

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞININ BAŞARI
ÖLÇÜTLERİNİN İNCELENMESİ VE İSTANBUL
ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Esmâ BAŞ YILDIRIM

İSTANBUL, 2013
T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞININ BAŞARI
ÖLÇÜTLERİNİN İNCELENMESİ VE İSTANBUL
ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Esmâ BAŞ YILDIRIM

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY

İSTANBUL, 2013

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

Tezin Başlığı: Hızlı Otobüs Taşımacılığının Başarı Ölçütlerinin İncelenmesi Ve
İstanbul Özelinde Değerlendirilmesi

Tez Savunma Tarihi : 06/06/2013

Bu yüksek lisans tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

İmza

Doç. Dr. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdürü

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

Tez Sınav Jürisi Üyeleri :

İmzalar

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa Gürsoy

.....

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mustafa Ilıcalı

.....

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Nilgün Camkesen

.....

TEŐEKKÖR

Bu programı başarabileceğimi destekleyen her tŸrlŸ fedakârlığı ve yardımı yapan eşim Muhammed YILDIRIM'a, bugŸne kadar beni okutan ve kendimi geliştirmem için hiçbir maddi ve manevi kaynağı esirgemeyen babam Yusuf BAŞ ve annem Fatma BAŞ'a, teknik açıdan bu projeyi gerçekleştirmemde yol gŸstericim ve ōnemli bilgiler ōđrendiđim proje danışmanım Doç. Dr. Mustafa GÖRSOY'a, teőekkŸr ederim.

Haziran, İstanbul

Esmâ BAŞ YILDIRIM

ÖZET

HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞININ BAŞARI ÖLÇÜTLERİNİN İNCELENMESİ VE İSTANBUL ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Esmâ BAŞ YILDIRIM

Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY

Haziran 2013, 76 sayfa

Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de metrobüs sistemlerinin önemi anlaşılmakta ve lastik tekerlekli metro diye adlandırılan bu sistem gün geçtikçe özellikle de büyük şehirlerde yaygınlaşmaktadır. Raylı sistem konforunda olması artı olarak altyapı ve kuruluş maliyetlerinin düşük olması sebebiyle öncelik tercih sebebidir. İşletmeye geçme süresinin kısa olması nedeniyle özellikle de daha iyi bir çözüm olan raylı sistem gibi kurulumu uzun yıllar gerektiren ulaşım türünün önüne geçmektedir. Trafikten ayrılmış yüksek doluluklu araç yolları sayesinde büyük ülkelerde sürücülerin tek başına araç kullanımının önüne geçilmeye çalışılmaktadır.

Raylı sistem ile lastik tekerlekli metronun kuruluş ve işletme maliyetleri kıyaslandığında sonuç görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: İstanbul, Metrobüs, BRT, yüksek doluluklu araç, hızlı otobüs, lastik tekerlekli metro.

ABSTRACT

HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞININ BAŞARI ÖLÇÜLERİNİN İNCELENMESİ VE İSTANBUL ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Esmâ BAŞ YILDIRIM

Urban Systems And Transportation Management
Thesis Advisor: Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY

June, 2013, 76 pages

Nowadays, not only in Turkey also around the world, the importance of the metrobus which is named tramway on wheel has been realized. Therefore, these trucks are common in the world especially in crowded cities. It is primacy accepted due to the same comfortability for the less investment. It needs less time to establish the system. Besides, the seperated ways which the high occupancy vehicles use, is to reduce the traffic jam.

Consequently, if we compare the investments of the establishment of the railway and metrobus system, we can clearly see the differences.

Keywords: İstanbul, Bus Rapid Transit, High Occupancy Vehicle.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	6
1. GİRİŞ	7
2. ÜLKEMİZDE OTOBÜS İŞLETMECİLİĞİ	9
2.1. İSTANBUL METROBÜS SİSTEMİNİN TEMEL ELEMANLARI	10
2.2. İSTANBUL METROBÜS SİSTEMİNİN PERFORMANSI VE AVANTAJLARI	14
2.2.1. Metrobüs Sisteminin Temel Performansı	14
2.2.2. Avantajları	15
2.2.3. Kazanımları	16
2.3. İSTANBUL'DA METROBÜS VE RAYLI SİSTEM KARŞILAŞTIRILMASI	17
2.3.1. RAYLI SİSTEM MALİYETLERİ	18
2.3.2. LASTİK TEKERLEKLİ METRO (METROBÜS) MALİYETLERİ	23
2.3.3. RAYLI SİSTEM YERİNE HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞI	25
2.3.4. ALTYAPI YATIRIMI YAPMADAN YAPILABİLECEK İYİLEŞTİRMELER	28
2.3.5. METROBÜS YATIRIMLARI	31
2.4. İSTANBUL METROBÜSÜ'NÜN ÇALIŞMA PRENSİBİ	31
3. DÜNYAKİ LASTİK TEKERLEKLİ METRO SİSTEMLERİ	33
3.1. METROPOLİTAN ALANLARDAKİ ULAŞIM SORUNLARI	33
3.2. DÜNYADAKİ YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇLARIN KAVRAMI, GEÇMİŞİ VE YETERLİLİĞİ	35
3.2.1. KAVRAM	37
3.2.2. SİSTEMİN GEÇMİŞİ	38
3.2.3. YETERLİLİK	39
3.3. TOPLU TAŞIMA ARAÇLARINA ÖZEL YOL ÇEŞİTLERİ	41
3.3.1. Yolun sağ kısmında ayrılmış olan metrobüs yolu:	41
3.3.2. Otoyollardaki Metrobüs (Lastik Tekerlekli Metro) Yolu:	41
3.3.3. Giriş ve Çıkış Alternatifleri:	44
3.4. ARTERLERDEKİ YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇ YOLLARI VE ÖNCELİKLİ İYİLEŞTİRMELER	45
3.5. DÜNYADAKİ BAŞARILI YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇ SİSTEMLERİNİN TEMEL GÖSTERGELERİ	47
3.6. DESTEKLEYİCİ SİSTEMLER VE SERVİSLER	48
3.6.1. Yardımcı Sistemler	48
3.6.2. Destekleyici Servisler	51

3.7. PROGRAMLARI DESTEKLEME YÖNTEMLERİ.....	53
3.8. KAPSAMLI YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇ SİSTEMLERİ.....	54
3.9. DÜNYADAKİ METROBÜS SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ.....	55
4. SONUÇ.....	65
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	70

ŞEKİLLER

Şekil 2-1 İstanbul (2005)	9
Şekil 2-2 İstanbul (2013)	10
Şekil 2.1-1 Turnikeler.....	12
Şekil 2.1-2 Komuta Kontrol Merkezi.....	13
Şekil 2.1-3 Yolcu Bilgilendirme Sistemi.....	14
Şekil 2.2.3-1 Kazanımlar	16
Şekil 2.3.1-1 Raylı Sistem Durumu	18
Şekil 2.3.1-2 İstanbul’da trolleybüs (1913-1984)	20
Şekil 2.3.3-1 Araçlar	27
Şekil 2.4-1 Türkiye’deki Metrobüs Uygulaması.....	32
Şekil 3.2.2-1 Shirley Otoyolu (İlk metrobüs yolu)	38
Şekil 3.2.2-2 1980’lerde Yüksek Doluluklu Araçlar.....	39
Şekil 3.3.1-1 Ottawa Transit Sistemi	41
Şekil 3.3.2-1 San Bernardino (Los Angeles)	42
Şekil 3.3.2-2 Katy (I-10 West) Houston.....	42
Şekil 3.3.2-3 Orange County	43
Şekil 3.3.2-4 Dallas’taki Hareketli Bariyerli Thorntorn Yolu.....	43
Şekil 3.3.2-5 Seattle Minneapolis Yolu.....	44
Şekil 3.3.2-6 San Diego SR 91 Ekspres Yolu (Orange Country)	44
Şekil 3.4-1 Washington’un Bremerton	47
Şekil 3.6.1-1 Park Et Devam Et Noktaları (İstanbul Metrobüsü İçin)	49
Şekil 3.6.1-2 Raylı Sistem Ağ Haritası	50
Şekil 3.6.2-1	52

Şekil 3.9-1 Amerika'dan Yüksek Doluluklu Araç Örnekleri	58
Şekil 3.9-2 Yüksek Doluluklu Araç Yolları	61
Şekil 3.9-3 Lastik Tekerlekli Metro Örnekleri	64

TABLÖLAR

Tablo 1 Araç Özellikleri	12
Tablo 2 Metrobüs Hatları	13
Tablo 3 Yolcu Taşıma Sistemlerinin Kapasiteleri	15
Tablo 4 Metrobüs Hattının Getirdiği Kazanımlar	16
Tablo 5 Metrobüs Araçlarının Yakıt Bilgileri	24
Tablo 6 İstanbul'daki Metrobüse Ait İşletme Bilgileri	26
Tablo 7 2010 - 2012 Yılı Toplam Yolculuk Bilgileri	26
Tablo 8 Metrobüste Kullanılan Araçların Özellikleri	27
Tablo 9 Otobüs Yolu, Metrobüs, Raylı Sistem Farkı	29
Tablo 10 Taşıma Türlerinin Kıyaslaması	35
Tablo 11 Dünyada Kullanılan Metrobüs Hatlarının Genel Özellikleri	55
Tablo 12 Dünyada Kullanılan Yüksek Doluluklu Araçların Uygulanma Nedenleri	59
Tablo 13 Dünyada Kullanılan Yüksek Doluluklu Araç Sistemine Genel Bakış	61

KISALTMALAR

İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İUAP	: İstanbul Metroliten Alanı Kentsel Ulaşım Planı
HOV	: Yüksek Doluluklu Araç
LRT	: Hafif Raylı Sistem
M1	: Aksaray-Havalimanı metro hattı
BRT	: Metrobüs Hattındaki Otobüsler
TCRP	: Transit Cooperatİve Research Program
İETT	: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeler
ÖHO	: Özel Halk Otobüsü
MİA	:Merkezi İş Alanı
EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
AAA	: Amerikan Otomobil Birliğı
TSM	: Ulaştırma Sistemi Yönetimi
TDM	: Ulaştırmada Talep Yönetimi
T1	: Kabataş-Zeytinburnu Tramvay Hattı
T2	: Zeytinburnu-Bağcılar Tramvay Hattı
T4	: Topkapı-Habipler Tramvay Hattı
M1	: Aksaray-Havalimanı Metro Hattı
CNG	: Sıkıştırılmış Doğalgaz

1. GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de büyük şehirlerde, artan nüfusa karşılık ulaşım imkânlarının aynı oranda artmaması trafik sorunlarını oluşturmaktadır. Lastik tekerlekli metro, hızlı otobüs ya da yüksek doluluklu araç olarak da bilinen metrobüs sistemi, hem lastikli otobüsler gibi hareket kolaylığı sağlamakta hem de raylı sistem gibi belirlenen saat aralıklarına uyabilmesiyle yolcu memnuniyetinin yüksek olmasını sağlamaktadır. Ülkemizde ve dünyada ihtiyaca göre metrobüs yolları yapılmıştır, ilerleyen bölümlerde bu yolların özellikleri ve çeşitleri belirtilmiştir. Dünya’da metrobüs sistemlerinin uygulanma nedenlerini incelediğimizde pahalı karayolu iyileştirmeleri yapmadan trafik sıkışıklığını hafifleten ve şehir gelişimini teşvik eden bir araç olarak varsayıldığı görülmüştür. Megapollerdeki ulaşım sorunlarını incelendiğinde trafik sıkışıklığı, toprak ve arazi kullanımı, hava kalitesi, çevre, kısıtlı imkânlar, yeni yollar eklemenin kısıtları, sıkışıklığın maliyeti gibi nedenlerden dolayı etkin toplu taşıma sistemleri kullanmak zorunlu hale gelmiştir. Ulaşım bulunduğu şehrin gelişmişlik düzeyini de yansıttığından politik düzeyde ön sırada tutulmaktadır. Otobüsler şehir içi taşımacılıkta raylı sistemden sonra en ekonomik taşıma türüdür. Üstelik raylı sisteme göre daha esnektir ve alt yapı maliyetleri çok daha azdır. Fakat otobüsler Dünya’nın diğer büyükşehirlerinde olduğu gibi İstanbul’da da yolculuk talebini tek başına karşılayamamaktadır. Karışık trafikte olması sebebiyle de yolculuk süresinin fazla olması kullanıcı memnuniyetini düşürmektedir. Raylı sistemlerin de altyapı maliyetlerinin fazla olması ve inşaat süresinin uzun olmasından dolayı bu ihtiyacı karşılayacak acil çözüm olamamaktadır. Dünya’da ve ülkemizde metrobüs sisteminin kurulmasında öncelikli sebepler metrobüs projelerinin düşük altyapı maliyetiyle mevcut yoldaki düzenlemeler sayesinde ve çok kısa sürede işletmeye alınabilmeleridir. İlerleyen bölümlerde raylı sistem ile lastik tekerlekli metro arasında maliyet kıyaslaması yapılmıştır. Kısa vadede her ne kadar en iyi çözüm olarak gözüксе de uzun vadede en iyi yanıt raylı sistemdir. Dünya’da kullanılan metrobüs hatlarının genel özelliklerini incelendiğinde günlük taşınan yolcu sayısının fazla olduğu ve genel olarak banliyölerle MİA (Merkezi iş alanı)’lar arasında işletildiği görülmektedir. Metrobüs sistemleri genel olarak ayrı şeritler üzerinde işletildikleri görülmüştür. Bu sayede karışık trafikte yol alma handikabından sakınılmış olur. Lastik tekerlekli metro hatları açıldıktan sonra bulunduğu bölgelere çeşitli kazanımlar sağlamıştır. Bu kazanımların başında bölgenin daha merkezi

bir yer haline gelmesi ve bölgede yaşayan kişi sayısının artması gelmektedir. Konforu ve esnekliği sayesinde de yolcuları kendine çekebilmiştir. Bu sayede özel otomobil kullanımı azalmıştır.

2. ÜLKEMİZDE OTOBÜS İŞLETMECİLİĞİ

Kaynak sorunu olan ülkemiz kentlerinde yaşanan ulaşım sorunlarının çözümünü raylı sistemlerin tamamlanmasına bağlamak gerçekçi bir yaklaşım değildir. Uygun ölçekli kentlerde raylı sistem şebekelerinin oluşturulması uzun seneler gerektirecektir. Raylı sistemler gerçekleşikten sonra da, otobüsler ağırlıklı olarak hizmete devam edecek ve ana-hat olacak raylı sistemleri besleyeceklerdir. Sonuçta, uygun ölçekli kentlerde otobüs+raylı sistemden oluşacak bir sistem bütün, ortaya çıkacak, raylı sistemler ana-hat, otobüsler de besleyici hat olarak işletilecektir. Güncel deneyimler, kıt kaynaklı ülkelerin bu hedefe, sadece fiziki düzenlemeler ve işletme önlemleri ile otobüsleri ana-hat olarak kullanarak kısa sürede, düşük maliyetli yatırımlar ile eriştiklerini ve ulaşım sorunu hızla hafiflettiklerini göstermektedir. ¹

Metrobüsten Önce

15 milyon nüfusa sahip İstanbul'da, ulaşım otobüs, raylı sistem ve deniz yolu olmak üzere üç farklı yöntemle gerçekleştirilmekteydi. Şehrin can damarı sayılan D100 (E5) Karayolu üzerinde, metrobüs öncesinde otobüs ve minibüsler hizmet vermekteydi.

Mevcut hat üzerinde 133 İETT otobüsü, 76 ÖHO ve 1.296 minibüsle günde ortalama 6.438 sefer gerçekleştiriliyordu. Bu hat üzerinde artan yolcu talebi araç sayısı artırılarak karşılanmaya çalışılıyor, bu da trafik sıkışıklığına neden oluyordu. Yolculuk talebine en kısa sürede, etkin şekilde ve düşük maliyetle cevap verilmesi gerekiyordu. Metrobüs bu beklentilerin tümünü karşılarken kurulum ve işletim maliyetlerinin düşük olması, ayrıca kısa sürede inşa edilebilir olması sistemin tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır. ²

Şekil 2-1 İstanbul (2005)



¹ACAR, Hakkı İsmail, Kentlerimiz İçin Metrobüs Çözümleri

²İETT, Metrobüs Broşürü, 2012

Metrobüsten Sonra

Metrobüs sisteminin devreye girmesiyle E5 üzerinde 18 hat iptal edilirken 11 hat da kısaltıldı. Yeni düzenlemeyle 133 İETT, 76 ÖHO ve 1.296 adet minibüs trafikten çekildi. Günlük 242 ton yakıt tasarrufu sağlandı. Buna ek olarak bu hat üzerinde 80.000 araç trafikten çekildi, havaya salınan karbondioksit miktarı 623 ton azaldı. Beylikdüzü-Avcılar metrobüs hattının hizmete girmesiyle birlikte İstanbullular trafikte geçirdikleri zamandan günde 132 dakika, yılda 34 günü geri kazandı. Beylikdüzü-Avcılar metrobüs hattı kapsamında; Beylikdüzü, Esenyurt, Büyükçekmece, Silivri ve Çatalca ilçelerindeki otobüs ve minibüs hatları metrobüse entegre olacak şekilde besleme hatlarıyla yeniden yapılandırıldı.³

Şekil 2-2 İstanbul (2013)



2.1. İSTANBUL METROBÜS SİSTEMİNİN TEMEL ELEMANLARI

- Ayrılmış Şeritler
- İstasyonlar
- Araçlar
- Turnikeler
- İşletim Planları
- Komuta Kontrol Merkezi

³ İETT, Metrobüs Broşürü, 2012

– Yolcu Bilgilendirme Sistemi

Ayrılmış Şeritler: Raylı sistemler nasıl bir iz üzerinde gidiyorsa, Metrobüs araçları da trafikten bağımsız ayrı bir yolda gitmektedir.

