



METROBÜS SİSTEMLERİNİN SOSYAL, ÇEVRESEL VE EKONOMİK ETKİLERİ

Örnek metrobus uygulamaları



Línea 4



Bellas Artes



Ruta Norte
Por República de Venezuela

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65
- 66
- 67
- 68
- 69
- 70
- 71
- 72
- 73
- 74
- 75
- 76
- 77
- 78
- 79
- 80
- 81
- 82
- 83
- 84
- 85
- 86
- 87
- 88
- 89
- 90
- 91
- 92
- 93
- 94
- 95
- 96
- 97
- 98
- 99
- 100



 EMBARQ®

Raporu hazırlayanlar:
Aileen Carrigan, Kıdemli Ortak
acarrigan@wri.org

Robin King, Kentsel Gelişim ve Erişilebilirlik
Direktörü
robin.king@wri.org

Juan Miguel Velasquez, Ulaşım Planlamacısı
jmvelasquez@wri.org

Matthew Raifman, Politika Uzmanı
matthew.raifman@gmail.com

Nicolae Duduta, Ulaşım Planlamacısı
nduduta@wri.org

Grafik tasarım ve dizgi:
Nick Price and Alizah Epstein
nprice@wri.org

İÇİNDEKİLER



YÖNETİCİ ÖZETİ	3
GİRİŞ	19
HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞINA GENEL BAKIŞ	23
METROBÜSÜN KENTLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	33
METROBÜS ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRMESİNDE EMBARQ YAKLAŞIMI	45
ÖRNEK PROJE: TRANSMILENIO ETAP 1 VE ETAP 2, BOGOTA, KOLOMBİYA	49
ÖRNEK PROJE: METROBÚS LINE 3, MEKSİKO, MEKSİKA	59
ÖRNEK PROJE: REA VAYA ETAP 1A, JOHANNESBURG, GÜNEY AFRİKA	67
ÖRNEK PROJE: METROBÜS, İSTANBUL, TÜRKİYE	77
GELECEĞE BAKIŞ	87
SONUÇLAR VE TAVSİYELER	97
REFERANSLAR	101
EKLER	108

EMBARQ Hakkında

EMBARQ, kentli insanın yaşam kalitesini iyileştirmek amacıyla, çevresel, sosyal ve finansal anlamda sürdürülebilir kentsel hareketlilik ve kentsel planlama çözümlerinin uygulanmasına öncülük eden ve katkı sunan bir oluşumdur. 2002 yılında WRI (Dünya Kaynakları Enstitüsü) programı kapsamında kurulan EMBARQ, Brezilya, Çin, Hindistan, Meksika, Türkiye ve And bölgesini de içine alan geniş bir coğrafyada faaliyet göstermektedir.

EMBARQ yerel ve merkezi yönetimler, özel sektör, akademisyenler ve sivil toplum ile işbirliği içinde kirliliğin azaltılması, kamu sağlığının iyileştirilmesi, güvenli erişilebilir ve cazip kent içi ulaşım alanlarının ve entegre ulaşım sistemlerinin yaygınlaştırılması için çalışmaktadır. EMBARQ'ın küresel alandaki tanınırlığı yerel alandaki tecrübeleri ile ulusal ve uluslararası politika ve finans alanındaki yetkinliğine dayanmaktadır. Daha fazla bilgi için: www.EMBARQ.org



Copyright 2013 EMBARQ. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivative Works 3.0 License. To view a copy of the license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

TEŞEKKÜR

Bu rapor HSBC sponsorluğunda ve Bloomberg Philanthropies'in katkıları ile hazırlanmıştır. Bogotá metrobüs projesi değerlendirilirken EMBARQ'tan Dario Hidalgo'nun, daha önce Kolombiya Ulusal Planlama Dairesi için hazırlamış olduğu TransMilenio raporu referans alınmıştır. Bu rapor Steer Davies Gleave tarafından tamamlanan analiz ve modellemeleri de içermektedir. Meksiko metrobüs projesi değerlendirilirken ise eski EMBARQ çalışanları David Uniman ve Heber Delgado'nun katkılarıyla, EMBARQ Meksika tarafından hazırlanan, ancak yayımlanmayan rapor referans alınmıştır. İstanbul Metrobüs projesi ile ilgili sunduğu veriler için EMBARQ Türkiye Teknik Müdürü Serdar Öncel'e, Ahmedabad metrobüs projesi ile ilgili katkıları için EMBARQ Hindistan'dan Binoy Mascarenhas'a, Meksiko metrobüs projesi hakkında sunduğu ayrıntılı açıklamalar için EMBARQ Meksiko'dan Erin Francke'ye, Johannesburg uygulaması ile ilgili incelemeleri için Christo Venter'e, raporda kamu sağlığı üzerindeki etkilerin incelendiği bölüm için sundukları katkılardan ötürü EMBARQ'tan Qianqian Zhang'a ve Vineet John'a ve genelinde araştırmaya katkıda bulunan EMBARQ'tan Uttara Narayan'a teşekkür ederiz. Raporun hazırlanması esnasında sundukları kıymetli yorumlar için Daryl Ditz, Benoit Colin ve Daria Hidalgo'ya da teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, proje boyunca sundukları ayrıntılı inceleme ve katkılar için HSBC ekibine teşekkür ederiz. Bu raporda ifade edilenler görüşler yazarlara ait olup doğrudan sponsorların görüşlerini yansıtmamaktadır.

Destekleyen:

HSBC



YAZARLAR HAKKINDA

EMBARQ'ta kıdemli ortak olarak görev yapan **Aileen Carrigan**, kentsel ulaşım ile ilgili araştırmaları yönetmekte, toplu taşıma politika ve projelerinin geliştirilmesini desteklemektedir. EMBARQ'tan önce Johannesburg Rea Vaya metrobüs projesinin uygulama ekibinde çalışan Carrigan, burada Harvard Üniversitesi Frederick Sheldon Vakfı'nın da yardımları ile operasyonlara ve altyapı plan ve tasarım sürecine destek olmuştur. Lisans eğitimini Stanford Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde tamamlayan Carrigan, sonrasında Harvard Üniversitesi'nde kentsel planlama alanında yüksek lisans yapmıştır.

Robin King EMBARQ'ta Kentsel Gelişim ve Erişilebilirlik Direktörü olarak görev yapmaktadır. EMBARQ'tan önce Bangalore'da Bilim Teknoloji ve Politika Araştırmaları Merkezi'nde (CSTEP) kıdemli araştırmacı olarak çalışmış olan King, burada Yeni Nesil Altyapı Laboratuvarı çalışmalarına katkıda bulunmuştur. Daha önce çalıştığı yerler arasında Georgetown Üniversitesi Hariciye Fakültesi, G7 Grubu, Amerikan Devletleri Örgütü (OAS), ABD Dışişleri Bakanlığı ve Mellon Bank da bulunmaktadır. Kendisi lisans eğitimini Georgetown Üniversitesi Hariciye Fakültesi'nde, doktora eğitimini ise Teksas Üniversitesi Ekonomi Bölümü'nde tamamlamıştır.

EMBARQ'ta Ulaşım Planlamacısı olarak çalışan **Juan Miguel Velasquez** şu ana kadar çeşitli kentsel ulaşım projelerinde görev almıştır. EMBARQ öncesinde Kolombiya, Bogotá'da Andes Üniversitesi Bölgesel ve Kentsel Sürdürülebilirlik Araştırma Grubu'nda (SUR) araştırmacı ve öğretim görevlisi olarak çalışmıştır. İnşaat mühendisliği eğitimini tamamladıktan sonra, Imperial College ve UCL'de ulaşım alanında yüksek lisans yapmıştır.

Matthew Raifman uluslararası ilişkiler, iktisat ve ulaşım alanlarında politika uzmanıdır. Daha önce EMBARQ'ta strateji ve yönetim ortağı olarak görev almıştır. EMBARQ'tan önce Maryland Eyaleti Valiliği'nde performans yönetimi analisti olarak çalışmış olan Raifman, burada ekonomik kalkınma ve ulaşım konularında uzmanlaşmıştır. Kendisi aynı zamanda Brookings Enstitüsü'nde Ekonomik Çalışmalar Programı'nda görev almış ve bunun öncesinde Pew Charitable Trusts için danışmanlık yapmıştır. Lisans eğitimini Tufts Üniversitesi İktisat Bölümü'nde tamamlayan Raifman, sonrasında Harvard Üniversitesi Kennedy Politika ve Yönetim Okulu'nda yüksek lisans yapmıştır.

Nicolae Duduta EMBARQ'ta ulaştırma planlamacısı olarak çalışmaktadır. Latin Amerika ve Asya'da ulaşım, yol güvenliği ve kentsel gelişim projelerinin tasarım, planlama ve değerlendirme aşamalarında görev almaktadır. EMBARQ'tan önce UC Berkeley Küresel Kent Çalışmaları Merkezi'nde ve Kaliforniya Üniversitesi Ulaşım Merkezi'nde araştırmacı olarak çalışmıştır. UC Berkeley'de ulaşım planlama ve mimarlık yüksek lisanslarını tamamlamıştır.



Günümüzde dünyanın çeşitli bölgelerinde yer alan 160 kentte toplam 4200 kilometre uzunluğunda metrobüs hattı bulunuyor. Bu sistemler günde ortalama 30 milyon yolcu taşıyor.

1992 ile 2001 yılları arasında sadece 23 yeni metrobüs projesi hayata geçirilmişti. Bu sayı 2002'den sonra hızla yükseldi ve o tarihten bu yana 115 yeni şehirde metrobüs sistemleri hizmet vermeye başladı.



YÖNETİCİ ÖZETİ

METROBÜS SİSTEMLERİNİN SOSYAL, ÇEVRESEL VE EKONOMİK ETKİLERİ

1.1 METROBÜS NEDİR?

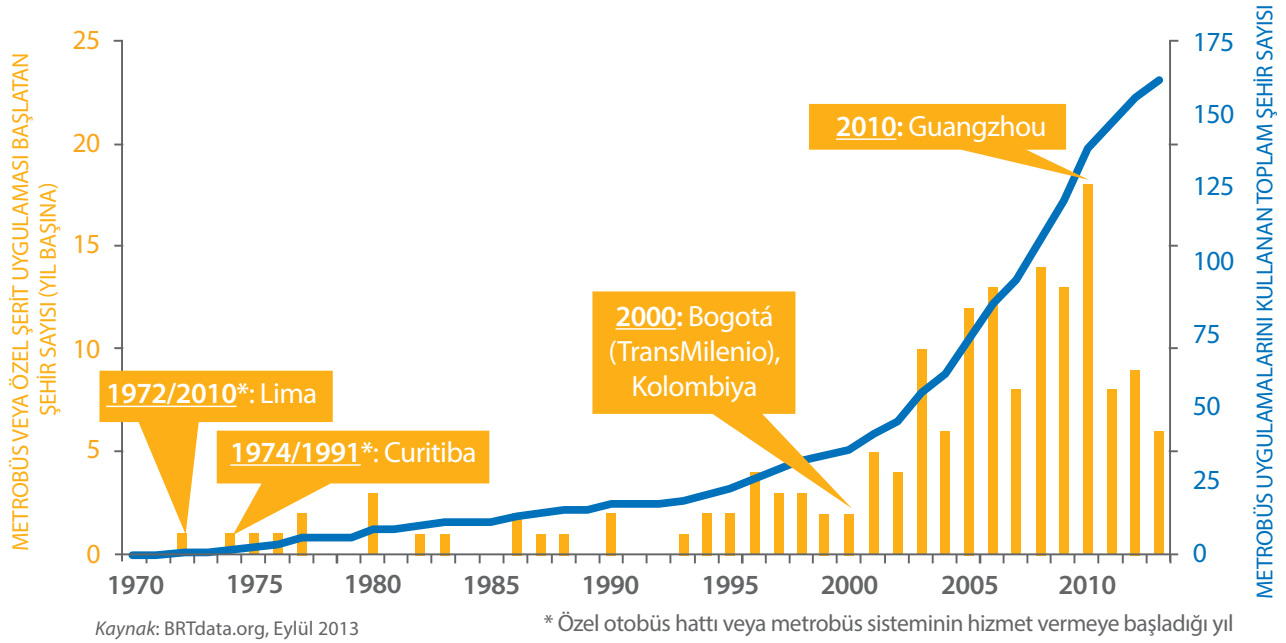
Türkiye’de metrobüs ismiyle bilinen hızlı otobüs taşımacılığı (Bus Rapid Transit – BRT) sistemleri, kapasite ve hız bakımından raylı (metro ve hafif raylı) sistemlerle karşılaştırılabilecek, kaliteli ve etkili bir toplu taşıma alternatifi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kent içi ulaşımda görece yeni bir uygulama olan metrobüs sistemlerinin maliyet, performans ve etkileri yerel yönetimler tarafından henüz tam olarak anlaşılmış değil. Elinizdeki rapor daha önce yapılmış araştırmaların sonuçlarını, toplanan verilerin bir özetini ve örnek metrobüs uygulamalarının ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerinin detaylı bir analizini sunarak bu eksikliği gidermeyi amaçlamaktadır.

Metrobüs özel şerit kullanımı ile otobüs ve akıllı ulaşım sistemlerini bir araya getirerek kendine özgü bir kimlik yaratmayı başaran bir

toplu taşıma alternatifi olarak tanımlanabilir (Hidalgo ve Carrigan 2010). Metrobüs sistemleri geleneksel otobüs hatlarına kıyasla daha kaliteli bir servis sağlamaktadır. Metrobüs ile servis güvenilirliği artarken, yolculuk ve bekleme süreleri kısalmaktadır (Diaz ve diğerleri 2004).

Metrobüs sistemleri son on sene içinde kent içi toplu taşıma sistemlerinde önemli bir dönüşüm yarattı. Günümüzde dünyanın çeşitli bölgelerindeki 160 kentte toplam 4200 kilometre uzunluğunda metrobüs hattı bulunuyor. Bu sistemler günde ortalama 30 milyon yolcu taşıyor (BRTdata.org 2013). Özellikle son senelerde dünyadaki metrobüs uygulamaları önemli bir artış gösterdi. 1992 ile 2001 yılları arasında sadece 23 yeni metrobüs projesi hayata geçirildi. Bu sayı 2002’den sonra hızla yükseldi ve o tarihten bu yana 115 yeni şehirde metrobüs sistemleri hizmet vermeye başladı (BRTdata.org 2013).

Şekil ES-1 Dünyada Metrobüs Sistemlerinin Yaygınlaşması



1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu rapor, dört örnek metrobüs sisteminden toplanan performans, maliyet ve etki verilerini bir araya getirerek hizmet veren sistemler hakkında bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır. 3.2 ve 3.3'üncü bölümlerde metrobüs sistemlerinden toplanan bir dizi veri karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Bunun yanı sıra, metrobüs sistemlerinin performans ve maliyetleri, kent içi metro ve hafif raylı sistem verileriyle karşılaştırılmaktadır. Dördüncü bölümde ise kaynak taramaları ve toplanan verilerin analizleri ışığında metrobüs sistemlerinin hareketlilik, çevre, kamu sağlığı ve kentsel gelişim üzerindeki potansiyel etkileri özetlenmektedir. Örnek metrobüs sistemlerini değerlendirmek için EMBARQ tarafından kullanılan maliyet-fayda analiz yöntemi ve değerlendirmenin sonuçları ise beşinci bölümde yer almaktadır.

Yüksek kaliteli metrobüs sistemleri, kent içi toplu taşımadaki diğer iyi uygulamalar gibi şehirlerdeki yaşam kalitesi, üretkenlik, sağlık ve güvenlik gibi pek çok alanda olumlu etkiler yaratma potansiyeline

sahiptir. Bu etkiler, yolculuk sürelerinin ölçülmesi, çevre, kamu sağlığı, güvenlik ve kentsel gelişim gibi alanlar üzerindeki etkilerin pek çok araştırma projesi kapsamında değerlendirmesi yoluyla incelenmektedir. Bu alanda devam eden araştırma projelerinin bir özeti bu raporun 1.4'üncü bölümünde sunulmaktadır.

Bu rapor, metrobüs projelerinin potansiyel faydalarının değerlendirilmesi amacıyla dört örnek metrobüs uygulamasından toplanan verileri kullanmaktadır:

- **TransMilenio**, Bogotá, Kolombiya;
- **Metrobús**, Meksiko, Meksika;
- **Rea Vaya**, Johannesburg, Güney Afrika;
- **Metrobüs**, İstanbul, Türkiye.

Raporda incelenen örnek sistemler, coğrafi dağılım göz önünde bulundurularak EMBARQ'ın ilişkilerinin güçlü olduğu şehirler arasından seçildi. Bu dört örnek hattan toplanan veriler ve etki analizleri metrobüs sistemlerinin yararları ve maliyetleri üzerine bir seçki sunmaktadır. Bu incelemeler aynı zamanda, dünyanın 160 farklı

Tablo ES-1 Seçilen Örnek Şehirlerdeki Metrobüs Sistemlerinin Özellikleri

	Bogotá, Kolombiya	Meksiko, Meksika	Johannesburg, Güney Afrika	İstanbul, Türkiye
Kent Nüfusu ^a	7,3 milyon	9 milyon	4,4 milyon	10,9 milyon
Metrobüs Sistemi	TransMilenio	Metrobús	Rea Vaya	Metrobüs
Çalışmanın Kapsamı	I. ve II. Aşama	Line 3	Aşama 1A	İlk 4 Aşama
Hizmet Yılı	2000	2011	2009	2007
Günlük Yolculuk Sayısı ^b	1,6 milyon	123.000	40.000	600.000 ^c

Notlar:

^a Kent nüfus sayıları metropoliten bölge nüfuslarını değil, şehir nüfuslarını yansıtmaktadır. Kaynaklar arasında Şehir ve Bölge Planlama Bakanlığı, 2011; <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/>; CoJ 2013b; www.metropolis.org vardır.

^b Günlük yolculuk oranları, analiz edilen güzergâhlardaki sayıları yansıtmaktadır. Bazı durumlarda metrobüs sisteminin sadece bir kesiti analize dahil edilmiştir.

^c İETT günlük yolculuk sayısını 750.000 olarak bildiriyor. Bu rapor için yapılan analizlerde daha ihtiyatlı bir tahmin (600.000) kullanılmıştır.

şehirde faaliyet gösteren metrobüs sistemleri arasındaki olası farklılıklara ışık tutmaktadır (BRTdata.org 2013).

1.3 SİSTEM MALİYETLERİ VE PERFORMANSI

Metrobüs sistem performansları tasarım özellikleri ve diğer ulaşım biçimleri ile entegrasyonuna bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin, sadece metrobüse ayrılmış özel şeritlerin kullanıldığı koridorlarda, diğer araçların erişimine açık, öncelikli otobüs şeritlerinin kullanıldığı hatlara kıyasla daha fazla yolcu taşınabilmektedir. Önceden belirlenmiş bazı durakları atlayan ekspres hatların hizmet verdiği koridorlardaki yolculuk süreleri kısalmaktadır. Kavşak sayısının az olduğu koridorlarda ise metrobüslerin daha yüksek hızlara ulaştığı gözlemlenmektedir.

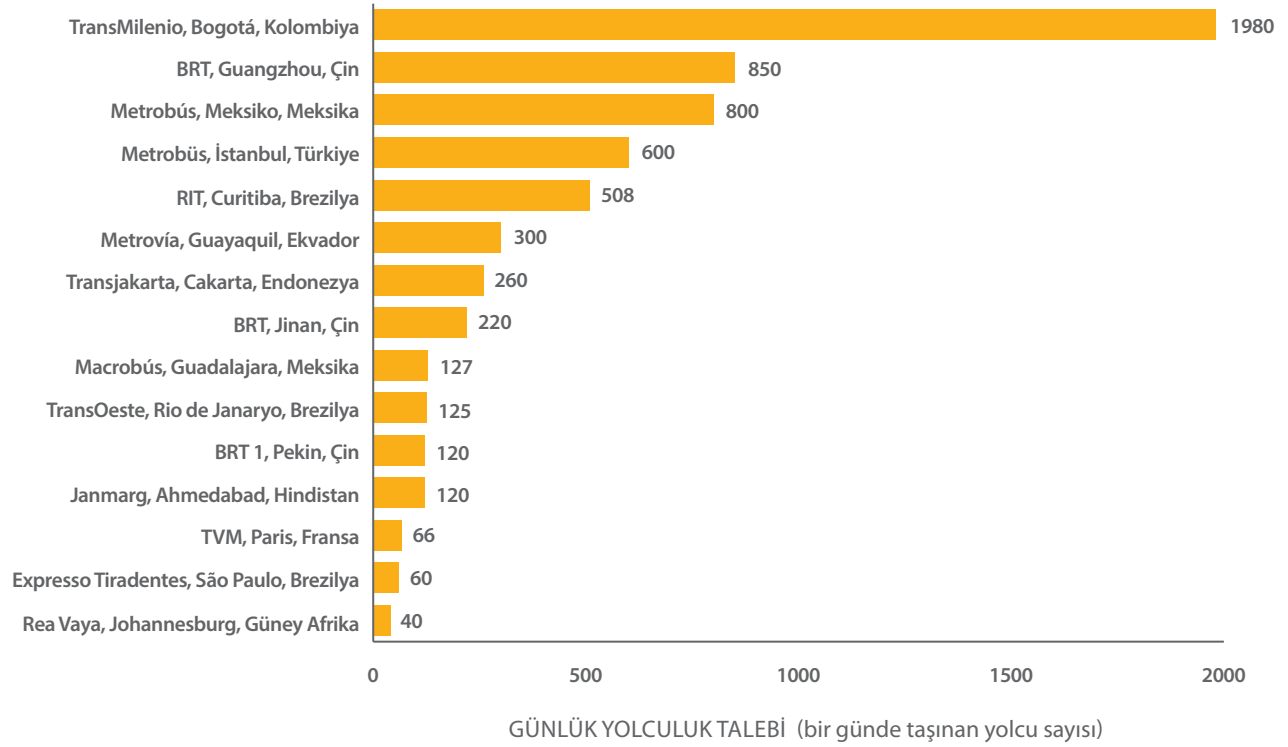
Farklı koridordaki taleplerin değişkenlik göstermesi nedeniyle her hatta uygun tek bir çözüm önermek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, her şehir için belirlenen koridorun özelliklerine uygun ve talebi

karşılatabilecek en yüksek kaliteli sistemin tasarlanması amaçlanmalıdır. Bugüne kadar farklı ihtiyaçlara cevap vermiş sistemlerin performanslarını ve maliyetlerini daha iyi anlamak yerel yönetimlerin kendi şehirleri için en uygun sistemi belirlemesine yardımcı olabilir.

Dünyanın farklı şehirlerinde bulunan metrobüs sistemleri kapasiteleri bakımından da çeşitlilik gösteriyor (bkz. Şekil E-2). Örneğin Bogotá'daki TransMilenio iki milyona yaklaşan günlük yolcu talebi ile dünyadaki en yüksek kapasiteli metrobüs sistemlerinden biri. Meksiko'daki ve İstanbul'daki orta kapasiteli metrobüs sistemleri ise günde ortalama 600.000 - 800.000 yolcu taşıyor. Kapasiteleri daha düşük olan Paris ve Johannesburg sistemleri günde ortalama 70.000 yolcu taşıyor.

Şekil E-2'de yoğunluğu en yüksek olarak gözüken sistemlerin tasarım aşamasında kapasitenin azami seviyeye çıkarılması amaçlanmıştır. Yolcu sayısı az olan sistemlerin ise talebin düşük olduğu koridorlarda hizmet verdiğini veya talebin sistem kapasitesinin altında olduğunu söylemek mümkün.

Şekil ES-2 Yolculuk talebi



Kaynaklar: BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, McCaul 2012; Wilson ve Attanucci 2010

Bogotá TransMilenio Avenida Caracas koridoru en yoğun saatlerde her yöne 45.000 yolcu taşımaktadır. Bu gibi yüksek kapasiteli koridorlarda otobüslerin duraklarda birbirini sollamasına olanak tanıyan ek şeritler bulunmaktadır. İstanbul'daki TÜYAP – Söğütliçeşme koridorunda her yöne taşınan yolcu sayısı en yoğun saatlerde saatte 24.000 yolcuya ulaşmaktadır (BRTdata.org 2013). Metrobüs, İstanbul'da sollama şeritleri bulunmamasına rağmen, otoban üzerindeki koridorda yüksek hızlarda servis verebilmektedir. Saatte her yöne 20.000'den az yolcu taşıyan ve yolculuk talebinin görece düşük olduğu diğer metrobüs hatlarında sollama şeritleri bulunmamaktadır.

Metrobüs sistemlerindeki ortalama hız 14 km/sa. ile 40 km/sa. arasında değişmektedir. Metrobüs tasarımlarında özel şerit kullanımı, yüksek platform tasarımı, ücretlerin binışten önce alınması, kapasitesi yüksek otobüsler, ekspres servis ve merkezi operasyon

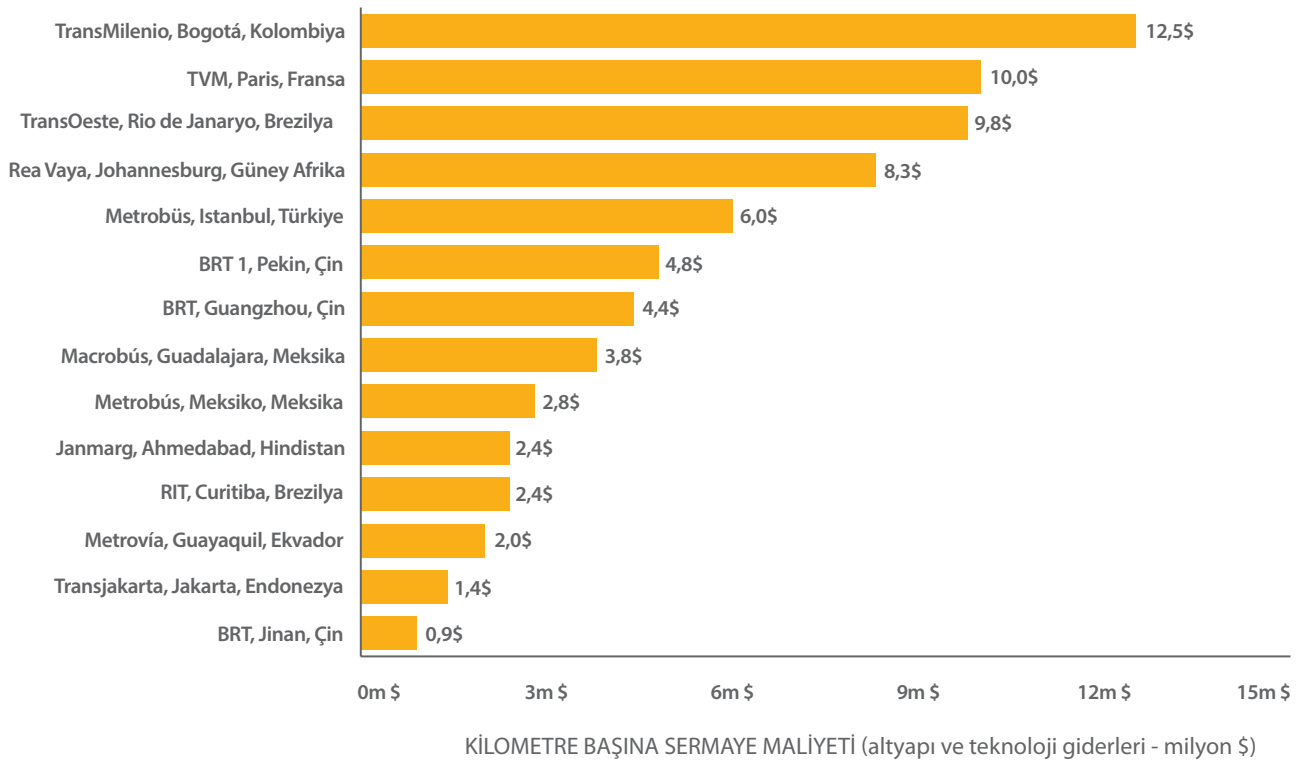
kontrolü gibi öğeler bir araya getirildiğinde hat hızları artış göstermektedir. İstanbul'daki metrobüs hattı ortalama 40 km/sa. hat hızıyla öne çıkmaktadır. Metrobüs koridorunun otoyol üzerinde özel şerit kullanılarak tasarlanması ve trafik ışık kontrollü kavşakların bulunmayışı böylesine yüksek bir hızın ulaşılmasının ana sebeplerini oluşturmaktadır.

