzun otobüs kuyrukları oluşmaya başlamıştır (Şekil 3.3). Taksim – Zincirlikuyu tercihli yolu Taksim – 4. Levent metrosunun hizmete girmesi ile kademeli olarak kullanımdan kaldırılmıştır.



Şekil 3.3 : Taksim – Zincirlikuyu Tercihli otobüs yolu (Mart 1984) (Url-7).

İstanbul’da uygulanan ikinci “Tercihli Yol” çalışması, 1982 yılına hizmete giren Kadıköy-Altıyol arasındaki kısa mesafede uygulanmıştır. Kadıköy-Yoğurtçu istikametinde ilerlemeleri gereken bütün İETT otobüsleri bu yolu kullanmaktadır. Dik sayılabilecek bir yokuştan ibaret olan ve Boğa Heykeli’nin yanında sona eren tercihli yolunu günümüzde Kadıköy-Bostancı seferi yapan dolmuşlar da kullanmaktadır.

Üçüncü Tercihli yol denemesi olarak 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 duraklarını yaptıktan sonra, Cevizlibağ E-5 katılımı başlangıcında sona ermekteydi. Tercihli yol, diğer trafik şeritlerinden beton blok bariyerlerle ve de

yer yer yeşillendirilmiş kenarlıklarla ayrılmıştı. İETT otobüslerinin 6 duraklık bu yol için ortalama yolculuk süresi 12-15 dakika olarak belirlenmişti. Bu yol, ilk ikisine göre daha bir modern sayılabilir. Durakların önünde otobüslerin geçici duracakları şeritler, üzerleri pütürlü kare taşlarla döşenerek, üzerlerine çapraz sarı bantlar atılmış, ayrıca hepsi kapalı olan durakları 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.

Bunların yanında Ragıp Gümüşpala Caddesi'nde "Unkapanı-Eminönü Tercihli Yolu", İnönü Stadı'nın başlangıç noktası olduğu Kadırgalar Caddesi kesişiminden itibaren başlayarak, Gümüşsuyu katılımına kadar olan yaklaşık 150 metrelik yolda" Dolmabahçe Mini Tercihli Yolu" uygulamaları bulunmaktadır. Ayrıca Azapkapı-Perşembe Pazarı yolunda Karaköy istikametinde ve Fatih Fevzipaşa Caddesi'nde Yavuzselim-Şehzadebaşı Camii arasında tercihli yol uygulamaları İstanbul'da hizmete sunulmuştur (Url-7).

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

3.1 Giriş

2005 Aralık ayında hem metrobüs güzergâhı hem de D-100 karayolu düzenlemesi inşaatına başlanmıştır. Metrobüs güzergâhı için pilot bölge olarak ilk 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 güzergâh Küçükçekmece'den Avcılar'a kadar uzatılmıştır. Bu bağlamda İstanbul Üniversitesi Avcılar Yerleşkesi'nden Metrobüs hattında çalışacak otobüslerin dönüşü ve bakım - onarımı

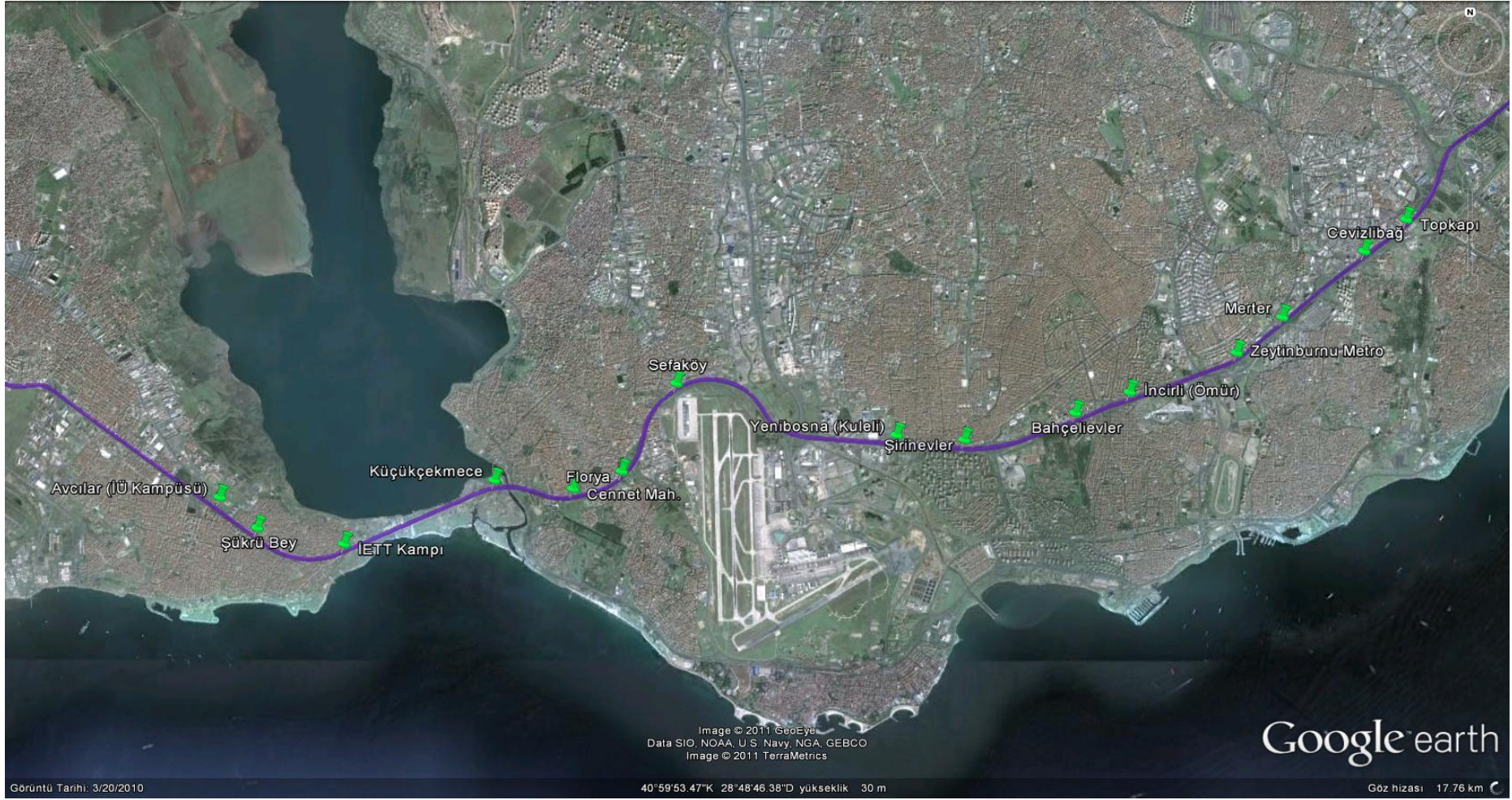
için yer alınmıştır. 12 Ekim 2007’de Metrobüs sistemi’nin Avcılar bağlantısı da işletmeye açılarak projenin 1. Etapı tamamlanmış oldu.

Metrobüs sisteminin 1. Etabının tamamlanması ile, daha önce 65-70 dakikada alınan 18.3 kilometrelik mesafe 22 dakikaya indirilmiş oldu (Url-5). Metrobüs sistemi 1. Etap istasyonları şekil 3.5’te gösterilmiştir. Metrobüs projesi ile D100 karayolunda, yolun ortasına 15 istasyon, Avcılar’da yol kenarı, Topkapı’da yol ortasında olmak üzere 2 dönüş rampası inşa edildi (şekil 3.4). 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. Zirve saatlerde şekil 3.6’da grldğı gibi 8-10 adet Mercedes Citaro marka otobüsler ile destek sağlanmıştır (Güven, 2008).

17-24 Eyll tarihlerinde ücretsiz olarak hizmete başlayan hatta özel tarife (Tam 0,65.-TRY, İndirimli 0,40.-TRY) uygulanmış olup, 01.01.2008 tarihinden itibaren normal tarife (Tam 1,25.-TRY, İndirimli 0,80.-TRY) geçilmiştir. 01.06.2008’de normal ücret tarifiyesi yeniden düzenlenmiştir (Tam 1,30.-TRY, İndirimli 0,85.-TRY) (Güven, 2008).



şekil 3.4 : Metrobüs Topkapı dönel kavşağı (17 Kasım 2007).



Şekil 3.5 : İstanbul Metrobüs sistemi 1. Etap istasyonları



Şekil 3.6 : Metrobüs Topkapı istasyonu (21 Ocak 2008).

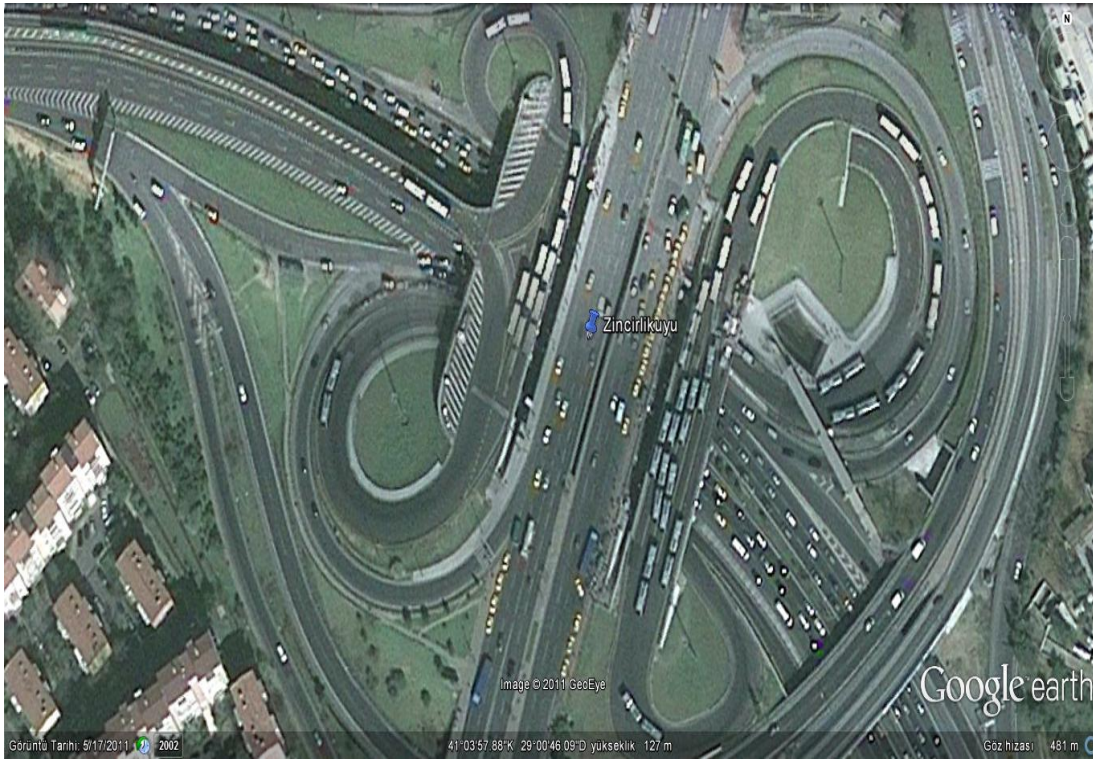
İstanbul Metrobüs sisteminin 2. Etapı hattın Zincirlikuyu'ya uzatılmasını içeriyordu. 8 Eylül 2008'de işletmeye açılan 2. Etapın uzunluğu, Topkapı – Mecidiyeköy arası 10 kilometre ve Mecidiyeköy – Zincirlikuyu arası 1,8 kilometre olmak üzere 11,8 kilometre olup hattın toplam uzunluğu 30,1 kilometreye ulaşmıştır (Şekil 3.8). 2. Etap ile birlikte D100 ve O1 karayollarına 11 adet istasyon ve Zincirlikuyu bölgesinde yonca yaprağı şeklinde dönel kavşak, Edirnekapı ve Zincirlikuyu bölgelerinde Metrobüs taşıtları için park alanları inşa edilmiştir (Şekil 3.7).

Metrobüs sisteminin işletilmeye başlandığı günden itibaren en fazla yolcunun kullandığı Zincirlikuyu ve Mecidiyeköy istasyonları da yine 2. Etap ile kullanıma açılmıştır

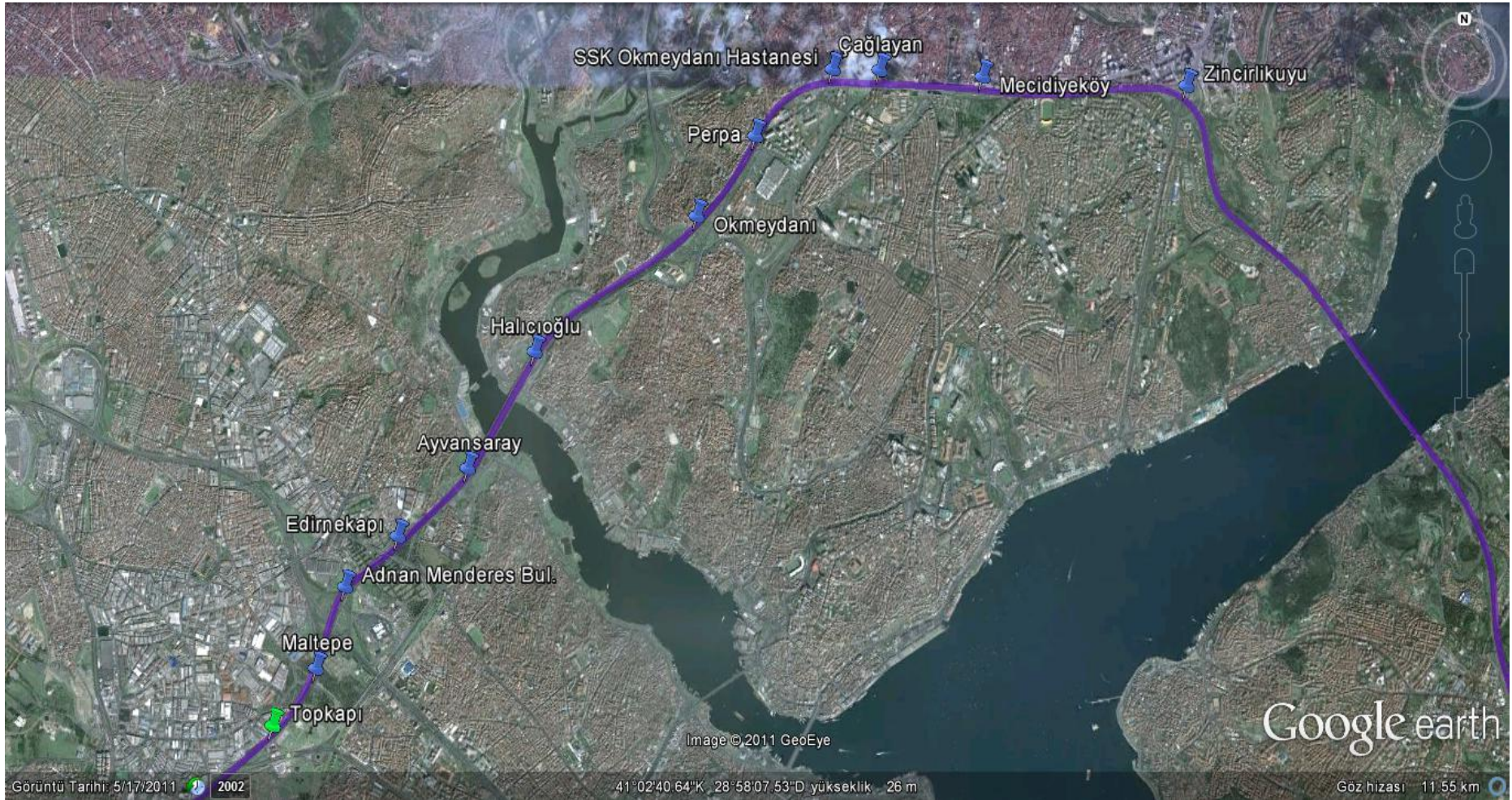
Metrobüs sisteminin 2. Etapı ile daha önce yaklaşık 100-120 dakikada alınan Avcılar-Zincirlikuyu arası 50 dakikaya kadar inmiştir. Ayrıca hatta paralel olarak çalışan İETT ve ÖHO hatları ve minibüs hatları kademeli olarak azaltılarak işletmeden kaldırılmıştır. Bununla birlikte Metrobüs, Avcılar – Mecidiyeköy koridoru boyunca doğrusal olarak işleyen tek toplu taşıma sistemi olmuş, bu da yolcu sayısını fazlasıyla artırmıştır. Bu artışın yarattığı en büyük sıkıntılardan birisi olan istasyon geometrilerinin ve üst geçitlerin yetersizliği daha göze çarpar hale gelmiştir.

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 (İBB, 2009).

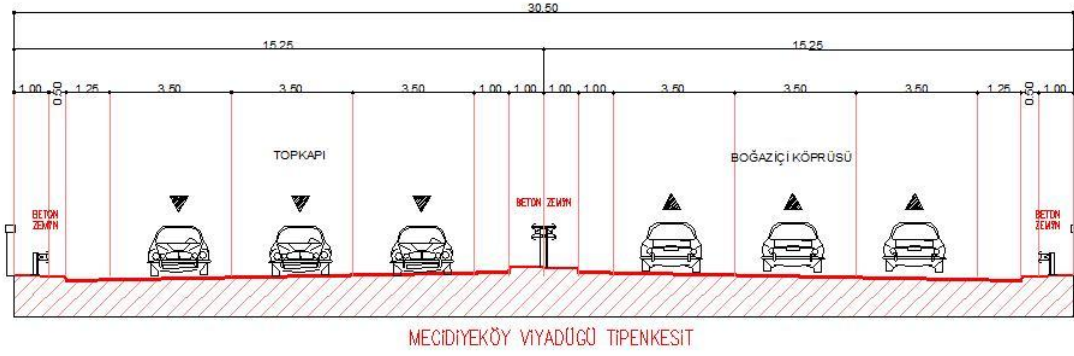
Projenin öncesinde 2X3 kesitli, orta refrüj genişliği 3 metre olan ve emniyet şeritlerine sahip olan D100 karayolu, 2X3 normal trafik, 2X2 yanyol şeritli ve yol ortasında 2 metrobüs şeridinde sahip olmuştur (Şekil 3.9 ve Şekil 3.10). Metrobüs aksı boyunca emniyet şeritleri ortadan kaldırılmıştır. Genel olarak D100 karayolunun şerit sayısında değişiklik olmamış, sadece Haliç Köprüsü üzerinde Halıcıoğlu – Ayvansaray yönünde şerit sayısı 3'ten 2'ye inmiştir.



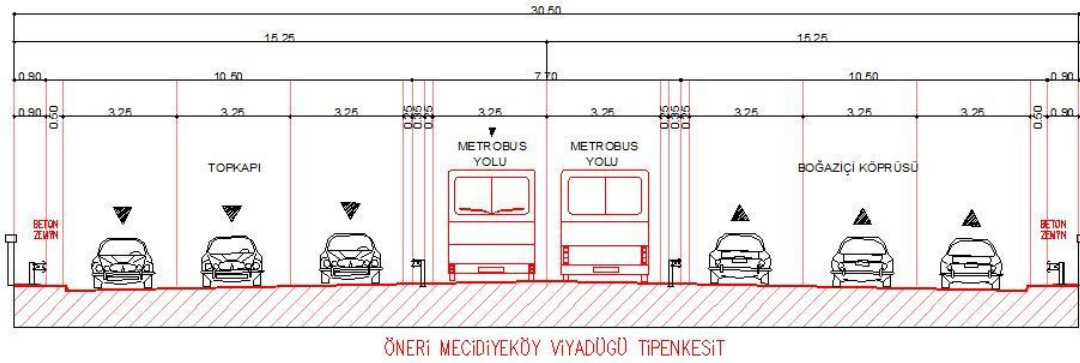
Şekil 3.7 : Zincirlikuyu Metrobüs istasyonu.



Şekil 3.8 : İstanbul Metrobüs sistemi 2. Etap istasyonları.

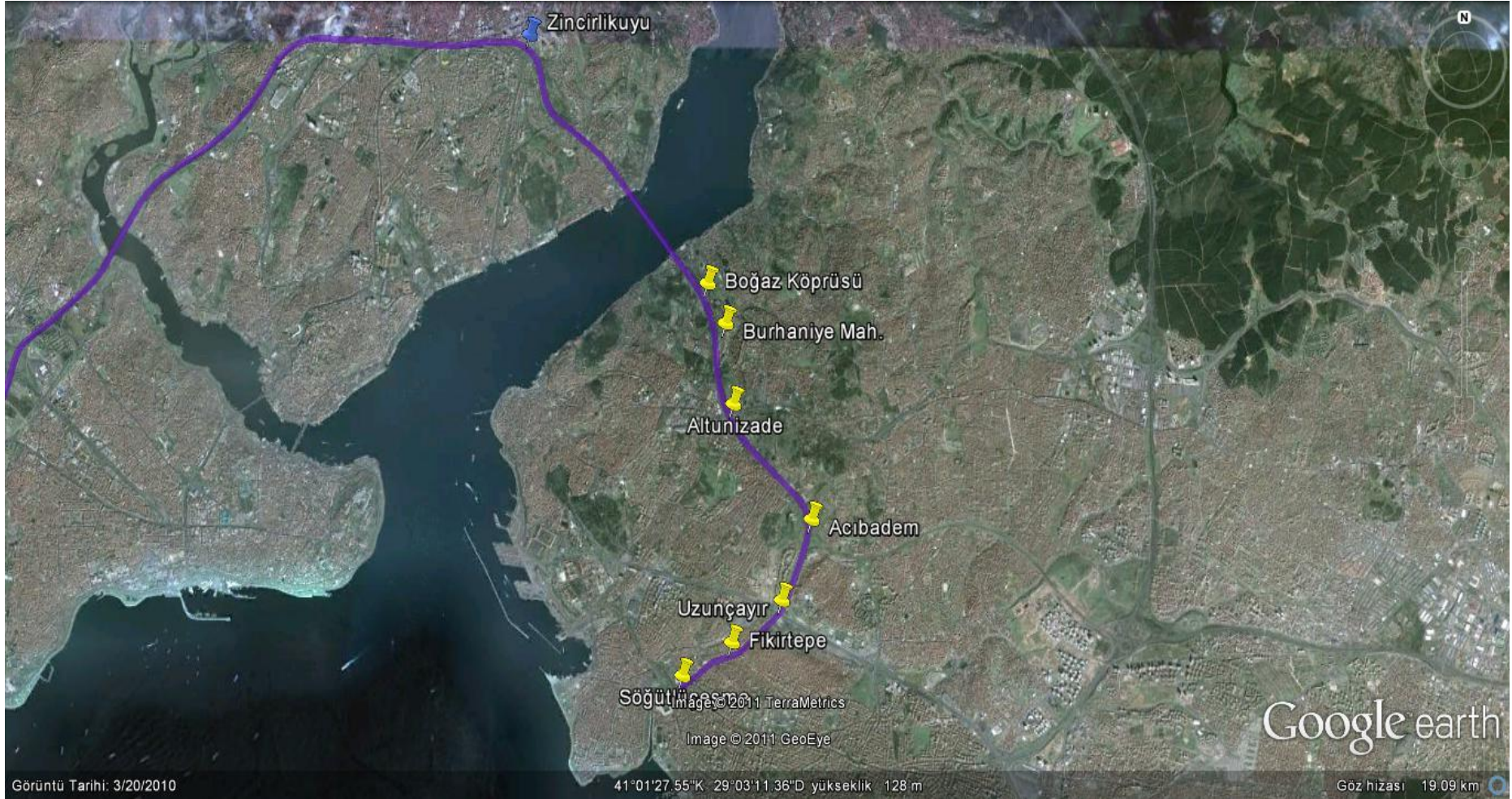


Şekil 3.9 : Metrobüs öncesi Mecidiyeköy viyadüğü enkesiti.



Şekil 3.10 : Metrobüs sonrası Mecidiyeköy viyadüğü enkesiti.

İstanbul Metrobüs sisteminin 3. Etapı 3 Mart 2009’da işletilmeye başlanan, 14 kilometre uzunluğa sahip Zincirlikuyu – Söğütluçeşme bağlantısıdır ve bu etap ile Metrobüs sisteminin toplam uzunluğu 44,1 kilometreye ulaşmıştır (Şekil 3.11). Ayrıca 3. Etap Metrobüs sistemini Boğaziçi köprüsünden geçirmiştir. Ancak Metrobüs araçları Boğaziçi köprüsünden, Avrupa yakası tarafında Zincirlikuyu istasyonundan sonra yaklaşık 1.5 kilometre sisteme ayrılmış yoldan devam edip, normal trafiğe köprü girişinden yaklaşık 1 kilometre önce dahil olup köprü sonrası Anadolu yakası tarafında yaklaşık 700 metre sonra kendi tahsisli yoluna dönmektedir. Dolayısıyla Metrobüs araçları Boğaziçi Köprüsü de dahil edildiğinde yaklaşık 3 kilometre normal trafiğin içinde yol almaktadır. Bu durum Metrobüs sistemini Boğaziçi köprüsü trafiğinden etkilenir hale getirmekte, tıkanıklık durumlarında işletme hızını düşürüp, yolculuk süresini artırmaktadır.



Şekil 3.11 : İstanbul Metrobüs sistemi 3. Etap istasyonları.

Metrobüsün 3. etabı ile 7 istasyon ve Söğütlüçeşme’de Metrobüs araçlarının dönebileceği bir bölgeye sahip olan Metrobüs sistemi, Söğütlüçeşme istasyonunda Haydarpaşa – Gebze banliyo hattı ile ve Uzunçayır istasyonunda Anadolu D100 karayolu ile bağlantılı olmuştur (Şekil 3.12). Bu bağlantılar ile artan yolculuk sayısını karşılayabilmek için 2009 yılı boyunca 100 adet CapaCity ve 35 adet Phileas marka körüklü otobüs alınmıştır. Bunun yanında Metrobüs hattında turnikelerden geçişleri kontrol etmek ve yolcuların güvenliğini artırmak amacıyla görevlendirilen güvenlik görevlileri 2010 yılının Ocak ayında çalışmaya başlamıştır.

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 3.13), özellikle ilk istasyonlarda otobüslerin dolu olarak hareket etmesi nedeniyle ara istasyonlarda otobüslere binmek zorlaşmıştır.



Şekil 3.12 : Söğütlüçeşme Metrobüs istasyonu (15 Nisan 2009).



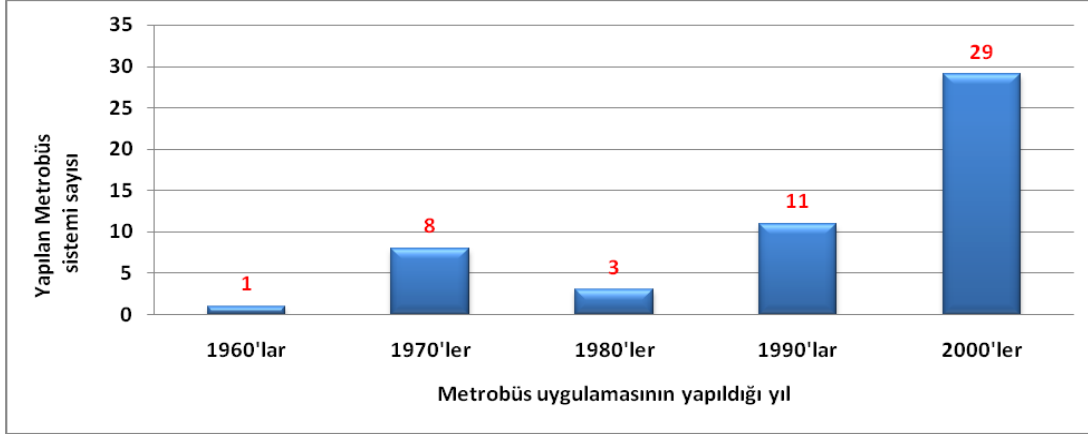
Şekil 3.13 : Avcılar Metrobüs istasyonu (12 Ekim 2010).