Ayrılmış şeritler;

- Hız ve güvenliği belirleyen en etkili faktördür.
- En belirgin maliyet kalemidir.
- Sistemin kimlik ve imajını oluşturup mevcut ve potansiyel yolcuyu çekmesi açısından önemlidir.

İstasyonlar/duraklar: Metrobüs sistemi, kullanıcıları ve bölgedeki diğer toplu ulaşım sistemleri arasındaki önemli bir bağıdır. İstasyonlar, iyi bir düzeyde hizmetin sunulduğu ve Metrobüs sistemlerini diğer toplu taşıma sistemlerinden ayıran kimliğe sahip olup, Metrobüsü yerel çevre ile bütünleştirir ve yerel çevreyi geliştirir. Çünkü Metrobüs sistemleri yüksek talepteki koridorlarda hizmet vermektedir. Her bir Metrobüs istasyonunu kullanan kullanıcı sayısı, tipik bir otobüs hattını kullananlardan çok daha fazla olacaktır. Dolayısıyla Metrobüs istasyonları, geleneksel toplu taşıma araçlarına göre daha önemlidir.

Metrobüs istasyonlarında sunulan hizmetler şu şekilde sıralanabilir;

- Anons sistemi
- Yönlendirme levhası
- Bilgilendirme panosu
- Büfeler
- OSM (otomatik bilet satış makinesi)
- İade validatörleri
- Güvenlik
- Asansör
- Engelli platformu

Araçlar: Hız, kapasite, çevre ile uyumluluk ve konfor bileşenlerinin toplandığı en önemli sistem bileşenlerinden biridir. Metrobüs kimliğinin kullanıcılar ve kullanıcı olmayanlar tarafından da algılanmasını sağlayan bir Metrobüs bileşenidir.

Araçlar, yolcuların en çok zaman geçirdiği, yolcuların Metrobüs sistemindeki izlenimlerinin en çok oluştuğu bileşendir. Yolcu olmayanlar için araçlar, sistemin en çok görünen bileşenidir. İstanbul’da metrobüs hattında kullanılan araç tipleri ve bazı özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 1 Araç Özellikleri

Araç Tipleri	Araç Sayısı	Yolcu Kapasitesi	Alçak taban Özelliği	Yakıt Özelliği ve Emisyon Standardı
Capacity	250	192	var	Dizel, Euro IV/V
Phileas	50	220	var	Dizel, Euro IV
Citero	100	137	var	Dizel III
Connecto	30	166	var	Dizel, Euro V

Turnikeler: Metrobüs hattında 45 istasyonda toplam 366 adet turnike, 54 adet engelli turnikesi (serbest geçiş) bulunmaktadır.

Şekil 2.1-1 Turnikeler



İşletim Planları: Metrobüs işletim planı yaz ve kış olmak üzere yolculuk talepleri temel alınarak hazırlanır. Bunun dışında yeni hat açılması ve yolculuk karakteristiğinin değişmesi işletim planının değişmesini sağlayan önemli faktörlerdendir. İstanbul metrobüs hatları aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 2 Metrobüs Hatları

Hat Adı	Hat Uzunluğu	İstasyon Sayısı	Sefer Süresi (Gidiş Dönüş)
34 Avcılar-Zincirlikuyu	30 km	27	100 dk
34A Cevizlibağ-Söğütlüçeşme	22 km	20	70 dk
34B Beylikdüzü-Avcılar	10 km	12	40 dk
34C Beylikdüzü-Cevizlibağ	29 km	26	100 dk
34Z Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme	11,5 km	8	40 dk
34G Beylikdüzü-Söğütlüçeşme	52 km	45	166 dk

Komuta Kontrol Merkezi: Metrobüs komuta kontrol merkezi, tüm metrobüs aksının birlikte izlenip kontrol edilebildiği bir merkezdir. Araç takip, flo yönetimi ve yolcu bilgilendirme sistemlerini etkin hale getirmek amacıyla Kağıthane garajında inşa edilen Metrobüs Komuta Kontrol Merkezi Temmuz 2007'den beri çalışmalarını etkin bir şekilde gerçekleştirmektedir.

Şekil 2.1-2 Komuta Kontrol Merkezi



Yolcu Bilgilendirme Sistemi: Metrobüs içerisinde yolcu bilgilendirme iki şekilde yapılmaktadır;

1. Tüm metrobüslerde bulunan LCD ekranlar yardımıyla ilgili hattaki durak isimlerinin anonsları yapılır,
2. Metrobüs güzergâhını gösteren metrobüs hattı bilgilendirme çıkartmaları sayesinde metrobüs güzergâhının bir bütün olarak görülmesi sağlanır.

Şekil 2.1-3 Yolcu Bilgilendirme Sistemi



2.2. İSTANBUL METROBÜS SİSTEMİNİN PERFORMANSI VE AVANTAJLARI

2.2.1. Metrobüs Sisteminin Temel Performansı

Göstergeleri;

- Yüksek kapasite
- Hızlı ulaşım
- Güvenli yolculuk
- Alçak tabanlı, %100 erişilebilir araçlar
- Ön ödeme sistemi
- Emisyon minimizasyonu
- 7/24 saat ulaşım hizmeti

Tablo 3 Yolcu Taşıma Sistemlerinin Kapasiteleri

Yolcu Taşıma Sistemi	Yolcu Kapasitesi (yolcu/saat/yön)
Banliyö Treni / Metro	40.000 - 60.000
Metrobüs	20,000 - 30,000
Hafif Metro (LRT)	15.000 - 22.000
Körüklü Otobüs (özel yolda)	12.000 - 20.000

2.2.2. Avantajları

a) Hız:

- Ayrılmış şeritler
- Kesintisiz ulaşım
- Yüksek taşıma kapasiteli araç kullanımı
- Ön ödeme sistemi
- Otobüs bekleme süresinde kısalma
- Hızlı biniş kolaylığı
- Diğer taşıma araçlarına göre daha kısa sürede varış

b) Tasarım

- Ayrıştırıcı, yenilikçi dizayn
- Alçak tabanlı araçlarla ulaşım
- Uygun ve maksimum yolcu kapasiteli duraklar
- Araçlara iniş-biniş kolaylığı

c) Ekonomi

- Uygun seyahat maliyeti
- Zaman ekonomisi
- 52 km 83 dk

d) Konfor

- Uygun iklimlendirme ortamı

- Metrobüs araçları ile konforlu ulaşım

e) Çevre

- Euro III, IV, V ve hibrit motorlu araçlar
- Toplu ulaşımın kullanımının artmasıyla birlikte hava kirliliğinde azalma
- Daha düşük emisyon salınımı ile çevreye katkı

2.2.3. Kazanımları

Tablo 4 Metrobüs Hattının Getirdiği Kazanımlar

Hat Kazanımları	18 hat iptal edildi 11 hat kısaltıldı
Araç Tasarrufu	133 İETT, 76 ÖHO, 1.296 minibus
Yakıt Tasarrufu	242 ton fuel
Çevresel Kazanım	80.000 araç trafikten çekildi ve Günlük 623 ton CO2

Avcılar-Beylikdüzü metrobüs hattının açılmasıyla birlikte;

- Avcılar
- Beylikdüzü
- Esenyurt
- Büyükçekmece
- Silivri
- Çatalca

ilçelerindeki otobüs ve minibus hatları metrobüs hattına entegre olacak şekilde besleme hatları olarak yeniden yapılandırılmaktadır.

Şekil 2.2.3-1 Kazanımlar



2.3. İSTANBUL'DA METROBÜS VE RAYLI SİSTEM KARŞILAŞTIRILMASI

Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri

Toplu Taşıma, her ferde açık, daha önce belirlenmiş bir ücret karşılığı, belirli bir güzergâhta, belirli bir zaman tarifesine göre, belirli duraklarda duran, koridordaki diğer araçlarla birlikte veya diğer araçlardan ayrılmış olarak işletilen sistemler olarak tanımlanır. Bu tanım içinde yer alan sistemler önemli farklılıklar gösterirler.

Kentlilerin ulaşımı için yapılan seçimler, kentlerin geleceğini ve yaşam kalitesini de belirler. Seçilen ulaşım türüne bağlı olarak, kentlerin yolları kentlilere daha çok ayrılabilir veya araçlarca işgal edilir, kişilerin seyahat süreleri kısılır veya aşırı uzar, çevresel kirlilik değerleri kabul edilir düzeylerin altında kalır veya üst düzeylere çıkar. Ulaşım türü yaşamla uyumlu olan yerleşimler sürdürülebilir kabul edilmektedir. Bugün bireysel ulaşım bağımlı yaşamın sürdürülebilir olmadığını gören otomobil odaklı gelişmiş ülkeler bile toplu ulaşım sistemini öne çıkartmaya çalışmaktadırlar.

Tüm kentler için geçerli olabilecek tek bir ulaşım sisteminden söz edilemez. Mali kaynakları yüksek olan gelişmiş ülke kentleri için geçerli olan yüksek maliyetli modellerin, kıt kaynaklı gelişmekte olan ülkeler için geçerli olmadığı, yüksek maliyetli sistemler seçildiği takdirde, yatırımların seneler boyu tamamlanamadığı, bu nedenle de sorunların büyüdüğü görülmektedir.⁴

⁴ ACAR, Hakkı İsmail Kentlerimiz İçin Metrobüs Çözümleri

2.3.1. RAYLI SİSTEM MALİYETLERİ

Şekil 2.3.1-1 Raylı Sistem Durumu

İnşa Aşamasında (2012-2015)



İhale Aşamasında (2012-2018)



Proje Aşamasında (2012-2018)



Hedeflenen Raylı Sistem Ağı (2013)



5

Karşılaştırmanın daha adil olması için altyapı gereksinimi olmayan trolleybüs uygulaması seçilmiştir. Mevcut altyapıya müdahalede bulunmadan üst yapıda yapılacak elektrifikasyonla trolleybüs uygulamasına geçmek mümkün gözükmemektedir. Fakat trolleybüs uygulaması ile mevcut taşıma kapasitesine ulaşılamayacaktır. Elektrifikasyon maliyetinin

⁵ Ertürk, M. Ve Arkadaşları, İstanbul Ulaşım AŞ. Kurum İçi Kaynak, 2011

yanında trolleybüs araçlarının ilk yatırım maliyeti dizel araçlarınkinin 1,5-2 katıdır. Trolleybüs hattının maliyeti yaklaşık 776.000€/km tek yön olup, trafo merkezi 500.000 €/adet olmaktadır. Z.kuyu – Avcılar hattının elektrikleştirilmesinin yaklaşık maliyeti **48.000.000 €** olmaktadır.

Mevcut uygulamada 30 sn aralıklarla araç kaldırılmaktadır. Hatta kullanılan Mercedes Capacity araçları 6 kişi/m² sınır şartında 155 kişi/araç kapasiteye sahiptir. 40km/sa ticari hız ile 191 araçla 15.810 kişi/yön/saat yolcu taşıma kapasitesine ulaşılmaktadır. Trolleybüs uygulamasında araçların yolcu taşıma kapasitesi değişmeyecektir, fakat araçların ticari hızı muhtemelen 40 km/sa altında olacaktır. 35km/sa ticari hız için ihtiyaç duyulacak araç sayısı 217 olacaktır. Dolayısı ile operasyon maliyeti de artacaktır. Trolleybüse geçilmesi durumunda avantaj enerji sarfıyatı ve çevre etkisi olacaktır.

Şekil 2.3.1-2 İstanbul'da trolleybüs (1913-1984)



Kaynak: <http://anilarayolculuk.blogspot.com/2008/02/tramvay-trolleybs-taksi-tnel.html>

Diesel otobüslerin enerji tüketimi: 5,5-6,0 kWh/km; 1513g CO₂ /km

Trolleybüs enerji tüketimi: 3,0 kWh/km; CO₂ /km enerji kaynağına bağlı

Dolayısı ile aynı yolcu taşıma kapasitesine ulaşmak için tahmini olarak trolleybüs sistemi yatırımı

217 araç x 700.000€ = 151,9 mil €

+ 29 km elektrifikasyon = 48,0 mil €

Toplam = 199,9 mil €'dir.

Mevcut durumda Mercedes Capacity otobüsler için yapılmış olan yatırım sadece araç yatırımı olup 191 araç x 450.000€ = 85,95 mil € olmaktadır.

30 Haziran 2012 tarihli raporda, günlük işletmede Avcılar - Zincirlikuyu arasında toplam 1589 sefer yapıldığı belirtilmektedir. Dolayısı ile örnekleme yapılan güzergâhta günlük $1589 \times 31 = 49.259$ km yol yapılmaktadır.

Dizel otobüs için 6 kWh/km değeri için 60lt/100km yakıt sarf edilmektedir. Bu durumda günlük yakıt sarfıyatı 29.555 lt olmaktadır. 1 lt mazotun pompa fiyatı 3,90 TL olup, İETT'nin mazotu 3,40 seviyesinde aldığı kabul edilmektedir. Bu durumda dizel günlük yakıt sarfıyatı $29555 \times 3,4 = 100.487$ TL 'dir.

Elektriğin kWh değeri ise 20 kuruş olarak kabul edilmektedir. Trolleybüs kullanılması durumunda günlük enerji sarfıyatı $49.259 \times 3 = 147.777$ kWh olacaktır. Bunun da parasal bedeli $147.777 \times 0,2 = 29.555$ TL olacaktır.

Dizel ve elektrikli otobüs işletilmesi yapılması arasında günlük 70.932 TL veya 30.840 € enerji gider farkı oluşmaktadır. (1 € ~ 2,3 TL)

Mevcut durumda ise hattın trolleybüse çevrilmesi işi; daha önce dizel otobüs yatırımı yapıldığı için; 199,9 mil € olacak ve yukarda hesaplanan günlük enerji sarfıyatı ile yatırım kendini 6481 günde, yaklaşık 20,5 yılda amorti edecektir.

Metrobüs işletme raporunda mevcut durumda yolcu kapasitesinin 1.000.000 yolcu/gün olduğu ancak reel olarak taşınan yolcunun 750.000 yolcu/gün olduğu belirtilmiştir. Bu bilgi aslında; max. kapasite ile henüz taşıma yapılabileceği ancak alt yapı, platform yapısı ve erişim güçlüğü gibi nedenler ile bu ilave kapasitenin kullanılmadığı görülmektedir. Araç teknolojisinin Metrobüs yerine Trolleybüs yapılması da bu alt yapı, platform yapısı ve erişim güçlüğü problemlerini ortadan kaldırmamaktadır.

İETT ile yapılan görüşmelerde metrobüsteki en büyük temel sorunlardan birinin araçların manevra sorunu olduğu ifade edildi. Yani araçların yönünün değiştirilememesi veya çok uzun mesafelerde ve belli noktalardaki tamburlarda yapılması olduğu söylendi. Trolleybüslerde de çift kabin uygulaması ve dizi halinde çalışma uygulaması bulunmamaktadır. Dolayısı ile bu manada da araç teknolojisinin Metrobüs yerine Trolleybüs yapılması sorunu çözmemektedir. Yani bir başka deyiş ile metrobüsteki asli sorunlarımızın çözümü için Trolleybüs, metrobüse alternatif gözükmemektedir.

Trolleybüs Hattı ve İşletme Kapasitesi Bakımından Alt Yapının Değerlendirilmesi:

Mevcut durumdaki metrobüs hattının teorik yolculuk kesiti yaklaşık olarak; 15.810 pphd olduğundan bahsedilmişti. Bu hat için teorik kapasite ise $3600/30 \times 155 = 18.600$ pphd dir. Bu işletme yoğunluğuna denk düşen elektrifikasyon alt yapısı için nasıl bir fider yapısının kurulacağı hesap edilmelidir. Mevcut işletmedeki sistemlerimizin yolcu kapasiteleri ve fider yaları karşılaştırılmıştır. Buna göre;

M1 (Aksaray-Havalimanı metro) hattı için teorik yolculuk kesiti = $60 \text{ dakika} / 3 \text{ dakika} \times 250 \text{ yolcu} \times 4 \text{ araç} = 20.000$ pphd

T1 (Kabataş-Zeytinburnu Tramvay) hattı için teorik yolculuk kesiti = $60 \text{ dakika} / 2 \text{ dakika} \times 250 \text{ yolcu} \times 2 \text{ araç} = 15.000$ pphd

T4 (Topkapı-Habipler) hattı için teorik yolculuk kesiti = $60 \text{ dakika} / 3 \text{ dakika} \times 250 \text{ yolcu} \times 3 \text{ araç} = 15.000$ pphd

Fider yapıları bakımından mevcut hatlarımıza ait veriler aşağıdaki gibidir.

M1, 4 fiderli, 1600 A

T1, 2 fiderli 800 A (her iki yol paralel bağlı olduğu için $2 \times 800 = 1600$ A dir)

T2, 3 fiderli 1200 A (T2, T1 in devamı olup yollar, yani fiderler bir birinden izoledir)

T4 3 fiderli 1200 A

Yukardaki değerler, 120 mm^2 kesitindeki fider teli için verilen değerlerdir. Katener sisteminde en büyük kontak teli kesiti 150 mm^2 olup akım taşıma kapasitesi 500 A dir.