Metrobüs proje maliyetleri, gerekli yol çalışmaları (köprü veya tünel inşaatı vb.), koridor kapasiteleri (sollama şeritlerinin kullanımı vb.), koridor hattında bulunan ve hat inşaatının yenilenmesini gerektirecek diğer altyapı hizmetleri (su, elektrik, sanitasyon vb.) ve kullanılacak ekipmanların kalitesi (otobüsler, ücret toplama teknolojileri, ileri trafik kontrol sistemleri, yolcu bilgilendirme sistemler vb.) gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. İşçilik ve yatırım maliyetleri de yerel şartlara göre önemli farklılıklar göstermektedir. Daha geniş kapsamlı kentsel ulaşım projelerinin parçası olan metrobüs sistemlerinin maliyetleri daha yüksek olmaktadır.

Kilometre başına düşen yatırım ve işletme maliyetleri farklılık gösterse de, tamamlanmış metrobüs projelerinin maliyet tabloları tasarım aşamasındaki projeler için örnek oluşturabilir. Metrobüs projelerinin toplam maliyeti altyapı, durak, otobüs, yolcu bilgilendirme ve ücret toplama teknoloji masraflarını içermektedir. Maliyetler kilometre başına bir milyon dolar ile 12 milyon dolar arasında değişmektedir (Şekil ES-3). Yol altyapısında önemli değişiklikler gerektirmeyen metrobüs projelerinin kilometre başına maliyetleri bir milyon ile üç milyon dolar arasında değişmektedir. Buna karşılık bazı

koridorlar tünel inşaatları, diğer altyapı hizmetlerinin yenilenmesi, sollama şeritlerinin eklenmesi vb. büyük değişiklikler gerektirmektedir. Böylesi büyük ihtiyaçlar maliyetleri kilometre başına 3,8 – 12,5 milyon dolar seviyesine çıkartmaktadır. Bu rakamların alternatif raylı sistem maliyetleri ile karşılaştırıldığında oldukça (beşte bir ile üçte bir seviyesinde) düşük olduğu görülmektedir (UN HABITAT 2013).

Şekil ES-3 Kilometre Başına Düşen Sermaye Maliyeti (\$/km)



Kaynaklar:

BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, McCaul 2012; Wilson ve Attanucci 2010

1.4 METROBÜS SİSTEMLERİNİN ETKİLERİ

Yüksek kaliteli metrobüs sistemleri tekil performans göstergelerinin ötesinde, yaşam kalitesi, üretkenlik, sağlık ve güvenlik gibi pek çok alanda olumlu etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. Bu etkiler devam etmekte olan pek çok araştırma projesi kapsamında yolculuk sürelerinin ölçülmesi, çevre, kamu sağlığı, güvenlik ve kentsel gelişim gibi alanlar üzerindeki etkilerin değerlendirilmesi yoluyla incelenmektedir (Tablo ES-2).

Metrobüs sistemleri özel şerit kullanımı ile yolculuk sürelerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca ücretlerin otobüse binışten önce toplanması, yüksek yolcu kapasiteli otobüslerin kullanılması, iniş ve binışlerin tek kapı ile sınırlandırılmaması indi-bindi sürelerini kısaltmaktadır. İleri trafik sinyalizasyon sistemleri ve seferlerin sıklaştırılması ile bekleme ve aktarma süreleri de azaltılabilir.

Metrobüs sistemleri hem iklim değişikliğine hem de hava kirliliğine sebep olan kirletici emisyonlarını azaltarak çevreyi olumlu yönde etkileyebilir. Toplam seyahat mesafelerinin kısalması ve temiz araç teknolojilerinin kullanılması sonucunda emisyonlar azalmaktadır.

Metrobüs sistemlerinin kamu sağlığı açısından olumlu etkileri vardır. Metrobüs sistemleri ölümlü veya yaralı kaza sayılarını ve zararlı kirleticilere maruz kalma oranlarını azaltırken, yolcuların fiziksel hareketliliğini artırır. Örneğin Meksiko'daki Metrobús Line 3 hava kirliliğini ve emisyonları önemli şekilde azaltmıştır. Bu sayede bir sene içinde hastalık nedenli 2000 iş günü kaybı, dört kronik bronşit ve iki ölüm vakası önlenmiş; toplam 4,5 milyon dolarlık bir tasarruf sağlanmıştır.



Tablo ES-2 Metrobüsün Etkileri

Etki	Nasıl?	Ampirik bulgular
Yolculuk sürelerinin kısalması	<ul style="list-style-type: none"> Özel şeritlerde ilerleyen metrobüs otobüsleri daha yüksek hızlarda hizmet verebiliyor. Ücretler otobüse binmeden önce platform girişinde toplanıyor, yüksek kapasiteli otobüsler kullanılıyor, indi-bindi süresi azalıyor. Trafik sinyalizasyon yönetimi ve sefer sıklığının artırılması yoluyla bekleme süreleri azalıyor. 	<ul style="list-style-type: none"> Johannesburg'daki metrobüs kullanıcıları her yöne yaptıkları yolculuklarda ortalama 13 dakika zaman tasarrufu yapıyor (Venter ve Vaz 2011). Tipik bir metrobüs yolcusu İstanbul'da her gün 52 dakika zaman kazanıyor (Alpkokin ve Ergun 2012).
Emisyonların azalması	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek kapasiteli metrobüsler kullanıldığında toplam seyahat mesafesi azalıyor. Eskiye otobüslerin yerine metrobüs hatlarında yeni ve temiz yakıtlı otobüsler kullanılıyor. Az yakıt tüketimi sağlayacak sürüş teknikleri üzerine sürücü eğitimleri düzenleniyor. 	<ul style="list-style-type: none"> Bogotá'da TransMilenio'nun hizmet vermeye başlaması ve yakıt kalite standartlarının artırılması sonucunda karbondioksit salınımlarında yılda yaklaşık bir milyon tonluk tasarruf sağlanmış (Turner ve diğerleri 2012). Meksiko'daki Line 1 hizmete girdiğinden beri otobüs ve minibüs içlerindeki karbonmonoksit, benzen ve parçacıklı madde (PM2.5) ölçümlerinde önemli ölçüde azalma olmuştur (Wöhrensimmel ve diğerleri 2008).
Yol güvenliğinin artması – kaza sayılarının azalması	<ul style="list-style-type: none"> Yaya geçitlerindeki iyileştirmeler. Yolcuları yüksek kapasiteli metrobüs otobüslerini kullanmaya teşvik ederek toplam seyahat mesafelerini kısaltmak. Özel şerit kullanımı sonucunda, metrobüs otobüslerini diğer motorlu araçlardan ayırarak kaza riskini düşürmek. Metrobüsler trafikte sürücülerin yaptığı yarışları azaltıyor, ayrıca eğitimler yoluyla sürücü davranışları daha az riskli hale geliyor. 	<ul style="list-style-type: none"> Bogotá TransMilenio'nun ana iki koridorundaki kaza ve yaralanma sayıları azaldı (Bocarejo ve diğerleri 2012). Güney Amerika'daki metrobüs sistemleri hizmet verdikleri koridorlardaki ölümlü ve yaralı kaza oranlarını ortalama %40 oranında azalttı.
Hava kirlenmeye maruz kalma oranlarının azalması	<ul style="list-style-type: none"> Temiz araç ve yakıt teknolojileri kullanılarak hem metrobüs otobüslerinin içindeki hem de şehirdeki hava kalitesi iyileşmektedir. Yolculuk sürelerindeki kısalma aynı zamanda yolcuların zararlı kirlenmeye maruz kalma oranlarını da azaltmaktadır. 	<ul style="list-style-type: none"> TransMilenio'nun hizmet vermeye başlamasından bu yana SO2 seviyelerinde %43'lük, NOx seviyelerinde %18'lik, parçacıklı madde seviyelerinde ise %12'lik bir düşüş gözlemlenmiştir (Turner ve diğerleri 2012). Meksiko'daki Metrobüs Line 1 hava kirliliğini azaltmış, bunun sonucunda ise bir sene içinde hastalık nedeni 6000 iş günü kaybı, 12 kronik bronşit ve üç ölüm vakası önlenmiş, toplam 3 milyon dolarlık bir tasarruf sağlanmıştır (INE 2006).
Fiziksel hareketliliğin artması	<ul style="list-style-type: none"> Metrobüs duraklarının arasındaki mesafe genellikle (metro hariç) diğer toplu taşıma alternatiflerine göre daha uzundur. Bu nedenle yolcuların yürüme mesafeleri artar. Metrobüslerin hızlı ve sık hizmet vermesi nedeniyle yolcuların yürüme istekliliği artar. 	<ul style="list-style-type: none"> Meksiko'daki Metrobüs yolcuları eskisine oranla günde ortalama 2,75 dakika daha fazla yürüyorlar. Pekin'deki metrobüs hattının yolcuları ise eskisine oranla günde ortalama 8,5 dakika daha fazla yürüyorlar.



Meksiko'daki **Metrobüs Line 3** hava kirliliğini ve emisyonları önemli şekilde azaltmıştır.

Bu sayede bir sene içinde hastalık nedeni 2000 iş günü kaybı, dört kronik bronşit ve iki ölüm vakası önlenmiş, toplam 4,5 milyon dolarlık bir tasarruf sağlanmıştır.

1.5 FAYDA-MALİYET ANALİZİ

Metrobüs projeleri toplam yolculuk süreleri, kamu sağlığı, çevre ve arazi kullanımı gibi alanlarda olumlu etkiler yaratabilir (bkz. Bölüm 4). Buna karşın, diğer tüm ulaşım alternatifleri gibi metrobüs sistemlerinin de bir takım (inşaat, işletme, bakım vb.) gider kalemleri vardır. Metrobüs projeleri ile ilgili sağlıklı kararlar verilebilmesi için tüm getiri ve maliyetlerin detaylı bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Tercihen, projeler hayata geçirilmeden önce tüm alternatiflerin fayda-maliyet analizleri yapılmalıdır. Ancak çoğu kez hiçbir analiz yapılmadığını veya yapılan analizlerin yetersiz kaldığını görmekteyiz.

Fayda-maliyet analizinde (FMA) toplumsal ve özel maliyetler ile tüm sosyal getiriler göz önünde bulundurulmaktadır (Harberger ve Jenkins 2002; Gramlich 1997; Boardman ve diğerleri 2006). FMA yöntemi ile finansal ve pazar giderlerinin yanı sıra dışsallıklar (externalities) ile para cinsinden ifade edilmesi güç olan maliyetler de hesaba katılmaktadır. Böylece, her proje için yerel yönetimlerin karar verme süreçlerinde kullanabileceği net kâr değerini hesaplamak mümkün olmaktadır.

EMBARQ olarak bu raporda incelediğimiz dört örnek metrobüs sistemini aynı FMA yöntemini kullanarak değerlendirdik. Toplanan veriler ışığında elimizden geldiğince kapsamlı bir analiz yaptık ve varsayımlarımızı olabildiğince ayrıntılı bir şekilde açıkladık. Veri eksikliklerini ise elimizdeki veriler ve istatistiki hesaplama yöntemlerini kullanarak gidermeye çalıştık. Bu yaklaşımın bir takım kısıtlamaları olduğunu ve sonuçlarımızın bu sınırlar içinde değerlendirilmesi gerektiğini belirtmek istiyoruz. Buna karşın, sonuçlarımızın özellikle yerel yönetimler için oldukça faydalı olacağına inanıyoruz. Kullandığımız FMA yöntemi ve varsayımlarımız Ek A-E'de ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

Fayda-maliyet analizinde kullandığımız başlıca göstergeleri şöyle özetleyebiliriz:

- **Net bugünkü değer (NBD)** ulaşım projelerinin maliyet ve getirileri uzun yıllara yayılmaktadır. Bu nedenle, yatırımların ekonomik ömrü boyunca sağladığı getiri ve giderlerin bugünkü değeri belli bir iskonto kullanılarak hesaplanır. Hesaplanan net bugünkü değer (NBD) sıfırdan büyük olması, söz konusu projenin net getiri sağlayacağını gösterir.

Tablo ES-3 EMBARQ Metrobüs Fayda-Maliyet Analizi için Kullanılan Gider ve Getiri Kalemleri

Giderler	Getiriler
<ul style="list-style-type: none"> Planlama ve Tasarım Sermaye Maliyeti <ul style="list-style-type: none"> Altyapı (örn. Otobüs yolları, duraklar) Diğer teknolojiler (örn. Otobüs filosu, ücret toplama, yolcu bilgilendirme, kontrol merkezi) Otobüs işletme ve bakım Altyapı işletme ve bakım Söz konusu güzergâhlarda faaliyet gösteren diğer ulaşım işletmecileri ile pazarlık 	<ul style="list-style-type: none"> Yolculuk sürelerinin kısalması Araç işletme masraflarının azalması (özel araçlar ve toplu taşıma araçları için) Karbondioksit emisyonlarının azalması Kirleticilere maruz kalma oranlarının azalması Yol güvenliğindeki iyileşmeler (ölümlü ve yaralı kaza oranlarının, zarar gören araç ve altyapı masraflarının azalması) Fiziksel hareketlilik oranlarının artması

• **Fayda-maliyet oranı (FMO)** yatırımın faydalı ömrü boyunca sağlayacağı getirilerin şimdiki değerinin, yapılacak harcamaların şimdiki değerine oranlanması ile bulunur. FMO değerinin birden büyük olması, söz konusu projenin getirilerinin giderlerden yüksek olduğunu gösterir.

• **İç getiri oranı** proje getirilerinin bugünkü değerini, giderlerin bugünkü değerine eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanır. Bu oran yatırım projelerini karşılaştırmak için kullanılır. Kamu yatırımları için, iç getiri oranı sermaye maliyetinin üzerinde olmalıdır.

EMBARQ'ın FMA yöntemi ile metrobüs projelerinin tipik maliyet kalemleri, ulaşım, çevre, kamu sağlığı ve güvenlik alanlarındaki faydaları değerlendirilmektedir (bkz. Tablo ES-2). Her dört örnek sistem için toplanan veriler kullanılarak FMA hesaplamaları yapılmıştır.

FMA hesaplamaları genellikle kazanç dağılımını hesaba katmaz. Bu anlamda EMBARQ'ın kullandığı yöntem geleneksel FMA analizinin bir adım ötesine geçerek metrobüs projelerinin farklı gelir grupları üzerindeki etkilerini de değerlendirmektedir. Bunu yaparken farklı gelir grupları için ayrı fayda-maliyet hesapları yapılmakta ve net faydanın farklı sosyoekonomik gruplar arasındaki dağılımı hesaplanmaktadır.



Tablo ES-4 Fayda-Maliyet Analiz Sonuçları

Metrobüs Sistemi	Çalışmanın Kapsamı	Net Bugünkü Değer (2012 milyon \$)	Fayda-Maliyet Oranı	Sosyal İç Getiri Oranı
TransMilenio, Bogotá	Aşama 1 & 2	1.400\$	1,6	%23
Metrobús, Meksiko	Hat 3	36\$	1,2	%14
Rea Vaya, Johannesburg	Aşama 1A	143\$	1,2	%12
Metrobüs, İstanbul	Aşama 1-4	6.407\$	2,8	%66

1.6 ÖRNEK SİSTEMLER

Bu raporda farklı kentsel ve politik şartlarda projelendirilmiş, altyapı ve hizmet tasarımları bakımından çeşitlilik gösteren dört farklı metrobüs sistemi incelenmektedir. Tüm sistemler için hesaplanan getiriler giderlerin üzerinde, net bugünkü değer ise sıfırdan büyüktür. İç verim oranları dört yatırım için de sosyal kârlığın en az kamu fonlarının fırsat maliyetleri ölçüsünde olduğunu göstermektedir (Tablo ES-4).

Bu dört örnek sistemin analizleri sonucunda ortaya çıkan ana bulguları şöyle özetleyebiliriz:

Bogotá TransMilenio

- Sistemin en önemli iki faydası yolculuk sürelerinin kısılması (zaman tasarrufu) ve geleneksel otobüs hatlarındaki otobüs sayısının azaltılması sonucunda işletme giderlerinin azalması olmuştur.
- TransMilenio en çok dar ve orta gelir grubu tarafından kullanılmaktadır.
- Sistemin faydalarından en çok dar gelirli tabaka yararlanmaktadır. Maliyetler ise, Kolombiya'nın vergi düzenlemesi doğrultusunda büyük oranda üst gelirli tabaka tarafından karşılanmıştır.

Meksiko– Metrobús

- Özel şerit uygulamasının bir sonucu olarak yüksek hızlarda hizmet veren Metrobús'ün en önemli faydası yolculuk sürelerinin azalması olmuştur.

- İkinci büyük fayda verimli ve yeni otobüslerin kullanılmaya başlaması ile birlikte toplu taşıma araçlarının işletme giderlerinin azalması olarak belirlenmiştir. Bu sayede sistem emisyonlarında da bir düşüş sağlanmıştır.
- Metrobús en çok dar ve orta gelir grubu tarafından kullanılmaktadır.
- Sistemin faydalarından en fazla gelir dağılımının en alt ikinci tabakasında bulunan (aylık ortalama gelir: 4500-7500\$) grup yararlanmaktadır. Maliyetler ise büyük oranda en üst gelirli tabaka tarafından karşılanmıştır.

Johannesburg Rea Vaya

- Proje maliyetinin %96'sı yatırım maliyetleri ile otobüs işletme ve bakım giderlerinden oluşmaktadır.
- Şehirdeki minibüs taksi endüstrisini yeniden şekillendirerek sisteme dahil etme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların ek maliyeti nedeniyle işletme giderleri de yükselmiştir.
- Sistemin en büyük faydası (%37) yolculuk sürelerindeki kısalma olmuştur. İkinci en büyük fayda ise yol güvenliğindeki iyileşmeler (%28) olarak belirlenmiştir.
- Etap 1A projesi giderek büyüyen bir proje olarak karşımıza çıkmaktadır. Proje maliyetleri büyük oranda en üst gelir grubu tarafından karşılanırken, faydaları ise en fazla dar gelirli gruplar ve özellikle

en yüksek dördüncü gelir grubu arasında paylaşılmıştır.

- En düşük gelirlili tabaka metrobüs hattını istenilen oranda kullanmamaktadır. Bunun sonucu olarak en düşük gelir grubu projenin toplam getirisinden sadece %4'lük bir pay almakta, maliyetin ise %2'sini karşılamaktadır.

İstanbul Metrobüs

- Sistemin en büyük faydası (%64) yolculuk sürelerindeki kısalma olmuştur. Bunu otobüs işletme giderlerindeki azalma (%23) ve yol güvenliğindeki iyileşmeler (%9) takip etmektedir.
- Metrobüsün maliyeti büyük oranda işletme ve bakım giderlerinden oluşmaktadır.
- Metrobüs en fazla dar ve orta gelirlili tabaka tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca, yapılan analizler tüm gelir grupları için sağlanan faydanın maliyetin üzerinde olduğunu göstermektedir.

Dört örnek sistemin ayrıntılı incelenmesi sonucunda metrobüs sistemlerinin giderleri ve faydaları üzerine bazı genel çıkarımlar yapmak mümkün:

- Yolculuk sürelerinin kısalması tüm sistemlerin en önemli faydası olarak karşımıza çıkıyor. Bekleme, aktarma ve yolculuk süreleri metrobüse ayrılmış özel şeritlerin ve diğer tasarım araçlarının kullanımı

sonucunda önemli ölçüde azaltılabilir.

- Minibüs benzeri düşük kapasiteli araçlarla yapılan düzensiz toplu taşıma yerine, yeni ve kapasitesi yüksek otobüsler kendilerine ayrılmış olan şeritte hizmet vermeye başladıklarında işletme giderlerinin önemli ölçüde azaldığını görüyoruz (Örn: Bogotá, Meksiko ve İstanbul).
- Yatırım maliyetleri ve otobüs işletme giderleri metrobüs projelerinin en büyük gider kalemini oluşturmaktadır.
- Metrobüs projeleri daha kapsamlı altyapı veya ulaşım reformlarının bir parçası olarak düşünülebilir. Düzensiz ve kontrolsüz toplu taşıma alternatiflerinin merkezi sistem ile entegre edilmesi (Bogotá, Meksiko, Johannesburg) sağlanabilir ve bütünüleyici diğer sistemlerin kalitesi eş zamanlı olarak iyileştirilebilir (Johannesburg). Bu durumda metrobüs sisteminin olumlu etkileri artacak, maliyetler de yükselecektir.
- Metrobüs sistemleri en çok dar ve orta gelir grupları tarafından kullanılmaktadır. Fakat en alt ve en üst gelir gruplarının kullanım seviyesi beklenenin altında kalmaktadır. Kullanım seviyeleri proje getirilerinin toplumun farklı kesimleri tarafından paylaşım oranlarını etkilemektedir (bkz. Tablo ES-5). Bu raporda incelenen projeler kamu kaynakları kullanılarak finanse edilmiştir. Bu nedenle maliyet büyük ölçüde yüksek vergi veren üst gelir grupları tarafından üstlenilmiştir.

Tablo ES-5 Net Bugünkü Değerin Dağılımı

Net Bugünkü Değerin Gelir Gruplarına Dağılımı (2012 milyon USD)					
Metrobüs Sistemi	1 (En düşük gelirlili)	2	3	4	5 & 6 (En yüksek gelirlili)
TransMilenio, Bogotá	92 \$	642 \$	603 \$	238 \$	(176) \$
Metrobüs, Meksiko	11,4 \$	37,9 \$	12,2 \$	(9,5) \$	(16,4) \$
Rea Vaya, Johannesburg	18,6 \$	8,2 \$	35,2 \$	353,9 \$	(273,3) \$
Metrobüs, İstanbul	765,9 \$	2.308,5 \$	1.414,0 \$	969,0 \$	952,1 \$

En düşük fayda/zarar

En yüksek fayda

Ana bulgular

- ↗ Meksiko'da Metrobüs Line 3'ün hizmet vermeye başlaması ile yolculuk süreleri kısalmış, toplam

142 milyon \$

tasarruf sağlanmıştır.

- ↗ Bogotá'da Transmilenio yaralı ve ölümlü kaza oranlarını önemli şekilde azaltmış, bu sayede

288 milyon \$

tasarruf sağlanmıştır.

- ↗ İstanbul'da Metrobüs sera gazı emisyonlarının azalmasına neden olmuş, bu sayede toplam

392 milyon \$

tasarruf sağlanmıştır.

Metrobüs sistemlerinin en büyük faydasının yolculuk sürelerindeki kısalma olduğu görülmektedir. Bu nedenle, sistemi en yoğun kullanan (dar ve orta gelirli) tabaka aynı zamanda projenin getirilerinden en fazla faydalanan grubu oluşturmaktadır. Metrobüs projeleri genellikle alt gelir grupları için önemli kazanç sağlamaktadır. Fakat en düşük gelirli tabaka bu metrobüs sistemlerinden yeterli oranda fayda sağlayamamaktadır.

Metrobüs projelerinin olumlu etkilerini arttırmak için en düşük gelirli tabakanın sistemi kullanması önemlidir. Bunu sağlamak için planlama aşamasında söz konusu gelir grubuna özel politikalar geliştirilebilir. Ücretlendirme politikaları belirlenirken alternatif sistemlerin bilet ücretleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bilet ücretleri en dar gelirli tabaka için devlet desteği kullanılarak daha aşağı çekilebilir.

1.7 GELECEĞE BAKIŞ

Bu raporda incelenen uygulama örnekleri metrobüs projelerinin sosyal açıdan kârlı yatırımlar olabileceğini göstermektedir. Yerel, ulusal ve uluslararası veriler de metrobüs uygulamalarının yaygınlaşmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır. EMBARQ'nın topladığı veriler, bu raporun yayımlandığı tarih itibarıyla 143 şehirde toplam 1000 kilometrelik yeni veya ek metrobüs projesinin devam ettiğini göstermektedir (EMBARQ Brasil 2013).

Ulusal ve uluslararası ulaştırma politikaları metrobüs sistemlerinin yaygınlaşmasına destek oluyor. Örneğin Meksika'nın ulusal ulaştırma fon programı PROTRAM kapsamında onaylanmış 35 metrobüs projesi bulunuyor. Brezilya'nın kalkınmayı hızlandırma programı PAC kapsamında 32 şehirde hayata geçirilmesi planlanan metrobüs projelerine toplam 7,7 milyar dolarlık bir destek sağlanacak ve Güney Amerika'daki metrobüs hat uzunluğu 2016 Olimpiyat Oyunları'na kadar iki katına çıkarılacak. Hindistan'ın ikinci ulusal kentsel dönüşüm programı kapsamında önümüzdeki on yıl içinde raylı sistemler ile otobüs sistemlerine toplam 12 milyar dolarlık bir bütçe ayrıldı. Çin'de Ulaştırma Bakanlığı'nın açıkladığı hedef doğrultusunda 2020 yılına kadar 5000 kilometre uzunluğunda bir metrobüs hattının hizmet vermeye başlaması bekleniyor (Çin MoT 2013). Ayrıca, uluslararası yatırımcı ve bağışçı kuruluşların sürdürülebilir ulaşım projelerine ağırlık vermeye başlaması metrobüs projelerine olan ilginin artmasına neden oluyor.