3.2 Metrobüs Sistem Bileşenlerinin Değerlendirmesi

Dünyadaki tüm Metrobüs sistemlerinde olduğu gibi, İstanbul Metrobüs uygulamasının kapasitesine, güvenliğine, güvenilirliğine ve sistem performansına etki eden seyir yolları, istasyonlar, taşıtlar, ücret toplama, hizmet ve işletim planları ve akıllı ulaştırma sistemleri ile ilişkiler, olarak sıralayabildiğimiz bileşenleri vardır.

İstanbul’da ulaşım türlerinden kara, deniz ve raylı ulaştırma türleri bulunmaktadır. Ulaşım türlerinin İstanbul ulaşımındaki oranları, deniz ulaşımı % 3,3, raylı sistemin ulaşımı % 8,1 ve karayolu ile yapılan ulaşım % 88,6’dır (Ergün, 2010). Karayolu ile yapılan yolculukların ise % 8’i Metrobüs sistemi ile yapılmaktadır (İBB, 2011). İstanbul Metrobüs sistemini değerlendirirken öncelikle dünyadaki diğer metrobüs örnekleri ile yapılan karşılaştırmanın sisteme dair yapılacak değerlendirme ve önerilere ışık tutabilecektir.

Metrobüs uygulamaları 20. yüzyılın son çeyreğiyle beraber dünyanın çeşitli ülkelerinde kullanılmaya başlanmıştır. 2000’li yıllar ile kentlerdeki Metrobüs uygulamalarında artış gözlemlenmiştir. Buna da en çok başarılı Metrobüs sistemi örneklerinin ortaya çıkmasının etkili olduğunu söyleyebiliriz (Şekil 3.14) (Baker, 2003) (Url-6).



Şekil 3.14 : Dünyadaki metrobüs sistemi yapılışlarının yıllara göre dağılımı.

İstanbul metrobüs sisteminin dünyadaki diğer örnekler ile karşılaştırırken özellikle metropolitan kent nüfusunun yüksek olduğu şehirlere göre karşılaştırılacaktır. Şekil 3.16’da karşılaştırılan şehirlerin nüfusları gösterilmiştir.

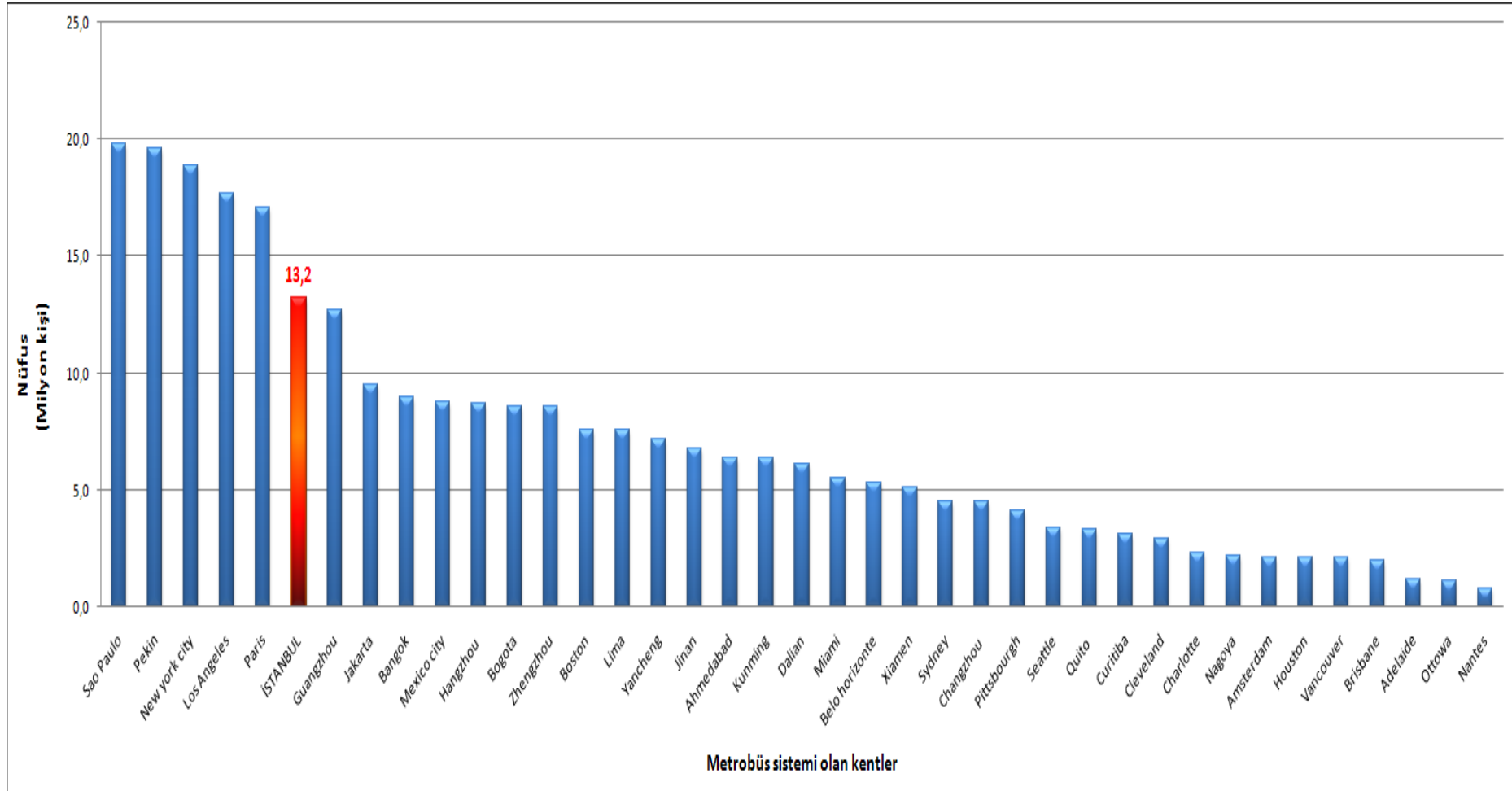
Dünyadaki metrobüs örneklerinin sistem bileşenleri genel olarak incelendiğinde sistemlerin büyük bir kısmını İstanbul’daki metrobüs sistemi ile aynı özelliklere sahip olduğu görülebilir (Çizelge 3.1- 3.2 -3.3 -3.4). Buna göre dünyadaki metrobüs sistemlerinin ayrılmış otobüs yollarına sahip olduğu, ayrı istasyonlara sahip olup araç dışında da ücret toplandığı ve otobüslerinde ayırt edici özellikler bulunduğu söylenebilir (Baker, 2003) (Url-6).

Yüksek doluluğa sahip araç şeritleri dünyada sadece Amerika Birleşik Devletlerinin şehirlerinde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra Metrobüs sistemlerinin özellikle Çin ve Amerika Birleşik Devletleri’nde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Dünyadaki Metrobüs uygulamalarından Çin’deki Zhengzhou kentindeki Metrobüs sistemi dairesel olup yine Çin Xiamen ve Nagoya kentindeki Metrobüs hattının yolu normal trafiğin üst kısmında yapılan köprülerden oluşmaktadır (Şekil 3.15) (Url-6).



Şekil 3.15 : Çin Zhengzhou ve Xiamen metrobüs sistemleri.



Şekil 3.16 : İstanbul Metrobüs sistemi ile karşılaştırılan şehirlerin nüfusları.

Çizelge 3.1 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.

Şehir	Ülke	Şehir Nüfusu (Milyon kişi)	Metrobüs sisteminin açıklaması	Ayrılmış otobüs yolu var mı?	Duraklar istasyon şeklinde mi?	Otobüslerde ayırıcı işaret bulunuyor mu?	Araç dışında ücret toplama sistemi var mı?
Avrupa							
Paris	Fransa	17,1	TVM otobüs yolu	√	√	√	√
İSTANBUL	Türkiye	13,2	D100&O1 Karayolu Orta Otobüs yolu	√	√	√	√
Amsterdam	Hollanda	2,1	Zuidtangent Otobüs yolu	√	√	√	√
Nantes	Fransa	0,8	Emilie Gabory caddesi otobüs yolu	√	√	√	√
Avustralya							
Sydney	Avustralya	4,5	Liverpool-Parramatta otobüs yolu ve şeritleri	√	√		
Brisbane	Avustralya	2,0	South East otobüs yolu	√	√		
Adelaide	Avustralya	1,2	O-Bahn Guided otobüs yolu	√	√		

Çizelge 3.2 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.

Şehir	Ülke	Şehir Nüfusu (Milyon kişi)	Metrobüs sisteminin açıklaması	Ayrılmış otobüs yolu var mı?	Duraklar istasyon şeklinde mi?	Otobüslerde ayırıcı işaret bulunuyor mu?	Araç dışında ücret toplama sistemi var mı?
Kuzey Amerika							
New York City	ABD	18,9	I-495 NJ, I-495 NY, Gowanus Expressway Contra kentiçi kısıtlanmış otobüs şeritleri		√		
Los Angeles	ABD	17,7	Harbor Freeway HOV/Busway San Bernardino Freeway HOV/Busway	√	√	√	
Boston	ABD	7,6	Silver Line - otobüs tüneli, şeritleri	√	√	√	√
Miami	ABD	5,5	Miami-S. Dade otobüs yolu	√	√		
Pittsburgh	ABD	4,1	South, East, West otobüs yolu	√	√		
Seattle	ABD	3,4	Otobüs tüneli	√	√	√	
Cleveland	ABD	2,9	Euclid Ave. kentiçi orta otobüs yolu	√	√	√	
Charlotte	ABD	2,3	Independence Blvd, Otoyol otobüs yolu	√	√		
Houston	ABD	2,1	Yüksek doluluğa sahip araç şeridi sistemi (HOV)	√	√	Yol üzerinde işaretleme var	
Vancouver	ABD	2,1	Broadway&Richmond karma trafik üzeri otobüs şeritleri	kısa orta otobüs	√	√	
Ottawa	Kanada	1,1	Transit System (otobüs yolu ve şeritleri)	√	√		

Çizelge 3.3 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.

Şehir	Ülke	Şehir Nüfusu (Milyon kişi)	Metrobüs sisteminin açıklaması	Ayrılmış otobüs yolu var mı?	Duraklar istasyon şeklinde mi?	Otobüslerde ayırıcı işaret bulunuyor mu?	Araç dışında ücret toplama sistemi var mı?
Güney Amerika							
Sao Paulo	Brezilya	19,8	9 De julho&Jaraquara orta otobüs yolu	√	Orta otobüs istasyonu var		
Mexico city	Meksika	8,8	Transparencia Otobüs yolu	√	√	√	√
Bogota	Kolombiya	8,6	TransMilenio orta otobüs yolu	√	√	√	√
Lima	Peru	7,6	Metropolitano otobüs yolu	√	√	√	√
Belo horizonte	Brezilya	5,3	Avenida Christiano orta otobüs yolu	√	4 terminal istasyonu var		
Quito	Ekvador	3,3	Orta otobüs yolu	√	√	√	√
Curitiba	Brezilya	3,1	Orta otobüs yolu	√	√	√	√

Çizelge 3.4 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin bileşenleri.

Şehir	Ülke	Şehir Nüfusu (Milyon kişi)	Metrobüs sisteminin açıklaması	Ayrılmış otobüs yolu var mı?	Duraklar istasyon şeklinde mi?	Otobüslerde ayırıcı işaret bulunuyor mu?	Araç dışında ücret toplama sistemi var mı?
Asya							
Pekin	Çin	19,6	Anding caddesi otobüs yolu		√	√	√
Guangzhou	Çin	12,7	Orta Otobüs yolu	√	√	√	√
Jakarta	Endonezya	9,5	Transjakarta	√	√	√	√
Bangkok	Tayland	9	Tahanon Rama Otobüs yolu			√	√
Hangzhou	Çin	8,7	Ekspres otobüs yolu	√	√	√	√
Zhengzhou	Çin	8,6	Orta otobüs yolu (dairesel hat)	√	√	√	√
Yancheng	Çin	7,2	Orta otobüs yolu	√	√	√	√
Jinan	Çin	6,8	Orta otobüs yolu	√	√	√	√
Ahmedabad	Hindistan	6,4	Janmarg Otobüs yolu	√	√	√	
Kunming	Çin	6,4	Orta otobüs yolu	√			√
Dalian	Çin	6,1	Orta Otobüs yolu	√	√	√	√
Xiamen	Çin	5,1	Cadde üstü otobüs yolu	√	√	√	√
Changzhou	Çin	4,5	Orta Otobüs yolu	√	√	√	√
Nagoya	Japonya	2,2	Klavuzlanmış otobüs yolu	√	√		√

3.2.1 İstanbul metrobüs sisteminin seyir yolları

3.2.1.1 Genel değerlendirme

İstanbul Metrobüs sistemi D100 ve O1 karayollarının orta kısmında kendi yoluna sahiptir. Hattın iki ucundaki terminal işlevi gören Avcılar ve Söğütlüçeşme istasyonlarına ek olarak Topkapı, Edirnekapı ve Zincirlikuyu istasyonları da terminal işlevi görecek dönüş rampalarına sahiptir. Hemzemin olarak inşa edilmesine rağmen tüm kavşaklar katlı kavşak olarak tasarlandığı için normal trafikle herhangi bir kesişmeleri yoktur. Ayrıca metrobüs hattı ile normal trafik arasındaki ayırım oto korkuluk ve bariyer hatatlarıyla sağlanmıştır. Bu nedenle taşıtlar normal trafikten etkilenmediği gibi sistemin kimliği üzerinde olumlu etkiler bırakır.

O1 karayolunun Boğaziçi köprüsü kesimi Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait olup, Boğaziçi Köprüsünde Metrobüs sistemi için düzenleme yapılmasına izin verilmemiştir. Be nedenle Metrobüs araçları Zincirlikuyu – Boğaziçi Köprüsü istasyonları arasındaki 3 kilometrelik bölümü normal trafiğe dâhil olarak katetmektedir. Ayrıca söz konusu istasyonlar arasındaki Metrobüs sisteminin yolları yolun kenar kısmındadır.

Her yönde birer şeride sahip Metrobüs hattında, yönler arasında ayraç olarak çizgiler kullanılmaktadır. Böylece otobüsler karşı yöndeki şeridi kısmi biçimde kullanarak duran bir taşıtı geçebilmelerine olanak sağlanmıştır. Bunun dışında herhangi bir sollama şeridi yoktur. Bu nedenle zirve saatlerdeki yoğunluk nedeniyle sistemde fazla sayıda araç bulunduğu için sollama yapmak olanaksızdır (Şekil 3.17).

Metrobüs, İstanbul'un en önemli ulaşım koridorlarından birisinde işletildiği için gerçekleşen aksaklıklar sistemin güvenilirliğini fazlasıyla etkilemektedir. Metrobüs hattının tamamı iki yönde birer şerit olarak tasarlanmasının güvenilirliği etkileyen, bir sonucu ise sistemin herhangi bir noktasında gerçekleşebilecek kaza, otobüs bozulması veya işletmeye dair bir aksaklıkta sistemin tamamı kilitlenmekte ve metrelerce araç kuyrukları oluşmaktadır.

Sistem D100 ve O1 yollarıyla tam olarak ayrıldığı için aksaklıklara müdahale etmek zorlaşmaktadır. Bu nedenle, yolcular metrobüs taşıtlarında uzun süreler beklemek veya taşıttan inip metrobüs yolunda yürümek zorunda kalmaktadırlar. 12 Şubat 2010

günü Mecidiyeköy metrobüs istasyonunda bir otobüsün bozulmasının yol açtığı yolcu birikmesini Şekil 3.18’de görebiliriz.



Şekil 3.17 : İncirli Metrobüs istasyonu (9 Kasım 2009).



Şekil 3.18 : Mecidiyeköy Metrobüs istasyonu (12 Şubat 2010).

Metrobüs projesi öncesinde D100 ve O1 karayollarının 2 X 3 olan kesitleri değişmeyip, genişletme yapılamayan bölgelerde şerit genişliği 3,5 metreden 3,25 metreye düşmüştür. Bunların yanında karayoluna yan yollar eklenip transit trafiği rahatlatmak düşünülmüştür (Çizelge 3.5). Bu anlamda D100 veya O1 karayolundan yanyollara 33 çıkış ve yanyollardan D100 ve O1 karayoluna 35 giriş yapılmıştır.

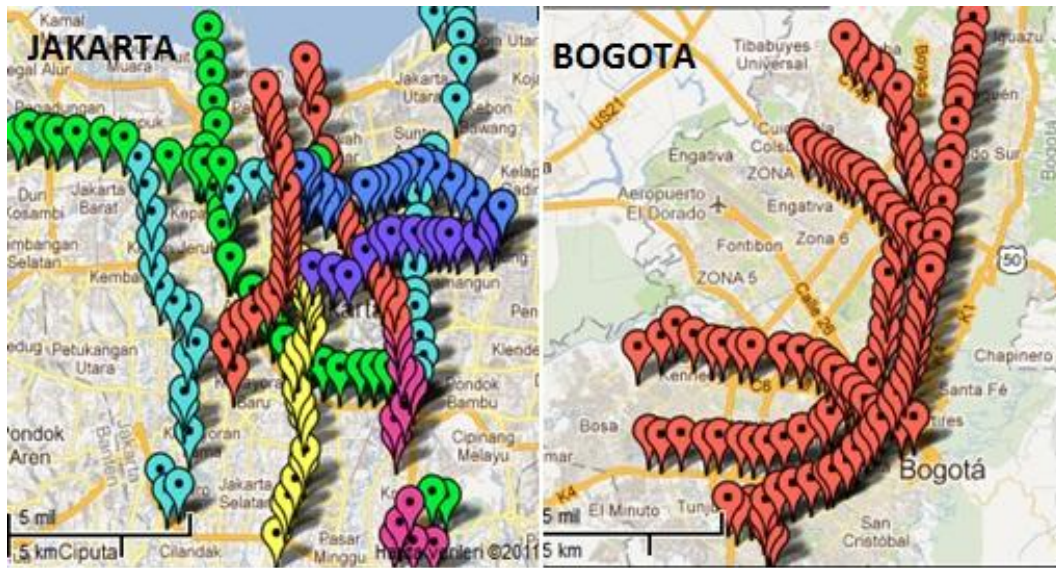
Çizelge 3.5 : Metrobüs projesi öncesi ve sonrası şerit düzeni (Güven, 2008).

	Uygulamadan Önce		Uygulamadan Sonra	
	Şerit Sayısı	Şerit Genişliği	Şerit Sayısı	Şerit Genişliği
D-100 Karayolu	2 x 3	3,50 m	2 x 3	3,25–3,50 m
Yan-Yol	-	-	2 x 2	3,00 m
Metrobüs Yolu	-	-	2 x 1	3,50 m

3.2.1.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma

İstanbul metrobüs sisteminin seyir yolunun 3 kilometrelik bölümü normak trafikle karma olarak, 41,3 kilometrelik bölümü ise normal trafikten yol ortasında ayrılmış durumdadır.

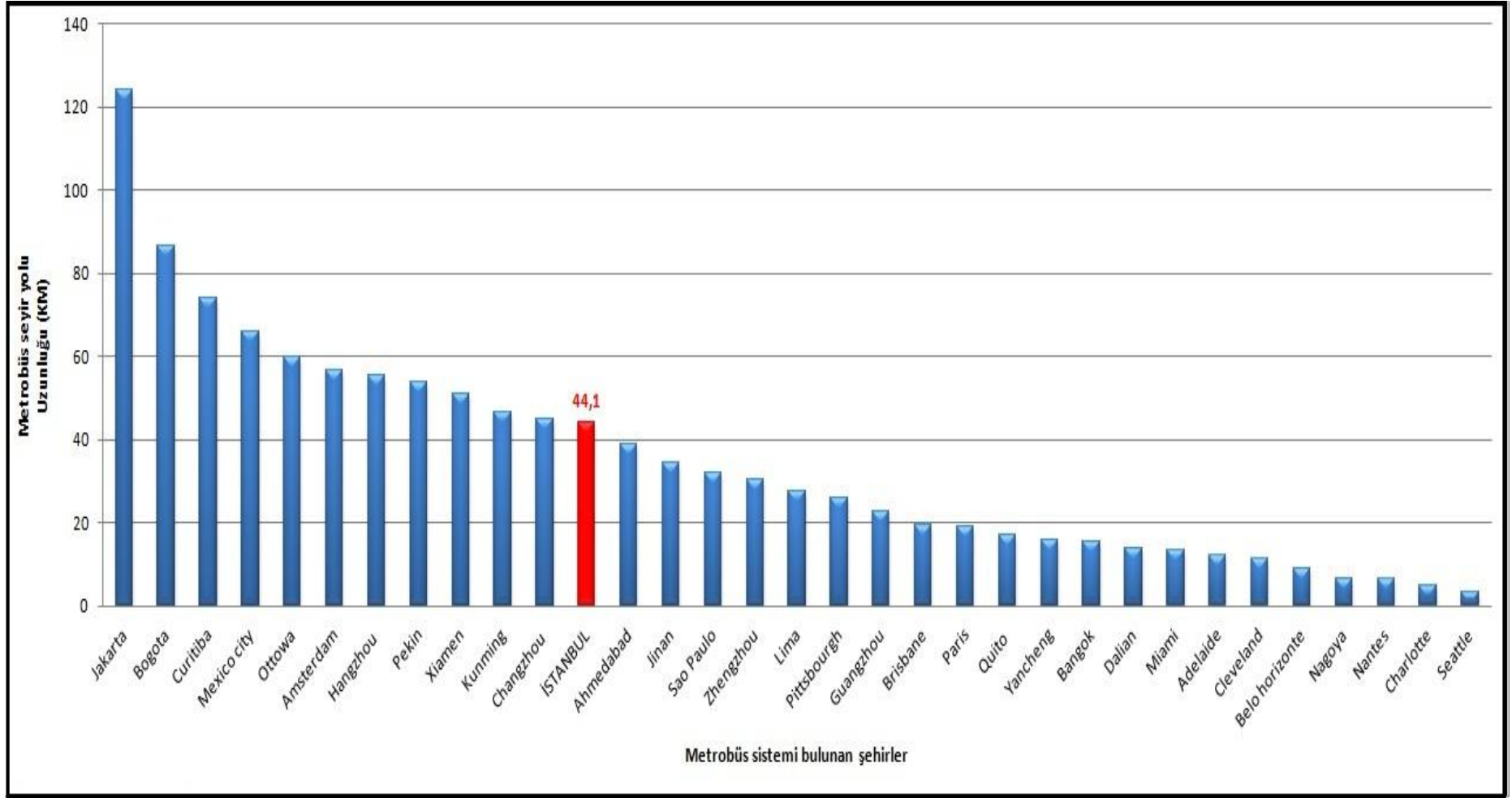
Dünyadaki metrobüs örneklerine bakıldığında en uzun adanmış metrobüs yoluna sahip olan şehrin 124 kilometre ile Endonezya'nın Jakarta şehri, hemen ardından da dünyadaki metrobüs uygulamalarına referans kaynağı olan 86.5 kilometre ile Kolombiya'nın Bogota şehri gelmektedir (Çizelge 3.6, Şekil 3.20). Bu iki şehirde de metrobüs sistemi bir hat üzerinde olmayıp, ağ şeklinde birden fazla caddeyi kapsamaktadır (Şekil 3.19) (Baker, 2003) (Url-6).



Şekil 3.19 : Jakarta ve Bogota şehirleri Metrobüs sistemleri (Url-6).

Çizelge 3.6 : Dünyadaki Metrobüs sistemlerinin seyir yolu özellikleri (Baker, 2003)
(Url-6).

Şehir	Otobüslere Tahsis yolunun uzunluğu (KM)	Otobüs yolunun Normal trafikteki konumu
Jakarta	124	Ortada
Bogota	86,5	Ortada
Curitiba	74,0	Değişken (Çoğunlukla ortada)
Mexico city	66,0	Ortada
Ottowa	60,0	Kenarda
Amsterdam	56,7	Normal trafikten farklı rotası var
Hangzhou	55,4	Değişken
Pekin	54	Ortada
Xiamen	51	Yükletilmiş yol
Kunming	46,7	Ortada
Changzhou	44,9	Ortada
İSTANBUL	44,1	Ortada
Ahmedabad	39	Ortada
Jinan	34,4	Ortada
Sao Paulo	32,0	Ortada
Zhengzhou	30,5	Ortada
Lima	27,5	Ortada
Pittsburgh	26,0	Normal trafikten farklı rotası var
Guangzhou	22,5	Ortada
Brisbane	19,3	Normal trafikten farklı rotası var
Paris	19,1	Değişken (Çoğunlukla ortada)
Quito	16,9	Ortada
Yancheng	16	Ortada
Bangkok	15,3	Ortada
Dalian	13,7	Değişken (Çoğunlukla ortada)
Miami	13,2	Kenarda
Adelaide	12,0	Normal trafikten farklı rotası var
Cleveland	11,3	Ortada
Belo horizonte	9,0	Ortada
Nagoya	6,7	Yükletilmiş yol
Nantes	6,6	Ortada
Charlotte	4,7	Ortada
Seattle	3,4	Normal trafikten farklı rotası var
Los Angeles	Karma yapılı (HOV)	
Boston	Karma yapılı (HOV)	
Houston	Karma yapılı (HOV)	
Vancouver	Karma yapılı (HOV)	
Sydney	Karma yapılı	
New york city	Karma yapılı	

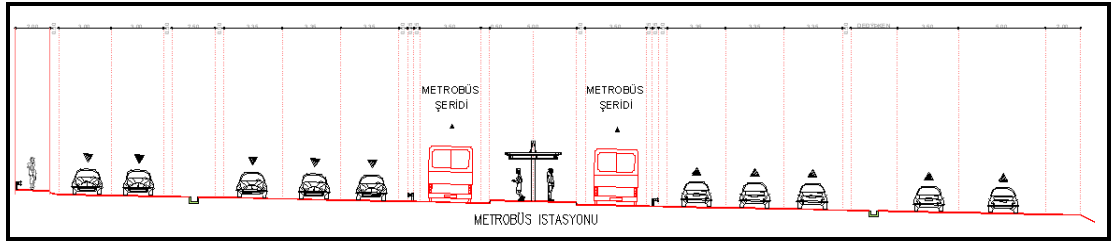


Şekil 3.20 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin seyir yolu uzunlukları.

3.2.2 İstanbul metrobüs sisteminin istasyonları

3.2.2.1 Genel değerlendirme

İstanbul Metrobüs sistemi Avcılar'dan Söğütlüçeşme'ye kadar 33 istasyona sahiptir. İstasyonlar yaklaşık 60 metre uzunlunda ve yaklaşık 4 metre genişliğinde tasarlanmış olup normal otobüs istasyonlarından ayrılıp bir hafif raylı sistem istasyonuna benzer şekilde işletilmektedir. Metrobüs hattının enkesiti Şekil 3.21'de gösterilmiştir. Sistem yol ortasında bulunduğu için istasyonlar da yol ortasındadır. Bu nedenle istasyonlara erişim; terminal istasyonlardan Zincirlikuyu ve Söğütlüçeşme, ara istasyonlardan Boğaz Köprüsü, Uzunçayır ve Fikirtepe istasyonlarına alt geçitler vasıtasıyla, diğer 28 istasyona ise üstgeçitler vasıtasıyla sağlanmaktadır.



Şekil 3.21 : Metrobüs istasyon enkesiti (Güven, 2008).

Bulundukları bölge nedeniyle terminal istasyon işlevi gören Avcılar, Şirinevler, Mecidiyeköy, Uzunçayır ve Söğütlüçeşme istasyonlarında ücret ödeme turnikeleri istasyon platformlarının üzerinde olmayıp, istasyonların girişlerinde üstgeçitlerde veya altgeçitlerde bulunmaktadır. Bu durum istasyonların alanını ve kapasitesini artırmakla beraber, söz konusu istasyonlardaki sıkışıklığı önleyememiştir.

İstanbul metrobüs istasyonlarına yayaların üstgeçit veya altgeçit kullanmadan erişmesi mümkün değildir. İstasyonların yolun ortasında bulunması nedeniyle de istasyonların en fazla 2 girişi bulunabilmektedir. Bu nedenle istasyon erişiminde kullanılan üstgeçitlerin veya altgeçitlerin genişliği, yüksekliği gibi geometrik özellikleri önemli olmakla beraber, engelli ve yaşlıların kullanabilmesi için asansör veya eğimli rampaların bulunmasına da dikkat edilmiştir.