Buna göre trolleybüs sistemlerinde katener sistemi pozitif ve negatif besleme iletkenleri yukarıda birlikte olarak döşendiğinden, maksimum fider sayısı bir olarak kurulabilecektir.

Bu durumda trolleybüs için akım taşıma kapasitesi 500 A olduğundan mevcut işletmedeki hatlarımızdan gelen pratik bilgilere göre yolculuk kapasitesini 15.000 nin çok altında kalacağı ve 15.810 pphd lik gerçek, 18.600 pphd lik teorik kapasiteyi ve muhtemelen bunun üzerine gelecek kapasite artışlarını da karşılayamayacağı ön görülmektedir. Nitekim dünyadaki uygulamalarda da trolleybüslerin sefer sıklıkları 30 saniyeden çok daha uzun zaman aralıklarında gerçekleşmektedir.

Bu durumda talep edilen yolculuk kesitini sağlayabilmek için geri dönüş negatif fiderleri aşağıya indirip, yukardaki pozitif fider sayısını arttırmak gerekecektir. Bu da katener sistemine dönüş anlamına gelecektir. Bu takdirde yük ihtiyacını karşılayacak sistem, geri dönüşün raylar üzerinden yapılmasıyla sağlanabilecektir.

Sonuç olarak mevcut yolcu yükünü kaldırabilmek için dizel araçların müstakil elektrikli trolleybüse dönüştürülmesi için, trolleybüs havai hat sisteminin akım taşıyabilme kapasite sınırından ötürü bu tür bir işletme yükünün kaldırabilmesi mümkün değildir. Çözüm, otomatik gergili, katener sistemidir. Ancak bunun için fider besleme sisteminin geri dönüşünü teşkil edecek olan yol alt yapısının kurulması gereklidir. Araçların lastik tekerlekli olması durumunda geri dönüş, kılavuz akım toplama raylarıyla yapılacaktır.

Kılavuzlama sistemi, araçların yoldan çıkma perona yanaşma, boşluk bırakma v.b problemlerini de çözebilecektir. Ancak normal kesintisiz işletme şartları altında yol alt yapısının uygulanabilirliği, çok zordur. Hattın dar olması ve malzeme lojistiğinin E5 üzerinde sağlanamayacak olması nedeniyle büyük erişim güçlüğü vardır. Kaza riski çok yüksektir. Mevcut işletme ile E5'te şerit kapatmadan gerçekleşmesi mümkün değildir.

- a) Mevcut aydınlatma direklerinin sökülerek katener direği uygulaması gerekiyor, direk temel uygulamaları için sıkıntılar vardır.
- b) Katener kenar ve orta direk uygulamalarında araç çarpmalarına karşı tedbirler alınmalıdır. İşletme durma tehlikesi mevcuttur.
- c) Boğaz köprüsü geçişi katenersiz olmak durumunda ⁶

2.3.2. LASTİK TEKERLEKLİ METRO (METROBÜS) MALİYETLERİ

Altyapı maliyetlerinin düşük tutarak kapasiteyi arttırmak amaçlandığında lastik tekerlekli metro Cityval uygulaması uygulanabilir. 150 sn sefer aralığı ile, 18.360 yolcu/yön/saat kapasiteye ulaşmak için ihtiyaç duyulan araç sayısı $258+12$ (yedek)=270 araç olmaktadır. Cityval sistemi CBTC teknolojisi ile sürücüsüz tasarlandığı için gerekli emniyet şartlarının sağlanması için mevcut hattın altyapı olarak iyileştirilmesi gerekecektir. Bu durumda tahmini olarak altyapı maliyeti + elektromekanik 5 mil € /km olacaktır. Birim araç maliyetinin yaklaşık 0,5 mil € olduğu kabul edilmektedir. Bu şartlarda Avcılar – Zincirlikuyu hattının Cityval olarak dönüştürülmesini yaklaşık maliyeti:

⁶ Ertürk, M. Ve Arkadaşları, İstanbul Ulaşım AŞ. Kurum İçi Kaynak, 2011

Altyapı 31km x 5 = 155 mil €

Araçlar 270 x 0,5 = 135 mil €

Toplam: 290 mil € (bakım onarım tesis maliyetleri hesaba dâhil edilmemiştir)

Bu sistemin faydası enerji tüketimi ve esnek işletme planlanabilmesi olacaktır. Fakat ilk yatırım maliyeti yüksek olmaktadır. Diğer bir husus ise sistem halen tasarım aşamasında olup ilk uygulama 2018 yılında Fransa’da yapılacaktır. İşletmeyi aksatmadan da altyapı iyileştirilmesi mümkün değildir.

Tablo 5 Metrobüs Araçlarının Yakıt Bilgileri

Araç tipleri	100 km yakıt bilgisi
Capacity	60,42
Phileas	66,21
Citero	57,59

İstanbul Metrobüs Araçlarının Genel Bilgileri

2007 yılında hizmete açılmış olup günlük yolculuk yaklaşık 240.000 civarındaydı. Mevcut günlük yolculuk yaklaşık 750.000’den fazladır. Pik saat pik yöndeki yolculuk sayısı 30.000 ve Sunulan kapasite 1.000.000’dir. Metrobüste 450 araç bulunmaktadır, hafta içi 420 araç hizmet vermektedir. Geriye kalan araçlar dinlenme, bakım ve onarım için garajda bekletilmektedir.

Pik saatlerde (sabah: 07:00-09:00 akşam: 17:00-20:00) her 20-25 saniyede bir ara saatlerde 45-60 sn’de bir hizmet vermektedir. İstasyonlar arası mesafe ortalama 1.2 km’dir. Metrobüs hattında yaklaşık 1.000 kişi çalışmaktadır. Bunlardan 930’u şoför personeldir. Sabah pik saatlerde (07:00-09:00) toplam; toplam yolculuğun %25’i yaklaşık 200.00 yolculuk, akşam pik saatlerde (17:00-20:00) toplam yolculuğun %31’i 250.000 yolculuk gerçekleştirilmektedir. Merkezi(yoğun) duraklar arası mesafe ortalama 800 m’dir.

Sonuç olarak en iyi çözüm çift körüklü dizel otobüstür. Mevcut hat uzatması ile beraber kapasiteyi arttırmak için iki körüklü dizel otobüsler ile hat takviye edilmelidir.

Metrobüs hattında yeni alt yapı yatırımı yapmak yerine, planlanmış olan Bakırköy–Beylikdüzü metro hattının inşaatına öncelik verilmesi daha doğru olacaktır.

Metrobüs hattındaki tüm istasyonlara erişim alt veya üst geçitlerle temin edildiği için durakların alçak tabanlı veya yüksek tabanlı olması arasında yolcular açısından bir fark yoktur. Fakat araç maliyetleri açısından 4 / 3 oranında fark vardır. Araç başına %25 maliyet tasarrufu yapılabilir gözükmemektedir. Dolayısı ile uzun vadede araçların ömrünün tamamlaması nedeniyle tüm filonun değiştirilmesi planlanırsa bu durum göz önüne alınarak maliyet analizi yapılmalıdır.

2.3.3. RAYLI SİSTEM YERİNE HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞI

Otobüs ulaşımı bugün dünyanın birçok yerinde müşteri talebine cevap verememektedir. Otobüs ile ulaşım çoğunlukla güvenilmez, sıkıcı, rahatsızlık verici bir hizmet olarak görülmektedir. Otobüs yolcularının şikayetleri, durak yerlerinin uygunsuzluğu (sistem metro olunca bu şikayet kalkıyor), genel trafik içinde olma nedeniyle yolcuları rahatsız eden manevralar, duruş-kalkışlar, genel trafik ve duraklar nedeniyle ticari hızın düşük olması, sefer düzensizliği ve sefer aralıklarının açıklığı nedeniyle aşırı doluluk, verimsiz işletmecilik nedeniyle bilet ücretlerinin yüksekliği olarak sayılabilir. Bu olumsuzluklar karşısında plancılar, kent yöneticileri yüksek kamu kaynağı gerektiren raylı sistemlere yönelmektedirler. Metrobüs yetersiz hizmet ile yüksek kamu borcunun karşısına uygun bir çözüm olarak çıkmaktadır. Metrobüs, düşük maliyetine rağmen raylı sistemin hizmet kalitesini getirebilmektedir. Metrobüs, uygun maliyeti ve getirdiği konfor ile kentiçi yolcu taşımacılığında yeni bir yaklaşımdır. Metrobüs, mevcut karayolu üzerinde kendine ayrılan şeritleri kullanan lastik tekerlekli yüzeysel metrodur. Özellikleri nedeniyle metrobüs, ‘Yüksek Kapasiteli Otobüs Sistemi’, ‘Yüksek Kaliteli Otobüs Sistemi’, ‘Hızlı Otobüs Sistemi’ olarak da anılmaktadır.⁷

⁷ ERTÜRK, M. Ve Arkadaşları, İstanbul Ulaşım AŞ. Kurum İçi Kaynak, 2011

Tablo 6 İstanbul'daki Metrobüse Ait İşletme Bilgileri

Bir saat tek yön yolculuğu	40.000 saat/yön
Günlük ortalama yolculuk	800.000 yolculuk/gün
Günlük sefer sayısı	3.600 gün/sefer
Pik saat servis frekansı	20-25 saniye
Ara saatler servis frekansı	45-60 saniye
Tüyap-Söğütluçeşme yolculuk zamanı	83 dakika
Toplam hat sayısı	6 hat; 34,34A,34B,34C,34Z, 34G
Toplam hat km	52 km
Total servis sayısı	430 araç
Toplam istasyon sayısı	45 istasyon
Servis süresi	24 saat

Tablo 7 2010 - 2012 Yılı Toplam Yolculuk Bilgileri



Aşağıda İstanbul’da metrobüs sisteminde kullanılan araçların bilgileri verilmiştir.

Şekil 2.3.3-1 Araçlar



Citaro



CapaCity



Phileas

Tablo 8 Metrobüste Kullanılan Araçların Özellikleri ⁹

Model	Phileas	CapaCity	CITARO
Konfigürasyon	2 körüklü (26m)	Tek körüklü (19m)	Tek körüklü (18m)
Döşeme yüksekliği	Düşük	Düşük	Düşük
Kapı sayısı	4	4	4
Otobüs kapasitesi (oturan sayısı)	52	42	45
Yolcuların ayakta durabileceği alan (m ²)	30	25	20
Otobüs kapasitesi (ayakta sayısı; 4 kişi/m ²)	120	100	80
Toplam yolcu kapasitesi (oturan ve ayakta)	172	142	125
Çekim sistemi (hibrid/içten yanmalı)	4 zamanlı paralel hibrid sistem (dizel ve cer motor)	-	4 zamanlı dizel motor, pld yakıt sistemi
Yakıt	Dizel+elektrik	Dizel	Dizel

⁹ İETT Broşürü,2012

Emisyon standardı	Euro IV	Euro III	Euro III
Tekerlekli sandalye biniş ekipmanları	Hem zemin biniş	Hem zemin biniş	Hem zemin biniş
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 (km/sa)	85	80	60

2.3.4. ALTYAPI YATIRIMI YAPMADAN YAPILABİLECEK İYİLEŞTİRMELER

- İki körüklü lastik tekerlekli metro otobüsleri (metrobüsler) sistemde kullanılabilir.
- İki körüklü otobüsler diesel-elektrik Hibrid olarak satın alınabilir.

Çift körüklü otobüsler ile mevcut işletme senaryosunda çalışılması durumunda 191 araç ile 20.000 yolcu/yön/saat taşıma kapasitesine ulaşılabilmektedir.

Diesel-hibrid otobüsler incelendiğinde Seri hibrid ve paralel hibrid olmak üzere iki tip hibrid olduğu görülmüştür.

Amerikan toplu ulaşım araştırma merkezinin 132 nolu raporunda diesel ve hibrid otobüsleri incelenmiş ve ömür maliyetleri açısından mukayese edilmiştir. “TCRP report 132” raporunun sonuç kısmında hibrid otobüslerin ömür maliyetlerinin aracın kullanım şekline bağlı olduğu ifade edilmektedir.

- Eğer araç sık dur kalk yapıyorsa ve düşük ticari hızlarda kullanılıyorsa; 10-12km/s; hibrid otobüslerin ömür maliyeti diesel araçlara göre daha düşük çıkmaktadır.
- Eğer ortalama hız yüksekse ve dur kalk sayısı az ise; ki bu şart metrobüs kullanımına daha yakın; diesel otobüslerin ömür maliyetleri daha düşük çıkmaktadır.

Hibrid otobüslerde seri ve paralel olmak üzere iki tip uygulama vardır. Avrupa’da genelde uygulama seri tip hibrid olmaktadır. Seri hibrid, şehir içinde sık dur kalk yapan sitemler için performans ve yakıt tüketimi açısından iyi sonuçlar vermektedir.

Paralel hibrid otobüsler ise uzun mesafelerde ve daha yüksek ticari hızlarda daha iyi sonuç vermekte fakat paralel hibridlerinde kontrolü daha zor ve ekipman sayısı daha fazladır. ¹⁰

Raylı Sistem, Metrobüs ile Otobüs Yolu Farkı

Metrobüs, bir yandan lastik tekerlekli yüzeysel metro iken, bir yandan da klasik tahsisli otobüs yolunda hizmet veren bir sistemdir. Söz konusu sistemler arasındaki fark ve benzerlikler Tablo 9’da özetlenmiştir.

Tablo 9 Otobüs Yolu, Metrobüs, Raylı Sistem Farkı ¹¹

Özellikler	Otobüs Yolu	Metrobüs	Raylı Sistem
FİZİKİ ÖZELLİKLER			
Ayrılmış Koridor	Kısmen	Tamamen	
Yaya ve diğer Taşıtlar ile kesişmeler	Öncelik Kuralı / Sinyal ile Öncelik	Sinyal İle öncelik Kesişmesiz katlı çözümler	
İstasyon / Durak tasarımı	Standart	Biniş öncesi bilet ödemeye Kolay ve hızlı iniş binişe göre tasarım	
Yer Altı / Yeryüzünde Seyir	Tamamen Yeryüzü		Tamamen, Kısmen Yer altı
FİLO ÖZELLİKLERİ			
Araçlar	Standart, Solo Körüklü klasik otobüs	Özel Tasarımlar ve çevre Dostu Teknolojiler	Raylı Sistem Araçları (Vagonlar)
İŞLETME ÖZELLİKLERİ			
İstasyon Durak sıklığı	Otobüs Standardı	Raylı Sistem Standardı	
İstasyon durak kalitesi	Standart	Raylı Sistem Standardı	
Koridor hat yapısı	Tüm hatlara açık	Sadece Ana hatlara Açık	
Sefer sıklığı	Tüm hatlara açık olduğu için Seyrek	5-10 Dakikada bir ana hat	
Terminal kalitesi	Standart	Aktarmayı Özendirici	

¹⁰ ERTÜRK, M. Ve Arkadaşları, İstanbul Ulaşım AŞ. Kurum İçi Kaynak, 2011

¹¹ ACAR, Dr. İsmail Hakkı, Kentlerimiz İçin Metrobüs Çözümleri

Bilet teknolojisi	Standart	Aktarmaya izin veren hızlı Ödeme teknolojisi	
İstasyon Duraktan gecen hat adedi	Serbest	Sadece 2-3 Ana hat	
Düzenlilik takibi (Zaman tarifesine uyma)	Serbest	Gerçek Zamanlı Merkez Kontrol (Raylı Sistemlerde Olduğu gibi)	
Yolcu bilgilendirme Sistemi	Gerekli Değil	Gerçek Zamanlı Merkez Kontrol (Raylı sistemlerde Olduğu gibi)	
Müşteri memnuniyeti	İşletme iyi ise vasat	Yüksek	

Metrobüs Hatlarının Maliyeti

Etap 1 maliyeti (toplam 18,2 km): 216 milyon \$

Etap 2 maliyeti (toplam 11,8 km): 144 milyon \$

Etap 3 maliyeti (toplam 11,5 km): 138 milyon \$

Etap 4 maliyeti (toplam 9,4 km): 80 milyon \$

Metrobüs Araçlarının Maliyeti

Phileas: 50 adet; 76 milyon \$

Capacity: 250 adet; 127 milyon \$

Toplam araç maliyeti: 200 milyon \$

Metrobüs Sisteminin Sübvansiyon Durumu

Metrobüs sisteminin işletimi için herhangi bir sübvansiyon alınmamaktadır. İşletmenin geliri giderini karşılamaktadır. Yani metrobüs hattı maliyetlerini karşılayan bir hattır. Metrobüs yatırımlar için İBB den destek alınmıştır ve altyapı yatırımları İBB tarafından yapılmaktadır. İETT, mevcut otobüs hatları ve genel yönetim giderleri için zaman zaman desteklenmektedir. Ulaşım Ana planında Metrobüs yatırımlarına devam edileceği belirtilmektedir. Nüfusun 2023'te 16 milyona ulaşacağı ve Metrobüs hattına olan talebin de buna paralel gelişeceği varsayılmaktadır.