1.8 TAVSİYELER

Bu raporda ayrıntılı olarak incelenen TransMilenio, Metrobús, Rea Vaya ve İstanbul Metrobüs sistemlerinden hareketle bazı genel çıkarımlar yapmak mümkün. Bu çıkarımlar diğer metrobüs projeleri için yerel politikaların belirlenmesi, altyapı çalışmaları, işletme, tasarım ve proje finansmanı için faydalı olabilir.

Kent içi ulaşım altyapısının kalitesi ve seçilen alternatif sistemler ulusal ve yerel politikalar tarafından şekillenmektedir. Bu politikalar karar süreçlerinin şeffaf bir şekilde ilerlemesini ve alternatiflerin sosyal etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini sağlayacak şekilde oluşturulabilir.

- Yerel ve ulusal yatırım kararları şeffaf bir değerlendirme sürecinden geçirilmelidir. Bu değerlendirmelerde sosyal maliyet ve getirilerin göz önünde bulundurulduğu (fayda-maliyet analizi vb.) yöntemler kullanılarak alternatiflerin tarafsız bir analizi yapılmalıdır. Böylece sınırlı kaynağın en iyi kullanımı belirlenebilir.
- Değerlendirmeler yapılırken projelerin toplumun farklı kesimleri üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Proje sonuçlarının toplumun hangi kesimleri için faydalı, hangi kesimleri için olumsuz etkiler yaratacağı açıkça ortaya konmalıdır.
- Ulusal yatırım politikaları yoluyla metrobüs projelerinin yaygınlaştırılması sağlanabilir.

Metrobüs projelerinin fayda ve maliyetleri büyük ölçüde fiziksel tasarım, servis planları ve idari düzenlemeler doğrultusunda şekillenmektedir. Planlama aşamasında alınan kararlar toplumun farklı kesimleri üzerindeki etkileri belirlemektedir. Bu raporda incelenen dört örnek uygulamaya dayanarak EMBARQ'nın tavsiyelerini şöyle özetleyebiliriz:

- Metrobüs sistemleri, her hattın kendine özgü talep özellikleri ve kentsel bağlamı göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Kapasite artırımı, sollama şartları, durak büyüklükleri ve kullanılacak otobüslerin özellikleri ile ilgili kararlar yolculuk talebi ve fon miktarı hesaba katılarak alınmalıdır.
- Metrobüs sistemlerinin en büyük getirisi yolculuk sürelerinin kısalmasıdır. Güzergâh, servis ve altyapı ile ilgili kararlar verilirken ana amacın bekleme, aktarma ve yolculuk sürelerinin en aza indirilmesi olduğu unutulmamalıdır. Bu amaçla, metrobüs hattı için ayrılmış özel şeritlerin kullanılması önemlidir.
- Ücret politikaları belirlenirken işletme giderleri ve kullanılan teknolojiler göz önünde bulundurulmalıdır. Ücretler devlet desteğini ve politik müdahaleleri en aza indirecek, sistemlerin finansal olarak kendini döndürmesini sağlayacak şekilde belirlenmelidir (Hidalgo ve Carrigan 2010).
- Projelerin hayata geçirileceği hatlarda faaliyet gösteren otobüs ve minibüs işletmecileriyle iyi ilişkiler kurmak ve onların desteğini almak



önemlidir. Rekabete dayalı sözleşmeler, pazarlığa dayalı sözleşmelerden daha az maliyetli olmaktadır.

- Ücretlendirme politikaları toplumun düşük gelirli kesimlerini metrobüs sistemlerini kullanmaya teşvik etmek için kullanılmalıdır. Örneğin metrobüs bilet fiyatları, diğer ulaşım alternatiflerine oranla düşük tutulabilir. Ayrıca, dar gelirli tabaka kullanıcıları için devlet desteği ile daha düşük ücretler belirlenebilir.
- Metrobüs sistemlerinin hizmet vermeye başlaması yerel yönetimler için de bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Kentsel ulaştırma politikalarının iyileştirilmesi ve yerel yönetim kapasitelerinin artırılması sağlanabilir.
- Metrobüs sistemlerinin diğer ulaşım alternatifleri ile entegrasyonunun sağlanması önemlidir.

Bu raporda incelenen sistemler, metrobüs uygulamalarının sosyal getirilerini de ortaya koymaktadır. Ayrıca metrobüs projelerini desteklemiş olan bazı bankalar bu sistemlerin ticari ve finansal faydaları olduğunu belirtmektedirler. Söz konusu bankalar, metrobüs projelerini değerlendirirken hem mali getirileri hem de sosyal ve çevresel etkileri göz önünde bulundurmaktadır. Metrobüs projelerine finansman sağlayan kuruluşların otobüs ve metrobüs işletmeciliğindeki dengeleri anlaması ve kentsel ulaşım

reformlarının etkilerini doğru değerlendirmesi önemlidir. Metrobüs projeleri finansmanı içinde yer alan kurumlar için önerilerimizi şöyle özetleyebiliriz:

- Metrobüs proje kredileri belirlenirken özel koşullar göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, bu koridorda faaliyet gösteren otobüs işletmecilerinin yeni sisteme dahil olmasını kolaylaştırmak için ayrıcalıklı kredi koşulları belirlenebilir.
- Projeler için kredi sağlayacak kurumların projelere planlamanın ilk aşamalarında dahil edilmesi önemlidir. Böylece bu kurumlar planlama ve hazırlık aşamasında da şehir yönetimlerine ve diğer proje paydaşlarına destek sağlayabilir.
- Ödenek sağlayarak geri ödemeyi kolaylaştırmak için emanet fonları kullanılabilir. Otobüs işletmelerini olumsuz etkilememek için şartların iyi değerlendirilmesi gerekir. Bu yöntem aynı zamanda finansal işlemlerin şeffaflığını sağlayabilir.
- BRT finansmanı için endüstriyi (üreticileri, işletmecileri ve devlet kurumlarını) iyi tanıyan ekipler kurulabilir. Bu ekiplerin benzer ölçekteki projelerin farklı (planlama, uygulama, adaptasyon ve olgunluk) aşamalarındaki deneyimleri önemli katkılar sağlayabilir.
- Kalkınma ajansları ve sivil toplum örgütleri ile sürekli bir diyalog içinde olmak ayrıca önerilmektedir.



2. BÖLÜM

GİRİŞ

2.1 HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞI: TOPLU TAŞIMADA YÜKSELEN YILDIZ

Hızlı otobüs taşımacılığı (Bus Rapid Transit – BRT) sistemleri, kapasite ve hız bakımından raylı (metro ve hafif raylı) sistemlerle karşılaştırılabilecek, kaliteli ve etkili bir toplu taşıma alternatifi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kent içi ulaşımında görece yeni bir uygulama olan metrobüs sistemlerinin maliyet, performans ve etkileri yerel yönetimler tarafından henüz tam olarak anlaşılmış değildir. Elinizdeki rapor daha önce yapılmış araştırmaların sonuçlarını, toplanan verilerin bir özetini ve örnek metrobüs uygulamalarının

ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerinin detaylı bir analizini sunarak bu eksikliği gidermeyi amaçlamaktadır.

Metrobüs özel şerit kullanımı ile otobüs ve akıllı ulaşım sistemlerini bir araya getirerek kendine özgü bir kimlik yaratmayı başaran bir toplu taşıma alternatifi olarak tanımlanabilir (Hidalgo ve Carrigan 2010). Metrobüs sistemleri geleneksel otobüs hatlarına kıyasla daha kaliteli bir servis sağlamaktadır. Metrobüs ile servis güvenirliliği artarken, yolculuk ve bekleme süreleri kısalmaktadır (Diaz ve arkadaşları 2004).



Kullanım halindeki metrobüs sistemlerinin örnekleri. Tahsis edilmiş şeritlere, yüksek yolcu platformuna sahip yüksek kaliteli istasyonlara dikkat ediniz.



Geleneksel otobüs hatlarına kıyasla daha kaliteli hizmet

Metrobüs sistemleri geleneksel otobüs hatlarına kıyasla daha kaliteli bir servis sağlamaktadır. Metrobüs ile servis güvenilirliği artarken, yolculuk ve bekleme süreleri kısalmaktadır (Diaz ve arkadaşları 2004). Metrobüs özel şerit kullanımı ile otobüs ve akıllı ulaşım sistemlerini bir araya getirerek kendine özgü bir kimlik yaratmayı başaran bir toplu taşıma alternatifi olarak tanımlanabilir (Hidalgo ve Carrigan 2010).

Metrobüs sistemleri son on sene içinde kent içi toplu taşıma sistemlerinde önemli bir dönüşüm yarattı. Günümüzde dünyanın çeşitli bölgelerindeki 160 kentte toplam 4200 kilometre uzunluğunda metrobüs hattı bulunmaktadır. Bu sistemler günde ortalama 30 milyon yolcu taşımaktadır (BRTdata.org 2013). Özellikle son senelerde dünyadaki metrobüs uygulamaları önemli bir artış göstermiştir. 1992 ile 2001 yılları arasında sadece 23 yeni metrobüs projesi hayata geçirildi. Bu sayı 2002'den sonra hızla yükseldi ve o tarihten bu yana 115 yeni şehirde metrobüs sistemleri hizmet vermeye başladı (BRTdata.org 2013).

Metrobüs geleceği parlak bir uygulamadır. EMBARQ'ın topladığı veriler, 143 şehirde toplam 1000 kilometrelik yeni veya ek metrobüs projesinin devam ettiğini ve toplamı 1600 km'ye varan ek projelerin planlandığını göstermektedir (EMBARQ Brazil 2013). Çin, Brezilya, Meksika ve Hindistan'ın toplu taşıma ve metrobüs projeleri için 12 milyar doların üzerinde bütçe ayırdığı bilinmektedir.

Metrobüsün ulaşım ve çevre ile ilgili sorunlara çözüm olma potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda öngörülen bu büyüme olumlu durmaktadır. Hızlı kentleşme, yoğun motorlu taşıt trafiği ve iklim değişikliği nedeniyle hızlı uygulanabilen büyük ölçekli kent içi ulaşım çözümlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Hızlı otobüs taşımacılığı bu küresel ihtiyaca kendisine has bir tarzla yanıt vermektedir. Metrobüs sistemleri yüksek yolcu kapasitesinin yanı sıra metro ve hafif raylı sistemlere göre çok daha ucuz bir yatırım gerektirir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde metrobüs vatandaşların erişebilirliğini, yaşam kalitesini ve kentsel çevreyi iyileştiren etkili ve ucuz bir çözümdür. İşte bu nedenle UN HABITAT, 2013 yılı Küresel İnsan Yerleşimleri Raporu'nda metrobüsün tüm dünyada hareketlilik üzerindeki olumlu etkisine dikkat çekmiştir (UN HABITAT 2013).

Metrobüs endüstrisinde yakın geçmişte hızlı bir büyüme yaşanmıştır. UN HABITAT'ın tahmini de metrobüsün gelecekte ulaşım çözümlerinde daha büyük bir rol oynayacağı şeklindedir. Tüm bu gelişmeler gerek kentler gerekse metrobüs endüstrisi için önemli bir fırsata işaret etmektedir.

2.2 RAPOR HAKKINDA

Belediyeler metrobüs sistemlerine yatırım yapmaya devam ediyorsa metrobüsün etkilerini ve faydalarını

inceleyen bir rapora neden ihtiyaç duyulur? Çoğu belediye yüzünü artık metrobüs uygulamalarına çevirmiş olsa da kentsel altyapı yatırımları aynı zamanda politik bir süreçtir ve kamu denetimi gerektirir. Bu nedenle belediyeler hangi toplu taşıma altyapısına yatırım yapacağına karar verirken nesnel ve bilinçli bir süreç izlemelidir.

Bu rapor, dört örnek metrobüs sisteminden toplanan performans, maliyet ve etki verilerini bir araya getirerek hizmet veren sistemler hakkında bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır. Üçüncü bölümde metrobüs sistemlerinden toplanan bir dizi veri karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Bunun yanı sıra, metrobüs sistemlerinin performans ve maliyetleri, kent içi metro ve hafif raylı sistem verileriyle karşılaştırılmaktadır. Dördüncü bölümde ise kaynak taramaları ve toplanan verilerin analizleri ışığında metrobüs sistemlerinin hareketlilik, çevre, kamu sağlığı ve kentsel gelişim üzerindeki potansiyel etkileri özetlenmektedir. Örnek metrobüs sistemlerini değerlendirmek için EMBARQ tarafından kullanılan fayda-maliyet analiz yöntemi ve değerlendirmenin sonuçları ise beşinci bölümde yer almaktadır.

Altıncı ve dokuzuncu bölümler arasında dünyadaki dört önemli metrobüs sisteminin sağladığı net faydalar (maliyet çıkarıldıktan sonra kalan fayda) değerlendirilmektedir: Bogotá TransMilenio (Kolombiya), Meksiko Metrobüs (Meksika), Johannesburg Rea Vaya (Güney Afrika) ve İstanbul Metrobus (Türkiye). Bu dört örneğin seçilme nedeni, yüksek kaliteli metrobüs sistemlerine özgü kriterlerin pek çoğunu karşılıyor olmaları ve bununla birlikte fiziksel tasarım, kent bağlamı

ve sistem olgunluğu bakımından farklılıklar gösteriyor olmalarıdır. Bu sistemler uygulandıkları ülkelerde öncü ve simgesel sistemlerdir. Ayrıca dünyadaki diğer metrobüs sistemlerinin gelişmesinde olumlu etkileri olmuştur. Raporda incelenen örnekler, metrobüs sistemlerinin ve otobüs koridorlarının uygulandığı 160'tan fazla şehri temsil etmektedir (BRTdata.org 2013).

Raporda adı geçen metrobüs örnekleri seçilirken elde ne kadar veri olduğuna bakılmıştır. Fayda-maliyet hesaplamalarında doğru ve kapsamlı veri toplama ve şeffaf veri yönetimi uygulamaları temel alınır. Burada incelenen örneklerde fayda-maliyet analizi yapmak için yeterli miktarda veriye ulaşılmıştır. EMBARQ bu raporda adı geçen kentler ile temas halindedir. Ayrıca metrobüs sistemleri konusundaki yadsınmaz bir bilgi ve tecrübeye sahiptir. Tüm bunlar EMBARQ'nun incelenen metrobüs sistemleri ile ilgili uygun ve makul hesaplama ve çıkarımlar yapmasına yardımcı olmuştur.

Metrobüs projelerinin incelendiği bölümlerde fayda-maliyet analizine ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Elde edilen net faydaların nüfus genelindeki gelir dağılımına bakılmıştır. Maliyet analizi yapılırken planlama, altyapı, ekipman, işletme ve bakım kalemleri dikkate alınır. Fayda analizinde ise ulaşım, çevre, yol güvenliği ve kamu sağlığı üzerindeki etkiler incelenir (bkz. Tablo). İncelenen metrobüs projelerinin faydalarının ve maliyetlerinin sosyo-ekonomik dağılımından yola çıkarak bu projelerin net değeri hakkında ek bazı çıkarımlarda bulunulmuştur. Sonuçlar metrobüsün kent içi hareketliliği geliştirdiği yönündedir: orta ve dar gelirli vatandaşlara sağladığı net faydaların yanı sıra çevre üzerinde de olumlu etkiler yaratmaktadır.

Tablo 6 Dört Metrobüs Projesinin Fayda ve Maliyet Çözümlemesi

Maliyetler	Faydalar
<ul style="list-style-type: none"> Plan ve tasarım Yatırım maliyetleri <ul style="list-style-type: none"> Altyapı maliyetleri (örn. otobüs şeritleri, duraklar, istasyonlar) Ekipman maliyeti (örn. filo satın alma, ücret toplama sistemleri, yolcu bilgilendirme sistemleri, kumanda merkezi) Otobüslerin işletme ve bakım maliyetleri Altyapı işletme ve bakımı Yereldeki işletmeciler ile yapılan pazarlıklar 	<ul style="list-style-type: none"> Yolculuk sürelerinin kısalması (hem metrobüs kullanıcıları hem de diğer ulaşım biçimlerini kullananlar için) Araç işletme maliyetlerinin azalması (özel araçlar ve toplu taşıma araçları) Karbondioksit emisyonlarında azalma Hava kirlenmelerine maruz kalmada azalma Yol güvenliğinin artması (ölümlü, yaralanmalı ve maddi hasarlı kazaların azalması) Fiziksel aktivitenin artması



3. BÖLÜM

HIZLI OTOBÜS TAŞIMACILIĞINA GENEL BAKIŞ

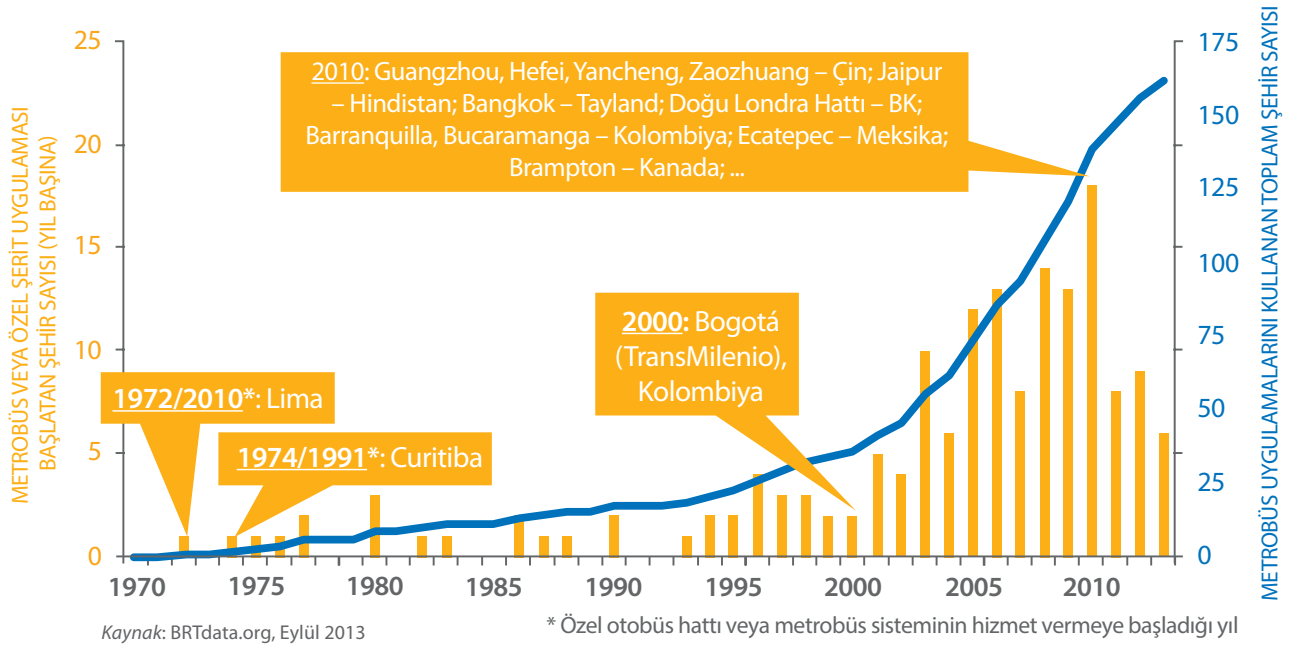
3.1 KÜRESEL METROBÜS ENDÜSTRİSİ

Dünyanın 163 kentinde hizmet veren metrobüs sistemlerinin hepsi günde yaklaşık 30 milyon yolcu taşımaktadır (Global BRT Data 2013). Latin Amerika metrobüsün icat edildiği yer olmanın yanı sıra bu alanda yeniliklerin üretildiği de bir yerdir¹. Bogotá, São Paulo, Curitiba ve Meksiko'yu da içine alan bölgede dünyanın en yüksek performanslı metrobüs sistemleri kullanılmaktadır. Metrobüs taşımacılığını kullanan ülkelerin %34'ü Latin Amerika'dadır. Dünyada metrobüs ile yapılan yolculukların %62'si bu ülkelerde gerçekleşmektedir. Brezilya, metrobüs taşımacılığını kullanan kent sayısı (32) ve yolculuk sayısı (günde yaklaşık 11 milyon yolculuk veya dünya toplamının yaklaşık %38'i) bakımından dünyanın birinci ülkesidir. Metrobüs

sistemlerini kullanan kentlerin yaklaşık %21'i ise Asya ülkelerindedir. Dünyadaki günlük metrobüs yolculuklarının dörtte biri (günlük 8,1 milyon) bu ülkelerde gerçekleşir. Afrika'daki büyük şehirler metrobüsü daha yavaş benimsemektedir. Afrika'da yalnızca 3 kentte bulunan metrobüs uygulaması, dünyadaki toplam yolcu talebinin %1'inden daha azını temsil etmektedir.

Sadece 35 metrobüs sisteminin veya yüksek kaliteli otobüs koridorunun hizmet verdiği 2000 yılından bugüne, metrobüs endüstrisi hızla büyümeye devam etmiştir. 2013 yılı ortalarında dünyadaki metrobüs sistemlerinin sayısı en az dört kat artmıştır. Küresel ya da yerel ölçekte bu döneme damgasını vuran metrobüs projelerinden bazıları Bogotá'daki Transmilenio, Meksiko'daki Metrobús, Ahmedabad'daki Janmarg ve Johannesburg'daki Rea Vaya projeleridir.

Şekil 1 Dünyada Metrobüs Sistemlerinin Yaygınlaşması



Metrobüs projeleri uygulanması zor ve politik kararlar gerektirir: Metrobüs en iyi altyapı yatırımı mıdır? Metrobüs önemli kamusal faydaların yanı sıra toplu taşıma ihtiyacına yanıt verebilecek midir? Yeni bir metrobüs koridoru inşa etmenin maliyeti nedir? Bu soruların çoğuna doğru yanıt verebilmek için metrobüslere özel tasarım şartnameleri geliştirmek şarttır. Bunun yanı sıra mevcut metrobüs hatlarının performans, maliyet ve faydalarını incelemek de karar vericilere yardımcı olabilir. 3.2 ve 3.3'üncü bölümlerde mevcut metrobüs sistemlerinin performans ve maliyetleri karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma yeni metrobüs sistemi veya koridorunu hayata geçirmeyi düşünen belediyeler için iyi bir referans olabilir. Bu raporda alternatif toplu taşıma seçeneklerinin performans ve maliyetleri karşılaştırılmamıştır. Ancak, belediyeler toplu taşıma yatırımları ile ilgili karar alırken alternatif toplu taşıma çözümlerini de ayrıntılı olarak incelemelidir.

3.2 METROBÜS PERFORMANSI

Metrobüs sistemlerinin performansı, tasarım özellikleri ve diğer ulaşım biçimleri ile entegrasyonuna bağlı olarak

önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin, sadece metrobüse ayrılmış özel şeritlerin kullanıldığı koridorlarda, diğer araçların erişimine açık, öncelikli otobüs şeritlerinin kullanıldığı hatlara kıyasla bir saat içerisinde daha fazla yolcu taşınabilmektedir. Duraklardaki soluma şeritleri (yaklaşan bir otobüsün, duran bir otobüsü duraktan yolcu almak amacıyla geçmek için kullandığı şerit) sayesinde ekspres otobüsler bazı durakları pas geçerek yolculuk süresinin kısalmasını sağlamaktadır. Kavşak sayısının az olduğu koridorlarda ise metrobüslerin daha yüksek hızlara ulaştığı gözlemlenmektedir.

Farklı koridordaki taleplerin değişkenlik göstermesi nedeniyle her hatta uygun tek bir çözüm önermek mümkün olmamaktadır. Örneğin, her şehirde Bogotá'daki TransMilenio uygulamasındaki gibi bir yüksek yolcu kapasitesine ihtiyaç duyulmaz. Bu nedenle, şehir için belirlenen koridorun özelliklerine uygun ve talebi karşılayabilecek en yüksek kaliteli sistemin tasarlanması amaçlanmalıdır. Bugüne kadar farklı ihtiyaçlara cevap vermiş sistemlerin performanslarını ve maliyetlerini daha iyi anlamak, yerel yönetimlerin kendi şehirleri için en uygun sistemi belirlemesine yardımcı olabilir. Bu bölümde çeşitli metrobüs sistemleri, bazı ortak performans göstergeleri üzerinden karşılaştırılmaktadır:

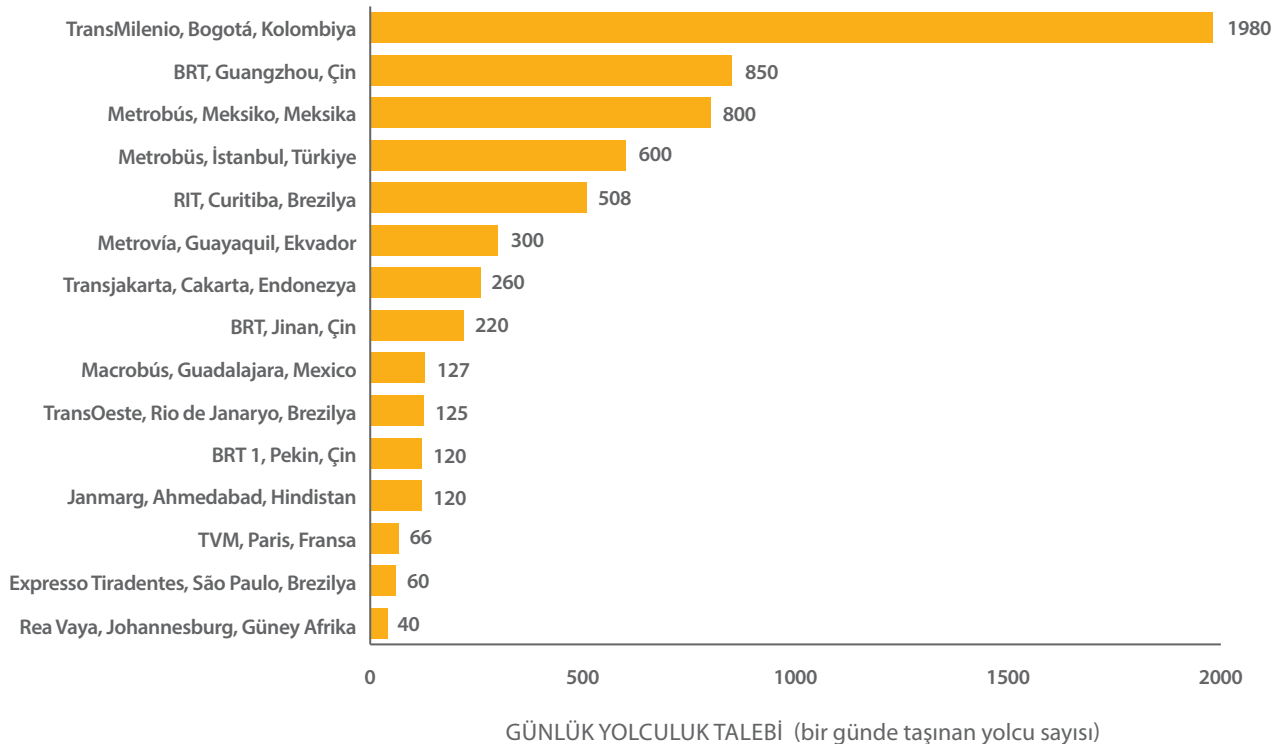
- **Yolcu talebi:** gün başına gerçekleştirilen yolculuk sayısıdır. Biniş sayısı üzerinden değil; bağlantılı sefer sayısı üzerinden hesaplanır. Yani aktarmalı yolculuklar tek sefer olarak kabul edilir.
- **Zirve yük:** iki istasyon arasında bir saat içerisinde tek yönde taşınan azami yolcu sayısıdır.
- **Hat hızı (ticari hız):** otobüsün koridor üzerinde seyrettiği ortalama hızdır.
- **İşletme verimliliği:** otobüsün bir günde katettiği kilometre (girdi) için günlük yolcu biniş sayısıdır (çıkı). Hizmet verimliliğinin ölçülmesinde kullanılır.
- **Sermaye verimliliği:** bir otobüse bir gün içinde binen yolcu sayısıdır. Filonun verimliliğini gösteren bir ölçüttür.