İstanbul Metrobüs sisteminde altgeçit ve üstgeçit yetersizliklerine dönük olarak yapılan çalışmaların hepsi sistem işletilmeye başladıktan sonra yapılmıştır. Metrobüs kullanıcılarının istasyonlara dönük olarak ilk izlenimleri sistemin gerçekleştirdiği zaman tasarrufu ile birlikte istasyonlara erişimde yaşanan zorluklar

olmuştur. Bu durum da Metrobüs sisteminin imajını istenilen seviyeye yükseltmemiştir.

İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel işletmeleri Genel Müdürlüğü'nün (İETT) 2011 yılında Metrobüs kullanıcılarının; Metrobüs'ü ne sıklıkla ve hangi amaçla kullandıkları, Metrobüs'ü tercih etme sebepleri ve Metrobüs hizmetlerinden duydukları memnuniyet gibi konuları ortaya çıkartmak amacıyla 1121 kişi ile yaptığı müşteri memnuniyeti araştırması sonuçlarına göre metrobüs kullanan kişilerin en fazla Avcılar, Mecidiyeköy, Söğütlüçeşme, Zincirlikuyu, Şirinevler, Edirnekapi ve Sefaköy Metrobüs istasyonlarını kullandıkları görülmüştür (İETT 2011). Bu çalışma kapsamında İstanbul Metrobüs sisteminin Avcılar, Şirinevler, Uzunçayır ve Söğütlüçeşme istasyonlarında yolcuların sistemden indiği istasyonu belirlemek için 800 kişi ile yapılan anket çalışmasının sonuçlarının İETT'nin çalışması ile karşılaştırması Çizelge 3.7'de verilmiştir. Dolayısı ile bu istasyonları sistemin imajını en fazla etkileyen istasyonlar olarak belirtebiliriz (Çizelge 3.8, Çizelge 3.9 ve Şekil 3.22, Şekil 3.23).

Çizelge 3.7 : Metrobüs istasyonlarına gelirken yolcuların kullandığı araçlar.

Kullanılan Araçlar	Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma	
	Kişi sayısı	Yüzde	Kişi sayısı	Yüzde
Dolmuş & Minibüs	343	42,82%	355	25,50%
Tramvay & Metro	7	0,87%	49	3,52%
İETT & ÖHO	216	26,97%	431	30,96%
Özel araç	41	5,12%	18	1,29%
Servis aracı	2	0,25%	3	0,22%
Taksi	22	2,75%	47	3,38%
TCDD Banliyö Treni	42	5,24%	5	0,36%
Yürüme	128	15,98%	484	34,77%
TOPLAM	801		1392	

Çizelge 3.8 : Metrobüs yolcularının istasyon kullanımı ile ilgili yapılan anket çalışmalarının karşılaştırması.

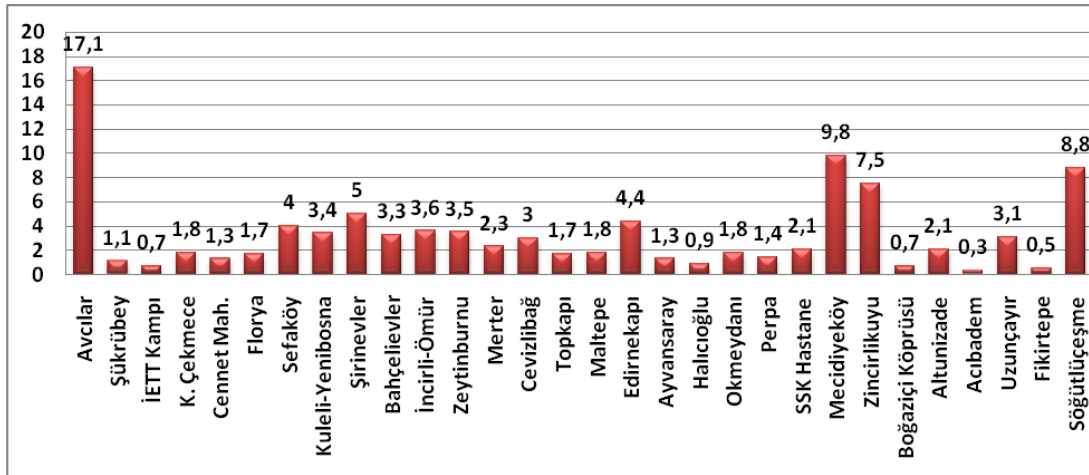
Binilen istasyon	AVCILAR				ŞİRİNEVLER				UZUNÇAYIR				SÖĞÜTLÜÇEŞME			
İnilen istasyon	Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma		Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma		Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma		Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma	
Avcılar	0	0,00%	0	0,00%	32	21,92	7	25,00	20	8,30%	1	7,14%	18	13,14	4	15,38
Şükrübey	1	0,36%	1	0,99%	0	0,00%	1	3,57%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
İETT Kampı	0	0,00%	1	0,99%	0	0,00%	1	3,57%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
K. Çekmece	0	0,00%	1	0,99%	2	1,37%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	2	1,46%	0	0,00%
Cennet Mah.	2	0,72%	1	0,99%	4	2,74%	1	3,57%	1	0,41%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Florya	0	0,00%	1	0,99%	0	0,00%	1	3,57%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Sefaköy	15	5,43%	4	3,96%	25	17,12%	1	3,57%	5	2,07%	0	0,00%	3	2,19%	0	0,00%
Kuleli-	20	7,25%	10	9,90%	0	0,00%	1	3,57%	9	3,73%	0	0,00%	3	2,19%	0	0,00%
Şirinevler	18	6,52%	8	7,92%	0	0,00%	0	0,00%	8	3,32%	0	0,00%	0	0,00%	4	15,38
Bahçelievler	14	5,07%	5	4,95%	1	0,68%	1	3,57%	7	2,90%	0	0,00%	3	2,19%	0	0,00%
İncirli-Ömür	16	5,80%	5	4,95%	1	0,68%	0	0,00%	9	3,73%	0	0,00%	3	2,19%	1	3,85%
Zeytinburnu	26	9,42%	3	2,97%	3	2,05%	0	0,00%	7	2,90%	1	7,14%	0	0,00%	2	7,69%
Merter	35	12,68	1	0,99%	5	3,42%	0	0,00%	8	3,32%	1	7,14%	2	1,46%	1	3,85%
Cevizlibağ	10	3,62%	5	4,95%	5	3,42%	1	3,57%	2	0,83%	0	0,00%	4	2,92%	0	0,00%
Topkapı	14	5,07%	2	1,98%	4	2,74%	0	0,00%	4	1,66%	1	7,14%	0	0,00%	1	3,85%
Maltepe	6	2,17%	0	0,00%	2	1,37%	0	0,00%	4	1,66%	0	0,00%	0	0,00%	1	3,85%

Çizelge 3.8 (devam): Metrobüs yolcularının istasyon kullanımı ile ilgili yapılan anket çalışmalarının karşılaştırması.

Binilen istasyon	AVCILAR				ŞİRİNEVLER				UZUNÇAYIR				SÖĞÜTLÜÇEŞME			
İnilen istasyon	Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma		Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma		Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma		Tez Kapsamında yapılan çalışma		İETT'nin yaptığı çalışma	
Edirnekapı	3	1,09%	3	2,97%	3	2,05%	1	3,57%	3	1,24%	0	0,00%	1	0,73%	3	11,54%
Ayvansaray	5	1,81%	2	1,98%	3	2,05%	1	3,57%	2	0,83%	0	0,00%	1	0,73%	0	0,00%
Halıcıoğlu	1	0,36%	1	0,99%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Okmeydanı	10	3,62%	3	2,97%	5	3,42%	4	14,29%	5	2,07%	0	0,00%	5	3,65%	2	7,69%
Perpa	2	0,72%	1	0,99%	0	0,00%	1	3,57%	2	0,83%	0	0,00%	2	1,46%	0	0,00%
SSK Hastane	0	0,00%	2	1,98%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Çağlayan	10	3,62%	0	0,00%	4	2,74%	0	0,00%	11	4,56%	0	0,00%	6	4,38%	0	0,00%
Mecidiyeköy	23	8,33%	12	11,88%	20	13,70%	1	3,57%	58	24,07%	4	28,57%	36	26,28%	3	11,54%
Zincirlikuyu	24	8,70%	15	14,85%	16	10,96%	4	14,29%	56	23,24%	3	21,43%	42	30,66%	2	7,69%
Boğaziçi	3	1,09%	0	0,00%	1	0,68%	0	0,00%	3	1,24%	1	7,14%	1	0,73%	0	0,00%
Altunizade	3	1,09%	3	2,97%	1	0,68%	0	0,00%	12	4,98%	0	0,00%	3	2,19%	0	0,00%
Acıbadem	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	2	1,46%	1	3,85%
Uzunçayır	2	0,72%	4	3,96%	4	2,74%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	3,85%
Fikirtepe	0	0,00%	1	0,99%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Söğütlüçeşme	13	4,71%	6	5,94%	5	3,42%	1	3,57%	5	2,07%	2	14,29	0	0,00%	0	0,00%
Toplam	276		10		146		28		241		14		137		26	

Çizelge 3.9 : İstasyonların iniş-biniş toplam kullanım yüzdeleri (İETT 2011).

İstasyonlar	Binilen İstasyon		İnilen İstasyon		Toplam	
	Kişi sayısı	Yüzde (%)	Kişi sayısı	Yüzde (%)	Kişi sayısı	Yüzde (%)
Avcılar	204	18,2	179	16,0	383	17,1
Şükrübey	11	1,0	13	1,2	24	1,1
İETT Kampı	10	0,9	5	0,4	15	0,7
K. Çekmece	23	2,1	17	1,5	40	1,8
Cennet Mah.	19	1,7	11	1,0	30	1,3
Florya	19	1,7	18	1,6	37	1,7
Sefaköy	44	3,9	45	4,0	89	4,0
Kuleli-Yenibosna	42	3,7	34	3,0	76	3,4
Şirinevler	60	5,4	53	4,7	113	5,0
Bahçelievler	30	2,7	43	3,8	73	3,3
İncirli-Ömür	49	4,4	33	2,9	82	3,6
Zeytinburnu	48	4,3	30	2,7	78	3,5
Merter	28	2,5	24	2,1	52	2,3
Cevizlibağ	50	4,5	18	1,6	68	3,0
Topkapı	15	1,3	23	2,1	38	1,7
Maltepe	26	2,3	14	1,2	40	1,8
Edirnekapı	63	5,6	36	3,2	99	4,4
Ayvansaray	16	1,4	13	1,2	29	1,3
Halıcıoğlu	11	1,0	10	0,9	21	0,9
Okmeydanı	10	0,9	30	2,7	40	1,8
Perpa	19	1,7	12	1,1	31	1,4
SSK Hastane	24	2,1	22	2,0	46	2,1
Mecidiyeköy	99	8,8	120	10,7	219	9,8
Zincirlikuyu	60	5,4	108	9,6	168	7,5
Boğaziçi Köprüsü	8	0,7	7	0,6	15	0,7
Altunizade	25	2,2	23	2,1	48	2,1
Acıbadem	3	0,3	4	0,4	7	0,3
Uzunçayır	32	2,9	40	3,6	72	3,1
Fikirtepe	6	0,5	6	0,5	12	0,5
Söğütlüçeşme	67	6,0	130	11,6	197	8,8
Toplam	1121	100,0	1121	100,0	2242	100,0



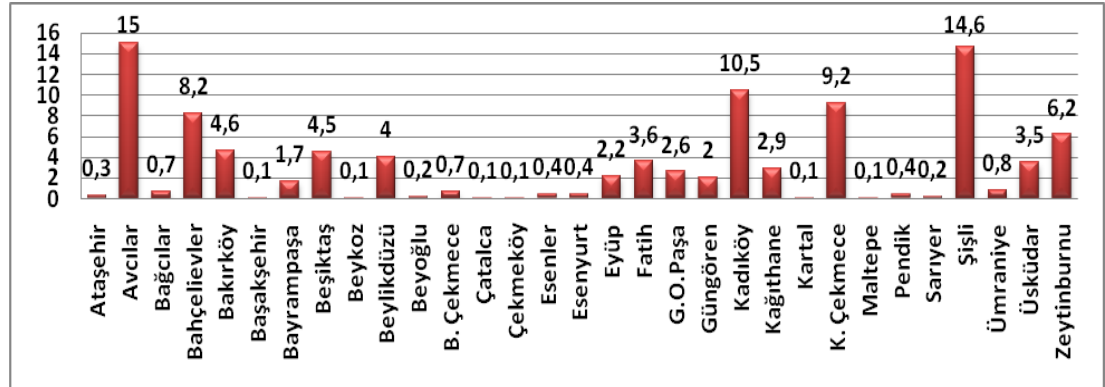
Şekil 3.22 : İstasyonların iniş-biniş toplam kullanım yüzdeleri.

Çizelge 3.10 : İstasyonlardaki iniş-binişlerin ilçelere dağılımı (İETT 2011).

İlçeler	Yolculuğun Başlangıç Noktası		Yolculuğun Bitiş Noktası		Toplam	
	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde
Ataşehir	5	0,4	2	0,2	7	0,3
Avcılar	176	15,7	161	14,4	337	15
Bağcılar	8	0,7	8	0,7	16	0,7
Bahçelievler	91	8,1	93	8,3	184	8,2
Bakırköy	61	5,4	42	3,7	103	4,6
Başakşehir	-	-	2	0,2	2	0,1
Bayrampaşa	27	2,4	11	1	38	1,7
Beşiktaş	36	3,2	64	5,7	100	4,5
Beykoz	-	-	2	0,2	2	0,1
Beylikdüzü	64	5,7	26	2,3	90	4
Beyoğlu	3	0,3	2	0,2	5	0,2
B. Çekmece	6	0,5	10	0,9	16	0,7
Çatalca	1	0,1	-	-	1	0,1
Çekmeköy	1	0,1	1	0,1	2	0,1
Esenler	4	0,4	6	0,5	10	0,4
Esenyurt	7	0,6	2	0,2	9	0,4
Eyüp	28	2,5	23	2,1	51	2,2
Fatih	43	3,8	39	3,5	82	3,6
G.O.Paşa	46	4,1	12	1,1	58	2,6
Güngören	23	2,1	23	2,1	46	2

Çizelge 3.10 (devam): İstasyonlardaki iniş-binişlerin ilçelere dağılımı (İETT 2011).

İlçeler	Yolculuğun Başlangıç Noktası		Yolculuğun Bitiş Noktası		Toplam	
	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde	Kişi	Yüzde
Kadıköy	86	7,7	150	13,4	236	10,5
Kağıthane	25	2,2	40	3,6	65	2,9
Kartal	-	-	2	0,2	2	0,1
K. Çekmece	99	8,8	107	9,5	206	9,2
Maltepe	1	0,1	1	0,1	2	0,1
Pendik	3	0,3	5	0,4	8	0,4
Sarıyer	2	0,2	2	0,2	4	0,2
Şişli	145	12,9	183	16,3	328	14,6
Ümraniye	5	0,4	12	1,1	17	0,8
Üsküdar	42	3,7	37	3,3	79	3,5
Zeytinburnu	83	7,4	53	4,7	136	6,2
Toplam	1121	100	1121	100	2242	100



Şekil 3.23 : İstasyonlardaki iniş-binişlerin ilçelere dağılımı.

Her 100 Metrobüs kullanıcısından 7'sinin Metrobüs istasyonuna Çatalca, Büyükçekmece, Esenyurt veya Beylikdüzü'nden geldiği görülmüştür. Aynı şekilde yolculuğunun bitiş noktası bu ilçeler olan kişilerin oranı ise % 3,4'tür (İETT 2011). Bu bölgenin kullanıcıları Metrobüs sistemine Avcılar istasyonundan giriş-çıkış yapmaktadırlar. Avcılar istasyonunun erişiminin kolay olması, farklı toplu taşıma sistemleri ile entegrasyonunun bulunması ve istasyonun geometrik özelliklerinin yolcu sayısının doğuracağı ihtiyacı karşılayabilecek büyüklüklerde olması gerekir. Ancak bu 3 konuda Avcılar istasyonunun yetersiz olduğunu söyleyebiliriz.

Görüşülen kişilerin genel olarak Avcılar, Şişli, Kadıköy, Küçükçekmece, Bahçelievler, Zeytinburnu, Bakırköy, Beşiktaş ve Beylikdüzü'nden Metrobüs istasyonuna geldiği ya da yolculuğunun bitiş noktasının bu ilçeler olduğu görülmüştür (Çizelge 3.10 ve Şekil 3.23) (İETT 2011). Beylikdüzü ve Avcılar ilçelerinden gelen kullanıcıların Avcılar istasyonunu, Şişli ve Beşiktaş ilçelerinden gelen yolcuların Zincirlikuyu ve Mecidiyeköy istasyonlarını, Bakırköy ve Bahçelievler ilçelerinden gelen yolcuların Şirinevler istasyonunu, Küçükçekmece ilçesinden gelen yolcuların Sefaköy istasyonunu kullandığını kabul edersek, en yoğun olarak kullanılan istasyonların bulunduğu bölgeler ile sözkonusu ilçeler paralellik görülmektedir. Burada farklı olarak duran Zeytinburnu ilçesinden gelen yolcuların ise kullanabilecekleri Aksaray-Havaalanı hafif metrosu, Bağcılar-Kabataş tramvay sistemlerinin bulunması nedeniyle Zeytinburnu istasyonunda yoğunluğun yüksek seviyede çıkmamasını sağlamış olduğu düşünülebilir.

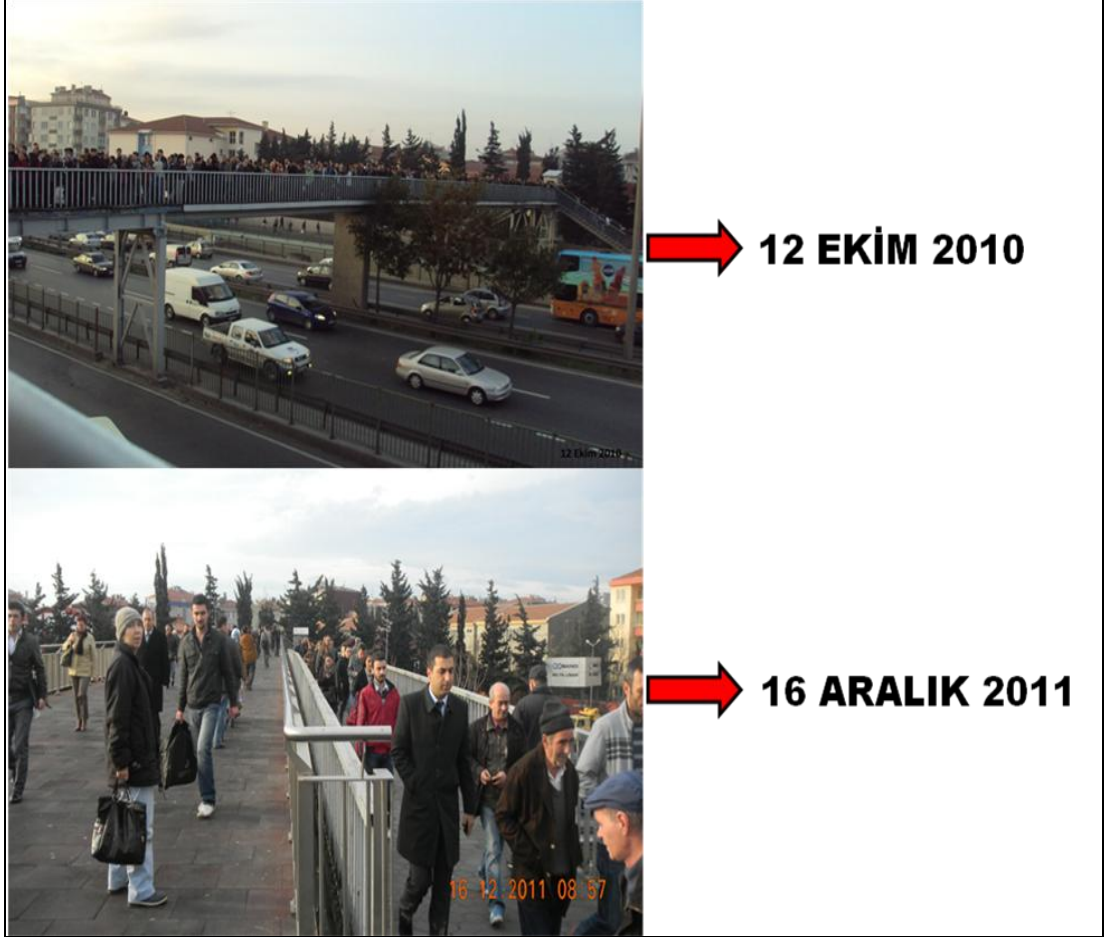
Metrobüs yolcularının istasyonlara erişmek için kullandığı araçlara dönük olarak İETT'nin yaptığı ve bu çalışma nedeni ile yapılan anket çalışmalarının sonuçlarına göre metrobüs kullanıcıları çoğunlukla dolmuş, minibüs veya ÖHO, İETT otobüsleri ile yolculuk yapılmaktadır. Metrobüs istasyonlarına gelirken özel araçlarını kullanan yolcuların oranının düşük olması, özel araç kullacılarının metrobüs istasyonlarının yakınlarında bulunan park alanlarını sisteme erişmek için fazla kullanmadığını ve “Park et Metrobüsle Devam et (Park and ride)” uygulamasının yaygın olarak kullanılmadığını da göstermektedir (Çizelge 3.7).

En fazla kullanılan istasyonlardan Avcılar, Söğütluçeşme, Edirnekapi ve Zincirlikuyu sistemde işletilen bazı Metrobüs hatlarının ilk ve son istasyonları özelliklerine sahip olan terminal istasyonlarıdır. Şirinevler, Sefaköy istasyonları ise 3 Metrobüs hattının kullandığı ara istasyonlardır.

a) Avcılar istasyonu:

İstasyona yürüyerek, normal otobüs hatları ile veya minibüslerle erişilebilmektedir. Metrobüs kullanıcı sayısının fazla olması nedeniyle normal otobüs hatları ve minibüsler bu talebi karşılamakta güçlük çekmekte ve zirve saatlerdeki trafik sıkışıklığı nedeniyle istasyona erişim zorlaşmaktadır. Ancak Avcılar istasyonunun metrobüs sistemi için bir uç istasyon olması nedeniyle yolcuların araca binmelerinde herhangi bir sıkıntı bulunmayıp, istasyonda inen ve binen yolcular aynı koridoru

kullandığı için yolcular arasında kesişme nedeniyle genişliğinin yeterli olmadığı durumlar da olabilmektedir. İstasyona erişim üstgeçit ile sağlanmaktadır. Avcılar istasyonunu kullanan yolcu sayısının artması ile üstgeçit yetersiz kalmış, ek üstgeçit inşasıyla sorun çözülmeye çalışılmıştır. Ayrıca yolcuların araçlardan indikleri konum ile araçlara bindikleri konum durak içerisinde şaşırtılmaya çalışılmıştır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24 : Avcılar Metrobüs istasyonu üstgeçidi.

b) Söğütlüçeşme istasyonu:

Anadolu yakasındaki uç istasyondur ve istasyona normal otobüs hatları, minibüsler ve banliyo hattından erişilebilmektedir. Ayrıca istasyonun Kadıköy ilçesinin merkezine yakın mesafede olması nedeniyle yürüyerek ulaşımı da kolaylaştırmaktadır. İstasyon normal yolla hemzemin olduğu için istasyonu kullanabilmek için her hangi bir altgeçit veya üstgeçit kullanılmasına gerek yoktur. İstasyonda inen yolcular ile binen yolcular arasında herhangi bir kesişme olmadığı için istasyon giriş ve çıkışlarında diğer istasyonlara nazaran bir yoğunluk yaşanmamaktadır denilebilir (Şekil 3.22). Ancak zirve saatlerde fazla olan binen yolcu sayısına istasyonun genişliği yetemediği durumlar olabilmektedir.



Şekil 3.25 : Söğütluçeşme Metrobüs istasyonu (15 Nisan 2009).

c) Zincirlikuyu istasyonu:

Avrupa yakasından gelen yolcular için Anadolu yakasına geçmek için, Anadolu yakasından gelen yolcular için ise sistemde yolculuklarına devam etmeleri için, aktarma yapmak zorunda oldukları bir istasyondur. Ayrıca istasyon İstanbul'un önemli ulaşım koridorlarından olan Barbaros Bulvarı'nın alt kısmında bulunmaktadır ve istasyona ulaşım normal otobüs hatları ve minibüslerle sağlanmaktadır. İstasyonu kullanan yolcular için Barbaros Bulvarı üzerinden erişim zirve saatlerdeki trafik tıkanıklıkları nedeniyle zorlaşmaktadır. Ancak Zincirlikuyu istasyonu tüm metrobüs sistemi içerisinde araçların birbirlerini sollayabildiği tek istasyon olup sistemin daha hızlı işletilmesine olanak vermektedir. Ayrıca istasyona 4 ayrı noktadan erişim bulunup, kullanılan merdivenlerin genişliği yeterli büyüklüktedir. Ancak turnikelerin istasyonun iç kısmında bulunması istasyonu daraltmış ve yolcuların bekleme durumlarında yola taşmalarına sebep olmaktadır.

d) Edirnekapı istasyonu:

Anadolu yakasına giden hatlardan birisinin başlangıç noktasıdır. İstasyonun yakınında Metrobüs araçlarının kullandığı İETT'ye ait otobüs park alanı vardır ve ulaşımı altgeçit sayesinde sağlanmaktadır. Edirnekapı istasyonuna yolcuların D100 Karayolundan erişimi yoktur. Dolayısıyla yolcular Sultançiftliği-Edirnekapı tramvayı ile veya normal otobüs hatlarının Edirnekapı istasyonunu kullanarak sisteme ulaşabilmektedirler. Edirnekapı istasyonuna erişim üstgeçit ile sağlanmaktadır. Sistemi kullanan Metrobüs hatlarının 3 tanesi de bu istasyonu kullanmaktadır.

istasyonda araçların sollama şeridinin bulunmaması işletme hızını azaltmaktadır. Ayrıca inen ve binen yolcular hem istasyonda hem de üstgeçitte kesişmektedir. Buna ek olarak turnikeler de üstgeçitte olmayıp istasyonda olması zirve saatlerde kullanıcıların istasyondaki yoğunluğunu artırmaktadır.

e) Şirinevler ve Sefaköy istasyonları:

2 metrobüs hattının kullandığı istasyonlardır. İstasyonlara Küçükçekmece’de Sirkeci-Halkalı banliyösü, Şirinevler’de Aksaray-Havaalanı hafif metrosu, normal otobüs hatları ve minibüsler ile ulaşılabilir. İstasyonlara erişim üstgeçitler vasıtasıyla sağlanmaktadır. İstasyonlar ara istasyon görevi görmekte olup istasyonlarda herhangi bir sollama şeridi bulunmamaktadır. Özellikle Avcılar’dan gelen Metrobüs otobüsleri tam dolu olarak istasyonlara erişmektedir ve bu istasyonlarda yolcuların otobüslere binmesini zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla istasyonlarda bekleme süresi uzamakta ve istasyonlarda yoğunluğu artırmaktadır.

3.2.2.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma

Boğaz geçişi ile 33 istasyona ulaşan İstanbul Metrobüs sisteminin istasyonlar arası ortalama mesafe 1210 metre olup 881 metre olan çalışma kapsamında değerlendirilen dünya kentleri ortalamasından fazladır. Ayrıca bu kentlerin istasyon sayısı ortalaması 45 istasyondur ve İstanbul ‘daki istasyon sayısından fazladır (Çizelge 3.11, Şekil 3.26) (Baker, 2003) (Url-6).