2.3.5. METROBÜS YATIRIMLARI

Mevcut Metrobüs Yatırımları

- 34 Avcılar-Zincirlikuyu
- 34A Cevizlibağ-Söğütlüçeşme
- 34B Beylikdüzü-Avcılar
- 34C Beylikdüzü-Cevizlibağ
- 34Z Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme
- 34G Beylikdüzü-Söğütlüçeşme

Planlanan Metrobüs Yatırımları

- Beylikdüzü – Kumburgaz,
- Kumburgaz – Silivri,
- Mahmutbey – Hadımköy,
- Çamlıca – Kurtköy

2.4. İSTANBUL METROBÜSÜ’NÜN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Temel olarak kendine ait özel bir şeridi olduğu için trafikte hızlı hareket edebilmektedir. Metrobüslerin tercihli yollarla karşılaştırıldığında bazı önemli farklı özellikleri bulunmaktadır. Bunlar:

- Duraklar arası mesafe diğer otobüs sistemlerine göre uzundur.
- Duraklar ön ödemelidir. Yani yolcu durağa girerken ödeme yapmaktadır. Otobüsün ödeme için beklemesi bu surette önlenmektedir.
- Metrobüs yollarında genelde tek bir hat çalışmaktadır.
- Yolcular tüm kapılardan iner ve binerler.
- İniş binişlerin kolaylıkla yapılması ve zaman kaybedilmemesi için durak platformu ile otobüs giriş yükseklikleri aynıdır ve merdivenle çıkış yoktur.
- Kullanılan araç yolcu kapasitesi daha yüksektir.
- Bu hatlarda çift katlı veya düşük kapasiteli araçların kullanılması doğru değildir.¹²

¹² <http://tr.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BCs>

Şekil 2.4-1 Türkiye’deki Metrobüs Uygulaması



Kaynak: www.rayhaber.com

twicsy.com

www.haberler.com

www.rayhaber.com

twicsy.com

www.haberler.com

http://www.google.com.tr/imgres?sa=X&biw=1008&bih=561&tbn=isch&tbnid=9bzmblsbv9lQM:&imgrefurl=http://www.haber1.com/konser-alani-degil-zincirlikuyu-metrobus-duragi.html&docid=KHLNGbakKbp7dM&imgurl=http://www.haber1.com/resimler/diger/konser_alani_degi_l_zincirlikuyu_metrobus_duragi_2.jpg&w=800&h=478&ei=xEikUZivG8PZPMTaG_YAL&zoom=1&ved=1t:3588,r:0,s:0,i:145&iact=rc&dur=836&page=1&tbnh=170&tbnw=258&start=0&ndsp=8&tx=180&ty=65

3. DÜNYAKİ LASTİK TEKERLEKLİ METRO SİSTEMLERİ

Dünyadaki çoğu metropoliten şehirler taşımacılık sistemlerinin her türlü önemli sorunları ile karşılaşmaktadır. Artan trafik sıkışıklığı, azalan hareketlilik, kötüleşen hava kalitesi ve çevre problemleri ile karşılaşılan sıkıntılar gün geçtikçe artmaktadır. Kısıtlı imkânlar, maliyeti artan otoyollar ve yeni sahalar için mevcut yerleşkeler durumu daha da karışık hale getirmektedir.

3.1. METROPOLİTAN ALANLARDAKİ ULAŞIM SORUNLARI

Trafik Sıkışıklığı: Çoğu metropoliten şehirlerde hızla yükselen nüfus ve istihdam sorunları ile boğuşulmaktadır. Bundan dolayı ulaşım sistemlerinde yeni ihtiyaçlar doğmaktadır. Yapılan çalışmalar ulaşım için yeni araçlara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Lakin çoğu büyük şehirlerde bu ihtiyaç, trafik sıkışıklığının bu durumu engellemesinden dolayı karşılanamamaktadır. ABD’de 50 büyük yerleşim yerinde yakıt tüketimi ve zaman tasarrufu üzerine yapılan araştırmalarda yıllık 44 milyar dolar israf edildiği ortaya çıkmıştır. Türkiye’de ise bu rakam yıllık 5 milyar TL civarlarındadır.

Toprak ve Arazi Kullanımı: Büyük şehirlerdeki hızlı nüfus artışı ve istihdam toprak kullanımında sınır (uç) değişikliklere sebep olmuştur. İş ve yerleşim odaklı gelişmeler şehir dışına doğru yönelmeye başlamıştır. Bu yönelim iş kurumları ile yerleşim yerlerinin arasında zorunlu ulaşım ihtiyacını doğurmuştur.

Hava Kalitesi: Motorlu araçlardan çıkan gazlar hava kirliliğine sebep olmaktadır. Amerika’da araçların havaya saldığı karbondioksit oranı %32 değerindedir. Hava kalitesi çoğu yerleşim yerleri için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Şu an ABD’de 96 büyük şehir Çevre Koruma Ajansı’nın ozon standartlarını ihlal etmiş durumda ve 51 büyük şehirde Karbonmonoksit standartlarını ihlal etmiş durumdadır. EPA tarafından hazırlanan standartlar ile bu şehirlere uyulması için özel kurallar getirilmiştir.

Türkiye’de 2004 yılında 294 milyon ton karbondioksit atmosfere bırakılmıştır¹³.

Çevre: Gittikçe kötüleşen hava kalitesinin yanı sıra, buna bağlı olarak düşük su kalitesi, gürültü, yerleşim yeri, nesli tükenmek üzere olan hayvanlar, komşuluk ilişkilerinin azalması önemli çevre problemleridir.

¹³ Gören, Görkem, Asit Yağmurlarına Çözüm Bulma

Önceden yapılan yolculuk sayıları daha az iken günümüzde yolculuk sayılarının artması, ev ve iş arasındaki mesafenin uzaması gibi nedenlerden dolayı yolculuklar daha fazla zaman almaya başladı. Ayrıca azalan hareketlilik, şehrin özelliğinin ve öneminin yitirmesine sebep olmaktadır. Bölgede yaşayanlar ise, iş akışındaki hareketliliğin azalmasından etkilenmektedir.

Kısıtlı İmkânlar: Genel olarak ülkelerde ulaşım yatırımları için kısıtlı bütçeler ayrılmıştır. Devletler, eğitim, itfaiye ve sosyal servis gibi mali problemler içerisinde en önemli sosyal sorunlar ile de yüzleşmektedirler. Ulaşım mali problemler içerisinde en önemli problem olarak yerini almaktadır. Farklı teorilerin de denenmesinden sonra en iyi çözümün Metrobüs Sistemi olduğu belirlendi ve ülkeler bu yöntemi uygulanmaya başladı.

Yeni Yollar: Ulaşım problemlerindeki geleneksel çözüm olarak görülen yeni yollar otoyol ve ayrılmış şeritli yollar olarak son 30 yıl içerisinde sistemli bir şekilde yapılmaya başladı. Bu yollar yerleşim yerlerindeki trafik sıkışıklığı için rahatlama sağladı.

Ana Arterlere Yan Yollar Eklemek: Bu sistem de klasik bir çözüm olarak uygulanmakta ve trafik sıkışıklığını kısmen de olsa azaltmaktadır.

Toplu Taşıma Sistemleri: Eklenen yeni toplu taşıma araçları (tren, metro, hafif metro, Express otobüs vb.) uygulanabilir bir yaklaşım getirdi.

Ulaştırma Sistemi Yönetimi (TSM): Ulaştırma sistemi yönetimi, hızlı bir şekilde uygulanabilecek düşük maliyetli alternatif yöntemleri gösterir. Bu yöntemlerin içinde optimum hale getirme, sinyal süreleri kontrolü, transit geçiş yapan araçlara trafik ışıklarında öncelik tanıma, rampa ölçümü (hangi şeritte daha çok araç varsa trafik ışıkları o şeride öncelik tanımaktadır), ve diğer operasyonel stratejileri içerir. Bazı Metrobüs Sistemleri TSM (Ulaştırma sistemi yönetimi) olarak düşünülmektedir. Bunlar sorunları gidermek için direkt olarak uygulanan sistemlerdir.

Ulaştırmada Talep Yönetimi: (TDM) Bu yönetim sistemi, yolculukların gün içerisindeki trafiğin daha az olduğu zamanlarda yapılmasını sağlayan ve ulaşım taleplerini yönetmek için odaklanmış bir sistemdir. Bu yönetim sistemine ortaklaşa araba kullanma, park yönetimi ve park ücretlendirme örnek olarak verilebilir. Bunlara ek olarak aşamalı çalışma saatleri, esnek çalışma saatleri, sıkıştırılmış çalışma haftası ve telekonferans görüşmeleri alternatif yöntemlerdir.

Ücretli Geçişler: Ücretli geçişi olan yollar, köprüler, tüneller ulaşım için gelişmiş bir yöntemdir. Bu sistem Amerika'nın birçok eyaletlerinde kullanılmaktadır. Hatta eyaletler

arası ve ana yollarda ücretlendirme sistemi yapılmaktadır. Bu sistemde yeni yapılacak yatırımlar için bütçe teşkil edilmektedir.

Akıllı Ulaşım Sistemi: (ITS) Bu sistem ulaşım sisteminin öncüsü olmak için gelişmiş teknolojinin çeşitli imkânlarını kullanmaktadır. ITS teknolojisi, otoyolların ve ana yolların takibi, kısa yolculuk ve araçta yolculuk imkânları sunma ve diğer güvenlik ve bilgi sistemlerinin geliştirilmesine odaklanır.

Sıkışıklığın Maliyeti: Bu strateji, yolculuğun mesafesi ile alakalı ücretlendirmeyi, yolculuk, saatini ve yoğunluk seviyesini inceler. Bu sistem Amerika’da hiç uygulanamadı.¹⁴

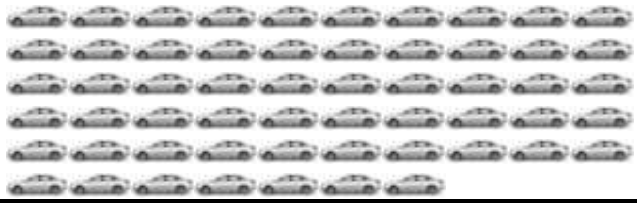
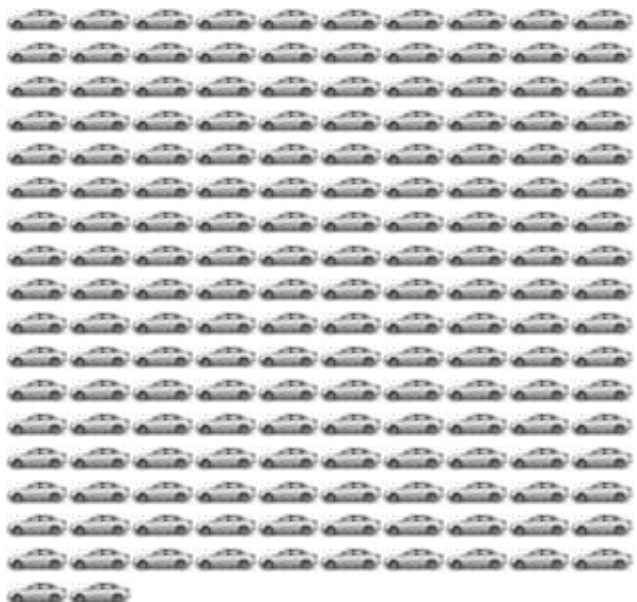
3.2. DÜNYADAKİ YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇLARIN KAVRAMI, GEÇMİŞİ VE YETERLİLİĞİ

Dizayn ve operasyonel değişikliğe rağmen, araçlardaki en önemli öncelik doluluk oranıdır. Kuzey Amerika’nın her yerinde bu sistem uygulanmaya başlandı. Genel olarak, yüksek doluluklu araç yolu, yollarda yolcu taşıma kapasitesini arttırmak için kurulmuş bir sistemdir. Mevcut durumda, tasarım ve imkânlar değiştirilerek yolcu doluluk oranı yüksek araçlar hizmete sunulmuştur. Yüksek doluluklu araçların tanımında otobüsler, ayrılmış araç yollarında kullanılan otobüsler (Metrobüs), minibüs ve ortak araç kullanımı vardır. Bu sistemin amacı yollardaki araç sayısının arttırmadan yolculuk yapan insan sayısının artmasını sağlamaktır. Tablo 10’da gösterilen şekilde otobüsler, özel ayrılmış araç yolları ve minibüs yolları, insanlara az araçla çok insan taşıma mantığını yerleştirmeye çalışmaktadır.

Tablo 10 Taşıma Türlerinin Kıyaslaması

ARAÇ	ADET	
Metrobüs (172 kişi)		1
Minibüs (12 kişi)		15

¹⁴ NCHRP REPORT 414, 1998, National Cooperative Highway Research Program HOV Systems Manual

Otomobil (3 kişi)		57
Otomobil (2kişi)		86
Otomobil (1 kişi)		172
Otomobil (1,7 kişi*)		101

**1,7 kişi İstanbul'da gün içinde kullanılan özel araçlarda bulunan kişi ortalaması*

3.2.1. KAVRAM

Yüksek doluluklu araçların öncelikli konsepti, yolculuk süresini azaltmak ve süre ile ilgili net ve doğru bilgi verebilmektir. Bu iki özellik insanları araçta tek başına gitmektense daha kalabalık gitmeye yönlendirmiştir. Diğer yandan da bazı bölgelerde, ortak araç kullanımı gibi araçta fazla insan bulunan araçlara düşük park ücreti sunarak insanlara cazip hale getirmiştir.

Yüksek doluluklu araçlar, insanların araçlarını tek kişi olarak kullanmalarını kısıtlamamakta, fakat yapılan değişiklikler ve sunumlar ile araç içindeki insan sayısını artırmaya yönelik etkin maliyetli bir sistemdir.

Yüksek doluluklu araçlar genellikle 3 ana düşünceyi içerir. Bunlar;

- Araçlardaki yolcu sayısını artırmak,
- Yolu kullanan mevcut araç sayısını muhafaza etmek,
- Daha fazla otobüs tedarik etmek ve hızlı otobüs taşımacılığını yaygınlaştırmak,

Yoldan geçen insan sayısını muhafaza etmek:

Yüksek doluluklu araç yolları, gerektiği gibi uygun koridorlarda uygulanır ve uygun bir şekilde yönetilirse, gelecekteki daha fazla insan kullanımına imkân sağlayacaktır. Bu yollar an az iki ve daha fazla personel şartı koştuğu için, en az iki katı insan taşımayı sağlayan bir sistem teşkil etmiş olacaktır. Buna ek olarak, bu sistemin başarılı olması için, ortak araç kullanımının artırılması ve hız limitinin yükseltilmesi önemli bir şarttır.

Hızlı otobüs taşımacılığını yaygınlaştırmak:

Yüksek doluluklu araçlar, otobüs işletmelerine uygulanabilir saat tarifeleri sunmaktadır. Ayrıca bu sistem, toplu taşıma araçlarında daha güvenli seyahat imkânı sunar. Bütün bu imkânlar yeni toplu taşıma araçları için cazibe olmakta ve servis işletmeciliğini geliştirmektedir.

Doluluk oranı yüksek işletim sistemi yoğunlukla genişletilmesi uygun olmayan ve taşıma kapasitesinin sınırında olan yollar için uygulanmaktadır. Hızlı otobüs taşımacılığı her türlü durum için uygun olmamaktadır. Bazen farklı yöntemler de gerekebilir.

3.2.2. SİSTEMİN GEÇMİŞİ

İlk yüksek doluluklu araç yolu Washington DC / Kuzey Virginia’da Shirley otoyolunda (I-395) 1969 yılında sadece otobüsler için açıldı. Yapılmış olan yol çift yönlü (gidiş-dönüş) ve 7,8 km olarak yapıldı ve 14,5 km’ye kadar uzatıldı. 1974 yılında fazladan 3,5 km eklendi. 1990’lı yıllarda metrobüsün en başarılı yolu olan I-95 yolu yapıldı ve sabah saatlerinde günde 18500 insan, 2770 otobüs seyahat etmektedirler.

Şekil 3.2.2-1 Shirley Otoyolu (İlk metrobüs yolu)



Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/High-occupancy_vehicle_lane

Shirley otoyolundan sonra 1970’lerde SRS 495 yolu Lincoln tüneline New York şehrine giriş için transit yol yapıldı. Bunları, Los Angeles’teki otobüs yolu olan San Bernardino otoyolu (I-10), Long Island transit geçiş yolu, Seattle’deki SR 520 yolu takip etti. 1970’lerin başında ve ortalarında, metrobüs yollarının az olduğu görülmektedir. Yüksek doluluklu araç yollarının kullanımı 1980’li ve 1990’lı yıllarda genellikle büyük şehirlere uygulandı yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandı.

Amerika’da bulunan yüksek doluluklu araç yolları 2000 yılından önce 1577 km idi ve 2000’li yıllarda yaklaşık 1000 km daha eklendi.

Bazı yüksek doluluklu araçlar için yapılan yollar günümüze kadar devam etmemiştir. Santa Monica elmas yolu ve Kuzey Virginia’daki Dulles yolu bunlara örnek olabilir. Proje güzel yapılmıştır fakat işletilmesinde sistemli bir yönetim olmadığı için yani toplu taşıma araçlarının konulamaması, bilgi eksikliği ve kullanım politikalarının yanlış olması sebebiyle ayrılmış olan özel yollar bir müddet boş kaldı. Daha sonra bu yollar genel kullanıma açıldı.

Diğer yandan, birçok başarılı genel kullanım yolundan yüksek doluluklu araçların kullanımı için ayrılmış yollara çevrilmiş örnekler vardır. Bunlara örnek olarak Long Island

Ekspres yolu, Lincoln Tünelini bağlayan 495 no'lu yol, Seattle' deki I-90 ve Santa Clara' daki SR 85 gösterilebilir.

Şekil 3.2.2-2 1980'lerde Yüksek Doluluklu Araçlar



3.2.3. YETERLİLİK

Farklı bir türden yüksek doluluklu araç yolu Teksas'ın Dallas şehrinde yapıldı. Bu yoldaki sistemin diğerlerinden farklı olmasının sebebi hareket ettirilebilir bariyer kullanılmasıdır. Bu şekilde yol genişletip daraltılabilmektedir. Bu yol sabah iş saatlerinde 1200 araç ve 4000 insan taşımaktadır.