Dünyanın farklı şehirlerinde bulunan metrobüs sistemleri kapasiteleri bakımından da çeşitlilik göstermektedir (bkz. Şekil 2). Örneğin Bogotá'daki TransMilenio günlük 1,98 milyonluk **yolcu talebi** ile dünyadaki en yüksek yolcu kapasiteli metrobüs sistemidir. Meksiko'daki orta kapasiteli Metrobüs sistemi günde 900.000 yolcu taşımaktadır. Kapasiteleri daha düşük olan Paris ve Johannesburg sistemleri ise

günde ortalama 70.000 yolcu taşımaktadır. Yoğunluğu en yüksek olarak gözüken sistemlerin tasarım aşamasında kapasitenin azami seviyeye çıkarılması amaçlanmıştır. Yolcu sayısı az olan sistemlerin ise talebin düşük olduğu koridorlarda hizmet verdiğini veya talebin sistem kapasitesinin altında olduğunu söylemek mümkündür.

Bogotá'daki TransMilenio Avenida Caracas koridoru en yoğun saatlerde her yöne 48,000 yolcu taşımaktadır (Şekil 2). Bu gibi yüksek kapasiteli koridorlarda otobüslerin duraklarda birbirini sollamasına olanak tanıyan ek şeritler bulunmaktadır. İstanbul'daki TÜYAP-Söğütlüçeşme koridoru da, bir saatte her bir yöne taşınan 24.000 yolcusu ile görece yüksek bir yoğunluğa sahiptir (Excellence 2013). İstanbul'daki Metrobüs bu kapasiteye soluma şeritleri olmadan ulaşır. Çünkü karayolunun orta aksı üzerinde kendisine ayrılan özel şeritte yüksek hızda hareket edebilmektedir. Saatte her bir yöne 20.000'den daha az yolcu taşıyan diğer metrobüs koridorlarında ise yolculuk talebi çok daha azdır. Bu gibi sistemlerde duraklarda soluma şeridi bulunmadığından otobüslerin manevra kapasiteleri sınırlıdır.

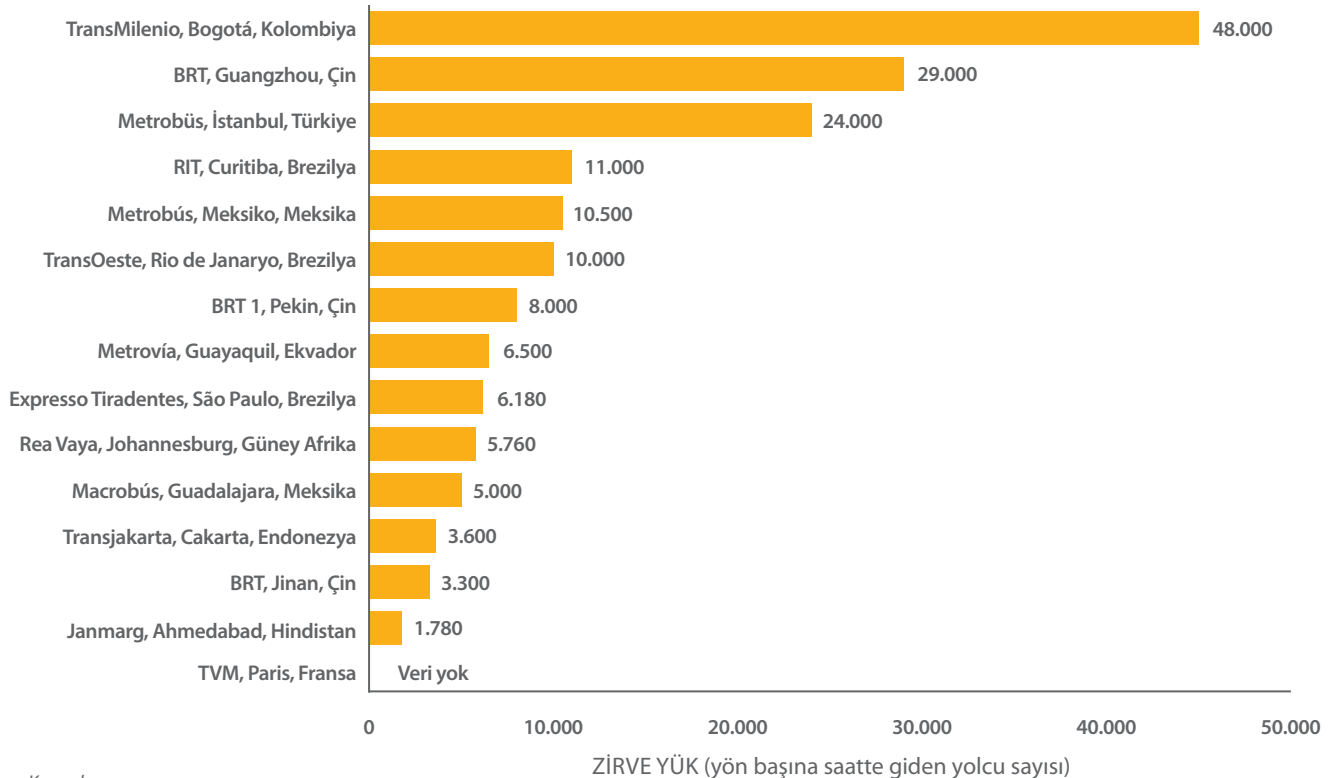
Şekil 2 Yolculuk Talebi



Metrobüs sistemlerindeki **ortalama hız** 14 km/sa. (örnek: Jinan) ile 40 km/sa. (örnek: İstanbul ve Rio de Jenario) arasında değişmektedir. Metrobüs tasarımlarında özel şerit kullanımı, yüksek platform tasarımı, ücretlerin binişten önce alınması, kapasitesi yüksek otobüsler, ekspres servis ve merkezi operasyon kontrolü gibi öğeler bir araya getirildiğinde hat hızları artış göstermektedir. İstanbul'daki metrobüs hattı ortalama 40 km/sa. hat hızıyla öne çıkmaktadır. Metrobüs koridorunun otoyol üzerinde özel şerit kullanılarak tasarlanması ve trafik ışık kontrollü kavşakların bulunmaması böylesine yüksek bir hıza ulaşılmasının ana sebeplerini oluşturmaktadır. Alternatif ulaşım tiplerinin performans ve maliyetlerinin karşılaştırıldığı Bölüm 3.4'te raylı sistemlerdeki hat hızlarının bir karşılaştırmasına yer verilmiştir.

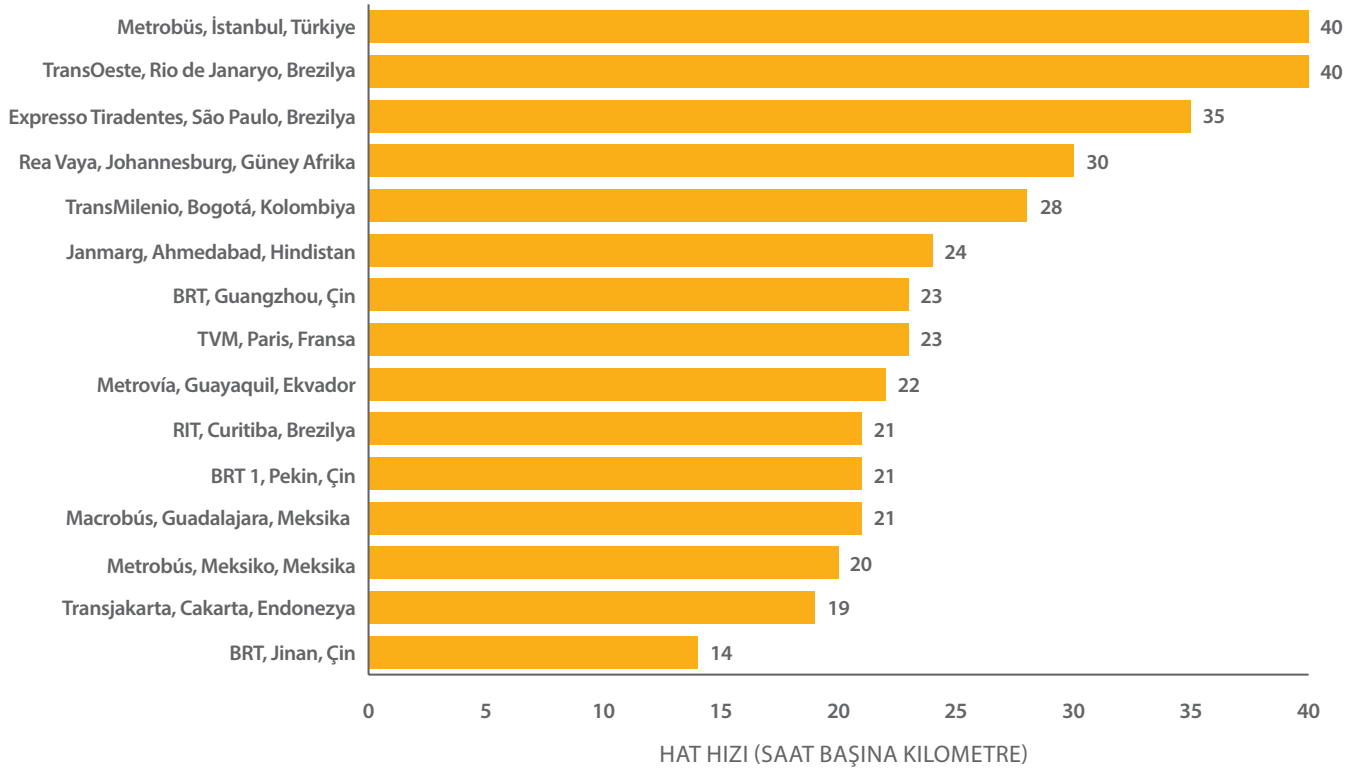
Ekvator Guayaquil'deki Metrovía koridoru, otobüs-km başına 13 yolcu ile en yüksek **işletme verimliliği** yakalanan koridordur. Johannesburg ise otobüs-km başına 2 yolcu ile en düşük verimliliğin görüldüğü koridordur (bkz. Şekil 5). Burada kaydedilen görece düşük işletme verimliliği bile karma trafikte hareket eden geleneksel otobüslerden iki kat daha verimlidir. Koridor yoğunluğu, yolculuk mesafesi, alternatif ulaşım biçimlerinin bulunurluğu ve bunların özellikleri gibi bazı dış faktörler işletme verimliliği üzerinde etkilidir. Bunun yanı sıra güzergâhın programlanma şekli (kısa/uzun, lokal/ekspres, radyal/diyametrik), asgari sefer aralığı ve doluluk oranı gibi iç faktörler de mevcuttur.

Şekil 3 Seçilen Metrobüs Sistemlerinin Zirve Yüğü (yön başına saatte giden yolcu sayısı)



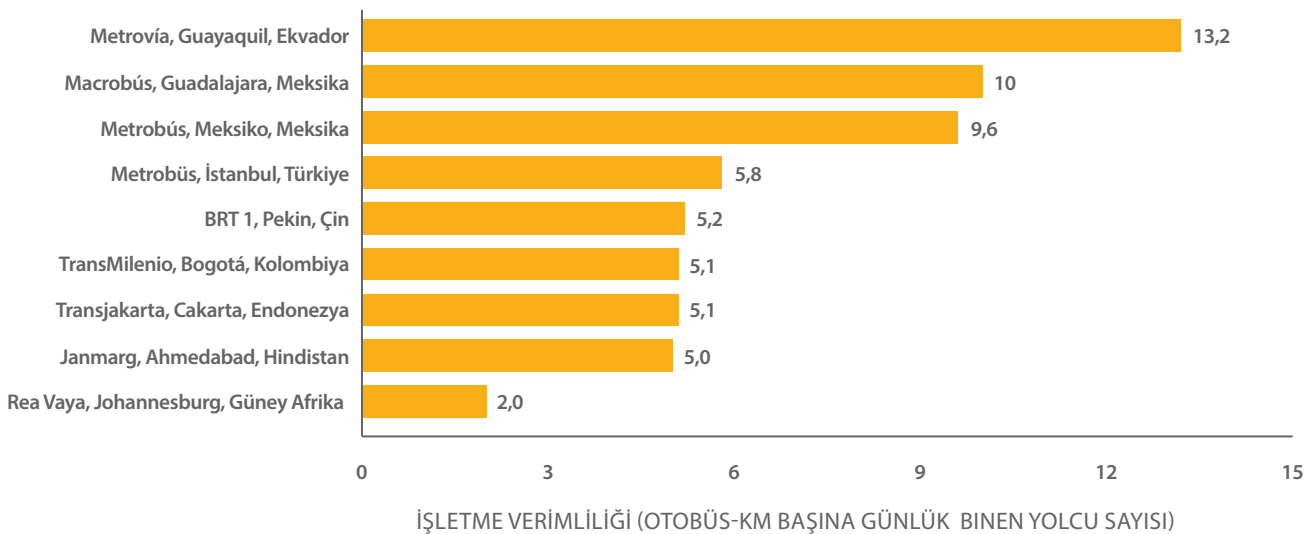
Kaynak:

BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, McCaul 2012; Wilson ve Attanucci 2010

Şekil 4 Seçilen Metrobüs Sistemlerinin Hat Hızı (km/sa)

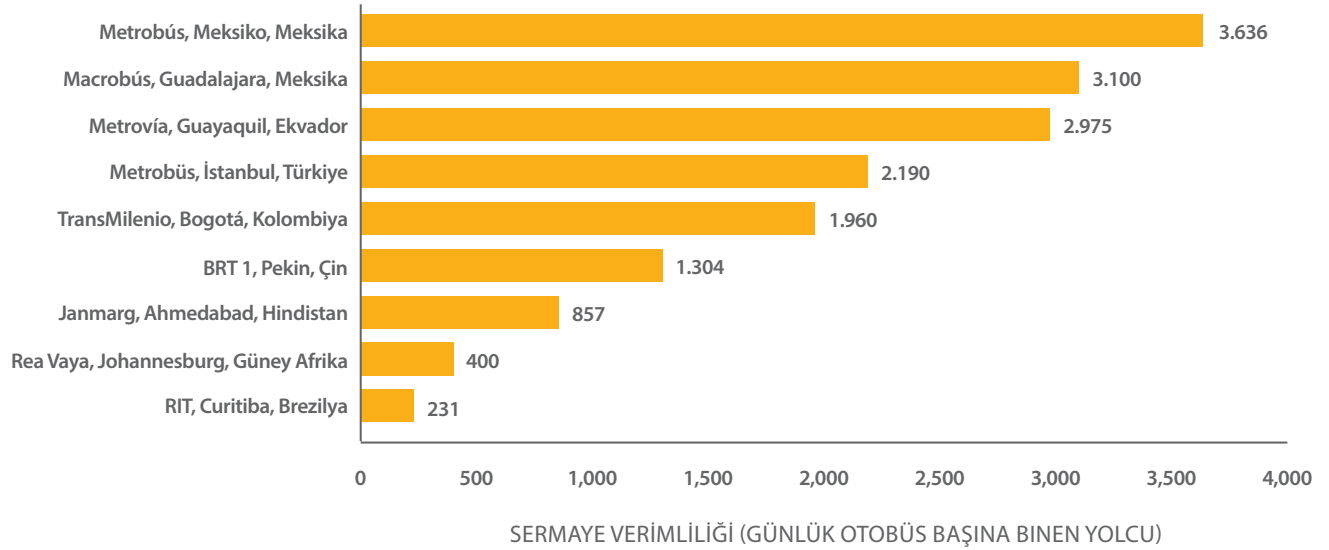
Kaynak:

BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, McCaul 2012; Wilson ve Attanucci 2010

Şekil 5 Seçilen Metrobüs Sistemlerinin İşletme Verimliliği (otobüs km başına binen yolcu)

Kaynak:

BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, McCaul 2012; Wilson ve Attanucci 2010

Şekil 6 Seçilen Metrobüs Sistemlerinin Sermaye Verimliliği (günlük otobüs başına biniş)

Kaynak:

BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, McCaul 2012; Wilson ve Attanucci 2010

Sermaye verimliliği (tek otobüsün günlük taşıdığı ortalama yolcu sayısı) açısından değerlendirildiğinde, Guadalajara'daki Macrobus ve Guayaquil'deki Metrovia koridorlarında hafta içi bir günde bir otobüs ile 3000'den fazla yolcunun taşındığı bildirilmektedir. Ahmedabad, Johannesburg ve Curitiba'da ise hafta içi bir günde tek bir otobüs ile taşınan yolcu sayısı 1000'den daha azdır (bkz. Şekil 6).

3.3 METROBÜS MALİYETLERİ

Metrobüs proje maliyetleri, gerekli yol çalışmaları (köprü veya tünel inşaatı vb.), koridor kapasiteleri (sollama şeritlerinin kullanımı vb.), koridor hattında bulunan ve hat inşaatının yenilenmesini gerektirecek diğer altyapı hizmetleri (su, elektrik, sanitasyon vb.) ve kullanılacak ekipmanların kalitesi (körüklü ve çift körüklü otobüsler, ücret toplama teknolojileri, ileri trafik kontrol sistemleri, yolcu bilgilendirme sistemleri vb.) gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. İşçilik ve yatırım maliyetleri gibi yerel şartlar da toplam maliyet üzerinde etkilidir. Daha geniş kapsamlı kentsel ulaşım projelerinin parçası olan metrobüs sistemlerinin

maliyetleri daha yüksek olmaktadır. Çünkü ara toplu taşıma sistemlerinin dönüştürülmesinin beraberinde getirdiği maliyetler de eklenmektedir.

Kilometre başına düşen yatırım ve işletme maliyetleri projeden projeye farklılık gösterse de, tamamlanmış metrobüs projelerinin maliyet tabloları tasarım aşamasındaki projeler için de geçerli olabilecek bir maliyet aralığı sunabilir. Yerel bağlam, teknik tasarım ve politika kararları metrobüs sistemlerinin nihai maliyeti üzerinde etkilidir. Ancak belediyeler metrobüs ve diğer ulaşım biçimlerini karşılaştırılırken bu maliyet aralığını hesaba katabilirler.

Metrobüs sistemlerinin maliyeti hesaplanırken kullanılan bazı ortak göstergeler vardır:

- **Yatırım maliyeti:** Altyapı (şeritler, duraklar), ekipman (yolcu bilgilendirme sistemleri, ücret toplama sistemleri) ve filo maliyetini kapsar. Bu sistemdeki ayrılmış şerit altyapısının uzunluğuna göre standardize olur. Genellikle kilometre başına hesaplanır.
- **İşletme maliyeti:** İşletme maliyetinin yanı

sıra genellikle otobüs, istasyon, durak ve altyapı bakım (örn. otobüs şeritlerinin bakımı) maliyetini de kapsar. İşletme maliyeti işletmeler tarafından genellikle yayımlanmaz. Bu nedenle buradaki karşılaştırmalarda işletme maliyetine yer verilmemiştir.

• **Ortalama yolculuk ücreti veya yıllık bilet**

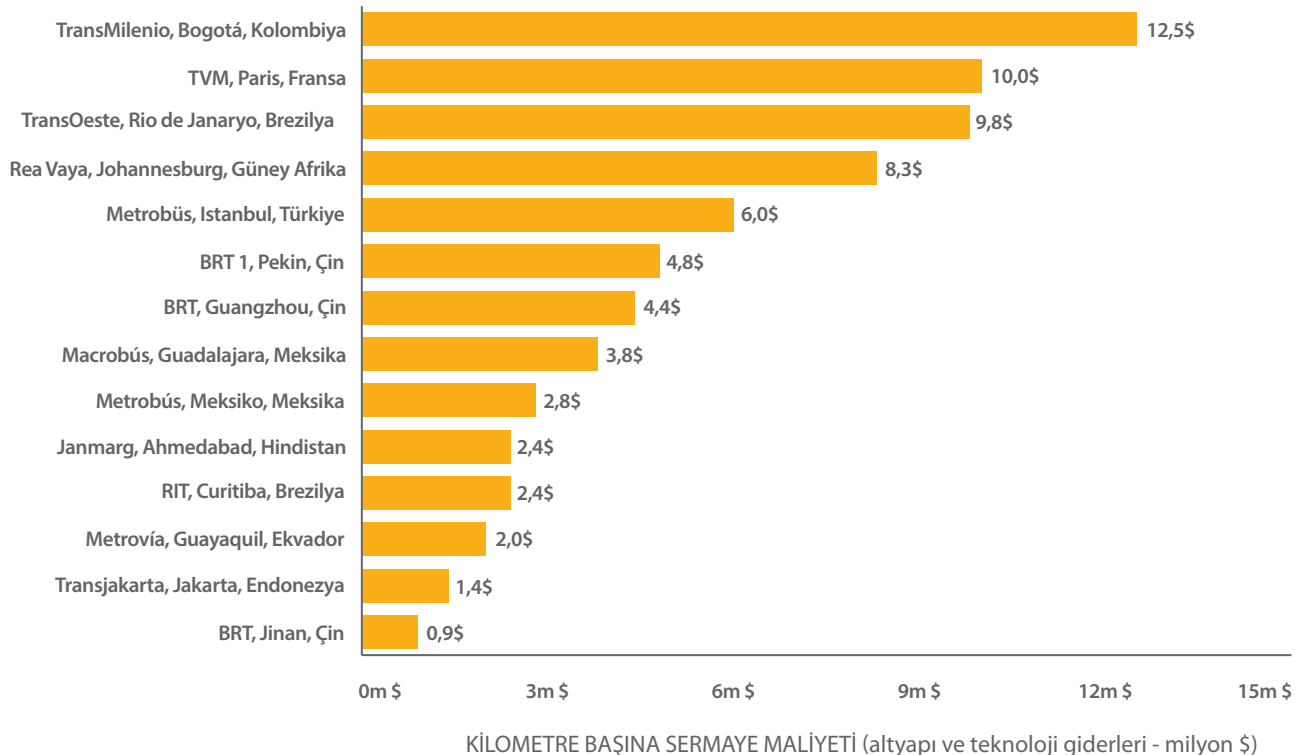
gelirleri: ortalama yolculuk ücreti vatandaşın metrobüs hizmetini alım gücünü ifade eder. Yıllık bilet geliri toplamı ise ortalama yolculuk ücreti ve yıllık yolcu sayısının çarpılması ile hesaplanır.

Metrobüs projelerinin **toplam maliyeti şerit** altyapısı, durak, otobüs, yolcu bilgilendirme ve ücret toplama teknoloji masraflarını içermektedir. Maliyetler kilometre başına bir milyon dolar (Jinan) ile 12,5 milyon dolar (Bogotá) ve üstü arasında değişmektedir (Şekil 7). Maliyetler ihtiyaç duyulan yol iyileştirmelerinin yanı sıra işçilik ve malzeme maliyetine bağlı olarak ülkeden ülkeye farklılık gösterir. Yol altyapısında önemli değişiklikler gerektirmeyen yeni metrobüs projelerinin

kilometre başına maliyetleri bir milyon ile 3,5 milyon dolar arasında değişmektedir. Buna karşılık bazı koridorlar tünel inşaatları, diğer altyapı hizmetlerinin yenilenmesi, sollama şeritlerinin eklenmesi vb. büyük değişiklikler gerektirmektedir. Böylesi büyük ihtiyaçların maliyetleri kilometre başına 3,8 ile 12,5 milyon dolar seviyesine çıkartmaktadır. Bu rakamların alternatif raylı sistem maliyetleri ile karşılaştırıldığında beşte bir ile üçte bir seviyesinde olduğu görülmektedir (UN HABITAT 2013). Raylı sistemlerin hızları bölüm 3.4'te karşılaştırılmaktadır.

Metrobüs sistemleri kamu ve özel sektör tarafından birlikte finanse edilebilir. Metrobüs sistemleri çoğu kez yerel yönetimler tarafından yerel ve harici (eyalet ya da ulusal) finansman kullanılarak inşa edilmiştir. Örneğin, Cakarta ve Pekin otobüsleri kamu tarafından finanse edilmiştir. Meksiko'daki filonun %20'si belediyeye aittir. Meksiko Belediyesi istasyon ve durakların inşası ve iyileştirilmesi için özel sektör ile imtiyaz sözleşmeleri imzalamıştır. Yine Meksiko'da ücret toplama makine

Şekil 7 Kilometre Başına Düşen Sermaye Maliyeti (\$/km)



Kaynaklar:

BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, McCaul 2012; Wilson ve Attanucci 2010

ve ekipmanları satın alınırken kamu finansmanı kullanılmıştır. Ekipmanın özel sektör tarafından karşılandığı ve geri ödemesinin bilet gelirleri ile yapıldığı başka sistemler de vardır.