En uzun metrobüs yolu ağına sahip olan Jakarta kentinde 145 istasyon olup, istasyonlar arası ortalama mesafe 855 metre, Bogota kentinde ise 114 istasyon olup, istasyonlar arası ortalama mesafe 790 metredir. Ayrıca Jakarta kentinde tüm istasyonlarda birden fazla otobüs yanaşmazken, istasyonlarda da herhangi bir sollama şeridi bulunmamaktadır. Bogota kentinde ise hem birden fazla otobüs istasyonlara yanaşabilir hem de istasyonlarda sollama şeritleri bulunmaktadır.

İstasyonları arasında ortalama en fazla mesafe 2100 metre ile 28 istasyona sahip Ottawa kentindedir. 50 istasyonlu Hangzhou kentindeki metrobüs sistemi ise istasyonlar arası en az mesafeye sahiptir. Bu sistemde istasyonlar arası ortalama mesafe 110 metredir (Baker, 2003) (Url-6).

Normal trafikle bazı bölgelerinde fiziksel olarak ayrılmış bir sisteme sahip olan Sydney, Adelaide, New York, Los Angeles, Boston, Houston ve Vancouver

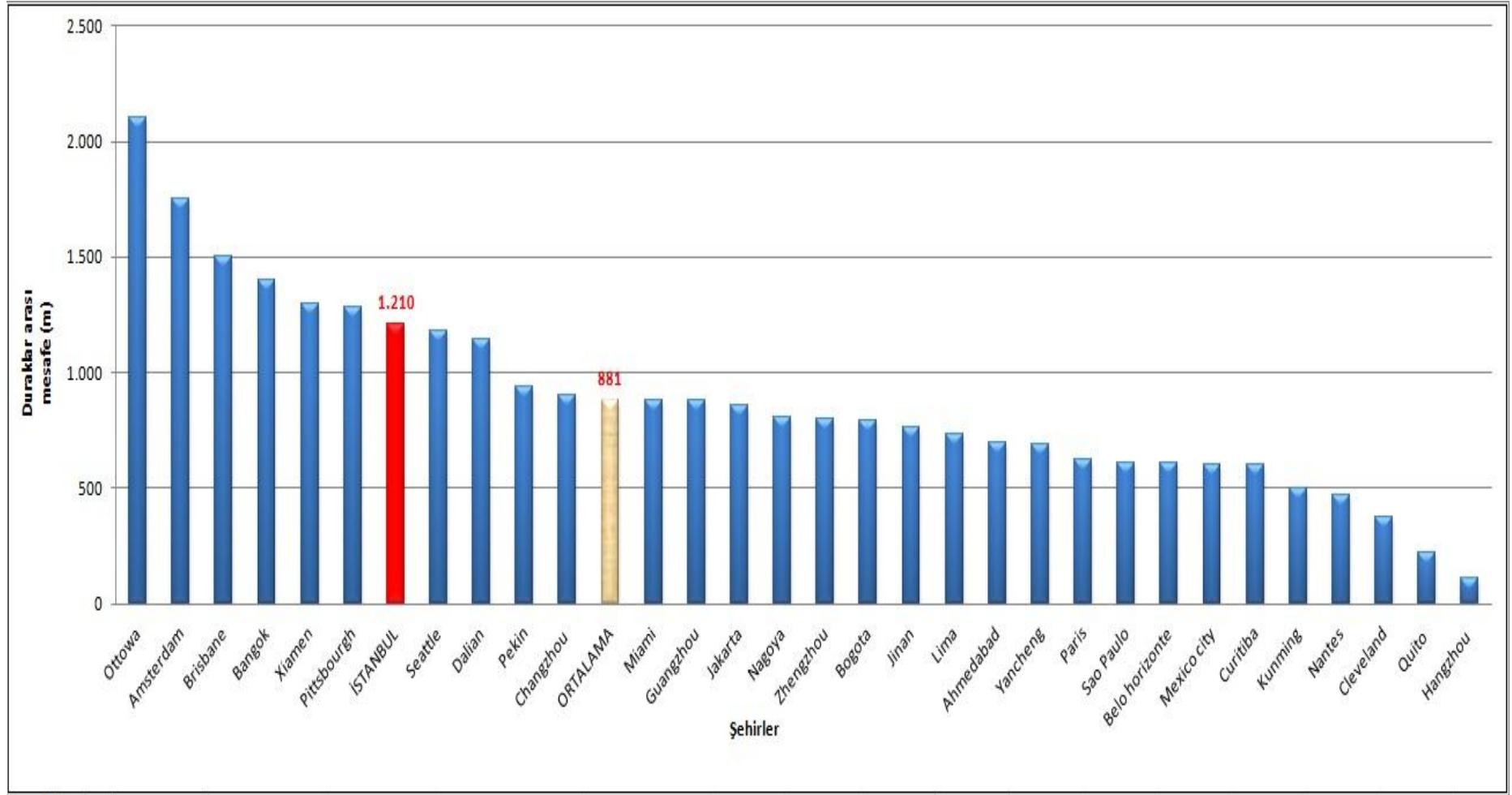
kentlerinde ise istasyonlar çoğunlukla normal yolun kenarında olup, fiziksel bir ayırım olmadığı için sollama yapılabilmektedir (Baker, 2003) (Url-6).

Çizelge 3.11 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin istasyon özellikleri (Baker, 2003) (Url-6).

Şehir	Sistemdeki durak sayısı	Duraklar arası ortalama mesafe	Duraklarda sollama şeridi	Durakların Metrobüs yolu üzerindeki konumu	Aynı anda 1'den fazla aracın durması
Ottowa	28	2.100	✓	kenarda	✓
Amsterdam	33	1.750	X	kenarda	X
Brisbane	17	1.500	✓	kenarda	✓
Bangkok	12	1.400	X	ortada	X
Xiamen	40	1.300	X	kenarda	
Pittsburgh	21	1.280	✓	kenarda	✓
İSTANBUL	33	1.210	X	ortada	✓
Seattle	3	1.179	✓	kenarda	✓
Dalian	13	1.140	X	kenarda	Δ
Pekin	59	940	✓	kenarda	Δ
Changzhou	51	900	X	kenarda	Δ
Miami	15	880	✓	kenarda	✓
Guangzhou	26	880	✓	kenarda	✓
Jakarta	145	855	X	kenarda	X
Nagoya	9	810	X	kenarda	
Zhengzhou	38	800	X	kenarda	Δ
Bogota	114	790	✓	kenarda	✓
Jinan	46	760	X	ortada	X
Lima	38	730	✓	kenarda	X
Ahmedabad	57	700	X	ortada	X
Yancheng	24	690	X	kenarda	
Paris	32	620	X	kenarda	X
Sao Paulo	52	609	✓	kenarda	✓
Belo horizonte	15	609	✓	kenarda	✓
Mexico city	112	600	X	ortada	✓
Curitiba	127	600	✓	kenarda	✓
X: Yok		✓ : Var		Δ : Bazı duraklarda var	

Çizelge 3.11 (devam): Dünyadaki metrobüs sistemlerinin istasyon özellikleri
(Baker, 2003) (Url-6).

Şehir	Sistemdeki durak sayısı	Duraklar arası ortalama mesafe	Duraklarda sollama şeridi	Durakların Metrobüs yolu üzerindeki konumu	Aynı anda 1'den fazla aracın durması
Kunming	63	500	X	kenarda	
Nantes	9	470	X	kenarda	X
Cleveland	30	374	Δ	ortada	Δ
Quito	76	222	X	kenarda	
Hangzhou	50	110	X	kenarda	X
Sydney	Karma Yapılı				
Adelaide	Karma Yapılı				
New york city	Karma Yapılı				
Los Angeles	Karma Yapılı				
Boston	Karma Yapılı				
Houston	Karma Yapılı				
Vancouver	Karma Yapılı				
X: Yok		√ : Var		Δ : Bazı duraklarda var	



Şekil 3.26 : Dünyada Metrobüs sistemleri istasyonlar arası ortalama mesafeleri

3.2.3 İstanbul metrobüs sisteminin taşıtları

3.2.3.1 Genel değerlendirme

İstanbul Metrobüs sisteminde Mercedes tarafından üretilen Citaro ve Capacity, Hollanda'da üretilen Phileas markalı otobüsler işletilmektedir. Bunlardan Citaro metrobüs sistemi öncesinde normal otobüs hatlarında kullanılırken, CapaCity ve Phileas otobüs modelleri Metrobüs sisteminde çalıştırılmak üzere satın alınmıştır. Bu otobüsler İstanbul Metrobüs sistemi araçlarının kimliğini oluşturmuşlardır. Taşıtların döşeme yükseklikleri metrobüs istasyonlarıyla uyumlu olup kullanıcıların taşıtlara biniş ve taşıtlardan inişleri kolaydır. Citaro, CapaCity ve Phileas otobüs modellerinin teknik özelliklerinin karşılaştırması Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Citaro ve CapaCity otobüs modelleri tek körüklü, Phileas otobüs modeli ise iki körüklüdür. Ayrıca Phileas otobüs modelinin uygun akıllı ulaşırma sistemleri ile kullanıldığında sürücüsüz olarak da işletilmesi mümkündür. Ancak İstanbul'da bu özellik kullanılmamaktadır.

Metrobüs sisteminde istasyon uzunlukları bu otobüslerin istasyonlara ikili olarak peşpeşe yanaşmalarına olanak sağlamaktadır. Özellikle yolcu sayısının fazla olduğu zirve saatlerde ikili olarak işletilerek sistemin kapasitesi artırılmıştır (Şekil 3.27).

CapaCity ve Phileas modeli otobüslerde, taşıt uzunluğuna oranla daha az oturma yeri sağlanmıştır; bu sayede taşıt içi yolcu sirkülasyon olanağı arttırılmış ve yolcuların taşıta binış ve inişı için gereken duruş süresi azaltılmıştır. Hat kapasitesini belirleyen en önemli etkenlerden biri istasyonlardaki ortalama duruş süresi olduğundan, bu sürelerinin kısaltılması sistemin kapasitesini arttırıcı etkide bulunmuştur (Güven, 2008).

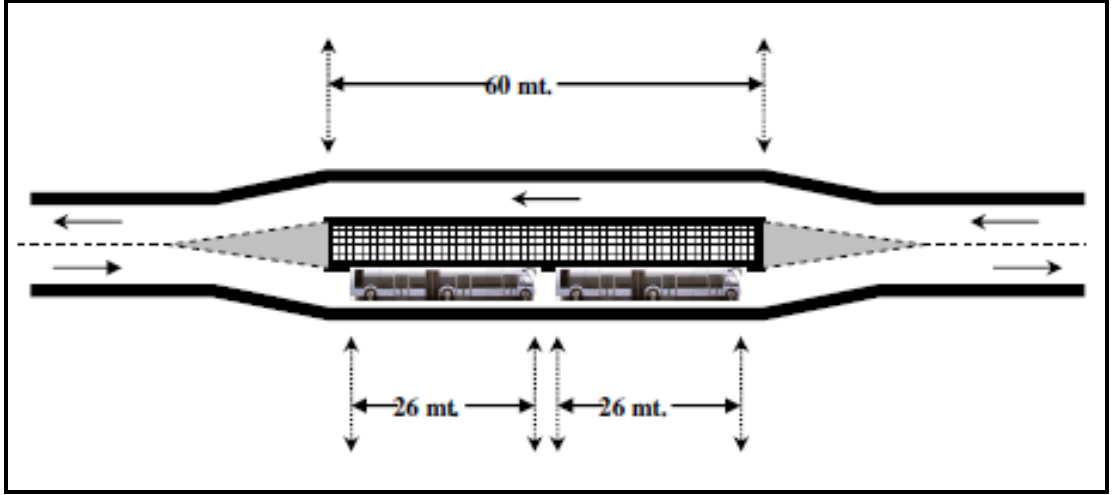
Otobüsler teknolojik olarak yolcuların rahatını sağlayabilecek mekanik ve elektronik aksama sahip olmalarına rağmen, otobüslerin fazla dolulukta olması kullanıcıların en fazla şikayet ettikleri konulardan birisi ola gelmiştir (İETT 2011).

Fazla doluluğun araçların bakım onarım maliyetlerini de arttırıcı etkide bulunabileceği, araçların teknik özellikleri incelendiğinde de ortaya çıkmaktadır. İstanbul'da Metrobüs araçları %114 dolulukta çalıştırılmaktadır (Gerçek, ve Demir, 2007). Ortalama insan ağırlığı 75 kilogram olarak kabul edilerek yapılan hesaplama

sonuçlarına göre üç otobüs modelinin de %114 dolulukta, taşıyabilecekleri azami yükü aştığı görülmektedir (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.12 : Citaro, CapaCity ve Phileas otobüs modellerinin teknik özellikleri (Güven, 2008).

Model	Phileas	CapaCity	CITARO
Konfigürasyon	Çift körüklü (26m)	Tek körüklü (19m)	Tek körüklü (18m)
Ayırt edici cephe giydirmeleri	-	-	-
Döşeme yüksekliği	Düşük	Düşük	Düşük
Kapı sayısı	4	4	4
Toplam yolcu kapasitesi (Oturan ve ayakta)	220	193	148
%114 dolulukta yolcu sayısı Oturan ve ayakta)	251	220	169
Çekim sistemi (Hibrid/içten yanmalı/vs)	4 zamanlı Paralel hibrid sistem (Dizel ve cer motor)		4 zamanlı dizel motor, pld yakıt sistemi
Yakıt	Dizel+elektrik	Dizel	Dizel
Emisyon standardı	Euro IV	Euro III	Euro III
Yakıt sarfiyatı (lt/km)			Bilinmiyor
Tekerlekli sandalye binış ekipmanları	Hem zemin binış	Hem zemin binış	Hem zemin binış
Tekerlekli sandalye güvenlik tipi	Geriye doğru duruş pozisyonu	Geriye doğru duruş pozisyonu	Geriye doğru duruş pozisyonu
Uzunluk (m)	26,04	19,54	17,94
Genişlik (m)	2,54	2,55	2,55
Yükseklik (m)	2,95	3,16	3,08
Boş ağırlık (kg)	21530	18550	16758
Azami yüklü ağırlık (kg)	34600	32000	26278
Minimum dönüş yarıçapı (m)	12,5	22,85	11,41
En yüksek hız	85	80	60
Çalışmaya başladığı tarih	Ocak 09	Eylül 07	Eylül 07
Hatta çalıştırılan otobüs sayısı	50	250	100



Şekil 3.27 : 2 araçlı dizilerin istasyonlardaki konumları.

Çizelge 3.13 : Araçların %114 dolulukta araçların taşıdığı yük.

Model	Phileas	CapaCity	CITARO
Toplam yolcu kapasitesi (Oturana ve ayakta)	220	193	148
%114 dolulukta yolcu sayısı	251	220	169
Yolcuların ağırlığı (1 yolcu ortalama 75 kg)	18810	16502	12654
Boş ağırlık (kg)	21530	18550	16758
Toplam Ağırlık	40340	35052	29412
Azami yüklü ağırlık (kg)	34600	32000	26278

Diğer bir nokta da taşıtların maliyetleridir. Özellikle Phileas otobüs modelinin yüksek fiyatı satın alındığı günden bugüne tartışılan bir konudur. Metrobüs sistemi için satın alınan otobüs modellerinden CapaCity'nin fiyatı 300.000 Euro, Phileas'ın fiyatı 1.200.000 Euro'dur. Metrobüs sistemi işletilmeye başlandığı günden bu yana 250 adet CapaCity ve 50 adet Phileas satın alınmış olup 75 milyon Euro CapaCity için, 60 Milyon Euro Phileas için harcama yapılmıştır.

Phileas otobüs modelinin sinyalizasyon ve akıllı ulaşırma sistemleri ile sürücüsüz işletilebilme, istasyonlara uygun yanaşma gibi özellikleri olup bunların İstanbul Metrobüs sisteminde kullanılmadığı göz önüne alınarak, iki otobüs modelinin yolcu kapasiteleri karşılaştırması Çizelge 3.14'de gösterilmiştir.

1 CapaCity otobüs modelinin taşıdığı yolcu 0.88 Phileas otobüs modeli taşıyabilir durumdadır. 50 Phileas modeli satın alınmasının yerine 70 adet CapaCity modelinin alınması durumunda daha fazla yolcu taşıyabilir ve araçların maliyetinden 39

milyon Euro tasarruf sağlanabilirdi (Çizelge 3.15). Citaro otobüs modeli Metrobüs sisteminden önce alındığı ve normal otobüs sistemlerinde de kullanıldığı için metrobüs maliyeti içine dahil edilmemiştir.

Metrobüs araçlarının, kullanıcıların memnuniyeti üzerindeki etkisine dair yapılan araştırmaya göre; Metrobüs kullanıcılarının %50,2'si araç içindeki koltuk, tutacaklar ve diğer donanımların kullanım olanakları konusunda Metrobüs'ü başarılı, %16,1'i başarısız bulmuştur. %33,7'lik bir kesim ise bu konuda ne memnun olduğunu, ne de olmadığını söylemiştir. Buna göre yolcuların memnuniyet ile memnuniyetsizlik arasında kaldığı belirtilmiştir (Çizelge 3.16, Şekil 3.28) (İETT 2011).

Çizelge 3.14 : Phileas ve Capacity modellerinin teorik saatlik yolcu sayıları.

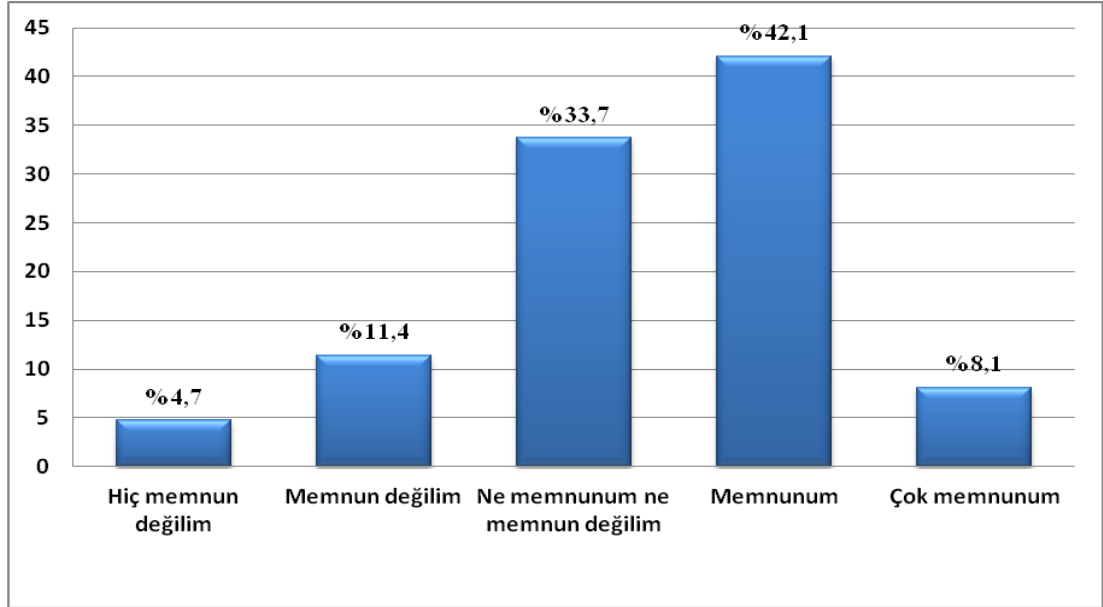
İşletme Frekansı (saniye)	Phileas ile 1 saatte taşınan yolcu sayısı (%114 doluluk)	CapaCity ile 1 saatte taşınan yolcu sayısı (%114 doluluk)
30	30120	26400
45	20080	17600
60	15060	13200
90	10040	8800

Çizelge 3.15 : Phileas ve CapaCity modellerinin ekonomik karşılaştırması.

Model	Toplam yolcu kapasitesi (Oturana ve ayakta)	%114 dolulukta yolcu sayısı	Maliyet (Euro)	Yapılan Tasarruf (Euro)
Phileas (50 adet)	13200	15048	60.000.000	39.000.000
CapaCity (70 adet)	13510	15401	21.000.000	

Çizelge 3.16 : Araç içerisindeki oturma ve tutunma aksamından duyulan memnuniyet (İETT 2001).

	Frekans	Yüzde %	Başarı Yüzdeleri %	Memnuniyet Puanı
Hiç memnun değilim	53	4,7	16,1	67,6
Memnun değilim	127	11,4		
Ne memnunum ne memnun değilim	378	33,7	33,7	
Memnunum	472	42,1	50,2	
Çok memnunum	91	8,1		
Toplam	1121	100,0	100,0	



Şekil 3.28 : Araç içerisindeki oturma ve tutunma aksamından duyulan memnuniyet (İETT 2011).

3.2.3.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma

Metrobüs sistemleri bir hat üzerinde olmayıp ağ şeklinde işletilen metrobüs sistemlerine sahip Bogota, Ottawa ve Jakarta şehirlerinde sistemde çalışan otobüs sayıları en fazladır. İstanbul ise araç sayısı bakımından bu şehirleri takip etmektedir (Çizelge 3.17, Şekil 3.29) (Baker, 2003) (Url-6). Metrobüs yolu kilometresi başına düşen araç sayısı sıralamasında ise İstanbul 3. Sırada yer almaktadır (Şekil 3.30) (Baker, 2003) (Url-6).

Metrobüs sistemlerinde çoğunlukla yüksek kapasiteli körüklü taşıtlar kullanılmakta ve yakıt olarak da mazot tercih edilmektedir. İstanbul’da dizel taşıtların yanında çevre dostu hybrit yakıtlar da kullanılmaktadır.

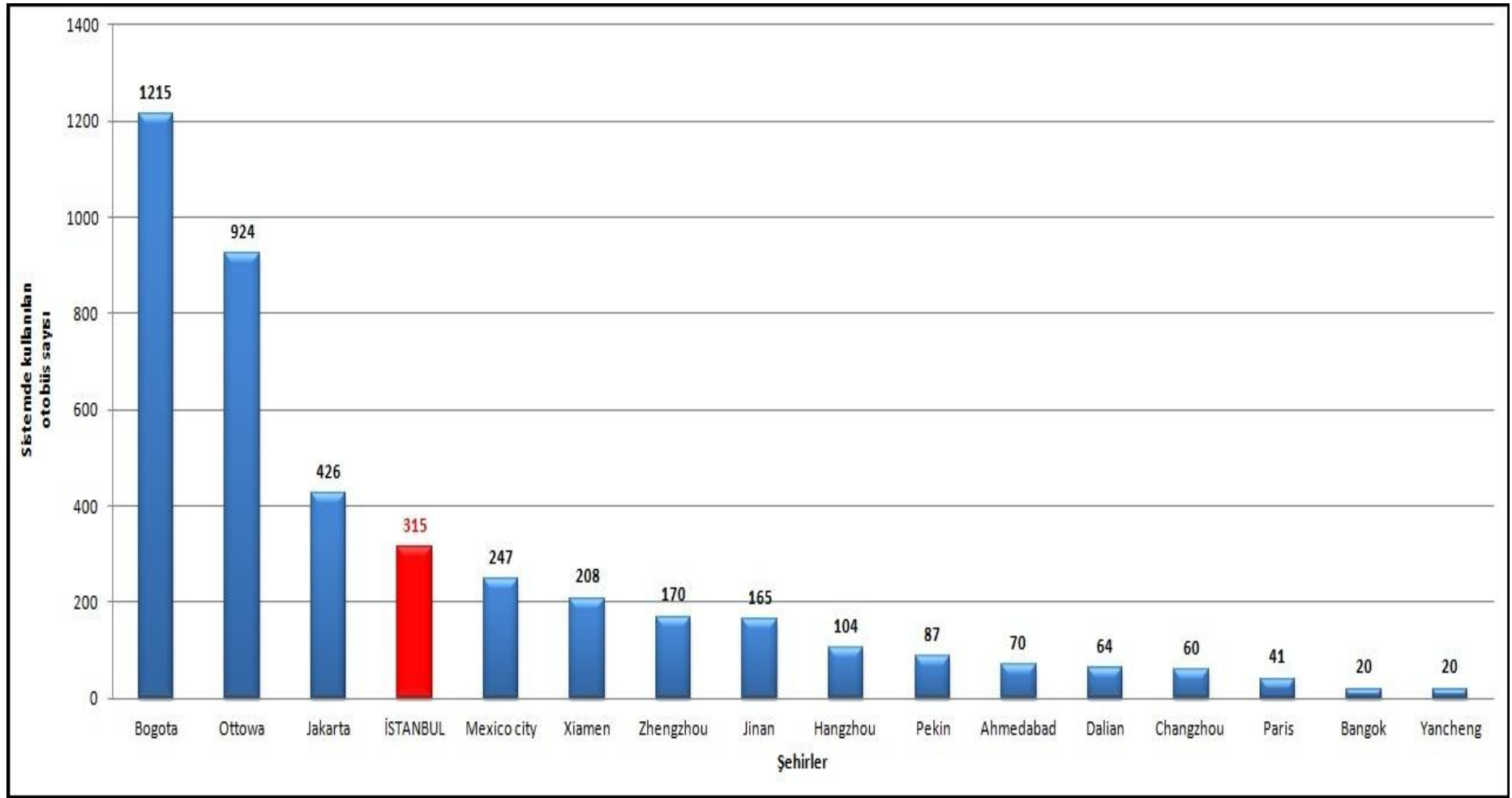
Araçların istasyonlarda daha az zaman kaybetmelerini sağlayan istasyon platformu ile hemzemin giriş dünyadaki metrobüs sistemlerinin tamamına yakın bir kısmında sağlanmaya çalışılmıştır. Araç kapıları ise sistemde istasyonların bulunduğu konuma göre ayarlanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 3.17 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin araçlarının özellikleri (Baker, 2003) (Url-6).