1980'li yıllarda Coloadon'da transit toplanma yolu inşa edildi. 1,6 km uzunluğunda olan bu yer, şehrin her yerine giden otobüslerin duraklama alanıdır. Yaklaşık olarak 36 farklı yöne giden araçların hem kalkış hem de varış noktasıdır. Gün içinde 300 ile 400 arası otobüs hareketi yapılmakta olan bu yerde ayrıca restoran, alışveriş ve dinlenme yerleri bulunmaktadır.

Houston şehrinde 170 km yolun 106 km'si yapıldı. Yol bariyerli ayrımı olan, geri dönüşlü bir yol olmakla birlikte, otobüsler için hareket etme, park etme ve direkt (transit) geçiş imkânı sağlayan özelliklerle donatılmıştır. Sabah saatlerinde 2750 araç ve 9560 yolcu taşımaktadır.

Kaliforniya'nın Los Angeles ve Orange County şehirlerinde de birçok yüksek doluluklu araç yolu bulunmaktadır. Kaliforniya'nın ilk yüksek doluluklu araç yolu olan San Bernardino otoyolu 20 km uzunluğunda olup otobüslere sürüş, park etme ve transit geçiş imkânları sağlamaktadır. Sabah saatlerinde bu yoldan, 1440 araç ve 7100 insan geçmektedir. Diğer yüksek doluluklu araç yollarında çoğunlukla araçlara ayrılmış yol bulunmaktadır.

New York şehri ve New Jersey'de üç adet direkt geçişli metrobüs yolu bulunmaktadır. Bu sistem Route 495' i Lincoln tüneline, Long Island otoyoluna ve Gowanus otoyoluna bağlamaktadır. Sabah saatlerinde bu yolu 725 otobüs kullanmakta ve 35000 insan taşınmaktadır.

Minneapolis şehrindeki I-394 otoyolu 17 km olarak inşa edilmiş ve bariyerli ayırma sistemi ve park alanları ihtiva etmektedir. Araçlar için ayrılmış olan yüksek doluluklu araç sistemli yol ise düşük ücretli park imkânı da sağlamaktadır. Sabah saatlerinde yaklaşık olarak yolu kullanan araç sayısı 1100 civarındır.

New York şehrindeki en yaygın metrobüs yolu Manhattan'dadır. Bu yolda otobüsler için iki şerit özel ayrılmış yol bulunmakta ve burada bekleme alanı, toplanma alanı ve manevra alanı bulunmaktadır. Bu yolun sağlamış olduğu avantajla, otobüs şirketleri saat tarifelerini daha rahat ayarlayabilmektedirler.

Virginia'da bulunan I-64 otoyolu ve I-564 yolu 1992 yılında 24 km olarak açılmış ve bu iki bölgeyi birbirine bağlayan bir yol konumunda olmuştur. Sabah saatlerinde yolu ortalama olarak 800 araç ve 1500 insan kullanmaktadır.

Canada'nın Ontario şehrinde bulunan ayrılmış iki şeritli ve gidiş-geliş istikameti ve sadece otobüsler için ayrılmış olan 24 km uzunluğundaki bu yol, sabah saatlerinde 180 otobüs ve 11000 yolcu taşımaktadır.

Pensilvanya'nın Pittsburgh şehrinde sadece otobüsler için olan iki adet iki şeritli yol 1977 ve 1983 yıllarında yapılmıştır. Doğu tarafı olan otoyol 11,3 km ve Güney tarafı olan yol ise 6,4 km'dir. Doğu tarafı olan yol, yolculuk süresini 25 dakikadan 10 dakikaya düşürmüştür. Bu vesileyle sabah saatlerinde 103 otobüs 6000 yolcu taşınmaktadır.

Washington'un Seattle şehrinde şu an kullanılmakta olan metrobüs yolu, I-5 Kuzey, I-5 Güney, I-90, I-405, SR 167 ve SR 520'dır. Bunları, şehir merkezindeki, 2 km'lik otobüs tüneli, park alanları ve geniş sürüş yolları ve geliştirilmiş transit geçiş yolları desteklemektedir. Bu sistem sabah saatlerinde, 400 ila 1600 arasında araç ve 3600 ile 5700 arasında yolcu taşımaktadır.

Washington D.C.'nin Kuzey Virginia kısmındaki I-395 metrobüs yolu Amerika'nın ilk metrobüs yolu olma özelliğini taşımaktadır. Gün geçtikçe yol uzatılmış ve günümüzde 45 km'ye kadar genişletilmiştir.¹⁵

¹⁵ NCHRP REPORT 414, 1998, National Cooperative Highway Research Program HOV Systems Manual

3.3. TOPLU TAŞIMA ARAÇLARINA ÖZEL YOL ÇEŞİTLERİ

Günümüzde mevcut metrobüs yollarının bütün çeşitleri, Kuzey Amerika’da kullanılmaktadır. Sık kullanılan metrobüs yolları ve bu yolları destekleyen yardımcı yollar aşağıda başlıklar halinde incelenecektir.

3.3.1. Yolun sağ kısmında ayrılmış olan metrobüs yolu:

Bu tip yollar, ana yolların sağ kısmında ayrılmış şerit olarak kullanılırlar. Çoğunlukla toplu taşıma araçları için kullanılan bu sistem, genellikle iki şeritli ve çift yön (gidiş-dönüş) yollardan oluşmaktadır. Bunlara Pittsburgh'daki Güney ve Doğu otoyolu, Minneapolis'teki Minnesota Üniversitesi otobüs yolu ve Ontario'daki Ottawa transit sistemi örnek olarak gösterilebilir.

Şekil 3.3.1-1 Ottawa Transit Sistemi



Kaynak: http://www.mrc.ca/mrc_projects/968-2/

3.3.2. Otoyollardaki Metrobüs (Lastik Tekerlekli Metro) Yolu:

Otoyollarda 3 tip metrobüs yolu yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar ayrıcalıklı metrobüs yolları, birleşen metrobüs yolları ve çift yön (gidiş-dönüş) metrobüs yollarıdır. Buna ek olarak, ayrıcalıklı metrobüs yollarında iki farklı strateji yürütülmektedir. Bunlar; çift istikametli ve gidiş dönüşlüdür. Aşağıdaki tanımlamalar, metrobüs yollarının karakteristiklerini, avantajlarını ve dezavantajlarını göstermektedir.

Ayrıcalıklı İki İstikametli Metrobüs Yolu:

Bu hatlar yolun sağ kısmında ve trafiğin yoğun olduğu saatlerde kullanmak için yapılmıştır. Çoğu metrobüs yolu beton blokları ile genel kullanım yolundan ayrılırken, bazıları ise kırmızı şeritlerle ayrılmıştır. Bu tip yollar bütün metrobüs yollarının otobüs ve araç önceliği taşıyan kısımlarına bağlanır. Bu yolların giriş ve çıkış yolları da sınırlıdır.

Bunlara örnek verecek olursak, Los Angeles' in San Bernardino transit geçiş yolu ve Hartford otoyolu bunlara örnektir.

Şekil 3.3.2-1 San Bernardino (Los Angeles)



Kaynak : <http://rctc.org/projects/interstate-215/i-215-bi-county-hov-project>

Ayrıcalıklı Dönüştürülebilen Metrobüs Yolu:

Ayrıcalıklı metrobüs yollarının bir diğerkşidi de dönüştürülebilen yol sistemidir. Bu sistem de, diğeri gibi genel kullanım yollardan beton bariyerle ayrılır ve günün her saatinde kullanıma açıktır. Bu yol şidinin bazılarında günlük kurulum değıştirme gerekmektedir. Bunlara rnek olarak US 290, I-45N, I-45S, US 59 ve Houston'daki I-395 ve I-95 rnek olarak verilebilir.

Şekil 3.3.2-2 Katy (I-10 West) Houston



Kaynak : <http://ops.fhwa.dot.gov/docs/houston/chapter2.htm>

Birleşen Akış Yolu:

Bu tip yollar ayrıcalıklı yollar gibi bariz bir şekilde ayrılmamakla birlikte günün belirli saatlerinde metrobüs için kullanılır. Diğerkmanlarda normal yol olarak kullanılmaktadır. Karışıklığı önlemek amacıyla belirli renklerle şeritler ayrılmıştır. Bu yollar günün belirli saatlerinde otobüslere ve ortak araç kullanımına hizmet vermektedir. Bunlara, SR 520, I-5, Seattle' deki I-405, Washington, Orange County' deki Route 55 yolları örnek olarak verilebilir.

Şekil 3.3.2-3 Orange County



Kaynak : <http://www.willdan.com/engineering/roads.aspx>

Her İki Yönde Kullanılabilen Şerit:

Bu tip yollar otoyol üzerinde, istikameti az olan bölgeden istikameti yoğun olan bölgeye şerit aktarımı yapılmasıyla oluşur. Yolun iç kısımları kullanılır. Yol hareketli bariyerle kapatılır. Bu sistem trafiğin en yoğun olduğu zamanda yapılır ve trafik rahatladığında genel kullanıma açılır. Dallas'taki Thorntorn yolu ve Boston'daki güneydoğu ekspres yolu bunlara örnektir. Burada bariyerler hareketli beton bloklar ile yapılmaktadır.

Şekil 3.3.2-4 Dallas'taki Hareketli Bariyerli Thorntorn Yolu



Kaynak : http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy_mgmt_handbook/revision/jan2011/mgdlaneschp8/sec8.htm

Otoyol girişlerindeki bekletme sinyalizasyonu:

Bu tip sinyalizasyon toplu taşıma için öncelik teşkil etme amacıyla kurulmuştur. Eğer aracın içinde tek kişi varsa, sinyalizasyon yeşil ışık yakana kadar beklemek zorundadır. Şayet otobüs veya araç içinde birden fazla kişi bulunuyorsa sinyalizasyonu beklemeden direkt otoyola girebilir. Bu sinyalizasyon sistemi otoyolların girişlerde bulunmaktadır.

Bunlara, Kaliforniya'nın birçok yerinden ve Seattle'daki Minneapolis yolundan örnek verilebilir.

Şekil 3.3.2-5 Seattle Minneapolis Yolu



Kaynak : <http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop11035/wkshoppresentations/part1/index.htm>

Yüksek Doluluklu Araç Yoluna Geçişte Ücret Önceliği:

Bazı otoyollarda, tek başına araç kullanıldığında ortak kullanımlı yolları belirli bir ücret ödemek koşuluyla kullanmak mümkündür. Örnek olarak, SR 91 ekspres yolunda, ortak yolu araçta üç kişi ve daha fazla ise ücretsiz kullanılabilir, daha az sayıda ise ücret ödemek zorundadır. San Diego'da ise belirli bir ücret karşılığında ortak yolu araçta tek kişi varken de kullanılabilir.

Şekil 3.3.2-6 San Diego



SR 91 Ekspres Yolu (Orange Country)



Kaynak: http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop08034/hot1_0.htm ,
http://california.construction.com/california_construction_news/2011/1221-tiger-grant-bolsters-sr-91-express-lane-expansion-project.asp

3.3.3. Giriş ve Çıkış Alternatifleri:

Metrobüs yoluna daha güvenli erişmek ve düzenli kullanmak için birçok iyileştirmeler yapılmıştır. Aşağıda metrobüs yollarına giriş ve çıkış için erişim yolları belirtilmiştir.

Doğrudan giriş: Bu yaklaşım hızlı otobüs yolundan (ayrılmış şeritlerden) en yakındaki genel kullanım yoluna, genel kullanım yolundan da hızlı otobüs kullanım yoluna doğrudan

geçiş imkânı sağlamaktadır. Daimi giriş ve çıkış hakkı sağlayan sistemde ise belirli noktalarda giriş ve çıkış imkânı sağlayan hızlı otobüs yolları mevcuttur. Bu çeşit yollarda hızlı otobüs yolundan genel kullanım yoluna veya tam tersi olduğunda, bir karmaşaya sebebiyet vermesi, bir dezavantajdır.

Bağlantı yolları: Bu ayrımlar hızlı otobüs yolunun başında, sonunda ve aralarında bulunmaktadır. Araçlar bu açıklıklardan hızlı otobüs yoluna giriş ve çıkış yapabilirler. Bu sistem, doğrudan geçiş sistemine göre daha ucuzdur. Bu sistemde de yandaki genel kullanım yoluna girerken veya çıkarken yoğunluk olduğu için bir dezavantaj teşkil etmektedir.

Doğrudan Geçiş Bağlantı Yolları: Bu tip yollar metrobüse çok rahat giriş ve çıkış imkânı sağlamaktadır. Çeşitli iyileştirmeler yapılmıştır. Bunlar, T bağlantı yolu, Y bağlantı yolu ve katılım yolu olarak üçe ayrılmıştır. Bu tip yolların maliyeti fazla olsa da, güvenlik ve trafik akışı yönünden etkisi göz önüne alındığında kayda değer bir fark olduğu belirtilmektedir.

Metrobüs Yolundan Başka Bir Metrobüs Yoluna Entegre Bağlantı: Bu tip bağlantı otoyoldaki bir metrobüs yolundan başka bir otoyoldaki metrobüs yoluna bağlantı yapma imkânı sağlar. Bu tip bağlantılar yüksek maliyetli olduğu için geniş çaplı bağlantılarda kullanılması uygun olabilir.

3.4. ARTERLERDEKİ YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇ YOLLARI VE ÖNCELİKLİ İYİLEŞTİRMELER

Bu tip yollar, otobüs yolu, istasyonlar ve ortak araç kullanım yollarını ihtiva etmektedir. Bütün uygulamalar aşağıda belirtilmiştir.

İstasyonlar: İstasyonlar toplu taşıma araçlarının yolcu taşımak için durduğu noktalardır. İstasyonlarda ulaşım bilgileri ve taksi alanları bulunmaktadır. Bu istasyonlar genellikle şehir merkezlerinde olmakla beraber bazı banliyö bölgelerde de bulunmaktadır. Birçok şehir istasyonlarını 1970'li yıllarda geliştirdi. Bazıları ise hiç kullanılmadan kaldırıldı, ya da değiştirildi ve bir kısmı da halen kullanılmaktadır. Buna en iyi iki örnek Denver şehir merkezindeki istasyon ve Mineapolis'te şehir merkezinde bulunan istasyon örnek gösterilebilir. Buna ek olarak, New York'taki 49. ve 50. caddedeki otobüs istasyonları da halen işlevini yapmaktadır.

Otobüs Yolu: Bu yöntem sadece otobüslerin kullanması için yapılmış olan yolları kapsamaktadır. Otobüs için ayrılmış yolların çoğu tam olarak fiziksel ayrılmamış ve bazıları da trafiğin yoğun saatlerinde kullanılmaktadır. New York şehri, şehir merkezinde geniş çaplı otobüs yollarına sahiptir. Çift yönlü (gidiş-dönüş) otobüs yolları diğer yollardan tamamen ayrılmış buna örnek olarak Los Angeles'taki Maquette örnek verilebilir. Üçüncü yöntem ise uzun yollar (şehirlerarası) için otobüs yollarıdır. Tucson'da 22. caddedeki ve Broadway Bulvarı'ndaki otobüs yolu Amerika'nın en uzun yollu otobüs yoludur.

Yüksek Doluluklu Araç Yolları: Bu çeşit yollar sokak ve caddedeki yolların yüksek doluluklu araç yollarını kapsamaktadır. Bu tür yollara çok az örnek bulunmaktadır. Toronto'nun Mississauga'daki yüksek doluluklu araç yolunda otobüslere ve içinde üç ve daha fazla kişi bulunan araçlara kullanım hakkı sağlamaktadır.

Sinyal Bulunan Kavşaklarda Yüksek Doluluklu Araç Sistemli Sıra By-pas Yolları: Bu tip sisteme örnek olarak San Diego'daki Mission Vadi yolunda işletilen sistem örnek olarak verilebilir. Otobüslere sağa dönüş yolu ile genel kullanım yolu arasında yol imkânı sağlar. Ayrı bir trafik ışığı bu sistem için çalışır ve otobüs gördüğü anda aktif olur. Buna benzer bir örnek de Washington'daki Everett'te işletilen sistemdir.

Çokta farklı olmayan ve otobüs için özel alan olarak adlandırılan sistem Büyük Britanya'nın birçok şehrinde kullanılmaktadır. Otobüsler için özel yol, sinyalli kavşaktan hemen önce donatılmış yol sistemidir. Bu sistem genel kullanım yoluna trafiği kapatıp otobüslere öncelik tanımaktadır. Bu sistem Londra' da birkaç kez test edilmiştir.