2009 yılında iki kent harici metrobüs sistemlerinin çoğunda kişi başı **ortalama yolculuk ücreti** 0,80 dolardı. Bu iki kent sırasıyla 1,27 ve 1,33 dolar yolculuk ücreti ile Curitiba ve São Paulo'dur. Yolculuk ücretinin 0,40 doların altında olduğu sistemler (Pekin, Ahmedabad, Cakarta, Quito ve Meksiko) ise ya devlet desteği almış ya da mali sıkışıklık içindeki sistemlerdir. İşletme maliyetleri bilet gelirlerinden fazlaysa devlet desteğine ihtiyaç duyulur. Gelişmekte olan ülkelerdeki uygulamaların çoğunda devlet desteğine izin verilmez. Bu durum toplu taşıma üzerinde finansal açıdan bir baskı yaratır. Belediyelerin bu sorun için geliştirdiği çözümlerden biri performansını artırmak ve hizmet seviyesini düşürmektir. Hizmet kalitesinin artması genellikle işletme sübvansiyonlarını gerektirir.

3.4 ALTERNATİF ULAŞIM BİÇİMLERİNİN PERFORMANS VE MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Belediyeler herhangi bir ulaşım çözümüne karar vermeden önce alternatif ulaşım biçimleri arasında fayda-maliyet kıyaslaması yapmayı tercih ederler. Dolayısıyla, metrobüs sistemlerinin performans ve maliyetlerinin metro ve hafif raylı sistemler ile karşılaştırılması faydalı olacaktır².

3.4.1 Alternatif Toplu Taşıma Biçimlerinin Performans Karşılaştırması

Aynı toplu taşıma biçiminin uygulandığı farklı sistemlerde yolcu taşıma kapasitesi de farklılık gösterebilir. Yolcu taşıma kapasitesi o sistemin çalışma tasarımı ile doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle farklı ulaşım biçimlerini kıyaslarken tek bir değer değil, performans aralığı dikkate alınmalıdır. Ağır raylı sistemlerin çoğu metrobüs ve hafif raylı sistemlerden (HRS) çok daha yüksek bir performansa sahiptir (bkz. Tablo 2). Bununla birlikte, tasarımı ve işletme özellikleri iyi olan yüksek kaliteli metrobüs sistemleri de yüksek bir performansa erişebilir. Saatte her yöne 30.000'den daha az yolcunun taşındığı farklı ulaşım biçimleri arasında metrobüs



Tablo 2 Ulaşım biçimlerine göre zirve yük kapasitesi

Toplu taşıma biçimi	Kapasite aralığı (bir saatte ve tek yönde taşınan yolcu sayısı)	Kaynak
Standart otobüs	3.180 – 6.373	Vuchic 2005
Metrobüs (tek şeritli, sollama şeridi yok, örn: Meksiko Metrobús)	13.000'e kadar	Wright ve Hook 2007'den uyarlandı
Metrobüs (sollama şeridi, istasyonlarda birden fazla durak, örn: Bogotá, TransMilenio)	43.000 – 55.710	Hidalgo ve arkadaşları 2011
Hafif raylı	30.760'a kadar	Vuchic 2005'ten uyarlandı
Metro ve banliyö treni	52.500 – 89.950	Vuchic 2005

sistemlerinin performansı raylı sistemlere eşit veya bunlardan daha yüksek olabilmektedir (bkz. Şekil 8). Hangi toplu taşıma biçiminin en iyi seçenek olduğuna karar vermek nihayetinde koridordaki talebe, tasarım özelliklerine ve bütçeye (fark yaratan metrobüs tasarım ve hizmet özelliklerinin kullanılıp kullanılmayacağına) bağlıdır.

3.4.2 Alternatif Toplu Taşıma Biçimlerinin Maliyet Karşılaştırması

Performansı bakımından birbirine benzeyen farklı toplu taşıma biçimleri (örn. en fazla taşınan yolcu sayısı) kıyaslanırken maliyet de dikkate alınmalıdır. Ağır ve hafif raylı sistemler ile karşılaştırıldığında en pahalı metrobüs

Tablo 3 Toplu taşıma türlerine göre hat hızları

Toplu taşıma şekli	Hat hızı (km/sa.)	Kaynak
Standart otobüs	Trafik durumuna göre değişiklik gösterir	
Metrobüs (kent içi arter yol üzerinde ekspres servis olmadan örn: Meksiko Metrobús)	18 – 28	Metrobus 2010
Metrobüs (şehir dışında arter yol üzerinde ekspres servis ağırlıklı, örn: Rio de Janeiro Transoeste)	28 – 35	Rio Onibus 2012
Karayolu şeridini kullanan metrobüs hatları (kavşak yok, ekspres servis yok, örn: İstanbul Metrobús)	40 +	İETT, İstanbul, 2013
Hafif raylı	18 – 40	Vuchic 2007, s. 302
Ağır raylı (Metro)	20 – 60	Vuchic 2007, s. 305
Banliyö treni (örn: Meksiko, Tren Suburbano)	30 – 75	Vuchic 2007, s. 307

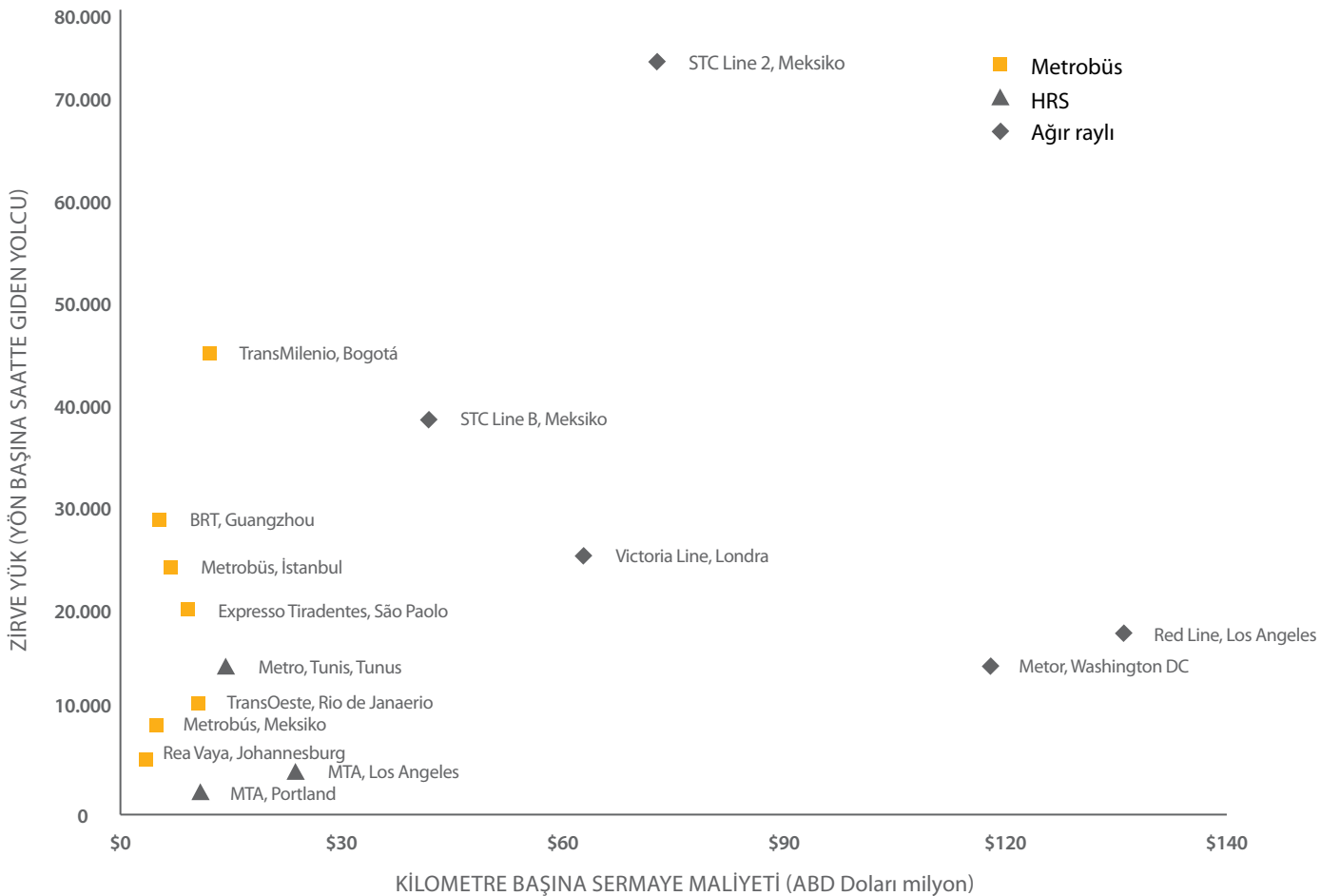
Tablo 4 Metrobüs ve raylı sistemlerin sermaye maliyeti karşılaştırması, 2006-2012 ABD FTA Destekleri

Ulaşım biçimi	Sermaye maliyeti aralığı (milyon dolar)	Sermaye maliyeti ortalaması (milyon dolar)
Metrobüs	3,5 – 567	36,1
Raylı sistemler	117 – 7.000	575,1

Kaynak: GAO 2012

sistemlerinin bile kilometre başına daha az bir sermaye maliyeti gerektirdiğini söylemek mümkündür (bkz. Tablo 8). ABD Sayıştay raporuna göre, 2006 ve 2012 yılları arasında eyalet bütçesinden para aktarılan toplu taşıma projeleri arasında metrobüs, raylı sistemlere oranla daha az bir sermaye yatırımı gerektirmiştir

(ABD Sayıştay 2012) (bkz. Tablo 4). Bunun sebebi metrobüs sistemlerinin filo maliyetinin daha düşük olması ve yol üzerinde yapılacak ufak bazı değişiklikler dışında başka bir maliyet – rayların döşenmesi gibi – gerektirmemesidir.

Şekil 8 Seçilen Ağır Raylı, Hafif Raylı ve Metrobüs Sistemlerinin Sermaye Maliyeti/Km ile Zirve Yük Karşılaştırması

Kaynak:

BRTdata.org 2013; ulaşım işletmecileri tarafından toplanan veriler, Flyvbjerg ve ark. 2008; Parkinson ve Fisher 1996

4. BÖLÜM

METROBÜSÜN KENTLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Yüksek kaliteli metrobüs sistemleri, kent içi toplu taşımadaki diğer uygulamalar gibi, kentli insanın yaşam kalitesi, üretkenliği, sağlığı ve güvenliği üzerinde etki yaratma potansiyeline sahiptir. Mevcut araştırma kapsamında bu etkiler, yolculuk süresi, çevresel etkiler, kamu sağlığı ve güvenliği ile kentsel gelişim gibi başlıklar altında ve çeşitli seviyelerde incelenmiştir. Söz konusu başlıklardaki iyileşmelerin incelendiği araştırmanın kısa bir özeti burada sunulmuştur.

Burada sunulan yolculuk süresi, çevre ve kamu sağlığı başlıkları, EMBARQ'ın fayda maliyet analizi metodolojisinde (bkz. Bölüm 5, Tablo 8 ve Tablo 9) yer almaktadır ve dört metrobüs uygulaması örneği bağlamında incelenmiştir.

4.1 YOLCULUK SÜRESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLER

Yüksek kaliteli metrobüs sistemlerindeki bazı tasarım öğeleri sayesinde yolcuların iniş ve biniş sürelerine ek olarak toplam yolculuk süreleri kısalmıştır:

- Yüksek platform: otobüs tabanı ile aynı yükseklikte durak platformları; yolcuların iniş ve binişte basamak tırmanmak ve inmek zorunda olmaması.
- Ücretlerin binışten önce alınması: ücretlerin otobüse binmeden ve genellikle durak girişlerindeki turnikelerde toplanması.
- Çok kapılı, yüksek yolcu kapasiteli otobüsler: binış için genellikle geniş ve birden fazla kapısı bulunan otobüsler.



Kendilerine ayrılan şerit üzerinde hareket eden metrobüsler diğer araç trafiğine karışmadan yüksek bir hat hızına ulaşırlar. Gelişmiş sinyalizasyon yönetimi ile kavşaklara yaklaşan metrobüsler için yeşil ışık geçişi sağlanarak yolculuk sürelerindeki gecikmeler asgari düzeye indirilebilir. Ayrıca seferlerin sıklaştırılması (bazı zamanlarda durağa saatte 60'tan fazla otobüs uğramaktadır) yolcuların durakta bekleme sürelerini en aza indirmektedir.

Trafikteki diğer araçların yolculuk sürelerinde de hissedilir bir değişim gözlemlenmektedir. Metrobüs hattı inşa edilirken koridordaki bütün kullanıcıların yolculuk süreleri uzayacaktır. Metrobüs projelerinde yol şeritlerinden birinin metrobüs şeridine dönüştürülmesi yaygın bir uygulamadır. Bu durum metrobüs dışındaki yol kullanıcılarına ayrılan yolun kapasitesini belirgin ölçüde düşürür. Bu nedenle karma trafik şeridini kullanan araçların yolculuk süreleri uzayabilir. Bununla birlikte metrobüs uygulamaları kaotik ve dağınık toplu taşıma düzenine son vermek için de iyi bir çözümdür. Kaldırım kenarında bekleyen yolcuları toplamak için adeta birbiriyle yarış içinde olan otobüs ve minibüsler yerine, yolun otobüslere ayrılmış orta şeridinde hareket eden, daha az sayıda, ama yüksek yolcu kapasiteli körüklü veya çift körüklü otobüslerle yolcu taşımak, trafiğin rahatlamasına ve dolayısıyla yolculuk sürelerinde genel bir iyileşmeye neden olacaktır.

Yürütülen çalışmaların sonuçları da bunu destekler niteliktedir. Örneğin Johannesburg'da Rea Vaya metrobüs hattını kullanan vatandaşların her yöne yolculuk süreleri 13 dakika azalmıştır. Yani yolculuk süreleri ortalama %10 ile %20 arasında azalmıştır

(Venter ve Vaz 2011). Rea Vaya hat hızının (30km/sa.) görece yüksek olması da bunda etkili olmuştur. Hat hızındaki artış sebebiyle metrobüs seferleri de sıklaşmıştır. Buna bağlı olarak Paris'te Tans-Val-de-Marne metrobüs hattında (20 km) taşınan yolcu sayısı %134 artmıştır (Heddebau ve arkadaşları 2010). Ahmedabad'daki Janmarg metrobüs hattında saatte 25 km'ye ulaşan ortalama hat hızı, normal şehir içi otobüs hatlarındaki hızı (13-15km/s) hayli geçmiştir (Zimmerman 2012, aylık CEPT raporları).

İstanbul Metrobüs hattında da yolculuk süreleri fark edilir oranda azalmıştır. Kentin Asya ve Avrupa yakasını İstanbul Boğazı üzerinden bağlayan D-100 karayolunun orta şeridini kullanmakta olan İstanbul Metrobüs koridorunun hat hızı 40km/sa.'dır. Bu hattı kullanan herhangi bir metrobüs yolcusu günde 52 dakika kazanmaktadır (Alpkokin ve Ergun 2012). Guangzhou Ulaşım Araştırma Enstitüsü verilerine göre Çin'deki Guangzhou metrobüs hattında da yolculuk süreleri ciddi şekilde azalmıştır (Guangzhou Ulaşım Araştırma Enstitüsü 2012). Ayrılmış özel şeritler üzerinde hizmet veren otobüslerin ortalama hızı 14km/sa.'ten 23km/sa.'e çıkmış, yani %84 artmıştır. Hat hızındaki bu artış, araç içi yolculuk süresini %29 oranında kısaltmıştır. Seferlerin sıklaştırılması (saatte 350 sefer) yolcuların durakta bekleme sürelerini %15 oranında azaltmıştır. Otobüslerin karma trafiğe girmeden kendilerine ayrılmış şerit üzerinde ilerlemesi diğer yol kullanıcılarının da yolculuk sürelerini olumlu etkilemiştir. Bu sayede koridor boyunca seyreden diğer vasıtaların hızı metrobüs hattının hizmete açılması ile birlikte 13,9 km/sa. ile 7,8 km/sa. arasında artmıştır.

Yolculuk sürelerinin kısılması yalnızca toplu taşımada



geçirilen sürenin azalması ile ilgili değildir. Daha verimli seyahat seçenekleri ile yolcular işyerlerine daha hızlı ulaşmaktadırlar. Böylece, uzun yolculuk süresince harcayacakları vakti daha fazla mesai yaparak veya kendilerine zaman ayırarak değerlendirebilirler. Dahası, yüksek kaliteli metrobüs sistemlerinin yolculuk süresi güvenilirliği üzerinde de olumlu bir etkisi vardır. Ayrılmış özel şeritlerde sık seferlerle hizmet veren metrobüs sistemleri – diğer bir deyişle sefer aralığının kısa olması – yolculuk sürelerinde kötü sürprizler yaşanmasını engeller. Yolcular yolculuk sürelerini daha güvenilir bir şekilde hesaplar ve gecikme stresi olmadan varmak istedikleri yere veya aktarma noktasına zamanında ulaşırlar. Ayrıca, duraklardaki yolcu bilgilendirme ekranlarından yapılan anlık sefer bildirimleri sayesinde yolcular beklerken geçirdikleri sürenin farkına varmamakta; işletmeciler de durağa zamanında yetişme stresi yaşamamaktadır. Bu durum kazaların azalmasına ve metrobüs sistemlerine duyulan güvenin artmasına katkı sağlar.

4.2 ÇEVRESEL ETKİLER

Metrobüs sistemleri, hem sera gazı emisyonlarını hem de kent genelinde hava kirliliğine sebep olan kirletici emisyonlarını azalttığı için çevre üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Toplam seyahat mesafelerinin (TSM) kısılması ve temiz araç teknolojilerinin kullanılması sonucunda trafikten kaynaklanan emisyonlar azalır. Özel araç kullanımından metrobüs kullanımına geçen yolcular toplam seyahat mesafesinin azalmasını sağlar. Benzer şekilde, metrobüs uygulamalarının çoğunda eski, çevreye zararlı ve düşük yolcu kapasiteli araçlar devre dışı kalır. Yeni, tek ve çift körüklü metrobüsler ise kilometre başına daha fazla yolcu taşımanın yanı sıra, en katı emisyon standartlarıyla bile uyumludur³.

4.2.1 Sera Gazlarının Azalması

Meksika, Kolombiya, Çin, Hindistan ve Güney Afrika'daki on bir metrobüs işletmesi, karbondioksit eşdeğeri (CO₂e) cinsinden azalan emisyonlarını kaydettirmişlerdir. Bu kayıtlar Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamında Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) veya diğer emisyon doğrulama mekanizmaları aracılığı yapılmaktadır. Aralarında 2000 yılında hizmete giren metrobüs hatlarının da bulunduğu bu on bir sistemin hizmette kalacağı 10-20 yıl içinde emisyonları 31,4 milyon ton CO₂e azaltması bekleniyor (Nelson, Nelson



Yüksek kaliteli metrobüs sistemleri, kent içi toplu taşımadaki diğer uygulamalar gibi, kentli **insanın sağlığı, güvenliği, yaşam kalitesi ve üretkenliği** üzerinde etki yaratma potansiyeline sahiptir.

Mevcut araştırma kapsamında bu etkiler, yolculuk süresi, çevresel etkiler, kamu sağlığı ve güvenliği ile kentsel gelişim gibi başlıklar altında ve çeşitli seviyelerde incelenmiştir.

ve Krujine 2012). Bu emisyon miktarı 6,5 milyondan fazla arabanın bir yıl içinde ürettiği sera gazı emisyon miktarına denktir (EPA 2013).

Çeşitli kentlerde yürütülen çalışmalar metrobüs sistemlerinin sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azalttığı sonucunu desteklemektedir:

- **Bogotá'da**, bir taraftan TransMilenio metrobüs hattının hizmete girmesi, diğer taraftan yeni yakıt kalitesi yönetmeliğinin uygulanması sayesinde yılda yaklaşık 1 milyon ton karbondioksit eşdeğeri emisyonun azalacağı tahmin ediliyor (Turner ve arkadaşları 2012).
- **Johannesburg'daki** Rea Vaya metrobüs uygulaması ile yılda 40.000 ton karbondioksit eşdeğeri emisyonun azalacağı tahmin ediliyor (JIKE 2012).
- **Meksiko'da** Metrobús Line 1 hizmete girdiğinde azalması beklenen emisyon miktarı yılda yaklaşık 27.000 ton karbondioksit eşdeğeri emisyonu

(INE 2006).

- Ara toplu taşımanın ve geleneksel otobüs hatlarının yeniden düzenlenmesi, **İstanbul** Metrobüsünde günde 167 ton karbondioksit eşdeğeri emisyonun azalmasına ve 240 ton-litreden fazla yakıt tasarrufu yapılmasına olanak sağlayacaktır (Alpkokin ve Ergun 2012).

4.2.2 Kirletici Emisyonlarında Azalma

Karbon monoksit ve partikül madde gibi havayı kirleten emisyonlar, hem çevreyi hem de kamu sağlığını tehdit eder. Eski ve düşük kapasiteli toplu taşıma araçlarının kullanımından vazgeçilerek metrobüs sistemlerinin kent içi duman, kirlilik ve insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ön plana çıkarılabilir. Kentlerde hava kalitesini olumsuz etkileyen kirleticiler her şeyden önce insan sağlığına zarar verir. Metrobüs uygulamalarının bu bağlamdaki olumlu etkileri 4.3'üncü bölümde kamu sağlığı başlığı altında incelenmiştir.

Tablo 5 Metrobüs sistemlerinin güvenlik üzerindeki etkileri

Şehir	Toplu taşıma türü		Koridor ve uzunluk (km)	Güvenlik üzerindeki etkisi/yıl/km (yüzde değişimleri parantez içinde verilmiştir)		
	Önce	Sonra		Maddi hasarlı kazalar	Yaralanmalı kazalar	Ölümlü kazalar
Meksiko ^a	Ara toplu taşıma (informal transit)	Tek şeritli metrobüs	Metrobüs Line 3 (17 km)	+7,5 (+%11)	-6,7 (-%38)	-0,3 (-%38)
Guadalajara ^b	Otobüs öncelikli şerit	Sollama şeridi bulunan metrobüs	Macrobüs (16 km)	-83,19 (-%56)	-4,1 (-%69)	-0,2 (-%68)
Bogotá ^c	Otobüs şeridi	Çok şeritli metrobüs	Av. Caracas (28 km)	yok	-12,1 (-%39)	-0,9 (-%48)
Ahmedabad ^d	Ara toplu taşıma	Tek şeritli metrobüs	Janmarg sistemi (49 km)	-2,8 (-%32)	-1,5 (-%28)	-1,3 (-%55)
Melbourne ^e	Geleneksel otobüs hattı	Araç kuyruğu atlama şeridi, trafik ışığı önceliği	SmartBus (Akıllı otobüs) Güzergâhları 900. 903 (88,5 km)	-0,09 (-%11)	-0,1 (-%25)	-0,03 (-%100)

Notlar: ^a Meksika Federal Bölge Yönetimi tarafından sağlanan veriler kullanılarak analiz edilmiştir; ^b Jalisco Karayolları ve Ulaştırma Bakanlığı ile Guadalajara Üniversitesi Kamu Sağlığı Bölümü tarafından sunulan veriler kullanılarak analiz edilmiştir; ^c TRANSMILENIO S.A. ile Bocarejo ve arkadaşlarının yürüttüğü çalışmalardan alınan veriler kullanılarak analiz edilmiştir; ^d Ahmedabad Çevresel Planlama ve Teknoloji Merkezi (CEPT) tarafından sunulan veriler kullanılarak analiz edilmiştir; ^e Kaynak: Goh ve diğerleri 2013;

Tablo 6 Metrobüs Uygulamalarının Güvenlik Üzerindeki Etkilerinin Ağırlıklı Ortalaması

	En iyi tahmin	%95 güven aralığı
Ana arterlerdeki metrobüs uygulamaları (Latin Amerika örnekleri)		
Ölümlü kazalar	-%47	(-%21; -%64)
Yaralanmalı kazalar	-%41	(-%35; -%46)
Bütün kazalar	-%33	(-%29; -%36)
Ana arterlerdeki metrobüs uygulamaları (Latin Amerika ve Hindistan örnekleri)		
Ölümlü kazalar	-%52	(-%39; -%63)
Yaralanmalı kazalar	-%39	(-%33; -%43)
Bütün kazalar	-%33	(-%30; -%36)

4.3 KAMU SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Ölümlü ve yaralanmalı yol kazalarının azalması, havayı kirleten zararlı emisyonlara daha az maruz kalınması ve metrobüs kullanıcılarının fiziksel aktivitesinin artması, hızlı otobüs taşımacılığı sistemlerinin kamu sağlığı üzerindeki olumlu etkileri arasındadır.

4.3.1 Yol Güvenliği Üzerindeki Etkileri

Metrobüs sistemlerinin yol güvenliği üzerindeki etkilerini değerlendiren çalışmaların sayısı diğer etkilerin değerlendirildiği çalışmalara kıyasla daha sınırlı sayıdadır. Buna rağmen, yakın zamanda gerçekleştirilmiş çalışmalar – ve hatta kent genelindeki kaza istatistikleri – metrobüs koridorlarının (trafik kazaları, yaralanma ve ölümlerin sıklığını azaltması sonucu oluşan) trafik güvenliği üzerindeki olumlu etkisini gözler önüne sermektedir. Bocarejo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2012), **Bogotá**'daki TransMilenio uygulaması ile birlikte sistemin çalıştırıldığı ana koridorların ikisi üzerindeki kaza ve yaralanma sayılarının azaldığı anlaşılmıştır. Dudata ve arkadaşları da (2012) Bogotá ile ilgili bu verileri desteklemekte ve Meksika **Guadalaraja** Macrobüs sisteminin trafik güvenliği üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Literatürde Avustralya'daki metrobüs sistemlerinin de yol güvenliği üzerindeki olumlu etkilerine dair bilgi bulmak mümkündür:

Melbourne'da SmartBus sisteminin hizmete girdiği caddelerde trafik kazalarında azalma kaydedilmiştir (Goh ve arkadaşları 2013).

Tablo 5'te Latin Amerika, Hindistan ve Avustralya'daki dört metrobüs sisteminin yol güvenliği üzerindeki etkileri ve kaza verilerinin bu rapor için gerçekleştirilmiş ek bir analizini değerlendirilmektedir. Dört metrobüs sistemi de hizmete girmelerinden sonra yol güvenliğinde anlamlı bir iyileşme sağlamıştır. Koridorların dördünde de ölümlü ve yaralanmalı kazalarda azalma ve biri hariç hepsinde (Meksiko) maddi hasarlı kazalarda düşüş tespit edilmiştir.