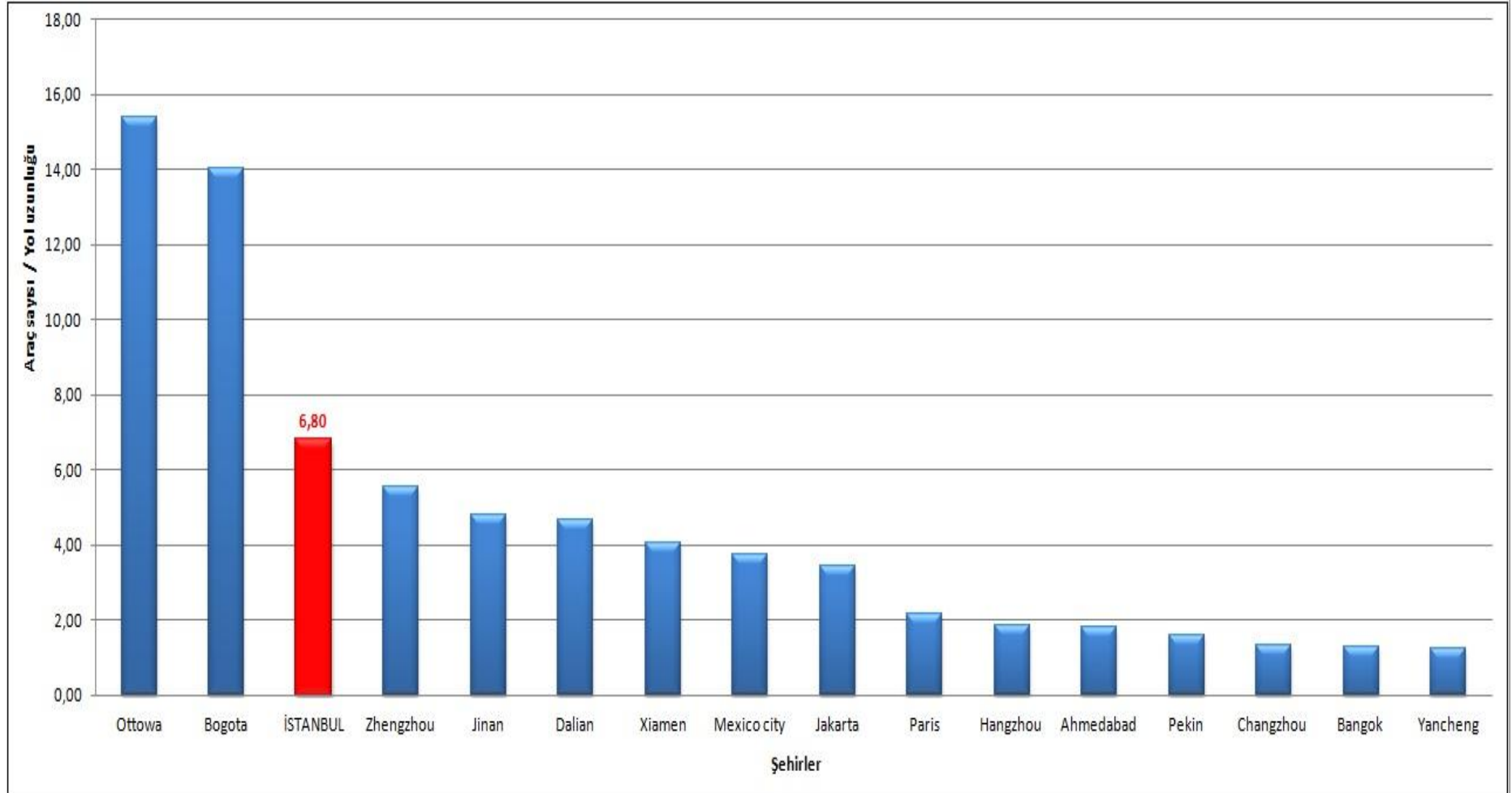
Şehir	Taşıt sayısı	Araç çeşidi	Kullanılan yakıt	İstasyonda hemzemin biniş	Kapı sayısı	Kapının bulunduğu taraf
Bogota	1215	Körüklü	Mazot	✓	4	Sol
Ottowa	924	Körüklü	Mazot	Δ	2-3	Sağ
Jakarta	426	Körüklü	CNG	✓	2	Sağ&Sol
İSTANBUL	315	Körüklü	Mazot& Hibrit	✓	4	Sağ
Mexico city	247	Körüklü	Mazot	✓	4	Sol
Xiamen	208	Körüklü& Körüksüz	Mazot	✓	2	Sağ
Zhengzhou	170	Körüklü	Mazot	✓	4	Sağ
Jinan	165	Körüklü	Mazot	✓	3	Sağ&Sol
Hangzhou	104	Körüklü	Mazot	✓	4	Sağ
Pekin	87		Mazot	✓	3	Sol
Ahmedabad	70	Körüksüz	Mazot	✓	1	Sağ&Sol
Dalian	64	Körüklü	Mazot	✓	4	Sağ
Changzhou	60	Körüklü	Mazot	✓	4	Sağ
Paris	41	Körüklü	Mazot	✓	3	Sağ
Bangkok	20	Körüksüz		✓		Sağ&Sol
Yancheng	20	Körüklü	Mazot	✓	3	Sağ
Amsterdam		Körüklü	Mazot	✓	3	Sağ
Brisbane		Körüksüz	CNG & Mazot	X	2	Sol
Pittsburgh		Körüklü	Mazot	Δ	3	Sağ
Seattle		Körüklü	Mazot	✓	3	Sağ
Miami		Körüklü& Körüksüz	CNG& Mazot	Δ	2	Sağ
Guangzhou		Körüklü& Körüksüz	LPG	Δ	3	Sağ
Nagoya		Körüksüz	Mazot	✓	2	Sol
Lima		Körüklü	CNG	✓	4	Sol
Sao Paulo		Körüklü	Mazot	X	2-3	Sağ&Sol
Belo horizonte		Körüksüz	Mazot			
X: Sağlanmıyor		✓ : Sağlanıyor		Δ : Bazı istasyonlarda sağlanıyor		

Çizelge 3.17 (devam): Dünyadaki metrobüs sistemlerinin araçlarının özellikleri (Baker, 2003) (Url-6).

Şehir	Taşıt sayısı	Araç çeşidi	Kullanılan yakıt	İstasyonda hemzemin biniş	Kapı sayısı	Kapının bulunduğu taraf
Curitiba		Körüklü	Biofuel& Mazot	✓	5	Sol
Kunming		Körüklü& Körüksüz	Mazot	X	4	Sağ
Nantes		Körüklü	CNG	✓	4	Sağ
Cleveland		Körüklü	Mazot& Hibrit	✓	3	Sağ&Sol
Quito		Körüklü	Mazot	✓	3	Sağ
Adelaide		Körüklü	Mazot	X	2	Sol
Los Angeles		Körüksüz	CNG	✓	2	Sağ
Boston		Körüklü	CNG	✓	3	Sağ
Houston		Körüklü	Mazot	X	3	Sağ
Vancouver		Körüklü	Mazot	✓	3	Sağ
X: Sağlanmıyor		✓ : Sağlanıyor		Δ : Bazı istasyonlarda sağlanıyor		



Şekil 3.29 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinde çalışan araç sayısı.



Şekil 3.30 : Metrobüs sistemlerinin Araç sayısı / Yol uzunluğu karşılaştırması.

3.2.4 İstanbul metrobüs sisteminin işletim planı

3.2.4.1 Genel değerlendirme

İstanbul Metrobüs sisteminin işletmesinden İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel işletmeleri Genel Müdürlüğü (İETT) sorumludur. İETT'nin otobüs filosunda Metrobüs sisteminde kullandığı 50 Phileas, 250 Capacity ve 100 Citaro otobüs modelleri olmak üzere 400 otobüs bulunmaktadır. İETT'nin açıkladığı otobüs kalkış zamanlarına göre zirve saatlerde bu otobüslerin tamamına yakını sistemde çalışması gerekirken 315 otobüs sistemde hizmet vermektedir (Buran,2011).

İstanbul metrobüs sistemi her istasyonda duran bir sistemdir. Her yön için tek bir şeride sahip olması nedeniyle istasyonlarda sollama kabiliyeti bulunmamakta, bu nedenle de farklı bir işletim yapısına (ekspres hizmetler ve/veya istasyon -atlamalı sistemler) izin vermemektedir. Terminallerdeki yoğun talep nedeni ile ara istasyonlardaki talebi karşılamak güçleşmiştir. Bu nedenle daha ilerideki istasyonlardaki talebi karşılamak amacıyla terminallerden bu istasyonlara boş otobüsler yollanmaktadır (Güven, 2008).

Metrobüs hatlarının zirve saatler arasında terminal istasyonlarındaki yoğunluk ise peş peşe iki otobüsü kaldırarak çözülmeye gidilmiştir. Araçların ara istasyonlardaki bekleme sürelerinin sistemin hızına göre yüksek olması, bu istasyonlarda uzun araç kuyruklarının oluşmasına neden olmaktadır.

Zirve saatler boyunca yolculuk talebinin yoğun olduğu yönlerde araçların ilk istasyonların gecikmeli olarak kalkması, ara istasyonlarda yoğunluğu ve yolcuların inş-biniş sürelerini artırmaktadır. Bu da zirve saatlerde metrobüs sisteminin kapasitesini düşürmektedir. Ayrıca boş otobüsler kaldırılması, araçların birbirlerini sollayamaması, dolu kalkan otobüslerin ara istasyonlarda bekleme yapmaları nedeniyle ara istasyonlardaki yolcu yoğunluğunda önemli bir rahatlama sağlayamamaktadır.

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 ve 34Z hat numaralı Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme hattı olmak üzere 4 otobüs hattı işletilmektedir (Şekil 3.31). Bu hatların 3 tanesinin (34, 34A ve 34Z) aynı anda işletildiği zirve saatlerde

sistemdeki otobüs sayısı 315 olarak belirtilmiştir (Buran, 2011). Metrobüs sisteminde işletilen 34T Avcılar-Topkapı hattı 26 Nisan 2010 tarihinde iptal edilmiştir (Url-8).

a) 34 Avcılar-Zincirlikuyu hattı:

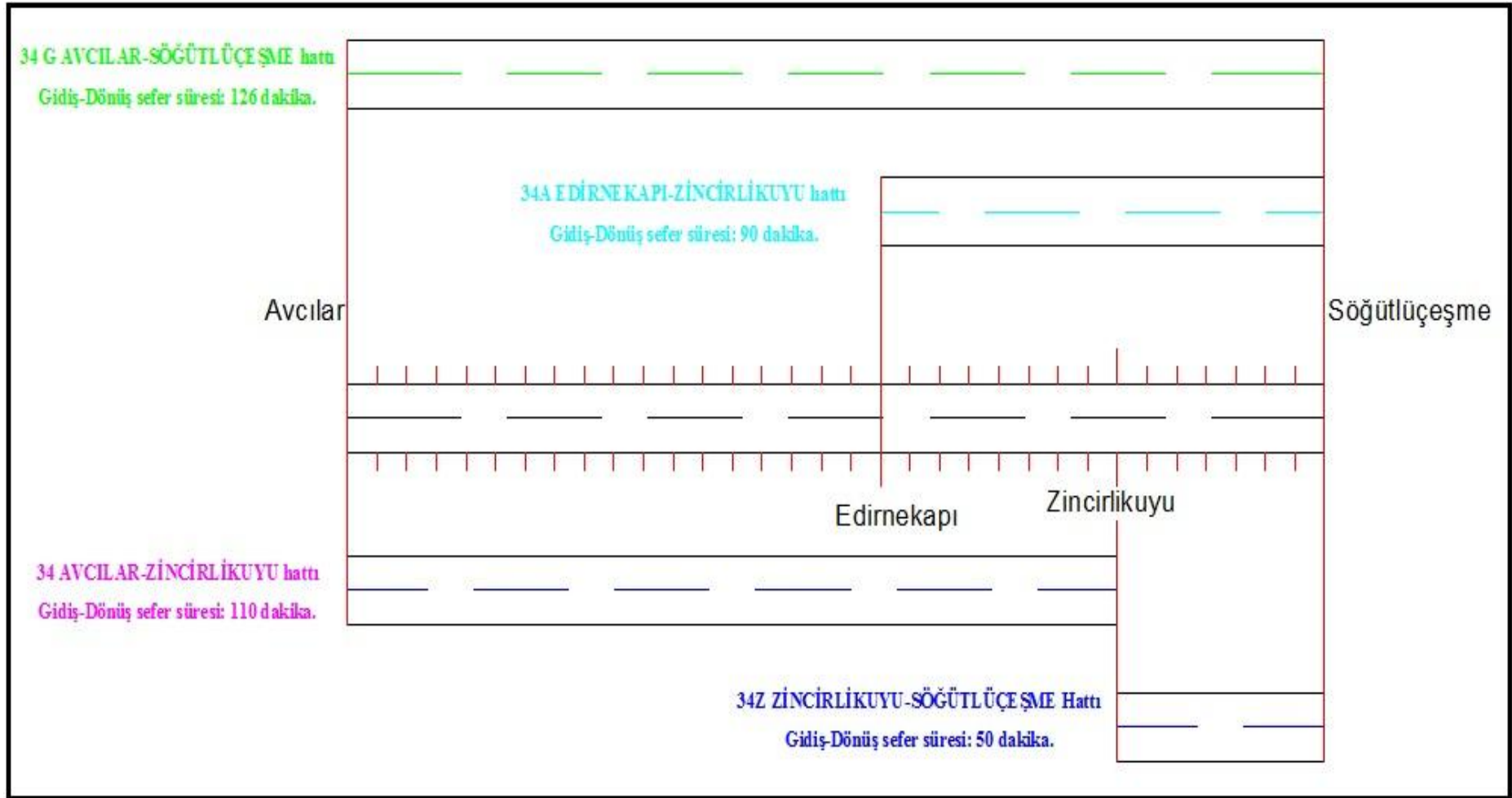
Hat 05:00 ile 00:50 saatleri arasında işletilmekte ve gece saatlerinde işletilmemektedir. Hattın gidiş-dönüş sefer süresi 110 dakikadır ve 26 istasyona sahiptir. Bu süre veri alınarak ve hattın sabah zirvesi saatleri (06:00 – 10:00) boyunca işletilme sıklığına bakıldığında, Avcılar’dan kalkan bir otobüsün tekrar Avcılar’a dönene kadar aynı istasyondan 200 otobüs kalktığı görülmektedir (Çizelge 3.18). Bu nedenle 34 numaralı Avcılar-Zincirlikuyu hattı en fazla otobüs işletilen metrobüs hattı olmaktadır. Sabah zirve saatlerinde Avcılar’dan, akşam zirve saatlerinde ise Zincirlikuyu’dan araçlar dolu olarak kalkmakta ve ara istasyonlardan yolcu almakta zorluk çekmektedir.

b) 34A Edirnekapı-Söğütlüçeşme hattı:

Metrobüs’ün Anadolu yakasına geçmesi ile birlikte işletilmeye başlanmıştır. Hat 4:40-10:20 ve 15:55-20:25 saatleri arasında yani İETT’nin belirlediği zirve saatler (06:00-10:00 ve 16:00-20:00) göz önüne alınarak işletilmektedir. Hattın gidiş-dönüş sefer süresi 90 dakikadır ve 16 istasyona sahiptir. Edirnekapı istasyonu metrobüs sisteminin en uzun istasyonlarından birisi olması nedeniyle sistemi kullanan hatların durdukları yerleri ayırma yöntemine gidilmiştir. Ancak araçların sollama yapamaması nedeniyle bu ayırma işlemi fiziksel olmayıp, özellikle zirve saatlerde tam olarak işleyememektedir. Özellikle hatta çalışan otobüslerin Edirnekapı istasyonunda yolcusunu bıraktıktan sonra dönüş için bölgede bulunan İETT garajına giderken, istasyonda bekleyen diğer otobüsleri beklemek zorunda olması ve hat otobüslerinin Boğaziçi Köprüsünü geçerken normal trafiğe dahil olması hattın verimliliğini düşürmektedir. Sabah zirve saatlerinde yaklaşık 75 otobüs hatta kullanılmaktadır (Çizelge 3.19).

c) 34G Avcılar-Söğütlüçeşme hattı:

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.



Şekil 3.31 : Metrobüs sisteminde işletilen hatlar.

Çizelge 3.18 : 34 Avcılar-Zincirlikuyu hattı kullanılan araç sayısı (İETT).

34 AVCILAR-ZİNCİRLİKUYU hattı							
Gidiş-Dönüş sefer süresi: 110 dakika.							
Otobüs sıra no	Kalkış saatleri	Otobüs sıra no	Kalkış saatleri	Otobüs sıra no	Kalkış saatleri	Otobüs sıra no	Kalkış saatleri
1	07:00	51	07:25	101	07:47	151	08:14
2	07:01	52	07:26	102	07:48	152	08:14
3	07:02	53	07:27	103	07:49	153	08:14
4	07:02	54	07:27	104	07:49	154	08:15
5	07:02	55	07:28	105	07:50	155	08:16
6	07:03	56	07:28	106	07:51	156	08:18
7	07:03	57	07:28	107	07:51	157	08:19
8	07:04	58	07:28	108	07:52	158	08:19
9	07:04	59	07:29	109	07:52	159	08:21
10	07:05	60	07:30	110	07:52	160	08:22
11	07:05	61	07:30	111	07:53	161	08:22
12	07:05	62	07:30	112	07:54	162	08:24
13	07:05	63	07:31	113	07:54	163	08:25
14	07:06	64	07:32	114	07:55	164	08:25
15	07:07	65	07:32	115	07:55	165	08:26
16	07:08	66	07:32	116	07:55	166	08:28
17	07:08	67	07:33	117	07:56	167	08:28
18	07:08	68	07:33	118	07:56	168	08:30
19	07:09	69	07:34	119	07:57	169	08:31
20	07:10	70	07:34	120	07:57	170	08:32
21	07:10	71	07:34	121	07:58	171	08:35
22	07:10	72	07:35	122	07:58	172	08:35
23	07:11	73	07:35	123	07:58	173	08:36
24	07:11	74	07:36	124	07:59	174	08:37
25	07:12	75	07:36	125	07:59	175	08:37
26	07:13	76	07:36	126	08:00	176	08:38
27	07:13	77	07:37	127	08:00	177	08:38
28	07:14	78	07:37	128	08:01	178	08:39
29	07:15	79	07:37	129	08:01	179	08:40
30	07:15	80	07:38	130	08:01	180	08:40
31	07:15	81	07:38	131	08:02	181	08:40
32	07:16	82	07:39	132	08:03	182	08:41
33	07:17	83	07:40	133	08:04	183	08:41
34	07:17	84	07:40	134	08:04	184	08:42
35	07:17	85	07:41	135	08:05	185	08:42
36	07:18	86	07:41	136	08:06	186	08:42
37	07:19	87	07:41	137	08:07	187	08:43
38	07:19	88	07:42	138	08:07	188	08:43
39	07:20	89	07:42	139	08:08	189	08:43
40	07:20	90	07:42	140	08:08	190	08:44
41	07:20	91	07:43	141	08:08	191	08:44
42	07:20	92	07:43	142	08:09	192	08:44
43	07:21	93	07:43	143	08:10	193	08:45
44	07:21	94	07:44	144	08:10	194	08:45
45	07:22	95	07:45	145	08:10	195	08:46
46	07:23	96	07:45	146	08:10	196	08:46
47	07:24	97	07:46	147	08:11	197	08:46
48	07:24	98	07:46	148	08:12	198	08:47
49	07:25	99	07:46	149	08:12	199	08:48
50	07:25	100	07:47	150	08:13	200	08:49

Çizelge 3.19 : 34A Edirnekapi-Söğütlüçeşme hattı kullanılan araç sayısı (İETT).

34A EDİRNEKAPI - SÖĞÜTLÜÇEŞME hattı Gidiş-Dönüş sefer süresi: 90 dakika.					
Otobüs sıra no	Kalkış saatleri	Otobüs sıra no	Kalkış saatleri	Otobüs sıra no	Kalkış saatleri
1	07:00	26	07:35	51	07:56
2	07:02	27	07:35	52	07:58
3	07:05	28	07:35	53	08:00
4	07:05	29	07:35	54	08:00
5	07:07	30	07:36	55	08:01
6	07:10	31	07:37	56	08:01
7	07:11	32	07:40	57	08:05
8	07:12	33	07:40	58	08:06
9	07:14	34	07:40	59	08:10
10	07:15	35	07:42	60	08:10
11	07:15	36	07:44	61	08:11
12	07:16	37	07:44	62	08:14
13	07:17	38	07:45	63	08:15
14	07:18	39	07:45	64	08:16
15	07:20	40	07:45	65	08:17
16	07:20	41	07:46	66	08:20
17	07:21	42	07:49	67	08:20
18	07:24	43	07:50	68	08:24
19	07:26	44	07:50	69	08:25
20	07:26	45	07:50	70	08:25
21	07:27	46	07:51	71	08:25
22	07:28	47	07:55	72	08:25
23	07:30	48	07:55	73	08:27
24	07:30	49	07:55	74	08:27
25	07:34	50	07:55	75	08:30

d) 34Z Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme hattı:

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 (Çizelge 3.20). 8 istasyona sahip olan 34Z hattı en az istasyona sahip metrobüs hattıdır. 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.

Çizelge 3.20 : 34Z Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme hattı kullanan araç sayısı (İETT).

34Z ZİNCİRLİKUYU-SÖĞÜTLÜÇEŞME hattı Gidiş-Dönüş sefer süresi: 50 dakika.			
Otobüs sıra no	Kalkış saatleri	Otobüs sıra no	Kalkış saatleri
1	07:01	14	07:27
2	07:02	15	07:31
3	07:03	16	07:31
4	07:06	17	07:33
5	07:07	18	07:37
6	07:07	19	07:38
7	07:09	20	07:41
8	07:09	21	07:43
9	07:11	22	07:46
10	07:13	23	07:48
11	07:13	24	07:51
12	07:17	25	07:52
13	07:19		

İETT’nin açıkladığı hatların hareket saatlerine göre sabah zirve saatlerde sistemde 300 otobüs ile sistem işletilebilir durumdadır. Ancak sabah saatlerinde açıklanan hareket saatlerine bağlı kalmaksızın sefer sıklığı 30 saniye (ilk duraklardan 1 dakikada 2 otobüs kaldırılarak işletilmektedir) olarak belirtilmiştir (Buran, 2011). 300 otobüsün sabah saatlerinde işletilen 3 hatta eşit olarak paylaştırıldığı kabul edildiğinde, 50 dakikalık bir zaman aralığı için işletme 30 saniye sıklığında çalıştırılabilir. Sistemin zirve saatler boyunca sefer sıklığının korunabilmesi için hatların sefer sürelerini gözetilerek hesaplandığında, toplam 450 otobüs ile sistemin işletilmesi uygun görünmektedir (Çizelge 3.21).

Çizelge 3.21 : 30 saniye sıklığında Metrobüs’ün çalıştırılması durumu.

Sabah saatlerinde 30 saniye sefer sıklığında sistemin çalışması durumunda				
	İşletilen otobüs sayısı	100 otobüs'ün işletilebileceği zaman periyodu (dk)	Gidiş-dönüş sefer süresi (dk)	Seferlerin sorunsuz işletilmesi için ihtiyaç olan otobüs sayısı
34	100	50	110	220
34A	100	50	90	180
34Z	100	50	50	50

Metrobüs hatlarını kullanıcıların tercihlerine dönük olarak Metrobüs işleten İETT'nin aynı koridorda işleyen hatları iptal etmesi veya işletme sıklığını azaltması ile, metrobüs hattının ise kendisinin çekim merkezi olması ile etkide bulunmaya çalışmıştır. İETT, metrobüs sisteminin 1. Etapının tamamlanması ile kademeli olarak aynı hatta çalışan 18 otobüs hattını iptal etmiş, 11 hattın ise güzergahını kısaltmış ve hatlarda çalışan otobüs sayısını düşürmüştür (Çizelge 3.22).

İptal edilen hatlar sonucunda Metrobüs öncesinde daha düşük fiyatlara gidilen mesafeler ortalama 0.50 TL daha pahalıya gidilmeye başlanmış ve 107'si İETT, 36'sı ÖHO olmak üzere toplam 143 otobüs Metrobüs koridorundan ayrılmıştır. Bunun karşılığında 26 dakika zaman tasarrufu sağlanmıştır (Çizelge 3.23). Güzegahı kısaltılan hatlarla ise toplam 44 otobüs metrobüs koridorundan ayrılmıştır (Çizelge 3.24).

İstanbul Metrobüs sisteminin açılması ile, kullanılan taşıtların özellikleri ve artan yolcu sayıları ile birlikte kişi başına düşen sera gazları salımında da azalma olmuştur. Metrobüs sistemi ile iptal edilen hatları kullanan yolcu başına düşen CO₂ salımı Çizelge 3.25'te, metrobüs sistemini kullanan yolcu başına düşen CO₂ salımı Çizelge 3.26'da görülmektedir. Hesaplama yapılırken iptal edilen taşıtların doluluk oranları gün boyu değiştiği için ortalama doluluklarını %50 olarak alınmıştır.

Çizelge 3.22 : Metrobüs sistemi ile iptal edilen hatlar.

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	1.Boğazgeç	115	21	48	19	6			6		6
129	Altunizade-Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	1.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	1.Boğazgeç	150	49	72	12	12			12		12
128	Üstbostancı-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	1.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

Kaynak İETT

Çizelge 3.23 : Metrobüs sistemi ile iptal edilen hatların kullanıcılara yansımaları.

Hat No	Hat Adı	Tarife	Fiyat (TL)	Bugün Ödenen (TL)	Fark (TL)	Ortalama	Metrobüs Öncesi Sefer Süresi (Dk)	Metrobüs Sonrası Sefer Süresi (Dk)	Tasarruf Edilen Zaman (Dk)	Ortalama (Dk)
76T	Cihangir Mah.-Avcılar-Taksim(Çift Katlı)	2 Tam Biletli	3,50	3,10	-0,40	0,50 TL	150	140	10	26
85G	Güngören - Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	2,10	0,35		130	100	30	
85M	Yenibosna Metro-Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	2,10	0,35		90	40	50	
141	Cihangir Mah. - Avcılar - Yenibosna Metro	Tek Biletli	1,75	2,10	0,35		100	90	10	
E-50	Ataköy-Taksim	2 Tam Biletli	3,50	2,10	-1,40		100	80	20	
E-51	Yeşilköy-Taksim	2 Tam Biletli	3,50	3,85	0,35		100	100	0	
E-52	Florya-Taksim	2 Tam Biletli	3,50	3,85	0,35		100	80	20	
E-53	Bakırköy-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	3,85	0,35		90	60	30	
E-54	Basın Sitesi-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	3,85	0,35		100	90	10	
E-55	İ.Marmara Evleri-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	3,85	0,35		100	100	0	
120	Kadıköy-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	4,20	0,70		115	60	55	
129	Altunizade-Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	4,20	2,45		50	60	-10	
341T	Sarıyer - Topkapı	Tek Biletli	1,75	3,10	1,35		180	120	60	
75C	Davutpaşa - Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	3,10	1,35		115	60	55	
127	Kadıköy-Topkapı	2 Tam Biletli	3,50	4,20	0,70		150	60	90	
128	Üstbostancı-Mecidiyeköy	2 Tam Biletli	3,50	4,20	0,70		155	120	35	
78	Avcılar-Mecidiyeköy	Tek Biletli	1,75	2,10	0,35		80	90	-10	
145M	Beylikdüzü -Mecidiyeköy(Ç.Katlı)	2 Tam Biletli	3,50	3,85	0,35		160	150	10	

Kaynak İETT

Çizelge 3.24 : Metrobüs sistemi ile güzergâhı kısaltılan hatlar.

Uygulama Öncesi						Fiyat (TL)	Uygulama Sonrası							Fiyat (TL)
HAT NO	Hattın Adı	Hat Uzunluğu	Araç Adedi				Hat No	Hattın Adı	Hat Uzunluğu	Araç Adedi				
			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		

Kaynak İETT

Çizelge 3.25 : İptal edilen hatların kişi başına düşen günlük CO₂ salımı (Gerçek, ve, Demir O, 2007) (Kumbaroğlu ve diğ, 2007).

İptal Edilen		Otobüs Genel Toplam			
Hat No	Hat Adı	Sefer Sayısı	Toplam Kat Ettiği Mesafe (Km/Gün)	Toplam CO ₂ Salım Miktarı (G/Gün)	Kişi Başına Düşen CO ₂ Salımı (G/Gün)
76T	Cihangir Mah.-Avcılar-Taksim	20	1.283	2.024.574	1.687
85G	Güngören - Mecidiyeköy	39	1.463	1.843.380	1.368
85M	Yenibosna Metro-Mecidiyeköy	122	4.270	5.434.514	3.625
141	Cihangir Mah. - Avcılar - Yenibosna Metr	73	2.712	3.991.990	2.510
E-50	Ataköy-Taksim	6	228	287.280	1.368
E-51	Yeşilköy-Taksim	6	252	317.520	1.512
E-52	Florya-Taksim	4	208	262.080	1.872
E-53	Bakırköy-Mecidiyeköy	6	216	272.160	1.296
E-54	Basın Sitesi-Mecidiyeköy	12	384	483.840	1.152
E-55	İ.Marmara Evleri-Mecidiyeköy	6	516	650.160	3.096
120	Kadıköy-Mecidiyeköy	48	1.049	1.321.488	787
129	Altunizade-Mecidiyeköy	125	1.875	2.637.692	1.013
341T	Sarıyer - Topkapı	0	0	0	0
75C	Davutpaşa - Mecidiyeköy	35	662	833.490	1.361
127	Kadıköy-Topkapı	72	3.564	4.490.640	1.782
128	Üstbostancı-Mecidiyeköy	69	2.829	3.564.540	2.952
78	Avcılar-Mecidiyeköy	22	647	883.273	2.032
145M	Beylikdüzü - Mecidiyeköy(Ç.Katlı)	16	1.392	1.864.584	8.552
	Toplam	680	23.549	31.163.206	37.964

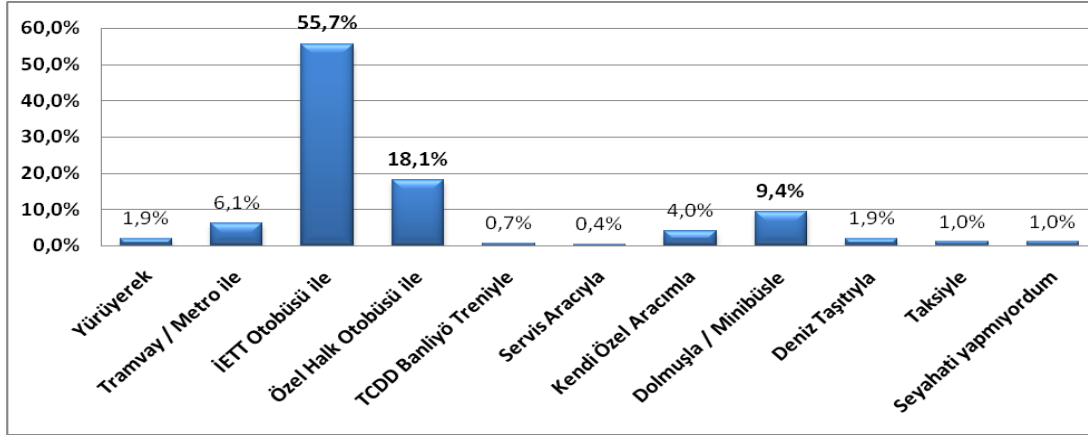
Çizelge 3.26 : Metrobüs hatlarının kişi başına düşen günlük CO₂ salımı (Gerçek, ve, Demir O, 2007) (Kumbaroğlu ve diğ, 2007).