Otobüsler İçin Sinyal Önceliği: Diğer otobüsler için öncelik tekniği sinyalli kavşaklarda uygulanmaktadır. Bu sistem, gelecek otobüsler için kavşağın ışığını kırmızıdan yeşile döndürmeye ve dolayısıyla otobüsün beklemeden geçmesine imkân sağlamaktadır. Bu çözümler sinyal sisteminin algoritmasının değişmesini gerektirmektedir. 1970'li yıllarda otobüslere öncelik tanıma sistemi sinyalizasyonda sorun oluşturmaktaymış, fakat yeni geliştirilen ITS sistemi bu sorunu ortadan kaldırmıştır. Hatta yeni sistemde yolcu dolu olan ve tarifesinin gerisinde kalmış olan otobüslere ayrıcalık tanınmaktadır. Son örnekler, Anne Arundel County' deki Ritchie otoyolu, Washington'un Bremerton şehrindeki belirlenmiş

yollar, Kuzey Caroline' daki Charlotte şehrindeki Arbemorle yoludur. Bu sistemin sonucunda, otobüs gecikmeleri %67 azalmıştır ve otobüs kullanım sayısı artmıştır.¹⁶

Şekil 3.4-1 Washington'un Bremerton



Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Washington_State_Route_303

3.5. DÜNYADAKİ BAŞARILI YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇ SİSTEMLERİNİN TEMEL GÖSTERGELERİ

Başarılı ve başarısız yönetilmiş olan yüksek doluluklu araç sistemleri, iyi bir sistem yürütmek için kilit rol oynamaktadır. Bu faktörler bölgenin karakteristiği ile ajansların ve işyerlerinin sistemli çalışmaları ile ayrıca uygulanan destek politikaları ve programlarla doğrudan alakalıdır.

Tıkanmış Yollar: Yüksek doluluklu araçlar, tıkanmış yollarda sürücülerin en çok ihtiyaç duyduğu boş yer imkânını sağlamakta ve daha hızlı seyir etmede ve zamanında ulaşım imkânı sağladığı için tek kişi olarak araç kullanan sürücülerini ya çok kişi olarak araç kullanmaya ya da toplu taşıma araçlarını kullanmaya teşvik edici bir sistemdir.

Şirketler Arası Koordinasyon: Şirketlerde çalışan personellerin trafiğe etkisi büyük olduğu için şirketler arası iletişim ve koordinasyon yüksek doluluklu araç sisteminin başarılı bir şekilde çalışmasına büyük katkı sağlar. Kuruluşlar arası kurulan takımlar ve proje yönetim komiteleri koordinasyonu sağlamak için yardımcı olurlar.

Ajansların Yönetilmesi: Ajanslar arası iletişimin yüksek doluluklu araç sisteminde büyük bir etkisi olmamasına rağmen, edinilmiş tecrübelerle göre bu grupların sorumluluk alması gerektiği görülmüştür. Bu yönetim projelere göre değişmektedir.

¹⁶ NCHRP REPORT 414, 1998, National Cooperative Highway Research Program HOV Systems Manual

Proje Seçimi: Edinilmiş tecrübelerle göre kişilerin veya bazı küçük grupların bu sistemin geliştirilmesinde etkisi büyüktür. Bu nedenle yüksek doluluklu araç sistemine destek veren bu kişilere veya gruplara, özellikle de eyalet veya özel taşımacılık şirketlerine destek, ödül ve promosyon verilir. Bu sisteme destek veren en iyi grubun konu hakkındaki deneyimleri, bilgileri, tavsiyeleri sistemin yeni projelerinde ve politikalarında önemli bir yer teşkil eder.

Halkın İlgi ve Desteği: Yüksek doluluklu araç sistemlerinin başarılı olması için mutlaka halkın desteği olması gerekir. İnsanlara verilen eğitimler ve programlar sayesinde onların desteğini almak önemli bir etkidir. Ayrıca bazı kuruluşların da etkisi büyüktür. Buna örnek olarak Amerikan Otomobil Birliği (AAA) verilebilir.

Kapsamlı Yüksek Doluluklu Araç Sistemi (Hızlı Otobüs Taşımacılığı): Bu yöntem daha önce de belirtildiği gibi, sistemin planlanması, uygulaması, dizayn edilmesi ve işletilmesini kapsar.

Eğitim ve Pazarlama Programları: Önceden yerleşmiş olan bölge halkına sistemin nasıl yürütüleceği ile ilgili bilgi desteği sağlamalıdır.

Destekleme ve Servis: Başarılı yüksek doluluklu araç sisteminin halka sunulan çeşitli yöntemleri vardır. Bunlar; araç kullanma programları, otobüs servisleri, transit geçiş bölgeleri, park et devam et alanları sağlayarak araç kullanıcılarına çeşitli imkânlarla destek sağlamaktadır.

Destek Programları ve Politikalar: Yüksek doluluklu araç sisteminin başarılı olmasındaki diğer bir husus ise destek programları ve politikalarıdır. Bu sistemlerde, yol paylaşımı, park yönetimi, ücretlendirme politikaları, büyüme kontrolleri ve toprak kullanım politikaları gibi birçok program bu sistemin başarısını sağlamaktadır.

İlave Destek (Sürücü Desteği): Bu sistemde halkın desteği her zamanki gibi çok önemlidir. Aracını yanlış bir şekilde kullanan veya kurallara uymayan sürücülerin diğer sürücüler tarafından uyarılması ve bildirilmesi büyük önem taşımaktadır.

3.6. DESTEKLEYİCİ SİSTEMLER VE SERVİSLER

3.6.1. Yardımcı Sistemler

Yardımcı sistemler genellikle yüksek doluluklu araç yollarında, otoyollarda ve sağdan özel şerit ayrılmış yollarda bulunmaktadır. Bunlar park et devam et, özel kullanım yolu

(ayrılmış yol), transit istasyonlar, uluslararası model olanakları, otobüs durakları ve ceplerdir.

Park Et Devam Et Sistemi: Park et devam et sistemi ve ayrılmış yollar, Kuzey Amerika'da çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna rağmen park et devam et sistemi boyutları, yeri ve tasarımı hızlı otobüs taşımacılığı ve yüksek doluluklu yol projelerinin çeşitlerine göre değişir ve herkese açıktır. Bu sistemin amacı insanların daha çok toplu taşıma araçlarını kullanmasını sağlamaktadır. İnsanlar, istasyonlar ve park alanları sayesinde toplu taşıma araçlarına kadar aracını kullanabilir, yürüyerek gidebilir ya da bisiklet kullanabilirler. Hatta çoğu istasyonda bisikletler için güvenli park yerleri bulunmaktadır.

Türkiye’de de metrobüs hattında bu sistem uygulanmaktadır. Aşağıda bu sistemin uygulandığı duraklar gösterilmiştir.

Şekil 3.6.1-1 Park Et Devam Et Noktaları (İstanbul Metrobüsü İçin)



Transit İstasyonlar: Transit istasyonları ve merkezleri birçok yüksek doluluklu araç yollarında kullanılmaktadır. Bu istasyonlar, yolculara güvenli, rahat yolculuk yapma imkânı ve araç bekleme alanı sağlar. Çoğu transit istasyonları yüksek doluluklu araç yolları ile birlikte işlemektedir. Bu sistemler ayrıca alışveriş yerleri, küçük marketler ve büfeler ile de hizmet sunmaktadır. Bu sistemin iki tip temel istasyonu vardır. Bunlar biri yolun üzerinde, diğeri de en yakındaki genel kullanım yolunda kullanılmaktadır.

Aktarma Sistemleri: Bu sistemler yolculara çeşitli imkânlar sunmaktadır. Bir araçtan diğerine aktarma olanağı sağlar. Ayrıca bu sistem genellikle geniş alanlarda olduğu için içinde bilet satış, bilgi danışma ve diğer imkânlar bulunmaktadır.

Şekil 3.6.1-2 Raylı Sistem Ağ Haritası

Kaynak: İstanbul Ulaşım AŞ, İşletme Müdürlüğü

- Küçükçekmece'de Sirkeci-Halkalı banliyösü'na,
- Yenibosna-Kuleli'de Aksaray-Havaalanı hafif metrosu'na,
- Şirinevler'de Aksaray-Havaalanı hafif metrosu'na,
- İncirli-Ömür'de Aksaray-Havaalanı hafif metrosu'na,
- Zeytinburnu'nda Aksaray-Havaalanı hafif metrosu, Zeytinburnu-Bağcılar ve Zeytinburnu-Kabataş tramvayları'na,
- Cevizlibağ'da Zeytinburnu-Kabataş tramvayı'na,
- Edirnekapı'da Sultancıftliği-Edirnekapı tramvayı'na,

- Mecidiyeköy'de 4.Levent-Taksim metrosu'na,
- Edirnekapı'da Sultançiftliği-Edirnekapı tramvayı'na,
- Uzunçayır'da Kadıköy-Kartal metrosu'na,
- Söğütlüçeçme'de Haydarpaşa-Gebze banliyösü'ne, aktarma yapılabilir.¹⁷

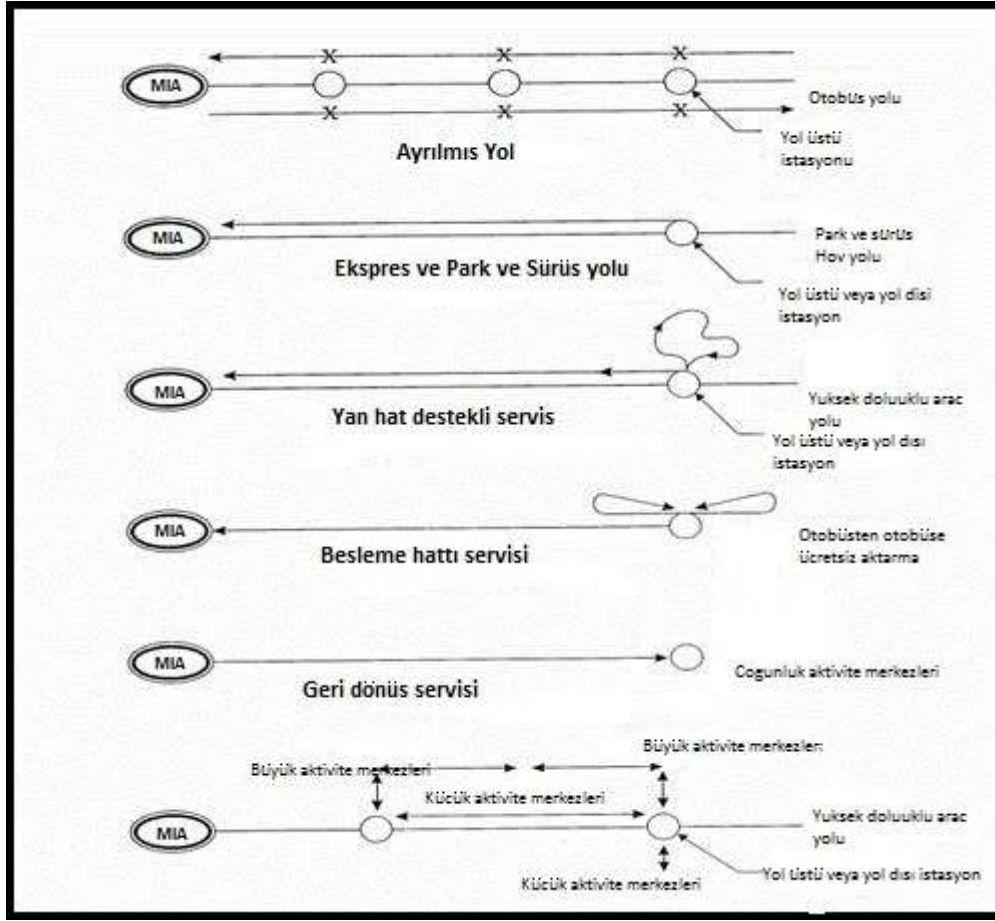
Otobüs Durakları ve Bekleme Alanları: Bu alanlar toplu taşımacılık sisteminin temel elemanıdır. Bu alanlar, durağın uygun yere yapılmasını, ergonomik olmasını, gerekli yol hatlarının ve tarifelerinin olmasını ve düzenli bakımının yapılmasını kapsar. Bu tip özellikler yüksek doluluklu araç sisteminin kapsamlı bir şekilde gelişmesini sağlar.

3.6.2. Destekleyici Servisler

Birçok otobüs servisleri ve işletim sistemleri yüksek doluluklu araçlarla birlikte kullanılmıştır. Geniş kullanım şekli olan işletim sistemi, yüksek doluluklu araçlar tarafından desteklenmekte ve esnek servis uyum gerektirmektedir. 6 çeşit otobüs işletim sistemi şekil 3.6.2- 1'de özetlenmiştir. Bununla birlikte, metrobüs sistemleri ara aktarmalı ve diğer esnek sistemler tarafından kullanılmaktadır.

¹⁷ [http://tr.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BCs_\(%C4%B0stanbul\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BCs_(%C4%B0stanbul))

Şekil 3.6.2-1 Otobüs İşletim Sistemleri



18

Özel Servisler: Bazı otobüs servisleri sadece otobüs ve metrobüs yollarında işletilmektedir. Yolcuların bu sistemi kullanabilmesi için gerekli olan istasyonlara yürüyerek veya park imkânı varsa bisikletle ve arabayla gitmeleri gerekmektedir. Bu sistemde genellikle hız 56-69 km arasındır (80-89 km'ye çıkabilmektedir). Bu servis tüm gün boyunca hizmet vermekte ve trafiğin yoğun olduğu saatlerde rahat erişim sağlamaktadır.

Ekspres Servisler ve Park Et Devam Et Servisleri: Bu iki tip yollar belirli metrobüs şeritli yollarda, yolun sol şeridinde bulunmaktadır. Araçlara ekspres yolu sağlayarak yüksek hızda araç kullanmalarını sağlamaktadır. Bu hız 80-89 km/sa. arası olmaktadır. Bazı metrobüs yollarında ve yüksek doluluklu araç yollarında ise bu sistem sadece günün en yoğun saatinde uygulanmaktadır.

¹⁸ NCHRP REPORT 414, 1998, National Cooperative Highway Research Program HOV Systems Manual (Orijinal metinden çevrilmiştir.)

Komşu bölgeye aktaran istikametler: Bu tip yollar, iki komşu bölge arasında direkt geçiş imkânı sağlar. Hız limiti ortalama 8-16 km/sa.dır. Bu sistemde park devam et hattı kullanılamaz. Ayrıca bu tip yollar, günün en yoğun saatlerinde ve ya günün her saatinde kullanılmaktadır.

Besleme Servisleri: Bu sistem transit geçiş yerlerine ve park et devam et istasyonlarına bağlantı geçişi sağlar. Bu sistem LRT (hafif raylı sistem) ve ya metrolarda ve bazı metrobüs yollarında kullanılır.

Geri Dönüş ve Banliyö – Banliyö Mahalle Yolları:

Birçok eski toplu taşımacılık sistemi banliyölerden şehir merkezine olan ağ üzerindedir. Bu sistem ise bir kenar banliyö mahalleden diğer banliyö mahalleye giderek gereksiz şehir merkezi kalabalıklığını önlemiş olmaktadır. Bu sistemle insanlar işlerine ve taşra mahallelerdeki alışveriş yerlerine ulaşabilmektedir.

Sürekli Transfer Sistemleri: Bu sistem diğer hatlarla birlikte daha hızlı imkân sunmak için uyarlanmış bir sistemdir. Bu sistem vasıtasıyla bir otobüsün varış saati ile diğerinin kalkış saati birbirine yakın zamanlı ayarlanır ve bu sayede daha rahat ve hızlı ulaşım imkânı sağlamaktadır.

Ara Toplu Taşıma Hatları ve Talebe Bağlı Servisler: Bu sistemde, belirli bir grubun istediği zaman ve mekânda hizmet vermek üzere toplu taşıma hizmeti sunulmaktadır. Bu sistemde gerekli olan bütün işlemler kolaylaştırılmış ve ücretler düşük tutulmuştur. Taşıtlar trafiğin az olduğu vakitlerde yoğunlukla yüksek doluluklu araç yollarını kullanmaktadırlar.

19

3.7. PROGRAMLARI DESTEKLEME YÖNTEMLERİ

İnsanları toplu taşıma araçlarına yönlendirmek veya araçların doluluk oranını artırmak için birçok sistem geliştirilmiştir. Bu sistemler ulaşım ihtiyacı yönetimi (TDM) olarak adlandırılmıştır. Bu sistemle park ücretleri, özel ayrılmış yollar, ücretsiz geçiş hakkı ve öncelik hakkı gibi yöntemler ile insanları araçlarında daha kalabalık olmaya teşvik etmektedir.

¹⁹ NCHRP REPORT 414, 1998, National Cooperative Highway Research Program HOV Systems Manual

Yol Paylaşımı: Sürücülere daha kolay ve hızlı ulaşımı sağlamak ortak kullanımlı araç sisteminin en önemli çabasıdır. Bu sistemler, insanlara genel bilgilendirme, minibüs ve bir otomobilin birkaç kişi tarafından ortak kullanılması ile ilgili detaylı bilgi, destek servisleri ve yol yardım gibi konularda programlar vermektedir. Minibüsler özel firmalar tarafından veya 3. parti firmalar tarafından işletilebilir. Örneğin, San Francisco, Seattle, Tennessee ve Connecticut' ta minibüsler özel işletmeler tarafından sağlanmaktadır.

Park Yönetimi ve Ücretlendirilmesi: Bu yöntem metrobüs ya da yüksek doluluklu araç olan yerlerde özel araç sahiplerini park etmeye teşvik edici ve aracını yalnız kullananlara ise caydırıcı bir yöntemdir. Bu yöntem kalabalık kullanılan araçlara daha ucuz park imkânı sağlarken, aracı tek kişi kullanan kişilere ise daha fazla ücretlendirme yaparak caydırma yoluna gitmektedir.

Eve Servis Programı: Bu yöntem toplu taşıma veya servis araçlarını kullanan kişileri kapsamakta olup, vardiya değişikliği veya acil durum sebebiyle geri dönmek zorunda kalan kişilere imkân sağlamaktadır. Bu yöntemler belirli çalışan gruplarına veya özel gruplara yapılabilir.