Özetle, Latin Amerika'da metrobüs sistemlerinin uygulandığı caddelerde ölümlü ve yaralanmalı kazalarda % 40; maddi hasarlı kazalarda ise %33 düşüş kaydedilmiştir. Hindistan **Ahmedabad**'daki Janmarg metrobüs hattı için de benzer olumlu etkilerden bahsetmek mümkündür. Buna göre, metrobüs sistemleri dünyanın neresinde olursa olsun benzer bir etkiye sahiptir. Tablo 6'da Tablo 5'te yer alan aynı metrobüs sistemlerinin yol güvenliği üzerindeki etkilerine dair ortalama tahminlere yer verilmiştir. Bu tahminlere ulaşmada kullanılan hesaplama yöntemleri EK A'da ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

Metrobüs uygulamaları sayesinde ölümlü, yaralanmalı

EMBARQ fayda-maliyet analizinde dikkate alınan hesaplamalar

- Yolculuk süresi üzerindeki etkiler
- Sera gazı emisyonunda azalma
- Hava kirletici emisyonlarda azalma
- Yol güvenliği üzerindeki etkiler
- Fiziksel aktivite üzerindeki faydalar

ve maddi hasarlı trafik kazalarından kaynaklanan maliyetlerin azalması, ekonomik açıdan da büyük bir fayda sağlamaktadır. En büyük fayda ölümlü kazalardaki azalmadır. Çünkü metrobüs sistemleri en fazla ölümlü kazaların azalmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca, ölümlü kazalar, yaralanmalı ve maddi hasarlı kazalara oranla çok daha yüksek bir maliyet doğurmaktadır. EMBARQ, fayda-maliyet analizi yaparken yol güvenliğinin ekonomik faydalarını ve kamu sağlığı üzerindeki diğer etkileri dikkate almaktadır. Bu yaklaşım Bölüm 13.1.2.1'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.3.2 Hava Kalitesi Üzerindeki Etkileri

Hava kirliliğinin zararlı etkileri, hem ortamdaki kirleticinin yoğunluğuna hem de maruz kalınma süresine bağlıdır. Metrobüsü kullanmaya başlayan vatandaşlar hava kirliliğine daha az maruz kalırlar. Bunun iki sebebi vardır:

- Kent genelinde veya metrobüs içindeki ortam havasında **kirlilik konsantrasyonu daha düşüktür;**
- Yolculuk sürelerinin kısılması, durakta bekleyen veya metrobüs içinde seyahat eden vatandaşların hava kirliliğine daha **kısa süre maruz kalmalarını sağlar.**

Metrobüs kullanıcılarının çoğu metrobüsten önce otobüs ve minibüs ile yolculuk yapmayı tercih etmekteydi (Investigaciones Sociales Aplicadas & CTS Meksiko 2007). Başta Latin Amerika olmak üzere bazı yerlerde özel minibüsler hizmetten kaldırılmış ve minibüs işletmecileri yeni kurulan metrobüs kurumuna geçmiştir. Eski araçların yerine gelen yeni otobüsler metrobüs koridorunda havayı kirleten emisyonların azalmasını yardımcı olur. Dolayısıyla akciğer rahatsızlıklarından kaynaklanan erken ölümler ve iş günü kayıplarının azalması gibi sağlık yararları da vardır.

Yapılan araştırmalar da bunu destekler niteliktedir. Örneğin, Meksiko'daki Metrobús Line 1, Insurgentes Caddesi boyunca metrobüs, normal otobüs ve minibüs içinde maruz kalınan karbon monoksit, benzen ve partikül madde (PM2.5) konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmıştır (Wöhrnschimmel ve arkadaşları 2008). Benzer şekilde Bogotá'daki TransMilenio uygulaması kükürt dioksit (SO₂) emisyonunu %43, azot oksit (Nox) miktarını %18 ve partikül madde miktarını %12 azaltmıştır

(Turner ve arkadaşları 2012). Metrobüs yalnızca otobüs içindeki karbon monoksit, benzen ve PM2.5 konsantrasyonunu azaltmakla kalmamış, aynı zamanda (normal otobüs ve minibüs ile kıyaslandığında) yolculuk süresinin daha kısa olmasından dolayı maruz kalınma süresini de düşürmüştür (Wöhrnschimmel ve arkadaşları 2008). Metrobüs Line 1 boyunca başta partikül madde olmak üzere diğer kirleticilerdeki azalma sayesinde yılda 6.000'den fazla iş günü kaybının, 12 yeni kronik bronşit olgusunun ve üç hayat kaybının önüne geçilebileceği tahmin edilmektedir. Tüm bunların maliyeti ise yıllık 3 milyon dolar olarak hesaplanmaktadır (INE 2006).

4.3.3 Fiziksel Aktivite Üzerindeki Etkileri

Metrobüs anketlerinde metrobüs kullanıcılarının büyük bir kısmının metrobüsten önce otobüs ve minibüs ile seyahat ettiği ortaya çıkmıştır (Investigaciones Sociales Aplicadas & CTS Meksiko 2007). Geriye kalan küçük bir kesimin ise metrobüsten önce özel araç ve taksileri, hatta çok az da olsa fiziksel aktivitenin yoğun olduğu diğer ulaşım türlerini (örn. yaya, bisiklet ve metro) tercih ettiği görülmüştür. Metro hariç diğer tüm motorlu ulaşım sistemleri arasında metrobüs (yürüme mesafeleri daha uzun olduğundan) fiziksel aktivitenin en yoğun olduğu ulaşım şeklidir (Meksiko Hane Halkı Ulaşım Anketi 2007). Diğer bir deyişle, metrobüs kullanıcıları, özel araç veya taksi kullanıcılarından çok daha fazla; otobüs ve minibüs kullanıcılarından ise biraz daha fazla yürümektedir. Çünkü metrobüs durakları normal otobüs duraklarından daha uzak aralıklarla kurulmaktadır. Sonuç olarak, metrobüsten önce hareketsiz ulaşım türlerini (otobüs, minibüs, araba, taksi) tercih edenlerin sayısı, hareketli ulaşım türlerini (yaya, bisiklet, metro)

tercih edenlerden daha fazladır. Bu nedenle metrobüsü kullanmaya başlayan vatandaşların fiziksel aktivitesinin artmasından bahsetmek mümkündür.

Meksiko ve Pekin örnekleri de metrobüs sistemlerinin fiziksel aktivite üzerindeki potansiyel faydalarını ortaya koymuştur. Meksiko, Metrobüs yolcuları günlük ortalama 2,75 dakika; Pekin metrobüs yolcuları ise 8,5 dakika daha fazla yürümektedir (Meksiko Hane Halkı Ulaşım Anketi 2007, EMBARQ Pekin Üniversitesi verileri analizi ve Pekin Yıllık Ulaşım Raporu 2007).

Metrobüs kullanıcılarının fiziksel aktivitesinin artması sağlık için de faydalıdır. Fiziksel aktivitenin artması ve sağlık çıktılarının iyileşmesi arasında güçlü bir ilişki vardır (CDC 1999). Nüfus genelinde fiziksel aktivite arttıkça hareketsizliğin getirdiği hastalıklardan (örn. diyabet, yüksek tansiyon, kalp-damar hastalıkları ve kanser türleri) kaynaklanan erken ölümlerin azalacağı tahmin edilmektedir. EMBARQ'nun yürüttüğü fayda-maliyet analizinde, Dünya Sağlık Örgütü'nün HEAT (Sağlık ve Ekonomik Etki Değerlendirmesi) modeli⁴ kullanılarak fiziksel aktivitenin artışının ölüm oranlarındaki düşüş üzerindeki etkisi ve bunun HİS (Hayatın İstatistiksel Değeri) kavramı üzerinden parasal değeri incelenmiştir (daha fazla bilgi için bkz. Bölüm 5.1 ve 13.1.3).

4.4 DİĞER ETKİLER

Metrobüs sistemleri, yolculuk süresi, çevre ve kamu sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra kentsel gelişim, arazi kullanımı, istihdam, suç oranları ve hatta vergi gelirleri üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Aşağıda ayrıntılı olarak açıklanan bu etkilerin geleneksel fayda-maliyet analizi ile hesaplanması





Metrobüs sistemlerinin kentsel gelişim, arazi kullanımı, istihdam, suç oranları ve vergi gelirleri üzerinde de olumlu etkileri vardır.

zordur. Bu nedenle bu etkiler EMBARQ'ın fayda-maliyet analizi metodolojisine dahil edilmemiş ve örnek çalışmalarda dikkate alınmamıştır.

4.4.1 Kentsel Gelişim Ve Emlak Üzerindeki Etkileri

Çalışmalar, kent içi ulaşım sistemlerindeki gelişmelerin arazi ve emlak üzerindeki olumlu etkilerini de ortaya koymaktadır. Bu etkiler genellikle emlak değerlerinin artması ve imar planının müsait olması durumunda daha yoğun arazi kullanımları şeklindedir (Cervero ve Kang 2011). Ulaşım altyapısına yönelik yatırımlar kısa vadede arazi değerlerinin artmasına ve uzun vadede ise arazi kullanımlarının değişmesine neden olur (Cervero ve Kang 2011).

Raylı sistemlerin erişilebilirliği artırması ile arazi değerlerinin yükseldiği ve arazi kullanımı modellerinin değiştiği belirgin örnekler vardır (Cervero ve Kang 2011, Rodriguez ve Mojica 2009). Raylı sistemlerdeki gibi kalıcı altyapı yatırımları gerektirmeyen ve de erişilebilirliği onun kadar artırmayan otobüs sistemlerinin ise, kentsel gelişim konusunda raylı sistemler kadar etkili olmayacağı görüşü bir süredir yaygındır.

Buna rağmen ayrılmış özel şeritler, kapalı ve korunaklı duraklar ve yüksek yolcu kapasiteli otobüsler gibi avantajlarının yanı sıra kent içi entegre ulaşım sisteminin de bir parçası olmayı başarabilen metrobüs sistemleri emlak değerlerini ve arazi kullanımlarını da etkileme potansiyeline sahiptir.

4.4.1.1 Arazi Bedellerindeki Değişimler

Hizmete giren yeni toplu taşıma hatlarında yolculuk sürelerinin kısalması ve hizmet kalitesinin artması genellikle arazi bedellerine de yansır⁵. Çünkü gerek vatandaşlar gerekse iş yeri sahipleri toplu taşıma duraklarına daha yakın olmak için bir bedel ödemeye hazırdır. Arazi bedelleri üzerindeki etkinin boyutu pazar dinamikleri, emlak türleri ve bulunduğu yer ile alakalıdır. Bu değişkenlere rağmen bazı eğilimlerin sabit olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin:

- Metrobüs duraklarına yakın arazilerin bedelleri daha yüksek olmasına rağmen, toplu taşıma hatlarına (duraklara değil) yakınlık konut seçerken genellikle tercih edilmeyen bir özelliktir (bkz. Tablo 7). Bu durum kentlilerin toplu taşıma duraklarına yakın olmak istedikleri, ancak ana yollarda yoğunlaşan trafik ve kirlilikten uzak durmak istedikleri şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 7 Metrobüs duraklarına yakınlık ve emlak değerleri arasındaki ilişkiyi inceleyen hedonik fiyat modeli sonuçları

Şehir	Emlak değerleri üzerindeki etkisi (mutlak değer, 2012 dolar)		Emlak değerleri üzerindeki etkisi (%)		"Durak bölgesi" tanımı	Kaynak
	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut		
Pittsburgh	+9.745	Yok	Yok		Metrobüs durağına 30 metre mesafedeki mülkün 300 metre mesafedeki mülk ile karşılaştırılması	Perk ve Catala 2009
Seul	+16,65 - +10.110 /m2	+1,8 - +732,5 /m2	+%3 - +%26	+%5 - +%10	150 metre mesafe (işyeri) 300 metre (konut)	Cervero ve Kang 2011
Boston	+525 /m2		+%7,6		Belirtilmemiştir	Perk ve arkadaşları 2012
Bogotá	+0,02 /m2		+%0,05		Durağa her 1 metre yakınlıkta	Pedromo 2011
Bogotá	+1704 - +1861	+26,6 - +84,8	+%268,7	+%5,8 - +%17	Metrobüs erişimi bulunan bölge	Pedromo Calvo ve arkadaşları 2007
Bogotá	yok		Yok	-%4,50	Duraklara 10 dakika yürüme mesafesinde	Munoz-Raskin 2010

- Duraklara yakınlık ticari iş yerlerinde hem bedel hem de yüzde artışı bakımından konutlara oranla daha olumlu bir etkiye sahiptir. Yani, (başta dükkân, mağaza sahipleri olmak üzere) işyeri sahipleri toplu taşıma duraklarına yakın olmayı, konut sahiplerinden daha fazla önemsemektedir.
- Bu konuyu inceleyen çalışmaların birçoğu hedonik fiyat modellerini temel alır. Hedonik fiyatlandırma modeli emlak bedellerini zaman dilimi içerisinde izlemeyen, enlemesine bir modeldir. Emlak bedellerini hem metrobüs uygulaması öncesinde hem de sonrasında inceleyen çok az çalışma vardır. Bunlar hedonik fiyat modelleri ile örtüşen sonuçlar ortaya koymuş ancak daha düşük katsayılar kullanmıştır (örn. emlak bedelleri üzerinde daha az etkilidir).

Pekin ve Bogotá'da yürütülen ve metrobüsün zaman içinde emlak bedelleri üzerindeki etkisini inceleyen çeşitli çalışmalara göre, toplu taşıma duraklarına yakın konumdaki emlak bedelleri % 1,8 ile % 2,3 aralığında yükselmiştir (Deng ve Nelson 2010, Rodrigues ve Mojica 2008). Tablo 7'de emlak bedelleri üzerindeki etkinin değerlendirilmesinde en çok kullanılan metodu – hedonik fiyat modeli – temel alan çalışmalar özetlenmektedir. Bu

çalışmalar genellikle, zaman serisi analizini temel alan çalışmalara oranla daha olumlu ve fark edilir etkiler ortaya koymaktadır.

Kore, **Seul**'de yeni metrobüs hatlarının hizmete girmesi ile birlikte arazi bedelleri de oldukça prim yapmıştır (Cervero ve Kang 2011). Emlak piyasaları, metrobüsün getirdiği erişebilirlik avantajını özellikle konut alanlarında paraya dönüştürebilmiştir. Örneğin, metrobüs duraklarına 300 metre mesafedeki konutların bulunduğu araziler %5 ila %10 arasında prim yapmıştır. Metrobüs duraklarına 150 metre mesafedeki işyerleri ve konut dışı araziler ise %3 ila %25 arasında prim yapmıştır. **Bogotá**'da TransMilenio'nun 2. Etap etkilerini inceleyen çalışma, metrobüs duraklarına yakın olan apartman dairelerinin metre kare fiyatının daha uzaktaki evlerin metre kare fiyatından daha yüksek olduğunu göstermektedir. Her beş dakikalık yürüme mesafesi uzaklık ise konut fiyatlarını %6,8 ile %9,3 arasında düşürmektedir (Rodrigues ve Targa 2004). Levinson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2002), kaliteli durak tasarımları ve otobüs şeridi altyapısı ile dikkat çeken **Brisbane** Güney-Doğu Otobüs Hattı pek çok devasa kentsel gelişim projesinin önünü açmıştır. Dolayısıyla istasyonlara yakın yerlerdeki konut fiyatları,

benzeri yerlerde bulunan ancak istasyonlara yürüme mesafesinden daha uzak konumdaki konutlara kıyasla %20 yükselmiştir.

Pek çok yerde metrobüs duraklarına yakınlığın emlak fiyatları üzerindeki etkisi olumludur. Ancak **Bogotá**'da yapılan bir çalışmada bunu aksi bir sonuç çıkmıştır. Munoz-Raskin (2010) çalışmadaki gizli değişkenleri kontrol ederken TransMilenio metrobüsüne 10 dakika yürüme mesafesindeki emlak fiyatlarının, şehrin diğer yerlerindeki emlak fiyatlarına kıyasla %4,5 daha düşük olduğunu fark etmiştir.

4.4.1.2 Arazi Kullanımındaki Değişimler

Metrobüs sistemleri, durağa yakın yerlerde imar tipinin – konut, iş yeri, dükkân, sanayi – ve yoğunluğunun da değişmesine öncülük eder. Koridordaki mevcut ulaşım taleplerine yanıt vermenin yanı sıra, erişilebilirlik ve yaya sayısındaki artış neticesinde durak çevresinde daha yoğun bir kentsel gelişim gözlemlenebilir. **Seul**'deki yeni metrobüs hatları yoğun konut alanlarına rağbeti artırmıştır (Cervero ve Kand 2011). Erişilebilirliğin artması Seul'de metrobüse yakın olan yerlerdeki müstakil konutların site ve apartman dairelerine dönüştürülmesini tetiklemiştir. Yolun orta aksını kullanan metrobüs koridoru hizmete girdikten sonra, metrobüs duraklarına 500 metre mesafedeki arazilerin yoğun konut projelerine doğru dönüşüm geçirme oranı (örneğin, müstakil evlerden site/rezidans projelerine), 500 metreden fazla uzaklıktaki arazilere göre daha fazladır. Durağa 400 metre mesafedeki arazilerin ise neredeyse hepsi sadece yoğun konut projeleri için kullanılmaktadır.

Kent içi toplu taşıma projelerinin olumlu getirilerini tespit edip bunları sayısal değerlere dökmek zordur. Özellikle de ulaşımında uzun vadeli ve dönüşümsel getirileri (mekânlar arası bağlantı ve erişilirlik gibi) tespit edip hesaplamak hiç kolay değildir. Ara toplu taşımanın baskın ve veri sunumunun zayıf olduğu, hızlı dönüşüm içindeki yerlerde, bu getirileri olduğu gibi tespit etmek mümkün olmayabilir. Örneğin, **Ahmedabad** Janmarg metrobüs ağı, kentin entegre ve ucuz toplu taşıma konsepti etrafında şekillenmesi için mükemmel bir fırsattır. Janmarg metrobüsü erişim güvenliği, yayalaştırma ve kamusal alanların unutulmadığı daha geniş bir ulaşım ağının parçası olarak, kentin kucaklayıcı bir yapı kazanmasına yardımcı olacaktır.

4.4.2 İstihdam Üzerindeki Etkiler

Metrobüs sistemlerinin inşası, işletilmesi ve bakımı iş fırsatları yaratabilir. İstihdam edilen insan sayısı artabilir veya çalışanlar iş veya sektör değiştirebilir. Metrobüs sistemleri çoğu durumda, kayıtlı ekonomide yeni iş imkânları yaratarak mevcut geleneksel toplu taşıma sistemindeki kayıtdışı istihdamı engeller.

TransMilenio uygulamasının istihdam üzerindeki etkisi olumludur. Sistemin işletilmesi sürecinde istihdam edilen kadrolu kişi sayısı 1,900 ila 2,900 arasındadır. İnşa sürecinde ise her ay 1,400 ila 1,800 civarında kişi sözleşmeli olarak istihdam edilmiştir. İstihdamdaki bu net kazanç I. ve II. Etaplar arasında kaldırılan geleneksel otobüs hatlarına rağmen elde edilmiş bir net kazançtır. Ayrıca kayıtlı sektörde yeni iş imkânları yaratılarak geleneksel sistemdeki kayıtdışı istihdam engellenmiştir.



Johannesburg, Rea Vaya metrobüs hattı hizmete girmeden önce minibüs ve taksi şoförü olarak çalışan kişiler, 1A Etapı tamamlandıktan sonra Rea Vaya hattında otobüs şoförü olarak çalışmaya başlamıştır. Yıllık kazançları iki katın üzerine çıkan şoförler, kayıtlı istihdamın getirdiği diğer avantajlardan da faydalanmışlardır (McCaul 2012). Rea Vaya otobüs işletmelerinde (şoför ve idari kadro), duraklarında (danışma, bilet satış, temizlik ve güvenlik elemanı) ve belediyenin metrobüs birimlerinde çalışan kişi sayısı 780'in üzerindedir (McCaul 2012). Etap 1A inşası sürerken 15.000'den fazla (kişi başı en az 55 kesintisiz iş günü anlamına gelmektedir) kişi inşaat sürecinde görev almıştır.

4.4.3 Suç Oranları Üzerindeki Etkiler

Durak aydınlatmaları, güvenlik elemanları, otobüs içi ve durak içi güvenlik kameraları, durak etrafı yaya aydınlatması sayesinde metrobüs sistemleri hizmet verdikleri bölgelerde güvenli bir ortam temin etmektedir. Bogotá Emniyeti Asayiş Bürosu istatistiklerine göre, TransMilenio uygulaması öncesi (1999-2000) ve sonrası (2001-2002) dönemde Caracas Caddesi civarında suç oranları %85 azalmıştır (TransMilenio 2008). Analistler suç oranlarındaki düşüşün ekonomik faaliyet ve hareketteki artış ve iyileşen düzenle ilişkisi olduğunu düşünmektedir.

Diğer taraftan kalabalık duraklarda ve metrobüslerde yankesicilik gibi basit suçların artabileceği düşünülmektedir. Bogotá'da TransMilenio sisteminde

işlenen basit suçlar kullanıcılar tarafından hâlâ önemli ve giderek büyüyen bir sorun olarak algılanmaktadır.

4.4.4 Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkiler

Bogotá'da ulaşım sektörü imtiyaz sözleşmeleri ile resmiyet kazanmıştır. Bu, gerek yerel gerekse merkezi yönetim için önemli bir vergi gelirdir. TransMilenio özel otobüs işletmelerinin bilançosuna göre, işletmelerin 2005 ile 2008 yılları arasında ödediği gelir vergisi 32,158 milyar pezo ve diğer vergiler toplamı (tahsil edilemeyen KDV, satış ve sanayi vergileri, taşıt vergileri vb.) 17,476 milyar pezodur. Bahsi geçen gelirler TransMilenio öncesinde tespit ve tahsilatı yapılamayan gelirlerdir.





FAIXA
EXCLUSIVA
BRT
↓



TRANSOESTE

D86835

LLR-3248

5. BÖLÜM

METROBÜS ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE EMBARQ YAKLAŞIMI

4. Bölüm'de de açıklandığı gibi, metrobüs projeleri toplam yolculuk süreleri, kamu sağlığı, çevre ve arazi kullanımı gibi alanlarda olumlu etkiler yaratabilir. Buna karşın, diğer tüm ulaşım alternatifleri gibi metrobüs sistemlerinin de bir takım (inşaat, işletme, bakım vb.) gider kalemleri vardır. Metrobüs projeleri ile ilgili sağlıklı kararlar verilebilmesi için tüm getiri ve maliyetlerin detaylı bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Tercihen, projeler hayata geçirilmeden önce tüm alternatiflerin fayda-maliyet analizleri yapılmalıdır. Ancak çoğu kez hiçbir analiz yapılmadığı veya yapılan analizlerin yetersiz kaldığı görülmektedir. Bazı hükümet programları ve çok taraflı finansman programları etki analizi⁷ (çoğunlukla da bir fayda-maliyet analizi) yapılmasını tavsiye etmekte veya gerektirmektedir. Bu raporda da böyle bir yaklaşım benimsenmiştir.

5.1 FAYDA-MALİYET ANALİZİ

Fayda-maliyet analizinde (FMA) toplumsal ve özel maliyetler ile tüm sosyal getiriler göz önünde bulundurulmaktadır (Harberger ve Jenkins 2002; Gramlich 1997; Boardman ve arkadaşları 2006). FMA yöntemi ile finansal ve pazar giderlerinin yanı sıra dışsallıklar (externalities) ile para cinsinden ifade edilmesi güç olan maliyetler de hesaba katılmaktadır. Böylece, her proje için yerel yönetimlerin karar verme süreçlerinde kullanabileceği net fayda değerini (fayda eksi maliyet) hesaplamak mümkün olmaktadır. Bu nedenle fayda-maliyet analizi ulaşım otoritelerince kabul gören bir uygulamadır. Sosyal etki değerlendirmesi (Thynell ve arkadaşları 2009; Arora 2007) ve çok kriterli analiz (Department for Communities and Local Government 2009 ve Munior 2011) gibi önerilen başka alternatif

proje değerlendirme metotları da vardır. Ancak bunlar çok fazla kabul görmemiştir. Fayda-maliyet analizi ise ulaşım politikalarının değerlendirilmesinde öncelikli yaklaşım olarak kullanılmaya devam ettiğinden, bu raporda da fayda-maliyet analizinden faydalanılmıştır.

EMBARQ bu raporda incelenen dört örnek metrobüs sistemi için aynı FMA yöntemini kullanmıştır. Bu metot metrobüsün etkilerinin değerlendirildiği kabul görmüş ulaşım planlama ve analiz metotlarını da kapsar. Toplanan veriler ışığında elimizden geldiğince kapsamlı bir analiz yaptık ve varsayımlarımızı olabildiğince ayrıntılı bir şekilde açıkladık. Veri eksikliklerini ise elimizdeki veriler ve istatistiki hesaplama yöntemlerini kullanarak gidermeye çalıştık. Bu yaklaşımın bir takım kısıtlamaları olduğunu ve sonuçlarımızın bu sınırlar içinde değerlendirilmesi gerektiğini belirtmek istiyoruz. Buna karşın, sonuçlarımızın özellikle yerel yönetimler için oldukça faydalı olacağına inanıyoruz. (Kullandığımız FMA yöntemi ve varsayımlarımız Ek A'da – EMBARQ'ın Metrobüs Etkilerini Değerlendirme Metodu – ayrıntılı olarak sunulmaktadır. Her bir metrobüs örneği incelenirken kullanılan varsayımlar Ek B-E'de verilmiştir).

Fayda-maliyet analizinde kullandığımız başlıca üç göstergiyi şöyle özetleyebiliriz:

- **Net bugünkü değer (NBD):** Ulaşım projelerinin maliyet ve getirileri uzun yıllara yayılmaktadır. Bu nedenle, yatırımların ekonomik ömrü boyunca sağladığı getiri ve giderlerin bugünkü değeri belli bir iskonto kullanılarak hesaplanır. Hesaplanan net bugünkü değer (NBD) sıfırdan büyük olması, söz konusu projenin net getiri sağlayacağını gösterir.
- **Fayda-maliyet oranı (FMO):** Yatırımın faydalı ömrü boyunca sağlayacağı getirilerin şimdiki değerinin, yapılacak harcamaların şimdiki değerine oranlanması ile bulunur. FMO değerinin birden büyük olması, söz konusu projenin getirilerinin giderlerden yüksek olduğunu gösterir.
- **İç getiri oranı:** Proje getirilerinin bugünkü değerini, giderlerin bugünkü değerine eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanır. Bu oran yatırım projelerinin ne kadar cazip olduğunu gösterir. Kamu yatırımları için, iç getiri oranı sermaye maliyetinin üzerinde olmalıdır.