Metrobüs hatları		Genel toplam			
HAT NO	HAT ADI	Sefer sayısı	Toplam kat ettiği mesafe (km)	Toplam CO ₂ Salım miktarı (g)	Kişi başına düşen CO ₂ salımı (g)
34	Avcılar-Zincirlikuyu	1.640	98.400	170.441.10	1.304
34A	Söğütlüçeşme-Edirnekapı	326	13.040	22.586.910	869
34T	Avcılar-Topkapı	1.285	46.260	80.128.103	782
34G	Avcılar-Söğütlüçeşme	30	2.520	4.364.955	1.825
34Z	Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme	629	14.467	25.058.652	500
	Toplam	3.910	174.687	302.579.72	5.280

Metrobüs'ün işletildiği bölgelerde yaşayanların ulaşım tercihleri üzerindeki etkisi ise sınırlıdır. Metrobüs kullanıcıları arasında yapılan araştırmaya göre Metrobüs yolcularının % 83'ünü daha önce aynı yolculuğu İETT, ÖHO ve Minibüs ve dolmuşlarla yapan yolcular oluşturmakta. Söz konusu toplu taşıma araçlarının metrobüs ile işletmeden kaldırıldığını da eklediğimizde, bu kullanıcıların tercihlerinde Metrobüs ile değişiklik olmadığını söyleyebiliriz. Özel aracını bırakıp Metrobüs'ü tercih edenlerin oranı ise % 4 olmuştur (Şekil 3.32) (İETT, 2011).

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 (İETT, 2011).

Metrobüsü tercih eden kullanıcıların % 54.2'si ev-iş ve ev-okul yolculuğu yapmaktadır. Kullanıcıların Metrobüs'e ulaşmak için ve Metrobüs'ten ayrıldıktan sonra gidecekleri yere ortalama 32.5 dakikada ulaşmaktadır. 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 hergün, % 25.3'ü ise hafta içi günleri Metrobüs'ü kullanmakta olup, kullanıcıların toplamda % 54.4'ü hafta içi günleri Metrobüsü kullanmaktadır (İETT, 2011).



Şekil 3.32 : Metrobüs yokken aynı ulaşım koridorundaki yolculuk şekilleri (İETT, 2011).

Kullanıcıların metrobüs sisteminden en fazla sıkıntı duyduğu başlık araçların kalabalık olması ve ücretlerin yüksek olmasıdır (İETT, 2011). Araçların kalabalık olarak işletilmesi Metrobüs sisteminin özellikle 2. Etapının işletmeye açılması ile daha fazla belirgin hale gelmiştir. Metrobüs'in işletme koşullarının değiştirilmesiyle bu sorun giderilmeye çalışılsa da başarılı olunamamıştır (Çizelge 3.27, Çizelge 3.28).

Çizelge 3.27 : Metrobüs sistemi hakkında kullanıcıların sıkıntı duydukları konular (İETT, 2011).

Başlıklar	Sıkıntı Duyulan Konular	Kişi sayısı (Çok Cevaplı)	Yüzde %
Ücret	Taşıma / Akbil ücretlerinin yüksek olması	261	22,2
	Metrobüs için aylık akbilden 1 kontör yerine 2 kontör alınması	4	0,3
	Nakit geçişin ortadan kalkacak olması	3	0,3
Araç	Araçların çok kalabalık olması	416	35,3
	Araç / Sefer sayısının az olması	67	5,7
	Araçlarda havalandırmanın yetersiz olması	80	6,8
	Araçların bakımsız / konforsuz olması	49	4,2
	Araçlarda gürültü ve sarsıntının fazla olması	83	7,1
	Araçların istasyonlarda fazla beklemesi / Araçların yavaş gitmesi	13	1,1
İstasyonlar	Üst geçitlerin dar / labirent gibi olması / inmek çıkmak zor	50	4,2
	İstasyonlarda oturacak yer olmaması / İstasyonların dar olması	12	1,0
	İstasyonların kirliliği	7	0,6
	Asansör / Yürüyen merdiven olmaması	21	1,8

Çizelge 3.27 (devam): Metrobüs sistemi hakkında kullanıcıların sıkıntı duydukları konular (İETT, 2011).

Başlıklar	Sıkıntı Duyulan Konular	Kişi sayısı (Çok Cevaplı)	Yüzde %
Güvenlik	Araç / İstasyon güvenliğinin yetersiz olması	11	0,9
Çalışanlar	Çalışanların tutum ve davranışları	41	3,5
Bilgilendirme	Sefer tarifeleri konusunda bilgi sahibi olamama	9	0,8
İstasyonlara Erişim	İstasyonlara erişim zorluğu	46	3,9
Diğer		4	0,3
Toplam		1177	100,0

Çizelge 3.28 : Metrobüs sistemi için kullanıcıların talepleri (İETT, 2011).

Başlıklar	İletilmek İstenen Hususlar	Kişi sayısı (Çok Cevaplı)	Yüzde %
Ücret	Zamlar geri alınsın	74	22,6
	Gidilen istasyon sayısına göre ücret ödemek olmasın	2	0,6
Araç	Kalabalığa çare bulunsun	92	28,1
	Yeni araçlar alınsın / Yoğun saatlere ek seferler konsun / Araçlar erkenden garaja çekilmesin	38	11,6
	Havalandırma hep açık tutulsun	18	5,5
	Araçlar bizi almadan geçmesin / boş geçmesin	7	2,1
İstasyon lar	Üst geçitler genişletilsin / Asansör ve yürüyen merdiven konsun	7	2,1
	İstasyon lara oturacak yer konsun / İstasyonlar genişletilsin	16	4,9
	İstasyonlara yön tabelaları konsun	2	0,6
Çalışanlar	Çalışanlar (Özellikle şoförler) iyi seçilsin	13	4,0
Metrobüs Hattı	Metrobüs hattı uzatılsın (Beylikdüzüne kadar)	6	1,8
	Aktarma olmadan direkt karşı tarafa gidilsin	11	3,4
	Metrobüs yolu metroya çevrilsin	3	0,9
İstasyonlara Erişim	Metrobüs istasyonlarına ulaşmak için otobüs sayısı arttırılsın	9	2,7
Metrobüs'ten memnunum		24	7,3
Diğer		6	1,8
Toplam		328	100,0

3.2.4.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma

Metrobüs sistemlerinin büyük bir kısmı gün boyu işletilmektedir. çalışma kapsamında değerlendirilen metrobüs sistemlerinden sadece Ahmedabad, Bangkok, Charlotte, Houston ve Kunming kentlerinde 24 saat çalışmamaktadır. Bunların yanında akıllı ulaştırma teknolojilerinin metrobüs sistemlerinde yaygın olarak kullanılmadığı söylenebilir (Çizelge 3.29) (Baker, 2003) (Url-6).

Çizelge 3.29 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin araçlarının özellikleri (Baker, 2003) (Url-6).

Şehir	Akıllı Ulaştırma sistemi kullanılıyor mu?	Gün boyu işletiliyor mu?
Adelaide	√	√
Ahmedabad		
Amsterdam		√
Bangkok		
Belo horizonte		√
Bogota	√	√
Boston	√	√
Brisbane	√	√
Changzhou		√
Charlotte		
Cleveland	√	√
Curitiba	√	√
Dalian		√
Guangzhou		√
Hangzhou		√
Houston		
İSTANBUL		√
Jakarta		√
Jinan		√
Kunming		
Lima		√
Los Angeles	√	√
Mexico city	√	√
Miami		√

Çizelge 3.29 (devam): Dünyadaki metrobüs sistemlerinin araçlarının özellikleri (Baker, 2003) (Url-6):

Şehir	Akıllı Ulaştırma sistemi kullanılıyor mu?	Gün boyu işletiliyor mu?
Nagoya	√	√
Nantes		√
New york city		√
Ottowa	√	√
Paris		√
Pekin		√
Pittsburgh		√
Quito		√
Sao Paulo		√
Seattle		√
Sydney		√
Vancouver	√	√
Xiamen		√
Yancheng		√
Zhengzhou		√

3.2.5 İstanbul metrobüs sisteminin ücret toplama sistemi

İstanbul Metrobüs sisteminde kapalı ücret toplama sistemi kullanılmaktadır. Sistemdeki tüm istasyonlara erişim turnikeler ile çevrilmiş ve kontrol altında tutulmaktadır. Hattın yolun ortasında işletiliyor olması istasyonlara erişim noktalarının sayısını azaltıp, ücret toplama sisteminin kontrolünü kolaylaştırmaktadır.

Ücret toplama aracı olarak ise AKBİL, ELBİL ve 1-2-5-10 binişlik kullan-at kartları kullanılmaktadır. 15 Kasım 2010 tarihine kadar nakit geçişde kullanılmakta olup, geçişleri yavaşlatması gerekçesi ile kaldırılmıştır. Metrobüs turnikeleri ise her tür ücret toplama aracı için uyumlu olup kullanıcılar istediği turnikeden geçiş yapabilmektedir.

İstanbul metrobüs sisteminin ücretleri tüm toplu taşıma ücretlerini belirleyen, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü (UKOME) tarafından belirlenmektedir.

İşletmeye açıldığı ilk hafta (17-24 Eylül 2007) Metrobüs'ü yolculara tanıtmak için ücretsiz olarak işletilen Topkapı-Küçükçekmece hattı, 2007 yılının sonuna kadar (31 Aralık 2007) normal tarifieden daha düşük ücretlerle (tam 0.65 TL, indirimli, 0.40 TL) işletilmiştir. 2008 yılı ile birlikte normal ücret tarifesi ile işletilen metrobüs ücretleri, 1 Haziran 2008 tarihiyle birlikte normal toplu taşıma ücretlerine yapılan zam ile tam 1.3 TL, indirimli 0.85 TL olmuştur.

Metrobüs, 16 Kasım 2009 tarihine kadar normal toplu taşıma sistemleri ile aynı tarifeyle sahip olmuştur. Bu tarihe kadar istanbul'da toplu taşıma ücretlerinde 1 Haziran 2009'da yapılan değişiklikle ulaşım ücretleri tam 1.5 TL, indirimli 0.85 TL olarak yeniden düzenlenmiştir. 16 Kasım 2009 tarihinde ise UKOME kararı ile sadece metrobüs hatlarının ücret tarifesi değiştirilmiş ve diğer toplu taşıma ücret tarifelerinden farklılaşmıştır. Düzenlemeye göre tam 2 TL, indirimli 1 TL olmuş Mavi akbil ise 2 binış eksiltecek hale getirilmiştir. Düzenleme metrobüs kullanıcılarının tepkisini çekmiş ve açılan dava ile düzenlemenin yürütmesi durdurulmuş ve metrobüs ücret tarifesi normal toplu taşıma sistemleri ile aynı tarifeyle getirilmiştir.

30 Ekim 2010 tarihinde UKOME toplu taşıma ücret tarifesini yeniden düzenlemiş ve Metrobüs ile diğer toplu taşıma araçlarının ücret tarifeleri tekrar farklılaşmıştır. Metrobüs'te "gittiğin kadar öde" dönemi başlamış, bununla beraber ilk üç istasyon için tam 1,35 TL, indirimli öğrenci 0,80 TL, diğer indirimli 0,90 TL, üç istasyondan sonra tam 1,95 lira, indirimli öğrenci 0,95 lira olarak ayarlandı. Diğer toplu taşıma sistemlerinde ise ücret tarifesi tam 1,65 TL, indirimli (öğrenci) 0,95 TL ve indirimli (diğer) 1.10 TL olarak belirlenmiştir.

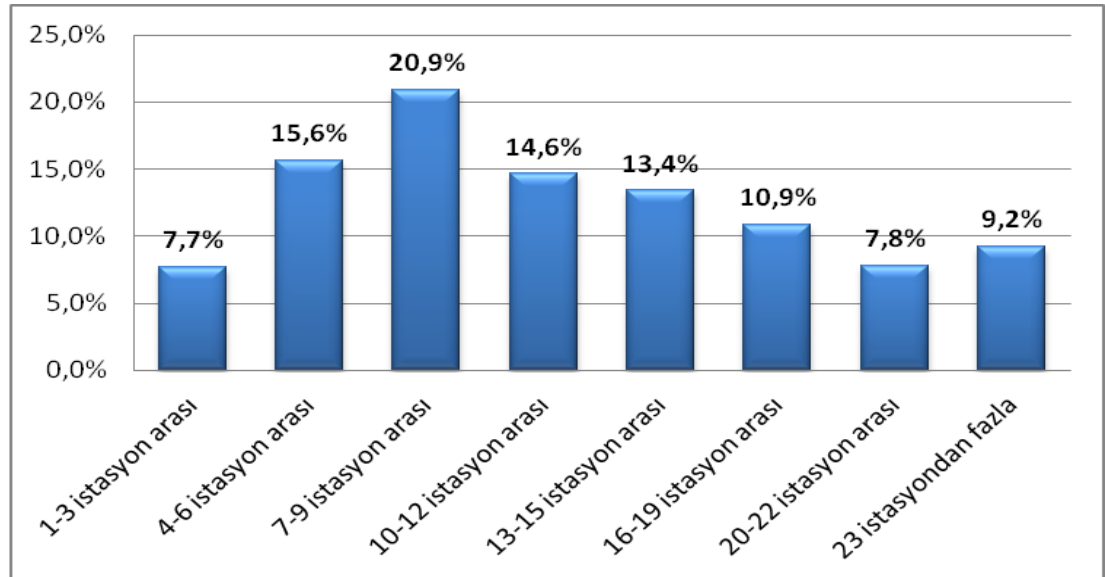
15 Ağustos 2011 tarihinde UKOME kararı ile Metrobüs ile diğer toplu taşıma araçlarının ücret tarifeleri günümüzdeki halini almıştır. Buna göre tam bilet 1,75 TL, indirimli bilet 1 TL (öğrenci), 1,20 (diğer) olmuştur. Metrobüs için ise İlk 3 istasyon için tam: 1,45 TL, Öğrenci: 0,85 TL, Diğer (Öğretmen/Yaşlı): 1,00 TL Üç istasyon sonrası için tam: 2,10 TL, Öğrenci: 1,00 TL, Diğer (Öğretmen/Yaşlı): 1,20 TL oldu. Metrobüs sonrası aktarma ücretleri tam bilet 1TL, indirimli bilet 0,4TL (öğrenci), 0,6TL (diğer) olmuştur.

Metrobüs ile yapılan yolculukların yarısından fazlasında en az 10 istasyon gidilmektedir. Yolculukların % 7.7'si 3 istasyondan daha az yolculuk etmekte ve

indirimli ücret tarifesinden yararlanmaktadır (Çizelge 3.30, Şekil 3.33). Bu verilere göre “gittiğin kadar öde” uygulamasının, metrobüs yolcularının büyük bir kesimi için metrobüs ücretlerinde bir zam olarak algıandığı söylenebilir.

Çizelge 3.30 : Metrobüs ile gidilen istasyon sayısı (İETT, 2011).

Gidilen İstasyon Sayısı	Frekans	Yüzde %	Kümülatif Yüzde %	Gidilen Ortalama İstasyon Sayısı
1-3 istasyon arası	86	7,7%	7,7	11,9
4-6 istasyon arası	175	15,6%	23,3	
7-9 istasyon arası	234	20,9%	44,2	
10-12 istasyon arası	164	14,6%	58,8	
13-15 istasyon arası	150	13,4%	72,2	
16-19 istasyon arası	122	10,9%	83,1	
20-22 istasyon arası	87	7,8%	90,8	
23 istasyondan fazla	103	9,2%	100	
Toplam	1121	100	-	



Şekil 3.33 : Metrobüs ile gidilen istasyon sayısı (İETT, 2011).

3.2.6 İstanbul metrobüs sisteminin akıllı ulaştırma sistemleri ile olan ilişkisi

İstanbul metrobüs sisteminde akıllı ulaştırma sistemi olarak araç içlerinde istasyonlara dair yazılı ve sözlü bilgilendirme sistemini, yolcuların internet aracılığıyla kullanabildiği araçların konumlarına dair bilgileri içeren sistemi tanımlayabiliriz. Bu sistemleri metrobüs sistemine özgü olmayıp diğer toplu taşıma araçlarında da yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır.

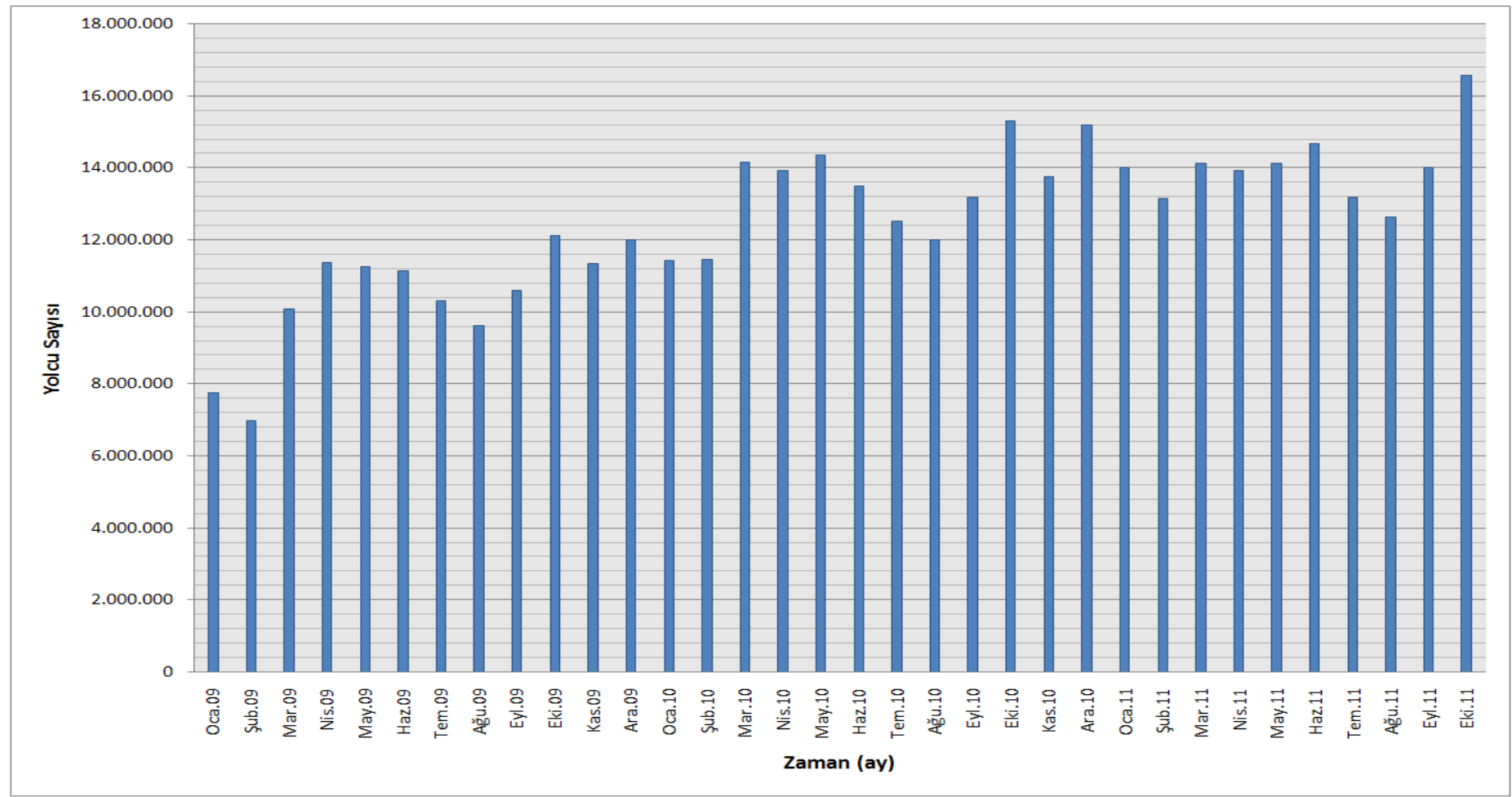
3.2.7 İstanbul metrobüs sisteminin yolcu sayıları

3.2.7.1 Genel değerlendirme

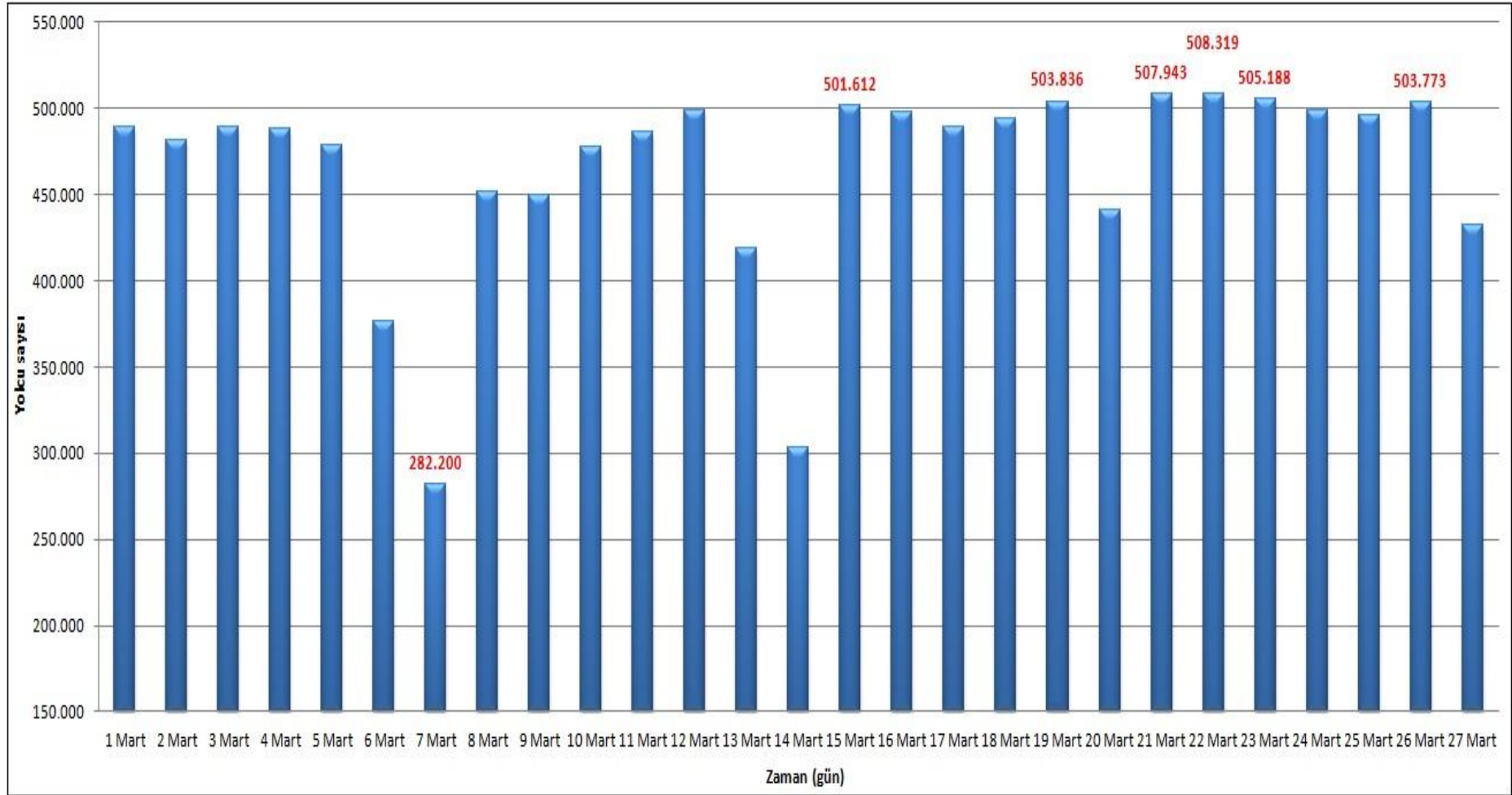
İstanbul'da metrobüs ile yapılan yolculuklar, sistemin işletilmeye açıldığı günden itibaren artış göstermiştir. Mayıs ayından sonra yaz aylarında azalmalar olsa da okulların açıldığı Eylül ayının ortalarından itibaren yolculuk sayısı artmış ve Ekim ayında Mayıs ayındaki değeri geçmiştir. Ekim ayında Mayıs ayına göre görülen artış 2009 yılında % 7.7, 2010 yılında % 6.5 2011 yılında ise % 17.1 olmuştur. Metrobüs sisteminin 2. Etapının açılmış olduğu, 3. Etapının ise inşa halinde olduğu 2009 Ocak ayından itibaren sistemde yapılan aylık yolculuk sayıları Şekil 3.34'de gösterilmiştir

İstanbul metrobüs sistemi 3. Etapın işletilmeye açıldığı 3 Mart 2009 gününden sonra hatta istasyon eklenmemiş ve hat uzatılmamıştır. Metrobüs'ün Boğaz Geçışı ile birlikte günlük yolcu sayısı ilk kez 15 Mart 2010 tarihinde 500 bin sayısını aşmıştır (Şekil 3.35).

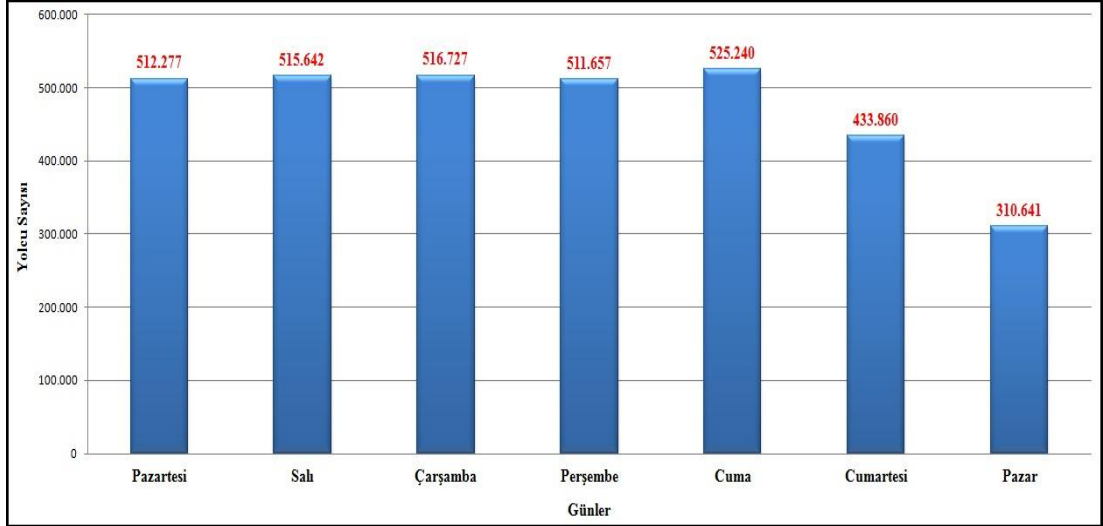
Metrobüs sisteminin en az yolcu taşıdığı gün ortalama 310.641 yolcu ile Pazar günleridir. En çok yolcunun taşındığı gün ise ortalama 525.240 yolcu ile Cuma günüdür (Şekil 3.36). Ayrıca metrobüs yolcu sayılarını etkileyen etkenlerden okul açılışları da metrobüs yolcu sayısını önemli ölçüde artırmaktadır.