Çalışan Programı: Birçok işveren çalışanlarını toplu taşıma araçlarını veya servisleri kullanması için çalışanlarını teşvik eden programlar uygulamaktadır. Bunlara ek olarak park imkânlarında kalabalık araçlara indirim uygulanması da ayrı bir avantajdır.

Seyahat Azaltma Kuralları: Bu kurallar işverenlerin çalışanlarını yüksek doluluklu araçları kullanmasını sağlamayı teşvik etmektir. Bu kurallar ile şirketlerin iş seyahatleri azaltılır veya sınırlandırılır.

Büyüme Kontrolü, Alan kullanım Politikası ve Bölge Kuralları: Bu sistemler insanların yüksek doluluklu araç imkânlarını daha çok kullanması için insanları teşvik eden bir yöntemdir. Bu kurallar ve politikalar eyalette veya belirli bir bölgede uygulanabilir.

3.8. KAPSAMLI YÜKSEK DOLULUKLU ARAÇ SİSTEMLERİ

Yüksek doluluklu araç sisteminin planlanması, tasarımı, uygulanması ve işletilmesi sisteminin düzenli işlemesi için en önemli konudur. Bu yaklaşımın çözümü ise, politikalara ve programlara ayrıca kaynaklarla birlikte genel amaçlara yönelik stratejilere iyi odaklanmaktır.

Buna ek olarak, bu yaklaşım yüksek doluluklu araç imkânlarının koordinasyonu ile ilgilidir. Yüksek doluluklu araçlar, genel planın sadece bir kısmını geliştirmek için oluşturulmuştur. Bu koordinasyon sistemi, yüksek doluluklu araçları, yol ve transit gelişmelerini, ulaşım yönetimini ve diğer bileşenleri de kapsar ve çoğu büyük şehirlere kolaylık sunar.

3.9. DÜNYADAKİ METROBÜS SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Aşağıdaki tabloda Amerika’da, Avrupa’da, Avusturalya’da, Güney (Latin) Amerika’da çoğu büyük şehir olmak üzere çeşitli şehirlerde kullanılan metrobüs olarak da tanımlanan hızlı otobüs taşımacılığı ile ilgili genel özellikler verilmiştir.

Tablo 11 Dünyada Kullanılan Metrobüs Hatlarının Genel Özellikleri

ŞEHİRLER	Yerleşim alanındaki kişi sayısı (milyon)	Taşınan yolcu sayısı kişi/gün	Raylı sistem var mı?	Merkezi iş alanı (MİA)	Açılış Tarihi	Uzunluk (mil)	Ücret/mil (milyon dolar)	Ört. İstasyon aralığı
AMERİKA								
Boston	3,0	282.000 ile 313.000 arası	√	365.000	2005	4,1	330,3	648
Cleveland	2,0	32.000	√	100.000	2008	10,7	15,7	369
Egene	0,2			-		4,0		720
Hartford	0,8	16.000		52.000	2007	9,6	1,3	1326
Honolulu	0,9	25.000		-	1999	26,6		
Houston	1,8			150.000	1979	111,0		

Los Angeles	9,6	120.000	√	200.000	1977 Sen Bernadino , 1979 Harbor-Santa Monica, 1999 Wilshire-Whitter	toplam 66		6300 SB 2172 Harbor 1374 W-W
Miami	2,3		√	50.000	1996, ext 2007	19,7	7,2	867
New York	16,0		√	1.850.000	1963	10,0		
Ottawa	0,7	200.000	√	86.500	1983	16,0	18,6	2094
Pittsburgh	1,7	51.000	√	140.000	1977	18,4	ort 26,6	1260
Seattle	1,8	76.000		120.000	1989	2,1	214,3	1161
Vancouver	2,1		√	130.000	1996	20,3		1257
AVUSTURALYA								
Adelaide	1,1		√	-	1989	7,4	9,1	
Brisbane	1,5		√	60.000	2001	10,5	32	1662
Sidney	1,7		√	400.000		19,0		861
AVRUPA								
Leeds (İngiltere)	0,7			-	1995	0,9		
Rouen (Fransa)	0,4		√	-	2001	28,5		741
Runcorn (İngiltere)	0,1			-	1973	14,0		396
GÜNEY AMERİKA								

Belo Horizonte (Brezilya)	2,2		√	-		5,6		600
Bogota (Kolombiya)	5,0		√	-	2000	23,6	7,8	663
Curitiba (Brezilya)	1,6		√	-		37,2		423
Porto Alegre (Brezilya)	1,3		√			6,9		300
Quito (Ekvador)	1,5		√			10,0	15,7	492
Sao Paulo (Brezilya)	8,5		√	1000000'd en fazla		20,0		600

20 21 22 23 24 25 26 27 28
, , , , , , , ,

²⁰ Federal Transit Administration U.S. Department of Transportation, 2009, Characteristics of BUS RAPID TRANSIT for Decision-Making, Washington, DC

²¹ Federal Transit Administration, Miami Urban Partnership Agreement (UPA) Project, Phase 1A – Transit Evaluation Report, 2009, Miami

²² Bordenave, H. 2009. *A Brief Hybrid Survey*, Brussels, Belgium
Cleveland, Ohio Euclid Avenue BRT, 2011, USA

²³ Galicia D. ve diğerleri, Bus Rapid Transit Features and Deployment Phases for U.S. Cities, 2009, Texas

²⁴ TASHAKKORI HASHEMI, M. Urban Public Transport Planning In Tehran And The Outcome Of The Implemented Brt Lines, Tahrn

²⁵ The San Pablo Rapid BRT Project Evaluation, 2006, FTA-FL-26-7022-2006.1, Washington, DC

²⁶ Vincent W. , Callaghan ,L. ,2005 , A Preliminary Evaluation ofthe Metro Orange Line Bus Rapid Transit Project, Washington DC

²⁷ Boston Silver Line Washington Street , Bus Rapid Transit (BRT), Demonstration Project Evaluation, 2005, FTA-VA-26-7222-2005.2, Washington , DC

²⁸ National Bus Rapid Transit Institute, 2005, Bus Rapid Transit Stations and Shelters, Tampa, Florida

Şekil 3.9-1 Amerika'dan Yüksek Doluluklu Araç Örnekleri ²⁹



Silverline



Cleveland



Eugene



Los Angeles



Miami



Brisbane



Leeds



Bogota



Curitiba



Quito



Seattle



Boston



Arizona (Tempe)

²⁹ www.123rf.com , thetransitcoalition.us , www.freefoto.com , www.panoramio.com

Tablo 12 Dünyada Kullanılan Yüksek Doluluklu Araçların Uygulanma Nedenleri

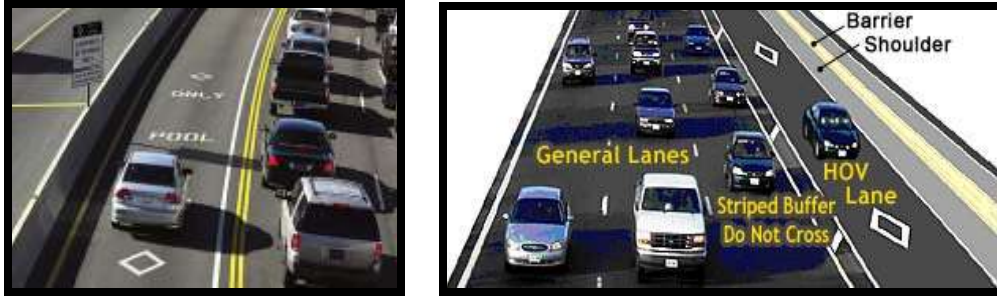
ŞEHİRLER	UYGULANMA NEDENLERİ
AMERİKA	
Boston	Gelişen Güney Piers alanı ve Logan Uluslararası Havaalanı'na, rahat ulaşım, erişim ve daha fazla yolculuk kapasitesi sağlamak için uygulanmıştır. Uygulama bir Lastik Tekerlekli Metro'nun maliyet avantajından daha çok ergonomik ve kullanışlı olması ve servis avantajları sağlaması için yapılmıştır.
Cleveland	Euclid Avenue koridoru üzerinde raylı sistem projeleri 50 yıl boyunca yapılmıştır, ancak maliyet ve diğer ticari faaliyetlerden dolayı hiçbir zaman hayata geçememiştir. Metrobüs sistemi daha düşük maliyetli ve şehir gelişimine teşvik edici bir araç olarak görülmüştür.
Eugene	Önerilen metrobüs sistemi, pahalı karayolu iyileştirmeleri yapmadan trafik sıkışıklığını hafifleten ve çevreye duyarlılığı olan bir yöntem olarak görülmüştür.
Hartford	Metrobüs yolu büyük otoyol yapılandırılmasına alternatif olarak daha uygun maliyetli ve toplum planlama hedeflerine daha uyumlu olduğu görülmüştür.
Houston	Metrobüs yolu için hazırdaki Houston yüksek doluluklu araç sistemindeki yollar kullanıldı. Ayrıca bu sistem yüksek doluluklu araç, park et devam et ve ekspres otobüs yollarını içerir, pik saatlerde trafik sıkışıklığını azaltmak için otoyol koridorlarının etkin kullanımını sağlar.
Los Angeles	Referandumdaki uzun gecikmeler ve maliyet aşımalarından dolayı metro projeleri yasaklandı. Metrobüs büyük seyahat koridorlarında yolculuk hizmetini geliştirmek için uygun maliyetli bir alternatif olarak görüldü. Ayrıca son yıllarda araç hızlarındaki % 12'lik düşüşü dengelemek için bir strateji olarak kabul edildi.
Miami	Metrobüs yolu için Florida'da terk edilmiş bir demiryolu kullanıldı. Bu da altyapı maliyetini çok aza indirdi.
New York	Sabah yoğun saatlerde çift yönlü merobüs şeritleri Hudson ve Doğu Rivers boyunca taşıt hızını arttırmıştır. Bu sistem düşük maliyetle yapılmıştır.

Ottawa	Bölgenin ulaşım politikasında toplu taşıma projelerine öncelik verilmiştir. İnşa edilmesi ve işletmesi ucuz olduğundan metrobüs teknolojisi seçildi. 1976'da yapılan bir çalışmada, otobüs tabanlı bir sistemin raylı sistemin yarısı kadar sermaye gerektirdiği ve işletmesinin % 20 daha ucuz olduğu belirlendi. Ayrıca, hizmet düzeyinin yüksek olması (pik yönde saatte 15.000 yolcu kapasitesi) ve esnek olmasından dolayı tercih edildi.
Pittsburgh	Metrobüs yolu siyasi çözüm (rakiplere karşı avantaj) olarak görüldü. Büyük bir otoyol ve ya demiryolu inşaatı gerektirmediğinden uygulanması daha kolaydı ve veya raylı sisteme göre daha uygundu. Otobüs yolları raylara göre sınır ötesi erişim sağlamaktadır.
Seattle	1980'lerin başında, hükümet otobüs alternatiflerini geliştirmek için yeni metro projelerini yasakladı.
AVUSTURALYA	
Adelaide	Metrobüs sisteminin, hafif raylı sisteme göre daha düşük başlangıç maliyetleri vardır ve raylı sistemdeki gibi ara aktarma hatlarına gerek yoktur.
Brisbane	Toplu taşımaya teşvik etmek için ve Güneydoğu Otoyolu üzerinde mevcut bulunan yüksek doluluklu araç şeridinden yararlanarak, hizmet seviyesini arttırmak için dizayn edilmiştir.
AVRUPA	
Leeds (İngiltere)	Yoğunluğun olduğu yerlerdeki otobüsler için yüksek doluluklu araç yolunun olması, hattın trafik sıkışıklığından izole olmasını sağlar.
Runcorn (İngiltere)	Metrobüs yolu şehrin gelişmesinde önemli rol oynamıştır.
GÜNEY AMERİKA	
Bogota (Kolombiya)	Metrobüs hizmetlerini sağlamak için Trans Milenio'da dört Şeritli otobüs yolu inşa edilmiştir. Birden çok istasyona hizmet etmek amacıyla ayrılmış otobüs şeritleri kullanmaktadır.
Curitiba (Brezilya)	Yolun orta hattından giden otobüs sisteminin demiryolu sistemine göre daha esnek ve daha uygun olduğu görülmüştür ve şehrin gelişmesinde de rol oynadığı için metrobüs sitemi tercih ve teşvik edilmiştir.
Quito (Ekvador)	Gelişmiş toplu taşıma sistemi politik bir zorunluluk haline gelmişti. Elektrikli troleybüs sistemi kentin kültürel mirası açısından büyük öneme sahiptir.

30 31 32 33 34 35 36 37
, , , , , , , ,

³⁰ National Bus Rapid Transit Institute, 2005, Bus Rapid Transit Stations and Shelters, Tampa, Florida

Şekil 3.9-2 Yüksek Doluluklu Araç Yolları



Kaynak: <http://www.aaroads.com/forum/index.php?topic=2563.25> ve <http://www.mwcog.org/commuter2/commuter/ridesharing/hovlanes.html>

İstanbul metrobüsünde ise kent içinde özel oto sahiplik oranının ve hareketlilik ihtiyacının artması, bu ihtiyacın otobüs sistemleri ile karşılanmaya çalışılması, trafik yoğunluğunun ve buna bağlı olarak sera gazı salınımlarının artmasına, yaşam kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Kent içindeki ulaştırma problemlerinin çözümünde göz önüne alınması gereken ilk hedef “Taşıtların değil insanların hareketliliğini sağlamak” olmalıdır³⁸.

Metrobüs, ana arterlerdeki trafik yoğunluğunu azaltıp, yolcuların trafiğe takılmadan daha hızlı, daha konforlu, daha ekonomik seyahat etmeleri amacıyla kurulan çevreye duyarlı ulaşım sistemidir.

Tablo 13 Dünyada Kullanılan Yüksek Doluluklu Araç Sistemine Genel Bakış

³¹ Federal Transit Administration U.S. Department of Transportation, 2009, Characteristics of BUS RAPID TRANSIT for Decision-Making, Washington, DC

³² Federal Transit Administration , Miami Urban Partnership Agreement (UPA) Project, Phase 1A – Transit Evaluation Report, 2009, Miami

³³ Bordenave, H. 2009. *A Brief Hybrid Survey*, Brussels, Belgium
Cleveland, Ohio Euclid Avenue BRT, 2011, USA

³⁴ Galicia D. ve diğerleri, Bus Rapid Transit Features and Deployment Phases for U.S. Cities, 2009, Texas

³⁵ The San Pablo Rapid BRT Project Evaluation, 2006, FTA-FL-26-7022-2006.1, Washington, DC

³⁶ Vincent W. , Callaghan ,L. ,2005 , A Preliminary Evaluation of the Metro Orange Line Bus Rapid Transit Project, Washington DC

³⁷ Boston Silver Line Washington Street , Bus Rapid Transit (BRT), Demonstration Project Evaluation, 2005, FTA-VA-26-7222-2005.2, Washington , DC

³⁸ Ilıcalı Mustafa, Camkesen Nilgün, Kızıldaş Mehmet, Kentiçi Toplu Taşımada Verimliliğin Artırılması, 2011

ŞEHİRLER	SİSTEMLER GENEL BAKIŞ
AMERİKA	
Boston	Gümüş sistem, otobüsler için tünel sistemine ve körüklü ve CNG (LPG'nin daha gelişmiş modeli) ile çalışan otobüslere sahiptir.
Cleveland	Euclid Caddesinde orta şeritte dizel-elektrikli otobüsler kullanılmaktadır.
Eugene	Proje düşük tabanlı araçlar tarafından kullanılan özel ayrılmış şeritleri (yolları) içerir.
Hartford	New Britain-Hartford Otobüs yolu eski demiryolu ve istasyonları düzenlenerek yapılmıştır.
Honolulu	Bölgedeki farklı hatların metrobüs yolları farklı renklere boyanarak ayrılmıştır.
Houston	Harbor ve Santa Monica Otobanı'nda metrobüs için ayrılmış şeritler ve istasyonlar vardır.
Los Angeles	San Bernadino metrobüs yolu açıldı. Harbor ve Santa Monica Otobanı'nda metrobüs şeritli ekspres yol açılmıştır. Wilshire-Whittier ve Ventura Caddesi'nde "Metro Rapid" yolu boyanarak çizilmiştir. Burada doğalgazlı araçlar kullanılmaktadır. Ortalama seyir süresinde %7,5 azalma, sinyalizasyonlu kavşaklarda otobüs gecikme süresinde %35 azalma görülmüştür.
Miami	Miami- Güney Dade güzergâhında kullanılmayan eski demiryolu hattı boyunca yapılan hızlı otobüs sistemi Miami Metro ile bağlanmıştır.
New York	Manhattan'da metrobüsler otoyolda araç trafiğine ters yönde 3 şeritli olarak kullanılmaktadır. 5 ilçede 25 güzergâhta yaygın bir otobüs ağı hizmeti verilmektedir.
Ottawa	Görsel olarak ilgi çekici istasyonları ile kapsamlı otobüs sistemiyle kaliteli hizmet sunmaktadır.
Pittsburgh	Güney, Doğu ve Batı otobüs yollarında hizmet sunar.
Seattle	Trolley ve dizel otobüsler Çift modlu olmaları sayesinde yeraltı geçitlerini kullanabilmektedirler. Sinyal ilişkili aksamalarda %50 azalma ve Ortalama sinyal gecikmelerinde %57 azalma görülmüştür. Kesişen ulaşım sistemlerinde %13.5 azalma ve otobüs yolculuk sürelerinde %35 kısalma, ayrıca Otobüs duraklama sürelerinde %24

	düşüş olmuştur.
Vancouver	Broadway Hattı, ayırt edilebilen (diğer otobüslerden farklı) düşük tabanlı (mafsallı) otobüsler kullanarak hizmet vermektedir.
AVUSTURALYA	
Adelaide	O-Bahn'da 7 km kılavuzlanmış (ayrılmış) yolda ekspres otobüs (şehirlerarası hızlı otobüs) ve yerel hizmet (şehir içi hızlı otobüs taşımacılığı, diğer bir tabiriyle metrobüs hizmeti) sunuluyor.
Brisbane	Görsel olarak ilgi çekici istasyonları ile Güney Doğu ekspres yolunda kesintisiz hizmet sunulmaktadır. MIA'da otobüs tünelleri (altgeçitler) kullanılmıştır.
Sidney	Liverpool - Parramatta otobüs yolunda, sadece otobüsler için ayrılmış yollar mevcuttur.
AVRUPA	
Leeds (İngiltere)	Scott Road Koridoru'nda kılavuzlanmış yolda otobüsler (metrobüsler) mevcuttur. Sinyal gecikmelerinde ortalama 10 saniye / kavşak azalma, Transit geçişlerde % 40-80 azalma, İngiltere ve Fransa'daki seyahat sürelerinde ve %6-42 kısalma görülmektedir
Rouen (Fransa)	Modern Irisbus araçları üç güzergâhla optik olarak kılavuzlanmış yolda 'tren gibi' kullanılmaktadır.
Runcorn (İngiltere)	New Town bölgesinin gelişimi planlanan otobüs sistemi ile entegre edilmiştir.
GÜNEY AMERİKA	
Belo Horizonte (Brezilya)	Christiano Machado İstasyonu'nda metrobüslerin birbiri önüne geçebileceği duraklar ve cep istasyonlar vardır.
Bogota (Kolombiya)	Ücreti bekleme istasyonlarında ödenen Transmilenio hattı 37 km uzunluğunda ve dört şerite sahiptir ve bekleme istasyonları yüksek platformlardan oluşmaktadır ve bu hatta körüklü otobüsler işletilmektedir.
Curitiba (Brezilya)	5 adet orta şeritten geçen metrobüs yolu yapılmıştır ve şehrin diğer yolları ile entegre edilmiştir. Körüklü, yüksek platformlu istasyonlar sık araç aralığı ile hızlı transit hizmeti sağlar.