Tablo 8 Metrobüs Örneklerindeki Maliyet Kalemleri

	Bogotá	Meksiko	Johannesburg	İstanbul
Planlama maliyeti	X	X	X	
Arsa istimlak bedeli	X			
Altyapı inşaat maliyetleri	X	X	X	X
Ekipman maliyeti (filo, ücret toplama sistemleri)	X	X	X	X
Otobüs işletme ve bakım giderleri	X	X	X	X
Altyapı çalışmaları ve bakım giderleri	X	X	X	X
Hurda bedeli	X	X	X	X
Yerleşik işletmeciler ile yapılan pazarlık ve görüşmelerden kaynaklanan giderler			X	X

Tablo 9 Metrobüs Örneklerindeki Maliyet Kalemleri

	Bogotá	Meksiko	Johannesburg	İstanbul
Yolculuk sürelerinde kısalma	X	X	X	X
Hususi araç işletme maliyetlerinin azalması			X	X
Toplu taşıma işletme maliyetlerinin azalması	X	X	X	
CO2 emisyonlarında azalma	X	X	X	X
Yol güvenliği üzerindeki olumlu etkiler	X	X	X	X
Hava kirleticilerine maruziyetin azalması	X	X		
Fiziksel aktivitenin artması	X	X	X	X

EMBARQ'ın FMA yöntemi ile metrobüs projelerinin tipik maliyet kalemleri ve 4. Bölüm'de tanımlanan faydaların çoğu değerlendirilmektedir. Veri kaynaklarının güvenilir olduğu noktalarda bu kalemler incelenmek üzere FMA'ya dahil edilmiştir.

5.2 DAĞILIMSAL ANALİZ

FMA karar süreçlerini yönlendirebilecek güçlü bir araç olmasına rağmen bu metot genellikle dağılımsal bir analiz içermez. Bu anlamda EMBARQ'ın kullandığı yöntem geleneksel FMA analizinin bir adım ötesine geçerek metrobüs projelerinin farklı gelir grupları üzerindeki etkilerini de değerlendirmektedir. Böylece projeden kazanç ve kayıp sağlayan gelir grupları tespit edilebilmektedir. Bunu yaparken gelir tabakalarına göre fayda-maliyet oranının yanı sıra net faydanın (fayda eksi maliyet) sosyoekonomik gruplar arasındaki dağılımı da dikkate alınmaktadır. EMBARQ'ın dağılımsal analiz

metodu ile ilgili ayrıntılı bilgi 13.1.4'üncü bölümde EK A'da sunulmuştur.

Bazı analistler, fayda-maliyet analizi yapılırken projelerin ve kararların en belirgin etkilerinin yanı sıra dağılımsal etkileri de içerecek şekilde genişletilmesi gerektiğini düşünmektedir (örneğin, bkz. Avustralya Hükümeti 2006 veya Jerkins, Kuo ve Harberger 2011). Bu raporda mevcut veriler ışığında bir konuyu – metrobüs hatlarının farklı gelir grupları üzerindeki getirileri – mercek altına aldık. Bununla birlikte daha geniş ve detaylı bir bakışa gerek duyulduğunun farkındayız. Yine de mevcut uygulama ile kıyaslandığında bu yaklaşımın ileriye doğru atılmış bir adım olduğunu söylemek mümkündür. Metrobüs sistemlerinin fayda ve maliyet analizinde dağılımsal öğelerin önem arz ettiğini kabul ediyor bunların hesaplanmasını açıkça savunuyoruz.

5.3 METROBÜS ÖRNEKLERİNİN SEÇİMİ

Bu rapor mevcut veriler ışığında Bogotá (Kolombiya), Meksiko (Meksika), Johannesburg (Güney Afrika) ve İstanbul'da (Türkiye) uygulanan metrobüs projelerinin toplum üzerindeki net getirilerini değerlendirmektedir (bkz. Tablo 10). Rapordaki örnek metrobüs sistemleri EMBARQ'ın yerel ulaşım otoriteleri ile olan güçlü ilişkilerine ve uzun yıllara dayanan proje tecrübesine dayanarak seçilmiştir. Seçilen metrobüs örneklerinin dünyanın farklı coğrafyalarından olmasına özen gösterilmiştir. Seçilen dört örnek proje dört kıtada gelişmiş ve gelişmekte olan kentlerdeki metrobüs sistemlerinin getiri ve giderleri hakkında bilgi vermektedir. Bu örneklerin temsil ettiği çeşitlilik bugüne kadar metrobüs ve yüksek kaliteli otobüs koridorlarının hizmete açıldığı 160'tan fazla kentteki farklı uygulamalara ışık tutmaktadır (BRTdata.org 2013).

Metrobüs örneklerini seçerken hakkında yeterli veri bulunan metrobüs sistemlerinin seçilmesine dikkat edilmiştir. Fayda-maliyet hesaplamalarında doğru ve kapsamlı veri toplama ve şeffaf veri yönetimi uygulamaları temel alınır. Bu raporda incelenen metrobüs sistemlerindeki fayda ve maliyet verileri uygulayıcı ulaşım otoritesi tarafından toplanmış ve yayınlanmıştır.

Tablo 10 Seçilen Dört Metrobüs Sisteminin Genel Özellikleri

	Bogotá, Kolombiya	Meksiko, Meksika	Johannesburg, Güney Afrika	İstanbul, Türkiye
Şehir nüfusu ^a	7,3 milyon	9 milyon	4,4 milyon	10,9 milyon
Metrobüs sistemi	TransMilenio	Metrobús	Rea Vaya	Metrobüs
Çalışmanın kapsamı	I. ve II. Etap	Line 3	Etap 1A	İlk 4 etap
Hizmete açılma yılı	2000	2011	2009	2007
Günlük yolcu sayısı ^b	1,6 milyon	123.000	40.000	600.000 ^c

Notlar: ^a Şehir nüfusedir. Büyükşehir alan nüfusu değildir. Kaynak Planlama Bakanlığı, 2011; <http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/>; CoJ 2013b; www.metropolis.org

^b Burada belirtilen günlük yolcu sayıları sistemin tamamına ait değildir. Yalnızca incelenen kısımdaki yolcu sayılarıdır.

^c İETT'nin yayımlandığı günlük yolcu sayısı 750.000'dir. Ancak İstanbul Metrobüs örneği incelenirken daha muhafazakar bir tahmin kullanılmıştır (günlük 600.000 yolcu sayısı).

6. BÖLÜM

ÖRNEK ÇALIŞMA: TRANSMILENIO ETAP 1 VE 2 BOGOTÁ, KOLOMBİYA

6.1 TEMEL BULGULAR: TRANSMILENIO ETAP 1 VE 2

EMBARQ'ın Bogotá'daki TransMilenio uygulamasının ilk iki etabı üzerine gerçekleştirdiği fayda maliyet analizinden çıkan sonuçlar şunlardır:

- Sistemin en önemli iki faydası aktarma yapan yolcular için yolculuk sürelerinin kısılması (zaman tasarrufu) ve geleneksel otobüs hatlarındaki otobüs sayısının azaltılması sonucunda işletme giderlerinin azalması olmuştur.
- TransMilenio'yu en çok dar ve orta gelir grubu tarafından kullanmaktadır.
- Sistemin faydalarından en çok dar gelirli tabaka yararlanmaktadır. Maliyetler ise, Kolombiya'nın vergi düzenlemesi

doğrultusunda büyük oranda üst gelirli tabaka tarafından karşılanmıştır.

6.2 BOGOTÁ VE TRANSMILENIO HAKKINDA BİLGİLER

Kolombiya'nın başkenti Bogotá 7,3 milyon nüfusu ile bölgenin en yoğun nüfusa (kilometrekare başına 21,3 kişi) sahip yerlerinden biridir (Planlama Bakanlığı 2011). Bogotá'nın toplu taşıma sistemi özel otobüs işletmeleri tarafından çalıştırılmaktadır. Özel firmalar belediye ve bakanlıktan (Trafik ve Ulaştırma Bakanlığı) aldıkları izin ile farklı otobüs güzergâhlarında hat işletmektedir. Bu izinler firmalara sadece belirli bir güzergâhta otobüs işletme yetkisi verir. Bunun dışında, işletme kural ve şartlarını belirlemez veya belediye ve firmalar arasında

imzalanmış bir sözleşme niteliği taşımaz. Trafik ve Ulaştırma Bakanlığı'nın ulaşım sistemini gerektiği gibi yönetebilecek kurumsal kapasiteden yoksun olması özel işletmelerin kentte politik açıdan güçlenmesine zemin hazırlamıştır (Ardila 2004).

Bu işletmeler kendilerine ait bir filoyu işletmek zorunda değildir. Bunun yerine, toplu ödeme ve aylık sabit kira bedeli karşılığında otobüs sahiplerine güzergâh üzerinde otobüslerini çalıştırma ve bundan kâr etme izni verilmektedir (Bogotá Ticaret Odası 2006). İzni elinde bulunduran özel işletmeler gelirlerini artırmak için güzergâhları mümkün olduğunca fazla sayıda otobüs sahibine kiralamaktadır. Bunun neticesinde güzergâhta gereğinden fazla otobüs biriktirmektedir.

Diğer taraftan otobüs sahipleri ile otobüs şoförleri arasında resmi bir iş sözleşmesi yoktur. Şoför, otobüsü belirli bir güzergâhta çalıştırması karşılığında satılan bilet üzerinden komisyon alır. Nadiren de olsa bazı otobüs şoförleri aynı zamanda otobüsün sahibidir. Bu durumda otobüs şoförleri daha fazla yolcu taşımak için birbiriyle kıyasıya bir rekabet içine girmektedir. Buna bir de fazla otobüs sayısı eklenince, hem şoför hem de otobüs sahiplerinin bu işten kârı düşmektedir. Bunun başka yan etkileri de vardır. Örneğin, tehlikeli sürüş, otobüs başına yolcu sayısının az olması, trafik sıkışıklığı, uzun yolculuk süreleri, kirletici emisyonunun artması, yol sathındaki yıpranma ve çatlaklar ile beklenenin altında yatırım geri dönüşü. Daha somut olmak gerekirse 1999-2005 yılları arasında yasal

hizmet veren otobüs sayısı 16.500 olarak kalsa da, günlük taşınan yolcu sayısı 5 milyondan 4 milyona kadar düşmüştür (Cal y Mayor ve Duarte Guterman 2006; Ardila 2007).

2000-2001 yılları arasında kentin en önemli toplu taşıma koridoru olan Avenida Caracas'ta ve buna ek olarak, iki koridorda daha TransMilenio metrobüsü hizmete girmiştir. Bu yeni sistem mevcut durumu kökten değiştirmekle kalmayıp yeni bir kurumsal düzenlemeyi de beraberinde getirmiştir. Belediye meclisi, hisselerinin tamamı (%100'ü) belediyeye ait olan TransMilenio S.A. şirketini kurmuştur. Şirketin kurulması toplu taşıma sisteminin düzenlenmesine yeni bir soluk getirmiş, TransMilenio S.A.'nın, ortağı olan Trafik ve Ulaştırma Bakanlığı'ndan daha yüksek maaşlar ödemesine izin verilmiştir. Sonuç olarak, her ne kadar doğrudan bir rekabet olmasa da, TransMilenio daha eğitimli personeli kendisine çekmiş ve sistemin gereğince yönetildiği daha güçlü bir kurum yapısı oluşturulmuştur. Şu an metrobüs sistemi TransMilenio S.A.'nın, geleneksel otobüs sistemi ise bakanlığın denetimi altındadır.

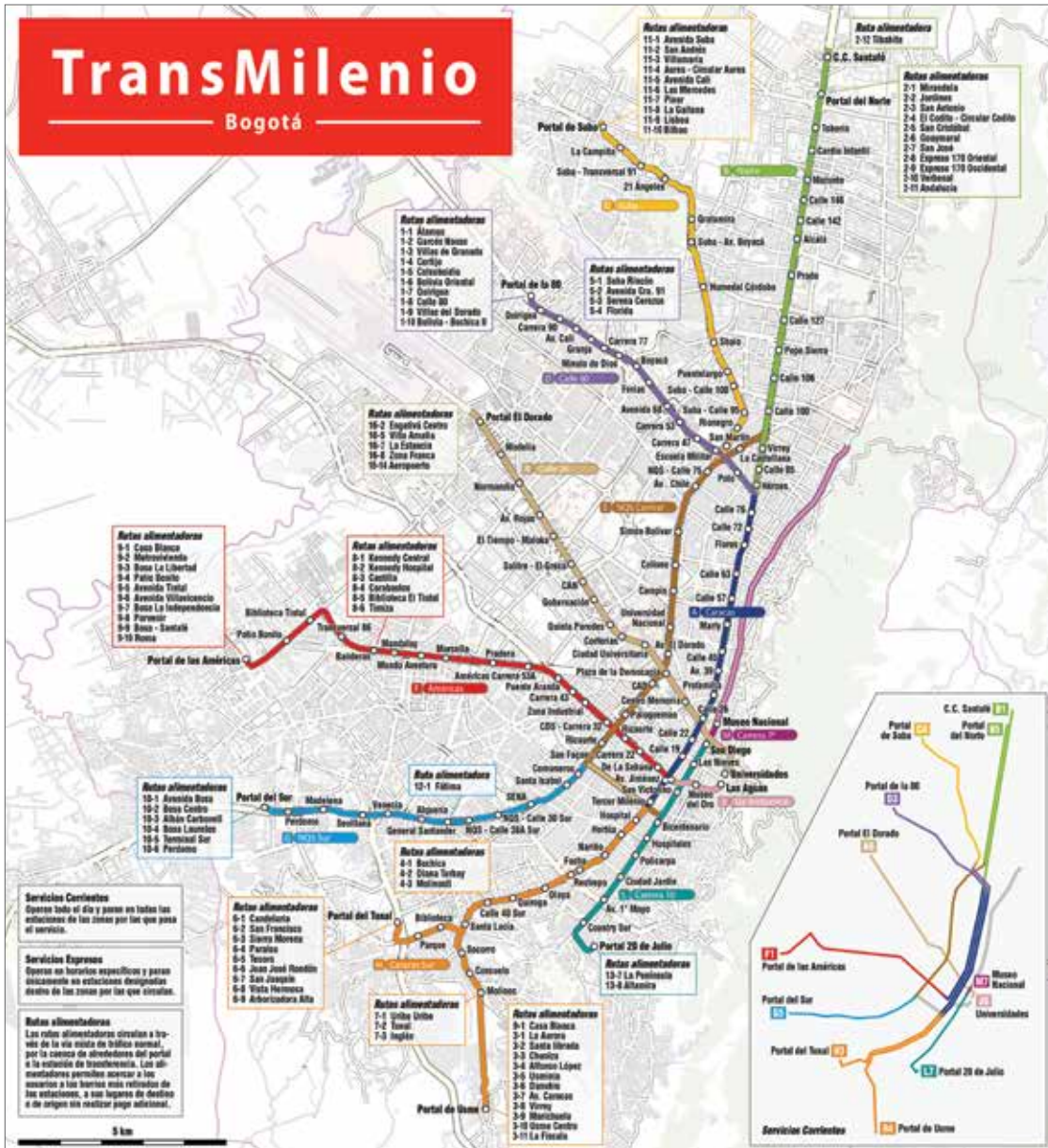
TransMilenio aynı zamanda daha büyük bir kentsel ulaşım reform paketinin de parçasıdır. Bu reform paketi trafiğin yoğun olduğu saatlerde özel araç kullanımının sınırlandırılması, park yapmanın sınırlandırılması, yol bakım çalışmalarını ve toplu taşımanın geliştirilmesine yönelik çalışmaları finanse etmek için benzin

vergilerinin artırılması gibi uygulamaları öngören bir pakettir. Söz konusu ulaşım reformu paketinde yayalar ve bisikletliler de unutulmamıştır.

Hali hazırda hizmet vermekte olan TransMilenio III. Etap ile birlikte ayrılmış otobüs hattı uzunluğu 120 km'ye, tek ve çift körüklü otobüs sayısı 1400'e, besleme hattında hizmet veren otobüs sayısı 600'e ve günlük taşınan yolcu sayısı da 1,9 milyona ulaşmıştır. II.

Etap koridorun Soacha belediye sınırlarına doğru 5,5 km daha uzatılması çalışması devam etmektedir. IV. Etapın ilk 34 km'lik kısmı da planlama aşamasındadır. İleriki yıllarda diğer koridorların da uzatılması muhtemeldir. Buna ek olarak kentte geleneksel otobüsleri tamamen devre dışı bırakacak entegre bir toplu taşıma sistemine geçiş süreci yaşanmaktadır.

Şekil 9: Bogotá TransMilenio Haritası, Eylül 2013



Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/File:TransMilenio_Bogotá_Map.png

Örnek Çalışma: Bogotá

I. ve II. Etap

Analizin kapsamı

84 km

Hat uzunluğu

1,6 milyon

Günlük taşınan yolcu sayısı

1999

Planlama/İNŞAAT başlangıcı

2000

Hizmet başlangıcı

6.3 TRANSMILENIO ETAP I VE II FAYDA MALİYET ANALİZİ

TransMilenio metrobüs sisteminin fayda maliyet analizi, I. ve II. Etapın 20 yıllık dönemdeki (1998 – 2017) getirilerini ve giderlerini kapsamaktadır. Değerlendirmede EMBARQ'nın fayda maliyet metodolojisine (bkz. Bölüm 5) göre hesaplanan tüm uygulama ve işletme giderleri ile getiri tahminleri yer almaktadır.

TransMilenio metrobüs projesinin bugünkü net değeri artıdır. Fayda-maliyet oranı 1'in üzerinde ve iç getiri oranı %12'den fazladır (bkz. Tablo 11). Tüm bu veriler ışığında projenin faydaları maliyetini geçmiştir. Sosyo-ekonomik fayda/maliyet akışına bakıldığında, yatırım hacminin ilk yıllarda yüksek olduğu ve filodaki araçların bakımı ve yenilenmesi ihtiyacından dolayı 2012-2017 yılları arasında yeni bir gider döngüsünün oluşacağı görülmektedir. Ayrıca faydaların zaman içinde artmaya devam edeceği gözden kaçmamalıdır. Sonuç olarak, hizmet ömrünü henüz tamamlamamış altyapı ve ekipmanın hurda fiyatı gelirleri ile birlikte proje getirilerinin net değerinin 2017'de artması muhtemeldir. I. ve II. Etapların yapım ve uygulama aşamasında net akışı ilk yıllarda eksidedir. 2008 yılına kadar belirgin şekilde artıya geçilmiştir (1 trilyon pezoya eşit veya daha fazla, 2012).

Tablo 11 TransMilenio Fayda-Maliyet Analizi Özet Göstergeleri

	Kolombiya Pezosu milyar (2012)	ABD Doları milyon (2012)
1998 – 2017 dönemi maliyetlerin bugünkü değeri	4.239 \$	2.359 \$
1998 – 2017 dönemi faydaların bugünkü değeri	6.755 \$	3.759 \$
1998 – 2017 Dönemi Fayda/Maliyet oranı	1,59	
1998 – 2017 Dönemi İç Getiri Oranı	%23,2	

Tablo 12 Maliyetlerin Bugünkü Değeri, TransMilenio I. Ve II. Etap (%12 İndirim Oranı)

	Kolombiya Pezosu milyar (2012)	ABD Doları milyon (2012)
KAMU MALİYETLERİ	2.585,01 \$	1.438,59 \$
Çalışmalar ve proje hazırlık maliyetleri	28,80 \$	16,03 \$
Gayrimenkul satın alım ve iskân maliyetleri	332,46 \$	185,02 \$
Altyapı inşaat ve/veya iyileştirme	2.014,01 \$	1.120,83 \$
Altyapı bakım maliyetleri	102,80 \$	57,21 \$
Kontrol merkezi uygulama maliyeti	34,19 \$	19,03 \$
Kontrol merkezi operasyon maliyeti	7,53 \$	4,19 \$
Kamu projesi yönetim ajansı giderleri	65,21 \$	36,29 \$
Hurda fiyatı	-743.874 \$	-413,98 \$
ÖZEL SEKTÖR MALİYETLERİ	1.654,74 \$	920,89 \$
Otobüs filosu satın alma maliyetleri	509,52 \$	283,55 \$
Otobüs filosu işletme maliyetleri	878,30 \$	488,79 \$
Tahsilat sistemi uygulama maliyetleri	23,08 \$	12,85 \$
Tahsilat sistemi işletme maliyetleri	243,84 \$	135,70 \$
TOPLAM	4.239,75 \$	2.359,48 \$

Kaynak: TRANSMILENIO S.A. verilerine dayanarak EMBARQ tarafından hazırlanmıştır.

6.3.1 TransMilenio Maliyetleri

Proje maliyetlerinin bugünkü değeri 4,2 trilyon pezodur (2,4 milyar ABD Doları). Bunun %61'ini kamu maliyetleri; %39'unu ise özel maliyetler oluşturmaktadır. Proje maliyetleri 2010-2018 dönemine ait altyapı iyileştirme çalışmalarını, sistem 10 yaşını doldurduğunda yenilenecek filoyu ve talep artışı doğrultusunda satın alınacak yeni otobüsleri kapsamaktadır.

1998 – 2017 yılları arasında ekonomik fayda-maliyet akışının net bugünkü değeri, yıllık %12 iskonto oranı

da dikkate alındığında, 2,52 trilyon pezodur (1,4 milyar ABD Doları) (bkz. Tablo 12). Projenin fayda-maliyet oranı 1,59'dur. 20 yıllık dönem bazında fayda eksi maliyet hesaplandığında %23,2'lik bir iç getiri oranı karşımıza çıkmaktadır. Bu oran Kolombiya Ulusal Planlama Bakanlığı'nın tavsiye ettiği %12'lik oranın üzerindedir.

Kamu maliyetleri, aralarında ortak finansman anlaşması bulunan merkezi yönetim ve yerel yönetim arasında eşit şekilde paylaşılmıştır. Özel şirketler ise yatırımlarının bir kısmını banka kredisi kullanarak karşılamıştır.



TransMilenio'nun ekonomik getirisinin net bugünkü değeri 1998-2017 dönemi için 1,4 milyar dolardır.

Projenin fayda-maliyet oranı 1,59'dur. 20 yıllık dönem bazında fayda eksi maliyet hesaplandığında iç getiri oranı %23,2'dir. Bu oran Kolombiya Ulusal Planlama Bakanlığı'nın tavsiye ettiği %12'lik oranın üzerindedir.

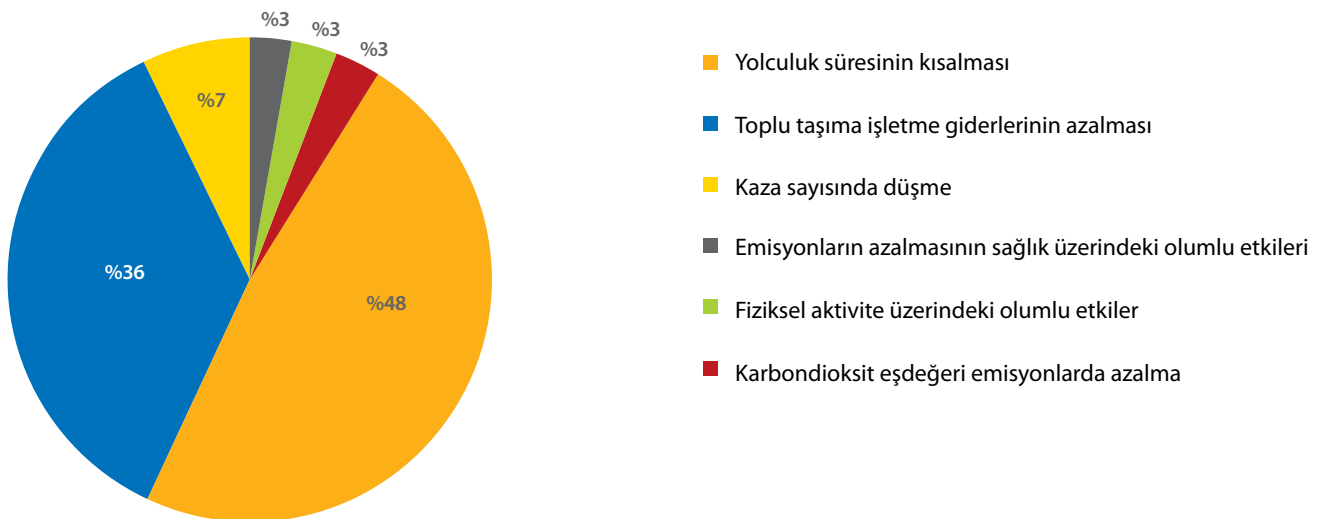
6.3.2 TransMilenio Faydaları

Projenin tahmin edilen getirilerinin bugünkü değeri yaklaşık 6,76 trilyon pezodur (3,76 milyar ABD Doları) (bkz. Tablo 13). Bu getirilerin %70'i I. Etaba, %30'u ise II. Etaba yansımıştır. Şekil 10'da TransMilenio projesinin faydalarının boyutsal bir karşılaştırmasını bulabilirsiniz. Projenin en büyük iki getirisi, yolculuk süresi ve metrobüsten sonra kaldırılan geleneksel otobüslerin işletme giderleri ile alakalıdır. Ayrılmış özel şeritler sayesinde TransMilenio metrobüsünde hat hızı 28 km/sa.'ya kadar çıkmaktadır. Geleneksel otobüs sisteminde bu hız 18 km/sa.'dır. Bu nedenle metrobüs kullanıcıları arasında yolculuk süresi daha kısadır. TransMilenio'da otobüs sayısının azalması ile bundan kaynaklanan işletme giderleri de azalmıştır. Bu aynı zamanda kirlenici ve sera gazı emisyonlarının azalmasında da etkili olmuştur. Fayda-maliyet analizi koridor yapımı esnasında kaybedilen süreyi de incelemekte, ancak proje uygulandıktan sonraki genel şehir trafiği üzerindeki etkilerini (örn. trafik sıkışıklığının azalması neticesinde yolculuk süresinin ve işletme maliyetlerinin de azalması) buna dahil etmemektedir. Bu haliyle analiz muhafazakâr bir değerlendirmedir.