Şekil 3.34 : Metrobüs ile yapılan aylık yolcu sayıları (Kaynak İETT).



Şekil 3.35 : Metrobüs 2010 yılı mart ayı günlük yolcu sayıları. (Kaynak İETT).



Şekil 3.36 : Metrobüs günlük yolcu sayılarının haftanın günlerine dağılımı (Kaynak İETT).

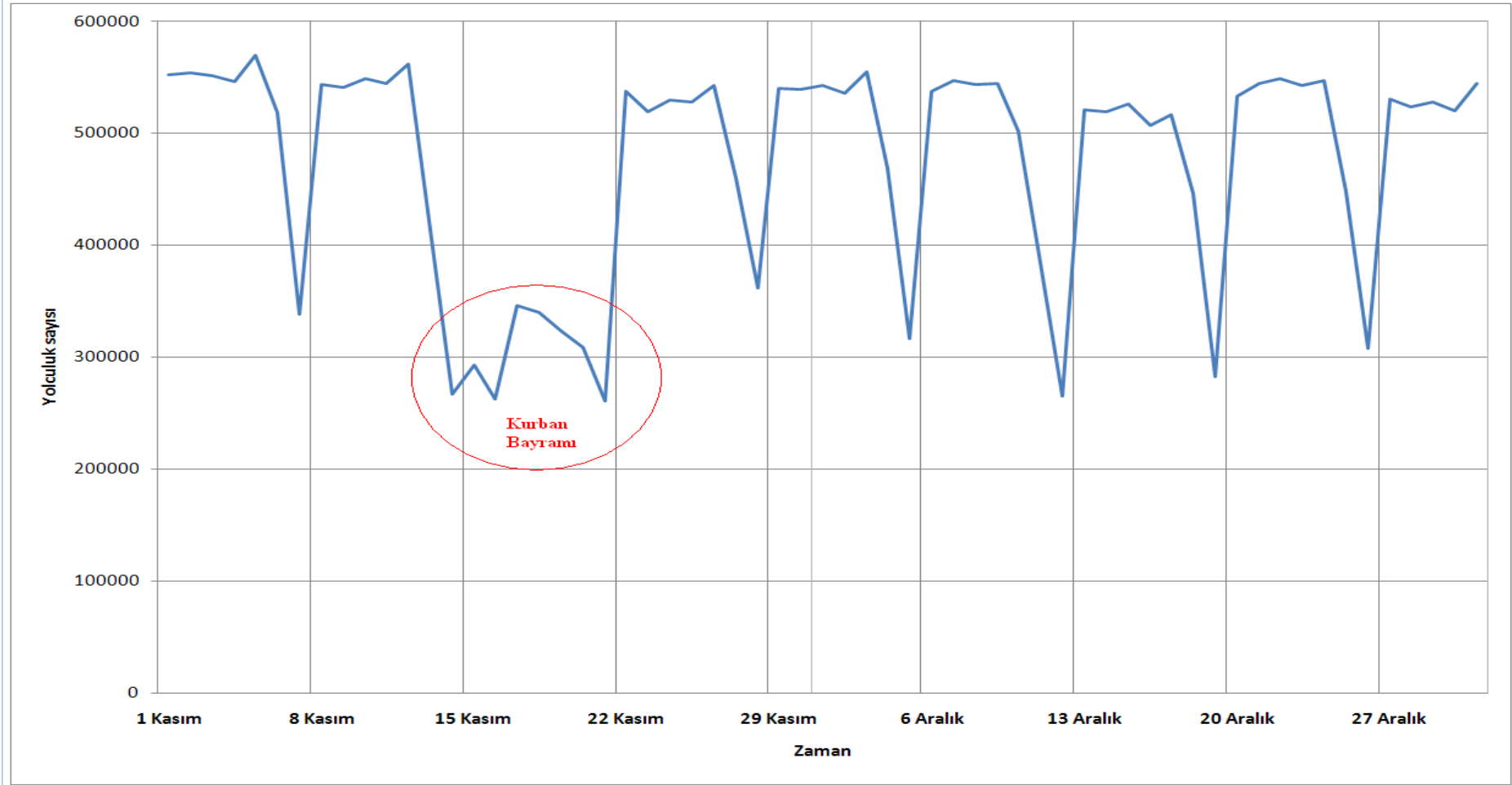
2010 Kasım ve Aralık ayları ve 2011 yılı Ekim ayına kadar geçen süre içerisinde hafta içi günlerde Metrobüs sisteminin günlük yolcu sayısı 500 bin civarında olurken bu sayı yaz aylarında 400 bin civarındadır (Şekil 3.37, Şekil 3.38).

2011 yılı Ekim ayında 12 gün metrobüs ile yapılan yolculuk sayıları 600 bini aşmıştır. 2011-2012 Eğitim Öğretim yılının açıldığı 19 Eylül 2011 tarihinden 1 Kasım 2011 tarihine kadar geçen süre içerisinde metrobüs ile yapılan günlük yolculuk sayıları Çizelge 3.32’de gösterilmiştir.

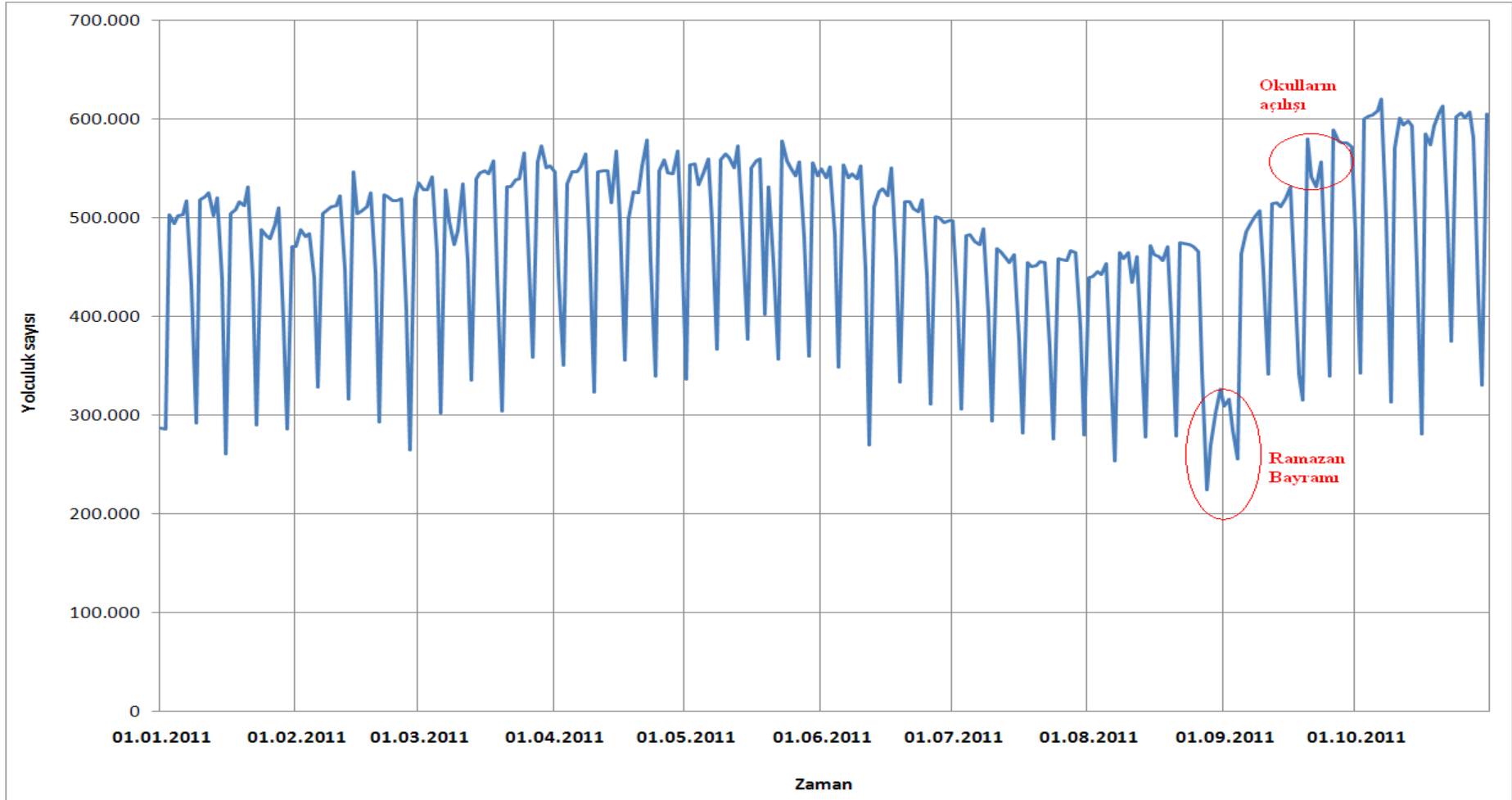
Metrobüs sisteminin yıllık toplam yolcu sayısının, işgünlerinin günlük ortalama yolcu sayısına oranı ile, günlük yolcu sayısından yıllık yolcu sayısının hesaplanması için kullanılabilecek katsayı hesabı Çizelge 3.31’de görülmektedir. Katsayı hesaplanırken 2011 yılı tamamlanmadığı için 2010 yılı verileri kullanılmıştır.

Çizelge 3.31 : Yolcu sayısı günlük-yıllık katsayı hesabı.

2010 yılı toplam yıllık yolcu sayısı (Y ₁)	2010 yılı işgünü günlük yolcu sayısı ortalaması (Y ₂)	Günlük yolcu sayısı değerinden yıllık yolcu sayısı değerine çevirme katsayısı (Y ₁ /Y ₂)
160.750.962	537.288	299



Şekil 3.37 : Metrobüs 2010 yılı Kasım – Aralık ayları günlük yolcu sayıları (Kaynak İETT).



Şekil 3.38 : Metrobüs 2011 yılı Kasım ayına kadar gerçekleşen günlük yolcu sayıları (Kaynak İETT)

Çizelge 3.32 : Metrobüs 2011 yılı 19 Eylül-1 Kasım tarihleri arasındaki günlük yolcu sayıları (İETT).

19 Eylül 2011 Pazartesi	315.251	10 Ekim 2011 Pazartesi	571.029
20 Eylül 2011 Salı	579.192	11 Ekim 2011 Salı	601.243
21 Eylül 2011 Çarşamba	541.276	12 Ekim 2011 Çarşamba	593.988
22 Eylül 2011 Perşembe	531.022	13 Ekim 2011 Perşembe	597.740
23 Eylül 2011 Cuma	556.693	14 Ekim 2011 Cuma	593.045
24 Eylül 2011 Cumartesi	464.579	15 Ekim 2011 Cumartesi	451.891
25 Eylül 2011 Pazar	339.685	16 Ekim 2011 Pazar	281.253
26 Eylül 2011 Pazartesi	588.368	17 Ekim 2011 Pazartesi	584.842
27 Eylül 2011 Salı	577.891	18 Ekim 2011 Salı	573.683
28 Eylül 2011 Çarşamba	575.238	19 Ekim 2011 Çarşamba	592.938
29 Eylül 2011 Perşembe	575.365	20 Ekim 2011 Perşembe	606.206
30 Eylül 2011 Cuma	571.197	21 Ekim 2011 Cuma	612.934
01 Ekim 2011 Cumartesi	484.184	22 Ekim 2011 Cumartesi	494.250
02 Ekim 2011 Pazar	343.322	23 Ekim 2011 Pazar	375.244
03 Ekim 2011 Pazartesi	599.727	24 Ekim 2011 Pazartesi	602.130
04 Ekim 2011 Salı	603.282	25 Ekim 2011 Salı	605.903
05 Ekim 2011 Çarşamba	603.747	26 Ekim 2011 Çarşamba	600.749
06 Ekim 2011 Perşembe	607.856	27 Ekim 2011 Perşembe	607.291
07 Ekim 2011 Cuma	619.927	28 Ekim 2011 Cuma	580.358
08 Ekim 2011 Cumartesi	498.148	29 Ekim 2011 Cumartesi	422.888
09 Ekim 2011 Pazar	314.072	30 Ekim 2011 Pazar	331.208
		31 Ekim 2011 Pazartesi	604.403

(Kaynak İETT)

3.2.7.2 Dünyadaki diğer metrobüs sistemleri ile karşılaştırma

Ekim 2011 ayı ile birlikte günde 600 bin yolcu aşan İstanbul metrobüs sistemi en fazla yolcu taşıyan Metrobüs sistemleri arasında yer almaktadır (Çizelge 3.33). İşletme hızı olarak ise, yüksek doluluğa sahip araç şeritleri bulunan Los Angeles ve normal trafikten farklı bir rotadan işletilen Pittsbourgh metrobüs sistemlerinden sonra İstanbul metrobüs sistemi gelmektedir (Şekil 3.39, Şekil 3.40) (Baker, 2003) (Url-6).

Normal trafikteki konumu, geometrik özellikleri ve işletilme şekli açısından benzer örnekler arasında en hızlı işletilen sisteme sahip olan İstanbul zirve saatteki yolcu

sayısı açısından da Bogota ve Guangzhou'dan sonra 3. Sırada gelmektedir. Ancak çalışma kapsamında dünyadaki en fazla yolcu taşıyan Curitiba şehrinin zirve saatteki yolcu sayısına ulaşamamış olup, bu sıralamaya dahil edilmemiştir.

İstanbul'daki yolcu sayısının Bogota ve Curitiba gibi metrobüs ağı şeklinde işletilen ve bulundukları kentin toplu taşımacılık yükünü büyük oranda yüklenen sistemlerden düşük olması doğal bir sonuç olurken, Bogota ve Curitiba ile aynı özellikteki metrobüs sistemine sahip olan Meksiko City kenti ile aynı sayıda yolcu taşınması İstanbul'daki sistemin özgün bir özelliğidir.

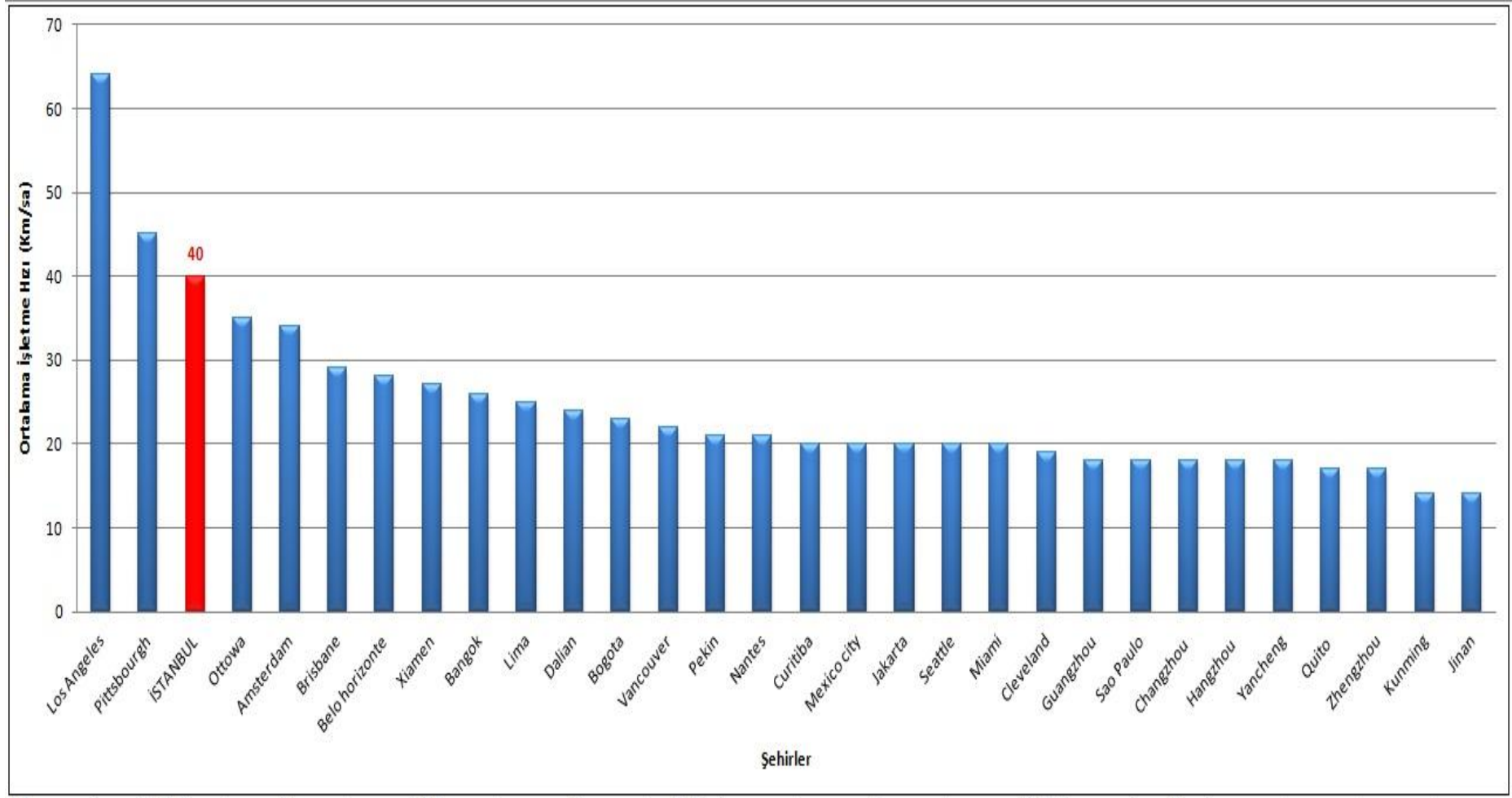
Kilometreye düşen yolcu sayısı değeri olarak da Guangzhou ve Curitiba metrobüs sistemleri dünyadaki diğer sistemlerle arasında 30000 yolcu/km değerini aşan sistemlerdir İstanbul ise Sao Paulo, Bogota, Belo horizonte, Seattle ve Dalian kentlerinden sonra gelmektedir (Şekil 3.41).

Çizelge 3.33 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin yolcu sayıları (Baker, 2003) (Url-6).

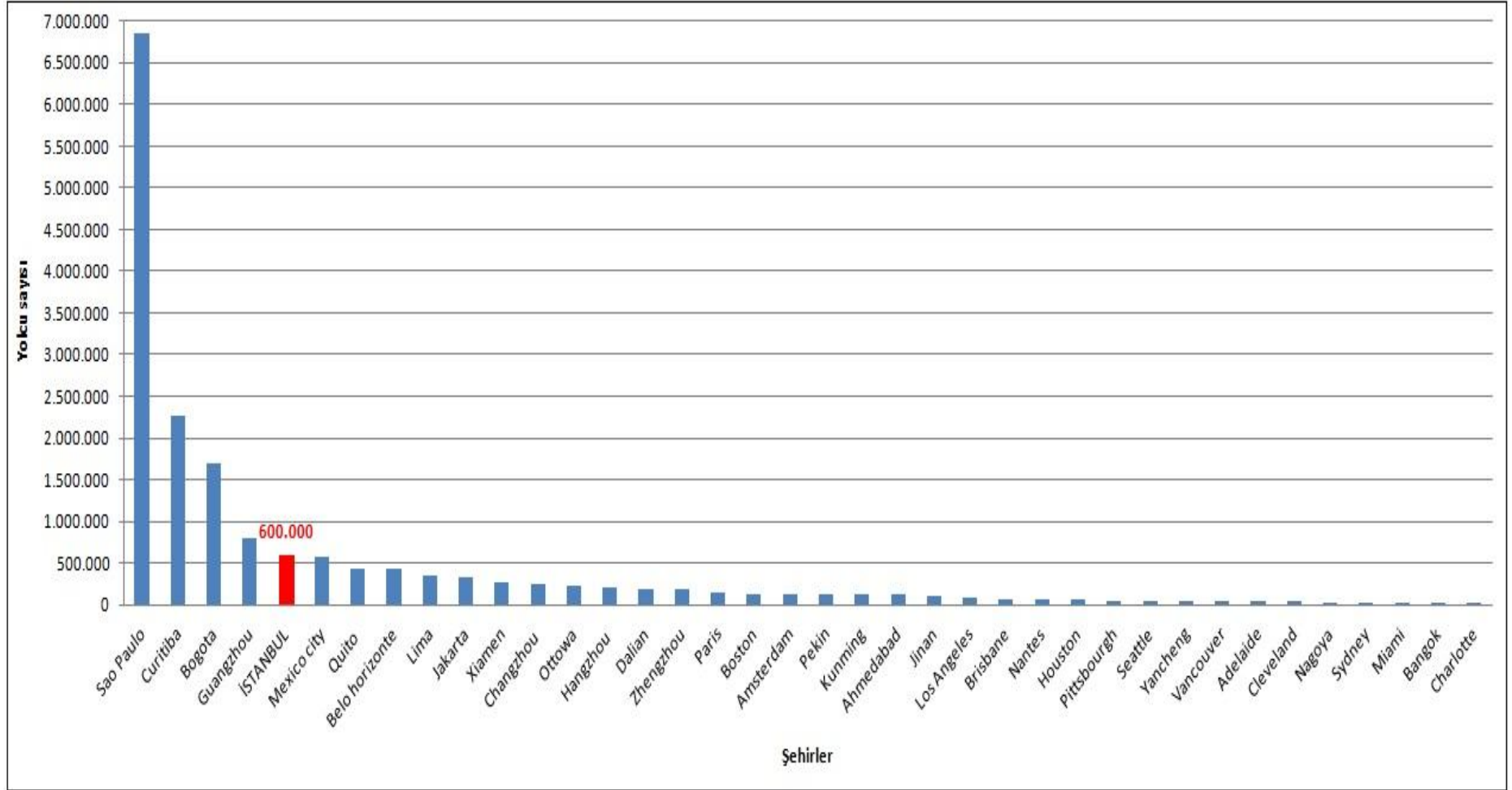
Şehir	Günlük ortalama yolcu sayısı	Yolcu / Km	Zirve saatlerinde bir saatte tek yöndeki araç sayısı	Zirve saatlerinde bir saatte tek yöndeki yolcu sayısı	Zirve saatte araç hızı (km/s)
Sao Paulo	6.843.664	22.736	220	20.000	18
Curitiba	2.260.000	31.389			20
Bogota	1.700.000	19.653	310	34.000	23
Guangzhou	805.000	35.778	350	27.400	18
İSTANBUL	600.000	13.605	200	21.400	40
Mexico city	570.000	8.636	60	9.000	20
Quito	440.000	10.427	60	6.000	17
Belo horizonte	435.000	18.354		16.000	28
Lima	350.000	12.727	101	13.950	25
Jakarta	330.000	2.661	40	3.000	20
Xiamen	260.000	5.098	90	7.900	27
Changzhou	245.000	5.457	77	7.400	18
Ottowa	220.000	3.667	200	10.000	35
Hangzhou	210.000	3.791	80	6.300	18
Dalian	195.000	14.234	75	5.800	24
Zhengzhou	185.000	6.066	52	5.600	17

Çizelge 3.33 (devam): Dünyadaki metrobüs sistemlerinin yolcu sayıları (Baker, 2003) (Url-6).

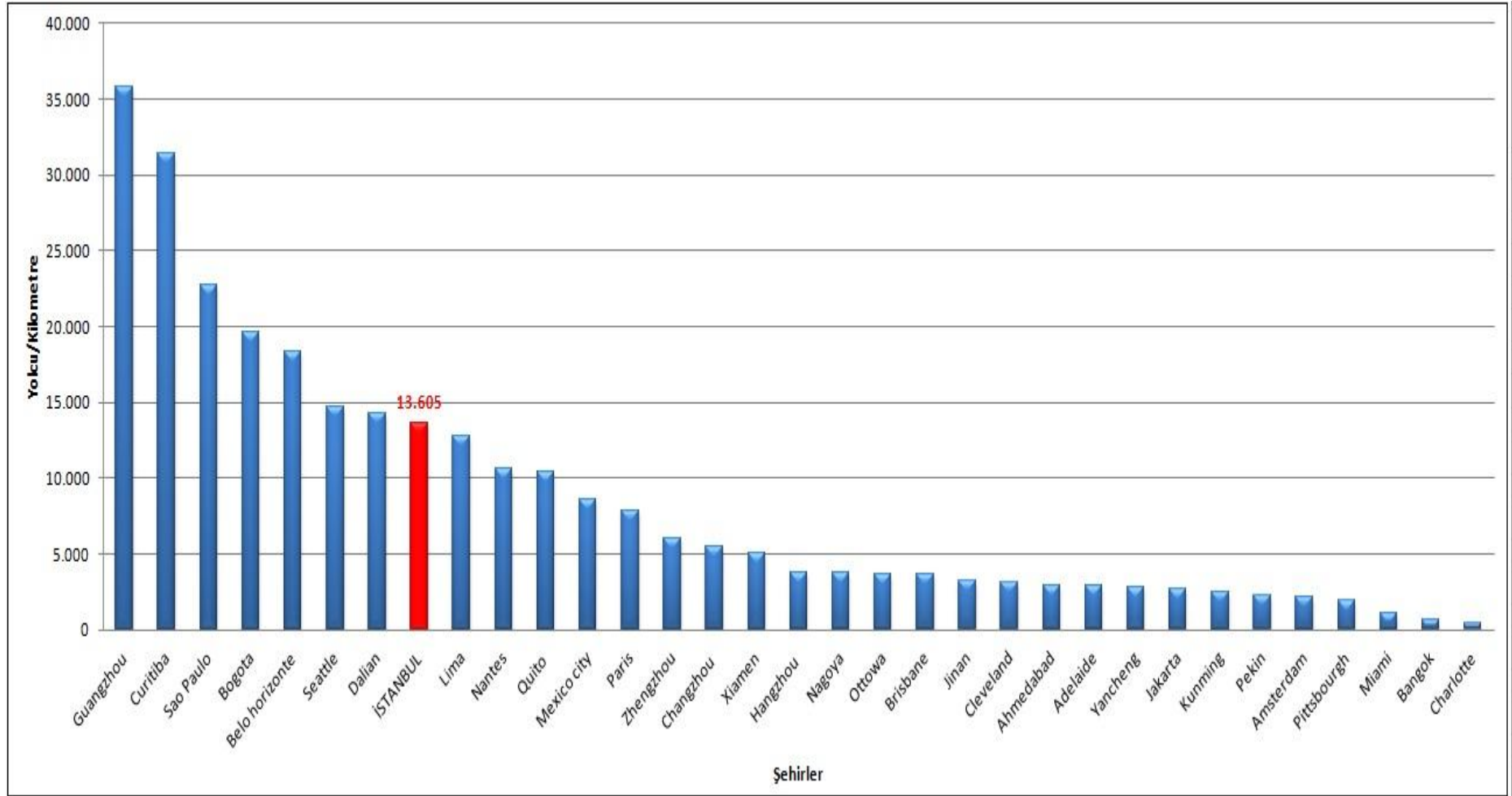
Şehir	Günlük ortalama yolcu sayısı	Yolcu / Km	Zirve saatlerinde bir saatte tek yöndeki araç sayısı	Zirve saatlerinde bir saatte tek yöndeki yolcu sayısı	Zirve saatte araç hızı (km/s)
Paris	150.000	7.853			
Boston	135.000		75	4.500	
Amsterdam	125.000	2.205	18	960	34
Pekin	120.000	2.222	50	3.800	21
Kunming	117.000	2.505	120	3.500	14
Ahmedabad	115.000	2.949	40		
Jinan	110.000	3.198	40	3.300	14
Los Angeles	75.000		155	6.800	64
Brisbane	70.000	3.627	175	6.500	29
Nantes	70.000	10.606	17	2.100	21
Houston	55.000		240	8.250	
Pittsburgh	50.000	1.923	200	9.000	45
Seattle	50.000	14.706	70	4.200	20
Yancheng	45.000	2.813	30	1.300	18
Vancouver	45.000		30	1.000	22
Adelaide	35.000	2.917		4.000	
Cleveland	35.000	3.097			19
Nagoya	25.000	3.731	13	750	
Sydney	20.000				
Miami	15.000	1.136	20	800	20
Bangkok	10.000	654	15	1.200	26
Charlotte	2.000	426			



Şekil 3.39 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin ortalama işletme hızları.