Porto Alegre (Brezilya)	Dört şeritli sistemde otobüs sıralama sistemi (tren gibi) kullanılır. Böylece yoğun yolcu ve otobüs akışı karşılanmış olur.
Quito (Ekvador)	Araçlar orta şeritten geçmektedir. Tüm elektrik, tramvay, otobüs taşıtları kullanılabilir. İstasyonlar yüksek platformludur. Bilet sistemi ile ücret önceden ödenmektedir.
Sao Paulo (Brezilya)	De-Julho ve Sao Mateus Jabaquara'da yaygın otobüs ağı bulunur.

39 , 40 , 41 , 42 , 43 , 44 , 45 , 46 , 47

Şekil 3.9-3 Lastik Tekerlekli Metro Örnekleri



Boston (Silver Line, ABD)



Curitiba (Brezilya)

Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/File:MBTA_Silver_Line_bus_1132.jpg ,
http://www.lightrailnow.org/facts/fa_00013.htm

³⁹ National Cooperative Highway Research Nchrp Program Report 414

⁴⁰ TCRP REPORT 129, Transit Cooperative Research Program, 2009, Local and Regional Funding Mechanisms for Public Transportation, Washington, D.C.

⁴¹ TCRP REPORT 118, Transit Cooperative Research Program, 2007, Bus Rapid Transit Bus Rapid Transit Practitioner's Guide, Washington, D.C

⁴² TCRP REPORT 90, Transit Cooperative Research Program, 2003, Bus Rapid Transit Volume 2: Implementation Guidelines, Washington, D.C

⁴³ TCRP REPORT 132, Transit Cooperative Research Program, 2009, Assessment Of Hybrid-electric transit Bus Technology, Washington, D.C.

⁴⁴ Poole, J W. and Balaker, T. , Virtual Exclusive Busways: Improving Urban Transit While Relieving Congestion, 2005, California.

⁴⁵ DeKoven, S. , Employer-Assisted Housing Building Public-Private Partnerships and Livable Communities, , 2009

⁴⁶ ITDP, BRT Planning Guide, 2007, System Comparisons , Annex 1

⁴⁷ ITDP, BRT Planning Guide, 2007, BRT Consultant Directory, Annex 2

4. SONUÇ

Çalışma neticesinde elde ettiğimiz bulgulara göre hali hazırda yapılmış olan yolda şerit ayrımı, bariyer gibi bazı düzenlemeler yapılarak işletilen metrobüs sistemleri raylı sistem konfor ve kalitesinde olarak özel otomobil kullanıcılarını üzerine çekebilmektedir. Sistemi işletmeye geçirmek için yüksek maliyetlerin gerekmemesi, sistemi kamu açısından da daha cazip hale getirmektedir.

İstanbul Metrobüsü filo büyüklüğü ve kapasite açısından yukarıda karşılaştırdığımız şehirlerin birçoğuyla yakın seviyelerde olmasına rağmen taşınan yolcu sayısı bakımından diğer ülkelere göre çok fazladır. Örneğin Boston'da günde üç yüz bin yolcu taşınırken İstanbul'da ise günde yedi yüz elli bin yolcu taşınmaktadır. Yapılmış olan araştırmalar ise bu sayının gün geçtikçe arttığını göstermektedir. Burada akıllara gelen soru neden raylı sistem hattı yapılmadığıdır? Metro ile Londra'da iki milyon yedi yüz bin, Tokyo'da günlük sekiz milyon, İstanbul'da ise günlük bir milyondan fazla yolcu taşınmaktadır. Diğer birçok dünya ülkesinde de olduğu gibi öncelikli sebepler hızlı otobüs taşımacılığı, lastik tekerlekli metro ya da metrobüs adıyla bilinen sistemin altyapı maliyetinin raylı sisteme göre çok daha az olması ve sistemin kısa süre içinde işletmeye açılabilmesidir. Bu da politik açıdan önemli bir unsurdur.

Sistem özel otomobil ve minibüs araçlarına göre çok daha fazla yolcu taşımakta ve trafikte çok az alan kaplamaktadır. Bu da özellikle büyükşehirlerde trafiğin ciddi anlamda rahatlamasını sağlamaktadır.

Ücret olarak kıyasladığımızda kurulan metrobüs sistemlerindeki bilet ücretleri yakınlık göstermektedir. Örneğin İstanbul'da durak sayısına göre 1,60 ila 2,95 TL arasında değişmektedir. Boston hattında ise 2 dolardır. Öğrenci tarifeleri, aylık kullanımlar ya da aktarma geçişlerde bu fiyatlar daha da düşük olmaktadır.

İşletme şekline baktığımızda İstanbul'da Büyükşehir Belediyesi bünyesinde olan İETT tarafından işletilmektedir. Boston'da ise yine belediye bünyesindeki kuruluş (MTBA) tarafından işletilmektedir.

Ülkemizde de olduğu gibi bazı uygulamalarda ayrılmış yol kullanılırken bazılarında ise ortak şeritler mevcuttur. Bu gibi durumlarda yukarıdaki bölümlerde incelediğimiz gibi geçiş üstünlüğü, sinyalizasyon gibi yöntemler de kullanılmaktadır.

Önceki bölümlerde incelediğimiz gibi İstanbul'da birçok raylı sistem ağı planlanmaktadır.

İstanbul'da Anadolu Yakası'nda hâli hazırda yapılan ve yapılması planlanan Kazlıçeşme-Söğütlüçeşme, Dudullu – Bostancı, Ataşehir – Ümraniye, Kadıköy – Sultanbeyli metro hatlarıyla beraber Çamlıca – Kurtköy metrobüs hattı açılacaktır.

Öncesinde Beylikdüzü – Söğütlüçeşme hattında gördüğümüz gibi metrobüs hattı ilk zamanlar talebi karşılayabilirken sonrasında ise talebin hızla artmasından dolayı paralel hatta raylı sistem kurulması ihtiyacını doğurmuştur. Bir milyona yakın yolcu taşınan hatta metrobüs yatırımı uzun dönemde hem çok iyi sonuç vermemekte, hem de ekonomik olmamaktadır. Anadolu Yakası'nda yapılacak olan ulaşım yatırımları bu durum göz önüne alınarak yapılmalıdır. Yani artan raylı sistem projelerinin yanında metrobüs hatlarının yapılması çok da anlamlı olmadığından Anadolu Yakası'nda da bu durum gözetilerek planlama yapılmıştır ve yoğunluklu olarak raylı sistemler tercih edilmiştir. Çünkü aynı güzergâhta bulunan metrobüs hattının ve raylı sistem hattının birlikte yapılması atıl kapasiteye sebep olacaktır.

İstanbul'da Metrobüs sistemi kurulmada önce Mevcut hat üzerinde 133 İETT otobüsü, 76 ÖHO ve 1.296 minibüsle günde ortalama 6.438 sefer gerçekleştiriliyordu. Metrobüs sisteminin devreye girmesiyle E5 üzerinde 18 hat iptal edilirken 11 hat da kısaltıldı.

Metrobüs sistemi, kullanıcıları ve bölgedeki diğer toplu ulaşım sistemleri arasındaki önemli bir bağıdır. Araçlar, yolcuların en çok zaman geçirdiği, yolcuların Metrobüs sistemindeki izlenimlerinin en çok olduğu, yolcu olmayanlar için ise sistemin en çok görünen bileşenidir.

İstanbul'da yatırım olarak da istenilir olmasının sebebi yatırım maliyetlerinin az olmasıdır. 4 etabın toplam maliyeti 587 milyon \$'dır. Metrobüs araçlarının maliyeti ise 200 milyon \$'dır.

Uygulama bir Lastik Tekerlekli Metro'nun maliyet avantajından daha çok ergonomik ve kullanışlı olması ve servis avantajları sağlaması için yapılmıştır. Sistemin en gözle görülür avantajları hız, tasarım, ekonomi, konfor ve çevredir. Sistemin kazanımları ise trafik sıkışıklığı, toprak ve arazi kullanımı, hava kalitesi, çevre üzerinedir.

KAYNAKLAR

Federal Transit Administration , 2007, Transit Cooperative Research Program, TCRP Report 117, Design, Operation, and Safety of At-Grade Crossings of Exclusive Busways, Washington, D.C

İstanbul Ulaşım,Proje Müdürlüğü, 2011, İETT Avcılar- Söğütlüçeşme Metrobüs Hattı İstasyon Mimari – İşletme Analiz Raporları

NCHRP REPORT 414, 1998, National Cooperative Highway Research Program HOV Systems Manual

TCRP REPORT 129, Transit Cooperative Research Program, 2009, Local and Regional Funding Mechanisms for Public Transportation, Washington, D.C.

TCRP REPORT 118, Transit Cooperative Research Program, 2007, Bus Rapid Transit Bus Rapid Transit Practitioner's Guide, Washington, D.C.

TCRP REPORT 90, Transit Cooperative Research Program, 2003, Bus Rapid Transit Volume 2: Implementation Guidelines, Washington, D.C.

TCRP REPORT 90, Transit Cooperative Research Program, 2003, Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit, Washington, D.C.

TCRP REPORT 132, Transit Cooperative Research Program, 2009, Assessment Of Hybrid-electrictransit Bus Technology, Washington, D.C.

Poole, J W. and Balaker, T. , Virtual Exclusive Busways: Improving Urban Transit While Relieving Congestion, 2005, California.

DeKoven, S. , Employer-Assisted Housing Building Public-Private Partnerships and Livable Communities, , 2009

Boston Silver Line Washington Street , Bus Rapid Transit (BRT), Demonstration Project Evaluation, 2005, FTA-VA-26-7222-2005.2, Washington , DC

Istanbul Traffic Report, 2011, How Major Cities Throughout The World Are Coming To Terms With Traffic Problems Thanks To Mobility Concepts Based On Buses, Istanbul

ITDP, BRT Planning Guide, 2007, System Comparisons ,Annex 1

ITDP, BRT Planning Guide, 2007, BRT Consultant Directory, Annex 2

Vincent W. , Callaghan ,L. ,2005 , A Preliminary Evaluation ofthe Metro Orange Line Bus Rapid Transit Project, Washington DC

Thole, C. ,Perk, V. , Land Use Impacts of BRT: Effects of BRT Station Proximity on Property Values,2009, Madison, Wisconsin

National Bus Rapid Transit Institute, 2005, Bus Rapid Transit Stations and Shelters, Tampa, Florida

The San Pablo Rapid BRT Project Evaluation, 2006, FTA-FL-26-7022-2006.1, Washington, DC

U.S. Department of Transportation Federal Transit Administration Office of Research, Demonstration and Innovation Office of Mobility Innovation, Service Innovation Division FTA-CA-26-7068-2004. , Bus Rapid Transit Ridership Analysis

Federal Transit Administration U.S. Department of Transportation, 2009, Characteristics of BUS RAPID TRANSIT for Decision-Making, Washington, DC

Karlsson, H. Future Bus Systems- The best mode of transport for green efficiency UITP

EMBARQ Corporation 2010, HIDALGO, D. World Resources Institute Modernizin gpublic TransporTaTion KİTAP

TASHAKKORI HASHEMI, M. Urban Public Transport Planning In Tehran And The Outcome Of The Implemented Brt Lines, Tahran

MAZZONI, H. 2011 Rubber tyred Tram :another solution to urban mobility ?

MAN, Redwitz, F. BRT – the Transport System for Future Metropolises?, Expo Forum

VOITH, Scaglione, K. 2011 Boosting PT with Hybrid Technology and High-Class Service, Expo Forum

Galicía D. ve diğlerleri, Bus Rapid Transit Features and Deployment Phases for U.S. Cities, 2009, Texas

Bordenave, H. 2009. *A Brief Hybrid Survey*, Brussels, Belgium
Cleveland, Ohio Euclid Avenue BRT, 2011, USA

Hortford, D. 1995. *Air Quality and Urban Traffic*, Paris

Federal Transit Administration , Miami Urban Partnership Agreement (UPA) Project, Phase 1A – Transit Evaluation Report, 2009, Miami

ERTÜRK, M. Ve Arkadaşları, İstanbul Ulaşım AŞ. Kurum İçi Kaynak, 2011

ACAR, Hakkı İsmail, Kentlerimiz İçin Metrobüs Çözümleri, İstanbul

İETT, Metrobüs Broşürü, 2012, İstanbul

İnternet Kaynakları

<http://anilarayolculuk.blogspot.com/2008/02/tramvay-trolleybs-taksi-tnel.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/High-occupancy_vehicle_lane

http://www.mrc.ca/mrc_projects/968-2/

<http://rctc.org/projects/interstate-215/i-215-bi-county-hov-project>

<http://ops.fhwa.dot.gov/docs/houston/chapter2.htm>

<http://www.willdan.com/engineering/roads.aspx>

http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy_mgmt_handbook/revision/jan2011/mgdlaneschp8/sec8.htm

<http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop11035/wkshoppresentations/part1/index.htm>

http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop08034/hot1_0.htm

http://california.construction.com/california_construction_news/2011/1221-tiger-grant-bolsters-sr-91-express-lane-expansion-project.asp

http://en.wikipedia.org/wiki/Washington_State_Route_303

<http://www.aaroads.com/forum/index.php?topic=2563.25>

<http://www.mwcog.org/commuter2/commuter/ridesharing/hovlanes.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/File:MBTA_Silver_Line_bus_1132.jpg

http://www.lightrailnow.org/facts/fa_00013.htm

http://www.google.com.tr/imgres?sa=X&biw=1008&bih=561&tbm=isch&tbnid=9bzmbxlsbv9lQM:&imgrefurl=http://www.haber1.com/konser-alani-degil-zincirlikuyu-metrobus-duragi.html&docid=KHLNGbakKbp7dM&imgurl=http://www.haber1.com/resimler/diger/konser_alani_degi_l_zincirlikuyu_metrobus_duragi_2.jpg&w=800&h=478&ei=xEikUZivG8PZPMTAgYAL&zoom=1&ved=1t:3588,r:0,s:0,i:145&iact=rc&dur=836&page=1&tbnh=170&tbnw=258&start=0&ndsp=8&tx=180&ty=65

http://www.google.com.tr/imgres?sa=X&biw=1008&bih=561&tbm=isch&tbnid=9bzmbxlsbv9lQM:&imgrefurl=http://www.haber1.com/konser-alani-degil-zincirlikuyu-metrobus-duragi.html&docid=KHLNGbakKbp7dM&imgurl=http://www.haber1.com/resimler/diger/konser_alani_degi_l_zincirlikuyu_metrobus_duragi_2.jpg&w=800&h=478&ei=xEikUZivG8PZPMTAgYAL&zoom=1&ved=1t:3588,r:0,s:0,i:145&iact=rc&dur=836&page=1&tbnh=170&tbnw=258&start=0&ndsp=8&tx=180&ty=65

www.rayhaber.com

www.twicsy.com

www.haberler.com

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esmâ Baş Yıldırım

Doğum Yeri ve Yılı : Ankara 1987

Yabancı Dili : İngilizce

Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği, 2010

Yüksek Lisans : Bahçeşehir Üniversitesi

Enstitü Adı : Fen Bilimleri Enstitüsü

Program Adı : Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Çalışma Hayatı : İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Ulaşım A.Ş. AR-GE Müdürlüğü (Aralık, 2010–...), AR-GE Mühendisi.