Şekil 3.40 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin günlük ortalama yolcu sayıları.



Şekil 3.41 : Dünyadaki metrobüs sistemlerinin yolcu / kilometre değerleri.

3.2.8 İstanbul metrobüs sistemine dair bazı hesaplamalar

3.2.8.1 Ortalama yolculuk uzunluğu

İstanbul Metrobüs sisteminin ortalama yolculuk uzunluğu ortalama istasyon aralığı ile ortalama gidilen istasyon sayısının çarpımı veya metrobüs sisteminde harcanan ortalama süre ile metrobüs araçlarının işletme hızının çarpımı ile bulunabilir.

Ortalama yolculuk uzunluğu hesaplanırken İETT'nin 2011 yılında yapmış olduğu "Metrobüs kullanıcıları memnuniyeti araştırması" kapsamında hesaplanan veriler kullanılmıştır. Çizelge 3.34'de ortalama yolculuk uzunluğu hesabı gösterilmiştir.

Çizelge 3.34 : Metrobüs sisteminin ortalama yolculuk uzunluğu.

Ortalama istasyon aralığı (m)	Ortalama gidilen istasyon sayısı	Ortalama yolculuk uzunluğu (km)
1210	12	14,52
Ortalama hız (km/s)	Ortalama geçen zaman (dk)	Ortalama yolculuk uzunluğu (km)
40	25	16,67

3.2.8.2 Kapasite hesabı

En uygun yol ve işletme koşullarında bir toplu taşıma sisteminde bir kesitte ve belli bir süre içerisinde taşınabilecek en fazla yolcu sayısına kapasite denir. Bir toplu taşıma sisteminin kapasitesi sistemin işletilme sıklığına ve araçların taşıdığı yolcu sayısına bağlıdır.

İstanbul metrobüs sisteminin taşıtlarının % 114 dolulukta Phileas 250, CapaCity 220 ve Citaro 170 yolcu taşıdığı kabul edilip, bu otobüslerin İETT'nin filosunda bulunma adetleri ile orantılı olarak 1 aracın taşıdığı ortalama maksimum yolcu sayısı hesabı Çizelge 3.35'da hesaplanmış ve 211 olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.35 : Metrobüs taşıtlarının taşıdığı ortalama yolcu sayısı.

	Bulunan adet (a)	Taşıdığı yolcu sayısı (b)	Toplam Yolcu (Ty= a x b)	Ortalama yolcu sayısı (Oy = $\Sigma Ty / 400$)
Phileas	50	250	12500	211
CapaCity	250	220	55000	
Citaro	100	170	17000	
Toplam	400		84500	

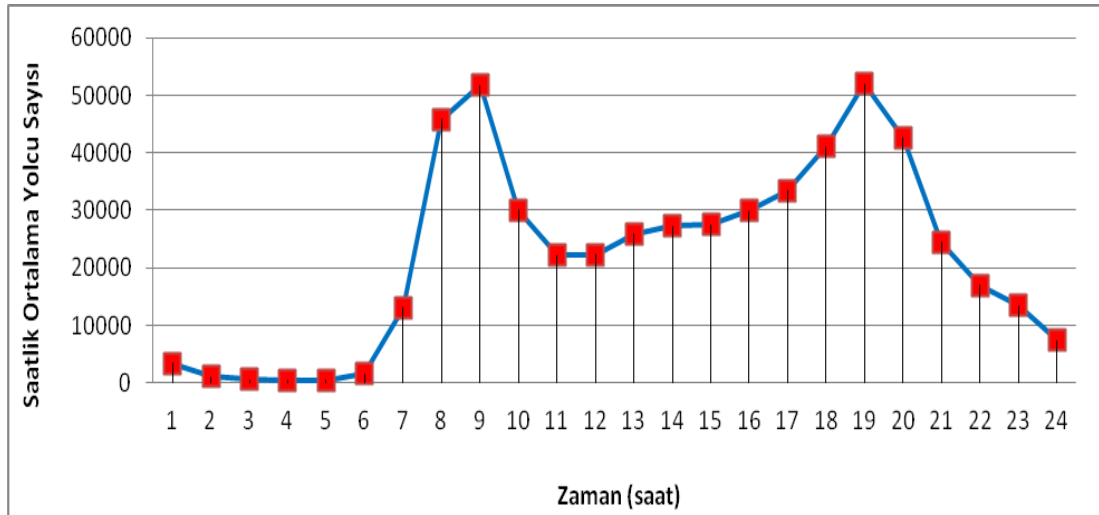
İstanbul'daki metrobüs uygulamasının kapasitesini hesaplarken 30 saniye, 45 saniye ve 60 saniyelik aralıklarla otobüslerin ana istasyonlardan hareket ettiği düşünülerek yapılan kapasite hesabı Çizelge 3.36'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.36 : Metrobüs sisteminin kapasite hesabı.

Zaman aralığı (s)	Otobüs frekansı (otobüs/yön-saat)	Ortalama araç kapasitesi	Kapasite (yolcu/yön-saat)
30	120	211	25320
45	80	211	16880
60	60	211	12660

3.2.8.3 Zirve saat oranı hesabı

Toplu taşıma sistemlerinde yolculukların büyük kısmı ev – iş ve ev – okul arasında yapılan yolculuklardır. Bu nedenle sistemlerin yolcu sayıları sabah (evden işe-okula giderken) 07:00 – 09:00 saatleri arası ve akşam (okul – işden eve dönerken) 17:00 – 19:00 arası artar. İstanbul metrobüs sisteminin saatlik ortalama yolcu sayılarının 2011 yılı Ekim ayındaki değişimini Şekil 3.42’de gösterilmiştir.



Şekil 3.42 : Metrobüs 2011 yılı Ekim ayı saatlik toplam yolcu sayıları.

Zirve saat oranı, en fazla yolcunun sistemi kullandığı 1 saatlik zaman dilimi içerisindeki yolcu sayısının, bu yolcu sayısına ulaşılan günün toplam yolcu sayısının bölünmesi ile bulunur. İstanbul metrobüs sistemi için yolcu sayıları saatlik olarak ayrıştırıldığı için bu katsayı bulunurken, en fazla yolcunun kullandığı (67,849 yolcu) saat dilimi (08:00-09:00 arası) ve o gün (24 Ekim 2011) elde edilen toplam yolcu sayısı (602,130 yolcu) kullanılarak yapılan hesaplama Çizelge 3.37’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.37 : Metrobüs sisteminin zirve saat oranı hesabı.

2011 Ekim ayı boyunca en fazla saatlik yolcu sayısının elde edildiği gün	24 Ekim Gününün		ZSO
	Toplam yolcu sayısı	En fazla saatlik yolcu sayısı	
24 Ekim 2011 Pazartesi	602.130	67.848	0,11

4. İSTANBUL METROBÜS UYGULAMASINA DAİR SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Toplu taşıma araçlarına uygulandığı bölgede öncelik vererek, yolculara hızlı, güvenli ve konforlu bir hizmet vermeyi amaçlayan metrobüs sistemlerinin kullanımı 2000’li yıllar ile yaygınlaşmıştır. Ülkemizde inşasına 2005 yılında başlanıp 2007 yılında kullanılmaya başlanan metrobüs sistemi, günümüzde Avcılar-Söğütluçeşme arasında 4 otobüs hattı ile işletilmektedir. Sistemin Beylikdüzü ilçesine uzatılması çalışmaları ise henüz tamamlanmamıştır.

Çalışma kapsamında değerlendirilen metrobüs sisteminin bileşenleri olarak seyir yolları, istasyonlar, taşıtlar, ücret toplama, işletim planları ve akıllı ulaştırma sistemleri ile ilişkiler ayrı ayrı incelenmiştir. Metrobüs sistemlerinin başarısı bu sistemin bulunduğu bölge ile ve bileşenlerin birbirleri ile uyumuna yakından bağlıdır.

İstanbul Metrobüs sistemi kentin en önemli ulaşım koridorlarından olan D100 ve O1 karayollarının üzerindedir. Koridorun bulunduğu hat boyunca çeşitli istasyonlarda Taksim-Hacıosman metro sistemi, Aksaray-Havaalanı hafif raylı sistemi, Zeytinburnu-Bağcılar, Zeytinburnu-Kabataş ve Edirnekapı-Sultançiftliği tramvayları ve Sirkeci-Halkalı, Haydarpaşa-Gebze banliyösü ile kesişmektedir. Bu anlamda İstanbul’un en önemli toplu taşıma sistemlerini birbirine bağlamaktadır.

Trafik tıkanıklıklarından etkilenmediği ve hızlı bir ulaşım alternatifi oluşturduğu için metrobüs sisteminin bölge ile uyumu kısa sürede sağlanmış ve hat uzatıldıkça yolcu sayısı da artmıştır. Bugün 4 yılı aşan süredir işletilen sistemin kent yaşamında önemli bir yerde durduğunu söyleyebiliriz.

İstanbul metrobüs sisteminin bileşenlerinin olumlu yanları olduğu kadar olumsuz özelliklerin de bulunmaktadır. Öncelikle sistemin inşasının aceleye getirilmiş olması ve sistemin altyapısının tam olarak bitirilmeden kullanıma açılması sistemin performansını etkilediği gibi, sistemde yapılabilecek iyileştirmelerin de bazen önüne geçmiştir. Buna örnek olarak olarak istasyonlara ulaşmanın tek yolu olan üstgeçitlerin yetersiz büyüklükte olmaları sistem işletilmeye başlaması ile ortaya

çıkmiş ve sistem çalışırken üstgeçitler yenilenebilmiş ve sorun çözüme ulaştırılmıştır. Aynı şekilde durak genişliklerinin yetersizlikleri de sistem işletilirken ortaya çıkmış ancak hat genişliğinin artırıl原因ması nedeniyle sorun çözülememektedir.

4.1 İstanbul Metrobüs Sistemi Seyir Yollarının Değerlendirmesi

- a) İstanbul Metrobüs sisteminin seyir yollarının üstyapısı işletilmeye açıldığı ilk dönemlerde bazı sorunları olsa da sonrasında yapılan bakım onarım çalışmaları ile üst yapıdaki problemler çözüme ulaştırılmıştır.
- b) Metrobüs seyir yolları normal trafikten fiziksel olarak ayrılmış durumdadır. Bunun yanında Metrobüs sisteminin 2 şeridi bulunup bu şeritler arasında ki ayırım yol çizgileri ile yapılmıştır.
- c) Metrobüs seyir yollarının sistemdeki diğer taşıtlardan ve trafik sinyallerinden kaynaklanan gecikmeleri ortadan kaldırdığı için yolculuk süresi güvenilirliği yüksektir.
- d) Metrobüs seyir yollarında drenaj problemi bulunmaktadır. Normal trafiğin ortasında ancak ters doğrultuda işletilen sistemde yağmurlu havalarda önemli güvenlik sorunları yaratmaktadır.
- e) Metrobüs seyir yolunda sollama veya emniyet şeritlerinin bulunmaması nedeniyle beklenmeyen bir arıza veya kaza durumunda sistem tamamen kilitlenmektedir.
- f) Arıza ve kaza durumlarında acil müdahale araçlarının arıza/kaza bölgesine erişimi sistem içerisinde olmamaktadır. Bu gibi durumlarda acil müdahale araçları normal araç trafiğini kullandığı için sistemdeki tıkanıklıklar uzun sürede düzeltilenmemektedir.
- g) Metrobüs sisteminin seyir yollarına dair yapılacak şerit artırımı, sollama şeritlerini veya emniyet şeriti eklenmesi gibi faaliyetleri gerçekleştirmek sistem proje aşamasında iken daha uygulanması gerekirdi.

4.2 İstanbul Metrobüs Sistemi İstasyonlarının Değerlendirmesi

- a) İstanbul metrobüs sisteminin istasyon uzunlukları fazla sayıda metrobüs taşıtının duraklaması için elverişli durumda olup, zirve saatlerde sistemin kapasitesini artırmaktadır.
- b) Zincirlikuyu ve Söğütlüçeşme istasyonları dışındaki diğer istasyonlar sistemin orta kısmında bulunmaktadır. İstasyonlara erişim üstgeçitler veya altgeçitler aracılığıyla sağlanmaktadır.
- c) Altgeçit ve üstgeçitlere dair yetersizlikler zamanla çözüme ulaştırılmış ancak engelli yolcular için yapılan asansörler sistemde çalışmamaktadır.
- d) İstasyonlarda inen ve binen yolcular çakışmakta ve istasyonlarda yoğunluk yaşanmaktadır. İnen yolcuların istasyondan ayrılma süreleri artarken, binen yolcuların ise taşıtlara ulaşması zorlaşmaktadır.
- e) Söğütlüçeşme istasyonunda inen yolcu ile binen yolcular kesişmemektedir. Bu nedenle istasyon sistemdeki yolcu sirkülasyonunun en iyi olduğu istasyondur.
- f) İstasyon genişlikleri zirve saatlerde yolcu sayısına yetememektedir. Özellikle Sefaköy ve Şirinevler gibi ara istasyonlara dolu olarak gelen metrobüs taşıtları istasyondan fazla yolcu alamamakta ve istasyonda yoğunluk yaşanmaktadır. Bunun çözümü olarak ilk istasyonlardan boş taşıt kaldırma yöntemine başvurulmuş ancak istenilen rahatlama sağlanamamıştır.
- g) Zincirlikuyu istasyonunda ücret turnikeleri istasyon platformunda olması yolcular için platform genişliğini azaltmıştır. Özellikle sabah zirve saatlerde Avcılar yönüne gidecek yolcu sayısının fazla olması, istasyonu yetersiz kılmakta ve yolcular metrobüs yoluna taşmaktadır. Bu istasyonda ücret toplama turnikelerinin istasyon platformundan kaldırılması gerekmektedir.
- h) Edirnekapı istasyonunda yolcuların iniş ve binişi için metrobüs taşıtları şaşırtmalı olarak platformu kullansa da, istasyonun tek çıkışının olması yolcu sirkülasyonunu istenilen seviyeye getirememiştir.
- i) İstasyonlarda araçlara binişi kolaylaştırmak için araçların duraklama yaptıkları noktaların netleştirilmeli ve yolcuların bekleme alanlarında araç kapılarının açılma durumuna göre uygun kuyruklanma sağlanmalıdır. Bu sayede yolcu sirkülasyonunu kolaylaşıp, sistemin hızı artacaktır.

j) İstasyonlarda bekleyen yolcuları hava şartlarından koruyacak bekleme alanlarının inşa edilmesi gerekmektedir. Özellikle yağışlı günlerde yolcuların beklemesi için kapalı alanların bulunmaması sistemin kimliğine oldukça zarar vermektedir.

4.3 İstanbul Metrobüs Sistemi Taşıtlarının Değerlendirmesi

a) İstanbul Metrobüs sisteminde kullanılan taşıtların kapasiteleri, hızları, emisyon standartları açısından İstanbul'da işletilen en iyi toplu taşıma aracı örnekleridir.

b) Metrobüs hattı boyunca Uzunçayır –Acıbadem, Halıcıoğlu – Okmeydanı, Ayvansaray – Edirnekapı, Zeytinburnu – İncirli ve Yenibosna – Sefaköy istasyonları arası eğim yüksek olup, araçlar bu bölgelerde tırmanma doğrultusunda yavaşlasa da tam kapasite ile sorun yaşamamaktadır.

c) Metrobüs taşıtlarının düşük zararlı madde salımları nedeniyle kişi başına düşen zehirli madde salımında azalma olmuştur.

d) Taşıt kapıları sağ tarafta bulunmaktadır. Sistemdeki istasyonların yol ortasında bulunması nedeniyle araçlar sistemde normal trafik akışına ters yönde işletilmektedir.

e) Hatta işletilen araç sayısı zirve saatlerde 315 olarak belirtilmiştir. Sabah saatlerinde ara istasyonlardaki yoğunluğun azaltılması hatta işletilen taşıt sayısı artırılmalı ve ilk istasyonlardan kaldırılan boş taşıt sayısı artırılmalıdır.

f) Taşıtlar zirve saatlerinde kapasitelerinde, gün boyu ise kapasitelerine yakın olarak işletilmektedir. Bu nedenle araç içerisinde sıkışıklıklar yaşanmaktadır.

4.4 İstanbul Metrobüs Sistemi Ücret Toplama Sisteminin Değerlendirmesi

a) İstanbul Metrobüs sisteminde ücret toplam sistemi olarak AKBİL ve ELBİL kullanılması yolcuların sisteme girişini hızlandırmıştır.

b) Nakit para ile sisteme girişin olmaması istasyon girişlerinde yaşanan yoğunluğu azaltmıştır.

c) İstanbul'da toplu taşıma türleri arasındaki ücret toplama entegrasyonunun bulunması metrobüs sisteminin diğer sistemler ile uyumunu kolaylaştırmıştır.

- d) İstasyon platform kullanım alanlarının artırılması için ücret turnikelerinin platformda uzaklaştırılması, üstgeçit veya altgeçitlere taşınması gerekmektedir.
- e) Metrobüs sisteminin ücret tarifesinde 30 Ekim 2010 tarihinde yapılan değişiklikle “gittiğin kadar öde” dönemi başlamıştır. Bu tarifiede 3 durak için alınan ücretin düşük, 3 durak sonrası için ise kullanılan tarifenin normal toplu taşıma sistemlerinden fazla olması kullanıcıları rahatsız etmiştir.
- f) İstanbul Metrobüs sistemi alternatifli olmayan bir sistem olduğu için ücret tarifesinde gerçekleşen değişiklikler yolcu sayısını etkilememektedir.

4.5 İstanbul Metrobüs Sistemi Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin Değerlendirmesi

- a) İstanbul metrobüs sisteminde kullanılan akıllı ulaşırma sistemi olarak araç işlerindeki yolcu bilgilendirme sistemi gösterilebilir. Bu sistem ile yolculara bir sonraki istasyon ve bulundukları istasyonlar hakkında bilgiler sözlü ve görsel olarak verilmektedir.
- b) Metrobüs sisteminde işletilen araçlar günümüzde kullanılan bir dizi akıllı ulaşırma sistemi ile uyumlu işleyebilecek teknik donanıma sahiptir. Ancak bu akıllı ulaşırma sistemi altyapısı kullanılmadığı için araçların bu teknolojik üstünlüklerinden faydalanılamamaktadır.
- c) İstanbul metrobüs sisteminde akıllı ulaşırma sistemlerinin yaygınlaşması sistemin güvenilirliğini artırırken, sistemin kimliğini geliştirecektir. Ayrıca işletim planı tasarımını da kolaylaştıracaktır.

4.6 İstanbul Metrobüs Sistemi İşletim Planının Değerlendirmesi

- a) Sistemde 4 adet otobüs hattı işletilmektedir. Bu hatların işletme hızları ve zirve saatler süresinde 1 saatte taşıdıkları yolcu sayısı dünyadaki metrobüs sistemleri arasında 3. Sırada yer almaktadır (Baker, 2003) (Url-6).
- b) Metrobüs sistemi gece saatlerinde de işletilmekte olup 24 saat hizmet vermektedir.
- c) İstanbul metrobüs sistemi zirve saatlerde 30 saniyelik sefer aralıkları ile işletilmesine rağmen sistem kapasitesinde işlemektedir. Sistemin zirve saatlerde 30

saniyeden daha düşük sefer aralıkları ile işletilebilecek teknik özellikleri bulunmamaktadır.

d) Sistemin ara istasyonlar arasında en fazla yolcunun kullandığı Sefaköy ve Şirinevler istasyonlarında yaşanan yoğunluğun giderilmesi için Avcılar'dan kaldırılan boş otobüslerin durmadan Sefaköy istasyonuna erişmesi, Şirinevler istasyonuna araçların dolmadan gelebileceği yeni bir hat sistemde işletilmeye başlanmalıdır.

e) Yeni hattın dönüş rampası için en uygun alanın D100 karayolunun Atatürk Havalimanı caddesi ile kesiştiği kavşak noktası olarak görülmektedir. Bu bölgeye yapılacak dönel kavşak ile ilk istasyon Yenibosna ikinci istasyon ise Şirinevler olacak ve yolcuların istasyonlardaki yoğunluğu azalacaktır.

f) Sistemde yaşanan arıza, kaza veya güvenlik problemlerinde işletmenin tamamı durmaktadır. İşletmenin bu gibi durumlara yönelik olarak sistemdeki acil müdahale aracı sayısını artırmalıdır.

g) Kadıköy – Kartal metrosunun işletilmeye açılması ile D100 karayolundan bugün minibüs ve otobüslerle Uzunçayır istasyonunda sisteme giriş yapan yolcu sayısında artış olacaktır. Sistemin bu yolcu sayısı artışını karşılayabilmesi için Boğaz Geçişi için mevcut metrobüs sistemi dışında yeni bir toplu taşıma alternatifi kullanıma açılmalıdır.

h) Sistem kapasitesine eriştiği için metrobüs hattını besleyecek yeni hatlar yerine sistemin yükünü azaltabilecek yeni metrobüs veya raylı sistem hatları uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Andrle, S. J.**, (1994), “Total Quality Management in Public Transportation”, “Transit Cooperative Research Program”, Federal Transit Administration (FTA) Research Results Digest, ABD.
- APTA Bus Rapid Transit Working Group** (2010) “Designing Bus Rapid Transit Running Ways”, American Public Transportation Association (APTA), Project No: APTA-BTS-BRT-RP-003-10, ABD.
- Baker, B.**, (2003), “Bus Rapid Transit Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit”, Transportation Research Board of the National Academies, ABD
- Breakthrough Technologies Institute (BTI).**, (2007) *High Quality Rapid Transit for the 21st Century*, Washington, DC.
- Buran, B.**, (2011) “Metrobüs İşletme Modeli ve Simülasyon: Avcılar-Söğütöççeşme Metrobüs Hattı” Transist 2011, İstanbul.
- Cair, A., ve diğ.**, (2006) “Applicability of Bogotá’s TransMilenio BRT System to the United States”, Federal Transit Administration (FTA), Project No: FTA-FL-26-7104-01, ABD.
- Diaz, R. B. (Editor)** (2004), “Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making”, Federal Transit Administration (FTA), Project No: FTA-VA-26-7222-2004.1, ABD.
- Ergün, M.**, (2010), “Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu”, Transist 2010, İstanbul.
- Gerçek, H., Demir O.**, (2007) “ Topkapı – Avcılar Metrobüs Projesi ve Yeni Otobüs Alımı Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü”, İstanbul
- Güven, G.**, (2008), “Metrobüs Sistemlerinin Planlama, Tasarım ve İşletim Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hardy, M., Stevens, W., Roberts, D.**, (2001) “Bus Rapid Transit Vehicle Characteristics”, Federal Transit Administration (FTA), Project No: FTA-DC-26-7075-2001.1, ABD.
- Hidalgo, D., Bülay, S.**, (2008) Istanbul Metrobüs a High Performance BRT System Preliminary Evaluation. *Embarq*. İstanbul.

- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)**, (2005), “Pre-Feasibility Study for Bus Rapid Transit”, Hyderabad, Andhra Pradesh, Hindistan.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)**, (2009), “Metrobüs Sisteminin E-5 Ulaşım Aksında Sağladığı Avantajlar”, İstanbul.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)**, (2011), “İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı”, İstanbul.
- İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel işletmeleri Genel Müdürlüğü (İETT)**, (2011) “Metrobüs kullanıcıları memnuniyeti araştırması”, İstanbul.
- Kash. G.**, (2011). Photo Essay A Tale of Bus Systems in Bogotá. *Embarq*. Alındığı tarih: 25.11.2011, adres: <http://thecityfix.com/blog/photo-essay-a-tale-of-two-bus-systems-in-bogota/>
- Kulyk, W., Hardy, M.** (2003), ITS Enhanced Bus Rapid Transit Systems, Federal Transit Administration (FTA), Alındığı tarih: 26.11.2011, adres: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/conferences/VHA-BRT/ITS_Enhanced_Bus_Rapid_Transit_Systems.pdf
- Kumbaroğlu, G., Arıkan, Y., Karali, N.** (2007) “Karbon dioksit Salımları Araştırması”, Açık Toplum Enstitüsü, İstanbul.
- McConville, M.**, (2010). Guangzhou’s BRT: Revolutionizing Perceptions of Bus Travel in China. *Embarq*. Alındığı tarih: 25.11.2011, adres: <http://thecityfix.com/blog/guangzhous-brt-revolutionizing-perceptions-of-bus-travel-in-china/>
- Mercier, A.**, (2008). Rapid Transit in Ottawa BRT Today and Tomorrow. *Transit Services OC Transpo/City of Ottawa*. Alındığı tarih: 25.11.2011, adres: <http://www.bhls.eu/IMG/pdf/1-2-Alain-Mercier-Ottawa.pdf>
- Metropolitan Council**, 2011: *Regional Transitway Guidelines Technical Report*, St Paul, Minnesota, ABD.
- Naparstek, A.**, (2007). The Bogotá Transformation: Vision and Political Will. Alındığı tarih: 25.11.2011, adres: <http://www.streetsblog.org/2007/10/29/what-it-looks-like-when-bikes-are-part-of-the-transit-system/>
- Nelson Nygaard Consulting Associates**, 2010: *Randal/Orchard Road Corridor BRT Feasibility Study*, Kane County, Illinois, ABD.
- Perk, V. A., Catalá, M.**, (2009), “Land Use Impacts of Bus Rapid Transit: Effects of BRT Station Proximity on Property Values along the Pittsburgh Martin

Luther King, Jr. East Busway”, Federal Transit Administration (FTA), Project No FTA-FL-26-7109.2009.6, ABD.

Stevens, G., (2008), “The Benefits and Costs of a Bus Rapid Transit System in Mexico City”, Instituto Nacional de Ecología (INE), Mexico City, Meksika.

Tann, H., Hinebaugh, D., (2009), “Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making”, Federal Transit Administration (FTA), Project No: FTA-FL-26-7109.2009.1, ABD.

Url-1 <http://www.gobrt.org/whatis.html>, alındığı tarih: 25.11.2011.

Url-2 <http://www.behance.net/gallery/Transportation-Product-Design-for-New-Flyer-Industries/755712>, alındığı tarih: 25.11.2011.

Url-3 <http://www.adelaidenow.com.au/news/south-australia/flood-effort-puts-brakes-on-o-bahn-extension/story-e6frea83-1225995596755>, alındığı tarih: 26.11.2011

Url-4 <http://www.doitgreen.org/article/transportation/busonlyshoulders>, alındığı tarih: 26.11.2011

Url-5 www.iETT.gov.tr, alındığı tarih: 26.11.2011

Url-6 <http://www.chinabrt.org/defaulten.aspx>, alındığı tarih: 11.12.2011

Url-7 <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=97852&start=0>, alındığı tarih: 07.02.2012

Url-8 <http://www.iETT.gov.tr/saat/orer.php?hid=haberdetay&nid=4099>, alındığı tarih: 09.02.2012

Yayla, N., (1978), ”Kentsel Ulaştırma Taahsisli Yol uygulaması”, İnşaat Mühendisleri Odası 7. Teknik Kongresi

FTA Sustainability Policy, 2007: Bus Rapid Transi Service Desig Guidelines, Santa Clara, California, ABD.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Erman Yurdagül

Doğum Yeri ve Tarihi: Niğde 07.03.1984

E-Posta: ermanyurdagul@gmail.com

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

Mesleki Deneyim ve Ödüller: Bayburt Üniversitesi Araştırma Görevlisi (Ekim 2011-)

TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Projesi
Ağustos 2008 Dönemi

Karayolu güvenliği düzenlemeleri için karma yapay
sinir ağı yöntemleri: Güvenlik indeksi kalibrasyonu
ve Akıllı Ulaşım Sistemleri temelli güvenlik
denetimi.

Danışman: Doç. Dr. Hilmi Berk ÇELİKOĞLU

Yüksek Lisans kategorisi ikincilik Ödülü

TMMOB Mimarlar Odası ve TMMOB İnşaat
Mühendisler Odası tarafından düzenlenen
“Hasanoğlu Köy Enstitüsü ve Yüksek Köy
Enstitüsü Yerleşkesi Öğrenci Fikir Yarışması” (24
Kasım 2007)