Tablo 13 Faydaların Bugünkü Değeri, TransMilenio I. ve II. Etap (%12 İndirim Oranı)

	Toplam Kolombiya Pezosu milyar (2012)	Toplam ABD Doları milyon (2012)
Yolculuk süresinin kısalması	3.287.721 \$	\$1.830
İnşaat esnasında kaybedilen süre	(-160.157 \$)	(-89 \$)
Toplu taşıma işletme giderlerinin azalması	2.503.937 \$	1.393 \$
Kaza sayısında düşme	517.520 \$	288 \$
Emisyonların azalmasının sağlık üzerindeki olumlu etkileri	235.068 \$	131 \$
Fiziksel aktivite üzerindeki olumlu etkiler	177.310 \$	99 \$
Karbondioksit eşdeğeri emisyonlarda azalma	193.877 \$	108 \$
TOPLAM	6.755.276 \$	3.759 \$

Kaynak: TRANSMILENIO S.A. verilerine dayanarak EMBARQ tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 10 TransMilenio'nun Bugünkü Faydalarının Dağılımı

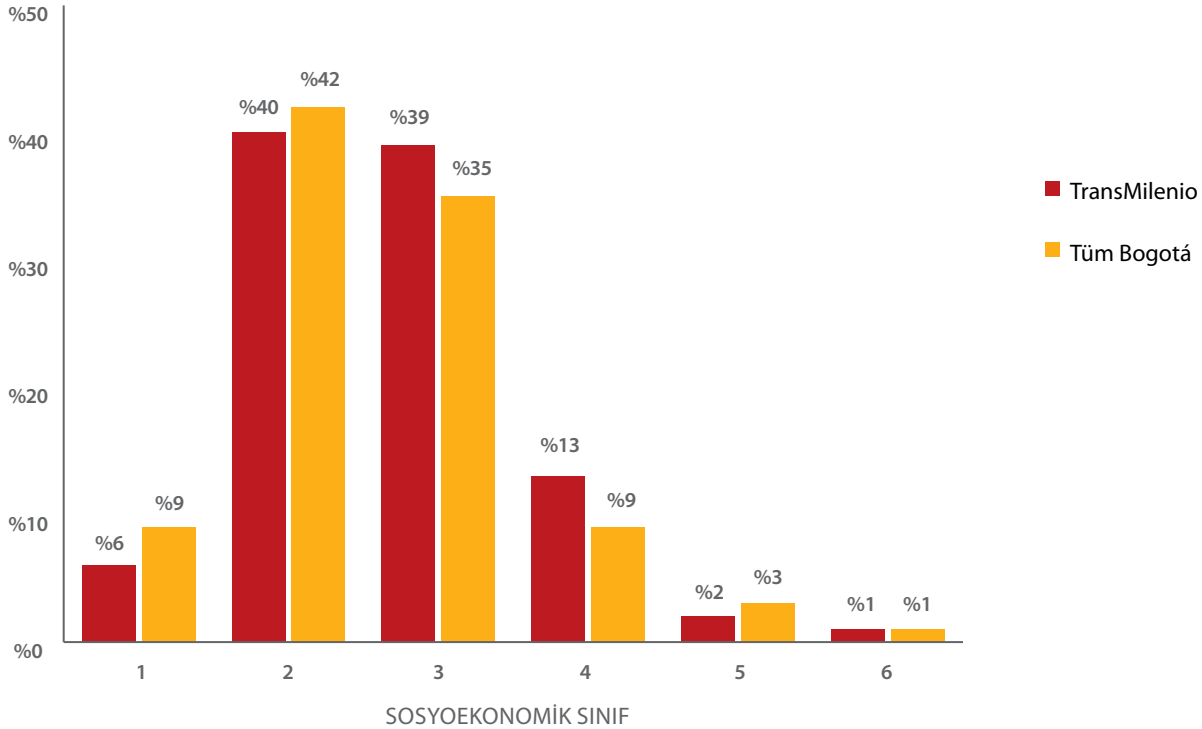
Kaynak: TRANSMILENIO S.A. verilerine dayanarak EMBARQ tarafından hazırlanmıştır S.A.

6.3.3 TransMilenio Dağılımsal Analizi

Bogotá'da toplu taşıma ile yapılan yolculukların %27'si TransMilenio ile gerçekleştirilmektedir. %2'lik bir kısım da yalnızca TransMilenio'yu besleyen hatları kullanmaktadır. Toplu taşıma ile yapılan yolculukların sınıfsal dağılımı şehrin bütünündeki sosyoekonomik dağılımdan farklıdır (bkz. Şekil 11). Yolcuların büyük bir kısmının dar ve orta gelirli sosyoekonomik sınıftan olması şehrin demografik özellikleri ile de örtüşmektedir. En düşük ve en yüksek gelir grubu

yolcuların görece küçük bir yüzdesini oluşturmaktadır. Bu yüzde, hizmet kalitesinin artması veya hattın daha fazla bölgeyi kapsayacak şekilde uzatılması ile artabilir. Her gelir tabakasındaki toplum taşıma kullanıcılarının en az %20'si TransMilenio'yu tercih etmektedir. Motorlu taşıtlarla yapılan tüm yolculuklar dikkate alındığında vatandaşların %18'i TransMilenio'yu kullanmaktadır. En düşük üç sosyoekonomik grubun her birinde TransMilenio'yu seçenlerin payı en az %10'dur.

Şekil 11 Sosyoekonomik Sınıfın Dağılımı, TransMilenio Kullanıcıları ile Tüm Bogotá'nın Karşılaştırılması (2011)



Kaynak:

Yazarlar, Steer Davies Gleave ile Centro Nacional de Consultorio'ya, Bogotá Hareketlilik Anketi 2011'e ve TransMilenio S.A.'ya dayanarak hazırlamışlardır.

Maliyet ve faydaların gelir grupları arasındaki dağılımını gösteren analize göre, sistemin faydalarından en çok dar gelirli tabaka yararlanmaktadır. Maliyetler ise, büyük oranda üst gelirli tabaka tarafından karşılanmıştır. Yolcuların en fazla dar gelirli tabakadan olmasının sebebi

TransMilenio'yu besleyen otobüs hatlarının dar gelirli bölgeleri içine alan geniş bir ağa sahip olmasıdır. Tablo 14'te gelir gruplarına göre fayda-maliyet oranları verilmiştir. Fayda-maliyet oranı 1'in üstünde kalan gelir gruplarında sistemin getirileri giderlerinden fazladır. Bu oran büyüdükçe sağlanan faydanın da

Tablo 14 Gelir Gruplarına Göre Fayda-Maliyet Oranları, TransMilenio

Gelir tabakalarına göre fayda maliyet oranı (ortalama aylık gelir) (2012 Kolombiya Pezosu)					
Toplam	1 (191.038)	2 (273.367)	3 (539.925)	4 (1.335.515)	5 ve 6 (2.561.290)
1,59	1,42	3,12	2,56	1,50	0,82

Şekil 12 Gelir Tabakalarına göre TransMilenio Net Bugünkü Değeri

daha büyük olduğu anlamına gelmektedir. En zengin sosyoekonomik sınıfı temsil eden en üst kategori, sistem maliyetlerinin faydalardan yüksek olduğu tek kategoridir. Sistemden en çok ikinci ve üçüncü gruplar faydalanmaktadır.

Şekil 12'de TransMilenio'nun faydalarının düşük gelirli sosyoekonomik tabakalarda toplandığı görülmektedir. Sistemin faydalarından en çok dar ve orta gelirli tabakalar yararlanırken, üst gelir tabakasında maliyetler faydalardan daha baskındır.

7. BÖLÜM

ÖRNEK ÇALIŞMA: METROBÜS LINE 3 MEKSİKO, MEKSİKA

7.1 TEMEL BULGULAR: METROBÜS LINE 3

EMBARQ'ın Meksiko'daki Metrobüs Line 3 uygulaması üzerine gerçekleştirdiği fayda-maliyet analizinden çıkan sonuçlar şunlardır:

- Özel şerit uygulamasının bir sonucu olarak yüksek hızlarda hizmet veren Metrobüs'un en önemli faydası, yolculuk sürelerinin azalması olmuştur.
- İkinci büyük fayda verimli ve yeni otobüslerin kullanılmaya başlaması ile birlikte toplu taşıma araçlarının işletme giderlerinin azalması olarak belirlenmiştir. Bu sayede sistem emisyonlarında da bir düşüş sağlanmıştır.
- Metrobüs en çok dar ve orta gelir grubu tarafından kullanılmaktadır.
- Sistemin faydalarından en fazla dar

ve orta gelirli grubuna mensup kişiler (gelir dağılımının ise %20-40'lık kısmını oluşturan kesim) yararlanmaktadır.

- Maliyetler ise büyük oranda en üst gelirli tabaka tarafından karşılanmıştır.

7.2 MEKSİKO VE METROBÜS HAKKINDA BİLGİLER

1.485 kilometre kare alan üzerine yayılmış olan Meksiko kentinin nüfusu 18 milyondur. Araba sayısı 6 milyona ulaşan kent bu nedenle dünyanın en büyük, en kirli ve en sıkışık kentlerinden biridir (EMBARQ n.d.). Kentteki trafik sıkışıklığı ve hava kirliliği birbiriyle iç içe geçmiş iki problemdir. Bunu çözmek için özel motorlu taşıt kullanımı yerine temiz, ucuz ve kolay ulaşılabilir toplu taşıma sistemleri özendirilmelidir. Hızlı otobüs taşımacılığı bu sorunun çözülmesinde etkilidir.

Örnek Çalışma: Metrobüs

Line 3

Analiz Kapsamı

17 km

Hat Uzunluğu

123.000

Günlük Taşınan Yolcu Sayısı

2009

Planlama/İnşaat Başlangıcı

2011

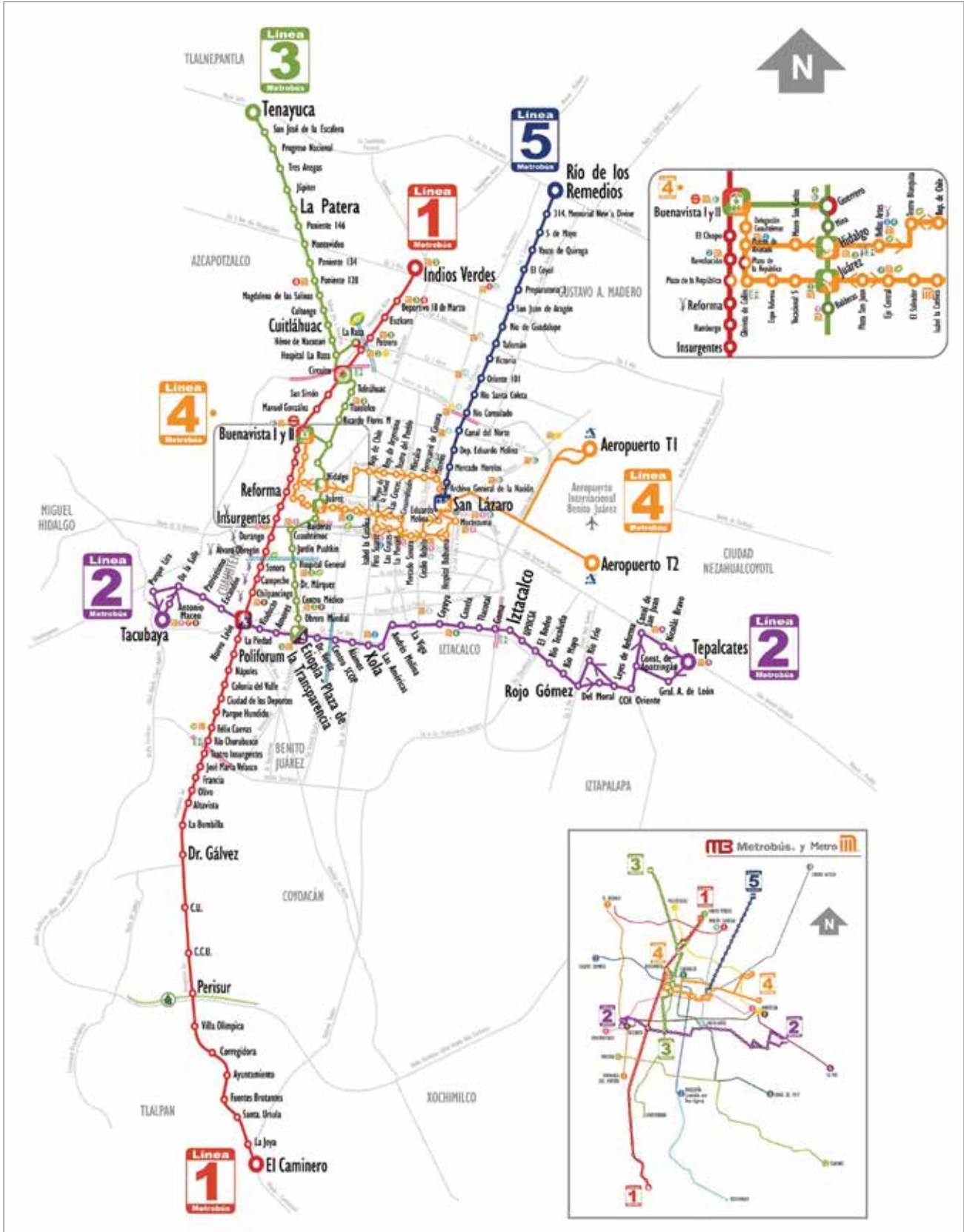
Hizmet Başlangıcı

Latin Amerika'daki en büyük metro sistemi Meksiko'dadır. Bu yoğun sistem günde yaklaşık 8 milyon yolcu taşımakla birlikte, kentin yalnızca yarısını kapsamakta; trafik ve hava kirliliğiyle ise etkin bir mücadele verememektedir.

2005 yılında Metrobüs hattının açılması ile birlikte toplam 1.108 adet standart otobüs ve minibüs (pesero) hizmetten kaldırılmış ve yerine 161 adet körüklü otobüs hizmete girmiştir. Ortalama hızı 19 km/sa olan körüklü otobüsler sayesinde yolculuk süresi yarı yarıya azalmıştır (Voukas 2012). Hat uzunluğu 93 km'yi bulan Metrobüs ile taşınan günlük yolcu sayısı 900.000'dir (Excelsior 2013). Bu da yılda 690 ton azot oksit, 2,8 ton ince partikül madde, 144 ton hidrokarbon ve 80.000 ton karbondioksit emisyonunun azaldığı anlamına gelmektedir (CTS-Meksiko 2009). Yıllar içerisinde güzergâhları üzerindeki hareketliliği yarı yarıya arttıran Metrobüs sayesinde kazalar %30 azalmış ve vatandaşların %6'sı özel araçları yerine toplu taşımayı tercih etmeye başlamıştır (CTS-Meksiko 2009).

Metrobüs hattı bugüne kadar üç kez uzatılmıştır. Aralık 2008'de Line 1 bütün Avenida Insurgentes güzergâhını kapsayacak şekilde genişletilmiş ve uzunluğu 30 km'ye çıkarılmıştır. Toplam 43 durak bulunan bu hat günde yaklaşık 420.000 yolcu taşımaktadır. Metrobüs sayesinde bu güzergâhtaki yolculuk süresi 2 saatten 55 dakikaya inmiştir. Bu hattın uzatılması ile doğu-batı yönlü yeni bir güzergâh doğmuştur (Line 2 Eje 4 Sur). Açılışı Şubat 2011'de yapılan Line 3, 2012 yılı itibari ile günde 130.000 yolcu taşımaya başlamıştır. Bu güzergâhtaki yolculuk süresi ise %40 azalmıştır. Doğu-batı koridorundaki hizmeti daha da ileriye taşıyan Line 4 Nisan 2012'de hizmete girmiştir. Haziran 2013'te iki hattın daha hizmete açılacağı duyurulmuştur (Kuzeydoğu istikametinde hizmet verecek olan Line 5 ve kentin kuzeybatısı ile doğudaki havalimanını birbirine bağlayacak olan Line 6). Metrobüs uygulaması çok geçmeden başarıya ulaştığından Meksiko Belediye Başkanı Ebard 9,5 km'lik Insurgentes Sur hattının da açılışını gerçekleştirmiştir. Bu hattın tasarımında engelli vatandaşlara da düşünülmüştür. Benzer imkânlar diğer hatlar için de uygulanacaktır.

Şekil 13 Meksiko Metrobú Sistem Haritası



7.3 METROBÜS LINE 3 FAYDA-MALİYET ANALİZİ

Metrobüs Line 3 uygulamasının fayda-maliyet analizinde, maliyetlerin bugünkü değerinin %12 indirim oranı ile birlikte 2.087 milyar Meksika Pezosu (158 milyon ABD Doları) olduğu tahmin edilmektedir. Faydaların bugünkü değerinin ise 2.496 milyar Meksika Pezosu (190 milyon ABD Doları) olduğu düşünülmektedir (bkz. Tablo 15). 2009 – 2028 yıllarını kapsayan fayda-maliyet analizine göre, projenin iç getiri oranı %12'lik indirim oranından daha büyüktür ve fayda-maliyet oranı da birden daha yüksektir. Bu göstergeler ışığında projenin bütünüyle zahmete değer bir proje olduğunu söylemek mümkündür.

7.3.1 Metrobüs Maliyetleri

Maliyet tablosu projedeki en büyük maliyet kaleminin altyapı olduğunu göstermektedir (bkz. Tablo 16). Altyapının toplam maliyet içindeki payı %77'dir (1.613 milyar Meksika Pezosu). Altyapı kalemi yol sathı, metrobüs şeridi ve durak düzenlemelerini içermektedir. Maliyetin büyük bir kısmı kamu bütçesinden aktarılan para ile karşılanmıştır. Altyapıdan sonra gelen ikinci büyük maliyet (%16) kalemi otobüs filosudur. Özel işletmeciler metrobüs hattında çalıştırmak üzere eski geleneksel “pesero” minibüslerinin yerine yeni körüklü otobüsler satın almak zorunda kalmıştır. Yeni otobüsler satın alınırken özel finansman ve eski otobüslerin hurdaya ayrılmasından elde edilen kazanç kullanılmıştır.

Tablo 15 Metrobüs Line 3 Fayda-Maliyet Analizi Özet Göstergeleri

	Meksika Pezosu (milyon) 2012	ABD Doları (milyon) 2012
2009 – 2028 dönemi proje maliyetlerinin bugünkü değeri	2.087 \$	158 \$
2009 – 2028 dönemi proje faydalarının bugünkü değeri	2.556 \$	194 \$
2009 – 2028 dönemi fayda-maliyet oranı	1,22	
2009 – 2028 dönemi iç getiri oranı	%14,4	

Tablo 16 Metrobüs Line 3 Maliyetleri (Bugünkü Değer, %12 İndirim Oranı)

%12 indirim oranı ile maliyetlerin bugünkü değeri	Meksika Pezosu (milyon) 2012	ABD Doları (milyon) 2012
Altyapı inşaat maliyeti	1613,6 \$	122,5 \$
Altyapı bakım maliyeti	195,9 \$	14,9 \$
Otobüs filosu satın alma maliyeti	337,9 \$	25,7 \$
Otobüs yenileme ve hurda değeri	-60,8 \$	-4,6 \$
TOPLAM MALİYET	2086,6 \$	158,4 \$

7.3.2 Metrobüs Faydaları

Yolculuk süresindeki azalmanın getirdiği faydalar tek başına altyapı maliyetlerini karşılamaktadır (bkz. Tablo 17). Yolculuk süresindeki azalma projenin sağladığı en büyük faydadır (%58) ve değeri 1,86 milyar Meksika Pezosudur (Şekil 14). Metrobüs, trafikte kentteki geleneksel toplu taşıma hatlarından veya özel araçlardan daha hızlı hareket etmektedir.

Binek araç maliyetlerindeki azalma projenin en büyük üçüncü faydasıdır (%15) ve bunu kaza sayılarındaki azalma izlemektedir (%9). Tüm bunlar kendine ayrılmış özel şeritte yolcu kapasitesi yüksek yeni otobüsler ile hizmet veren Metrobüs projesinin bir sonucudur. Otobüslerin diğer araç trafiğine karışmadan kendine ayrılmış özel şeritte hareket etmesi hat hızının ve sefer güvenilirliğinin artmasına olanak tanımaktadır. Böylece

Tablo 17 Metrobüs Line 3 Faydaları (Bugünkü Değer, %12 İndirim Oranı)

%12 indirim oranı ile faydaların bugünkü değeri	Meksika Pezosu (milyon) 2012	ABD Doları (milyon) 2012
Yolculuk süresinin kısalması	1.864,5 \$	141,6 \$
İnşaat esnasında kaybedilen süre	-178,7 \$	-13,6 \$
Toplu taşıma işletme giderlerinin azalması	497,1 \$	37,7 \$
İnşaat esnasında toplu taşıma işletme giderlerinin artışı	-149,4 \$	-11,3 \$
Kaza sayısında düşme	304,0 \$	23,1 \$
Fiziksel aktivite üzerindeki olumlu etkiler	91,5 \$	6,9 \$
Emisyonların azalmasının sağlık üzerindeki olumlu etkileri	59,7 \$	4,5 \$
Karbondioksit eşdeğeri emisyonlarda azalma	67,2 \$	5,1 \$
TOPLAM	2.555,8 \$	194,1 \$

Şekil 14 Meksiko'daki Metrobüsün Bugünkü Faydalarının Dağılımı



Yolculuk süreleri kısalmakta, emisyon ve yakıt tüketimi de azalmaktadır. Ayrıca diğer araç trafiğinden bağımsız hareket etmesinin getirdiği avantaj ile metrobüs koridorundaki kaza sayıları azalmakta ve yol güvenliği iyileşmektedir. Yol güvenliğinin artmasının arkasında yatan bir diğer faktör özel otobüs işletmecilerinin çalıştırdıkları şoförleri eğitmesidir.

7.3.3 Metrobús Dağılımsal Analizi

Yolcuların ankette belirttikleri gelir düzeylerinden yola çıkarak yapılan dağılımsal analiz Metrobús projesinin fayda-maliyet analizini temel almaktadır. Aylık gelir düzeyi 1.500 – 15.000 pezo olan kişiler metrobüsü en çok kullanan kişilerdir (bkz. Tablo 18).

Tablo 18 Metrobús Kullanıcılarının Gelir Seviyeleri

Hanehalkı Yıllık Geliri (Meksika Pezosu) 2012	Metrobús Yolcularının Yüzdesi
<1500	%2
1.501 – 4.500	%20
4.501 – 7.500	%33
7.501 – 15.000	%32
15.001 – 30.000	%11
> 30.000	%1

Kaynak: EMBARQ Meksika

Metrobús Line 3 projesinden en çok fayda gören kesim aylık geliri 4.501 – 7.500 Pezo arasında olan kesimdir (bkz. Şekil 15 ve Tablo 19). Bu istatistik Metrobús kullanıcıların %33'ünün bu gelir grubundan gelmesi ile örtüşen bir bilgidir. Ayrıca hattın bulunduğu bölge de bu bilgiyi doğrulamaktadır. Çünkü hattın geçtiği bölge çoğunlukla orta gelir sınıfının yaşadığı bir bölgedir. Geleneksel minibüsler ile kıyaslandığında hizmet kalitesinin daha yüksek olması metrobüsü orta gelirli vatandaşın gözünde de cazip kılan bir özelliktir. Bu gelir grubundaki kişilerin bazıları metrobüsten önce kendi araçları ile seyahat etmeyi tercih etmiş

kişilerdir. Metrobús, diğer toplu taşıma sistemleri ile daha iyi bir şekilde birbirine bağlanırsa bölgedeki dar ve üst gelir grubundan kullanıcılar için de cazip hale gelebilir. Metrobús Line 3 en düşük ve üçüncü gelir grubundan kişiler için de faydalı olmuştur. Maliyeti en çok omuzlayan gelir grubu ise tıpkı Bogotá'nın TransMilenio projesinde olduğu gibi üst gelir grubudur. Çünkü bu grup sistemin uygulama maliyetlerini destekleyen vergilerin büyük bir bölümünü ödeyen kesimdir. Ayrıca sistemin esas kullanıcıları bu gelir grubundan kişiler değildir. Bu nedenle ne kısalan yolculuk süresinden de diğer faydalardan da çok fazla çıkar sağlamamaktadırlar.

Şekil 15 Metrobús Line 3'ün Beşte Birlik Kesit Gelirine Göre Net İskonto Edilmiş Bugünkü Değeri

Net Faydanın Dağılımı (%12 İskontolu)

**Tablo 19** Gelir Gruplarına Göre Fayda-Maliyet Oranları, Metrobús Line 3

Gelir Gruplarına Göre Fayda-Maliyet Oranı (Meksika Pezosu cinsinden aylık gelir, 2012)					
Toplam	0 – 4.500	4.501 – 7.500	7.501 – 15.000	15.001 – 30.000	> 30.000
1,22	1,41	2,35	1,36	0,72	0,52

8. BÖLÜM

ÖRNEK ÇALIŞMA: REA VAYA ETAP 1A JOHANNESBURG, GÜNEY AFRIKA

8.1 TEMEL BULGULAR: REA VAYA ETAP 1A

EMBARQ'ın Johannesburg'daki Rea Vaya uygulaması üzerine gerçekleştirdiği fayda-maliyet analizinden çıkan sonuçlar şunlardır:

- Rea Vaya Etap 1 A projesinin fayda-maliyet oranı 1,19; faydalarının net bugünkü değeri 1,171 milyar Güney Afrika Randıdır (2012 rakamları ile 143 milyon ABD Dolarıdır).
- Proje maliyetinin %96'sı yatırım maliyetleri ile otobüs işletme ve bakım giderlerinden oluşmaktadır.
- Şehirdeki minibüs taksi endüstrisini yeniden şekillendirerek sisteme dahil etme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların ek maliyeti nedeniyle işletme giderleri de yükselmiştir.
- Sistemin en büyük faydası (%37) yolculuk sürelerindeki kısalma olmuştur. Metrobüs kullanıcılarının yolculuk süresi her seyahat için ortalama 13 dakika kısalmıştır.
- Sistemin ikinci en büyük faydası ise yol güvenliğindeki iyileşmeler (%28) olarak belirlenmiştir.
- Etap 1A projesi giderek büyüyen bir proje olarak karşımıza çıkmaktadır. Proje maliyetleri büyük oranda en üst gelir grubu tarafından karşılanırken, faydaları ise en fazla dar gelirli gruplar ve özellikle en yüksek dördüncü gelir grubu arasında paylaşılmıştır.
- En düşük gelirli tabaka metrobüs hattını istenilen oranda kullanmamakta, projenin faydalarından yeterli ölçüde yararlanmamaktadırlar. Bunun sonucu olarak en düşük gelir grubu projenin toplam getirisinden sadece %4'lük bir pay almakta, maliyetin ise %2'sini karşılamaktadır.

Örnek Çalışma: Rea Vaya

Etap 1A

Analiz Kapsamı

25,5 km

Hat Uzunluğu

40.000

Günlük Taşınan Yolcu Sayısı

2007

Planlama/İnşaat Başlangıcı

2009

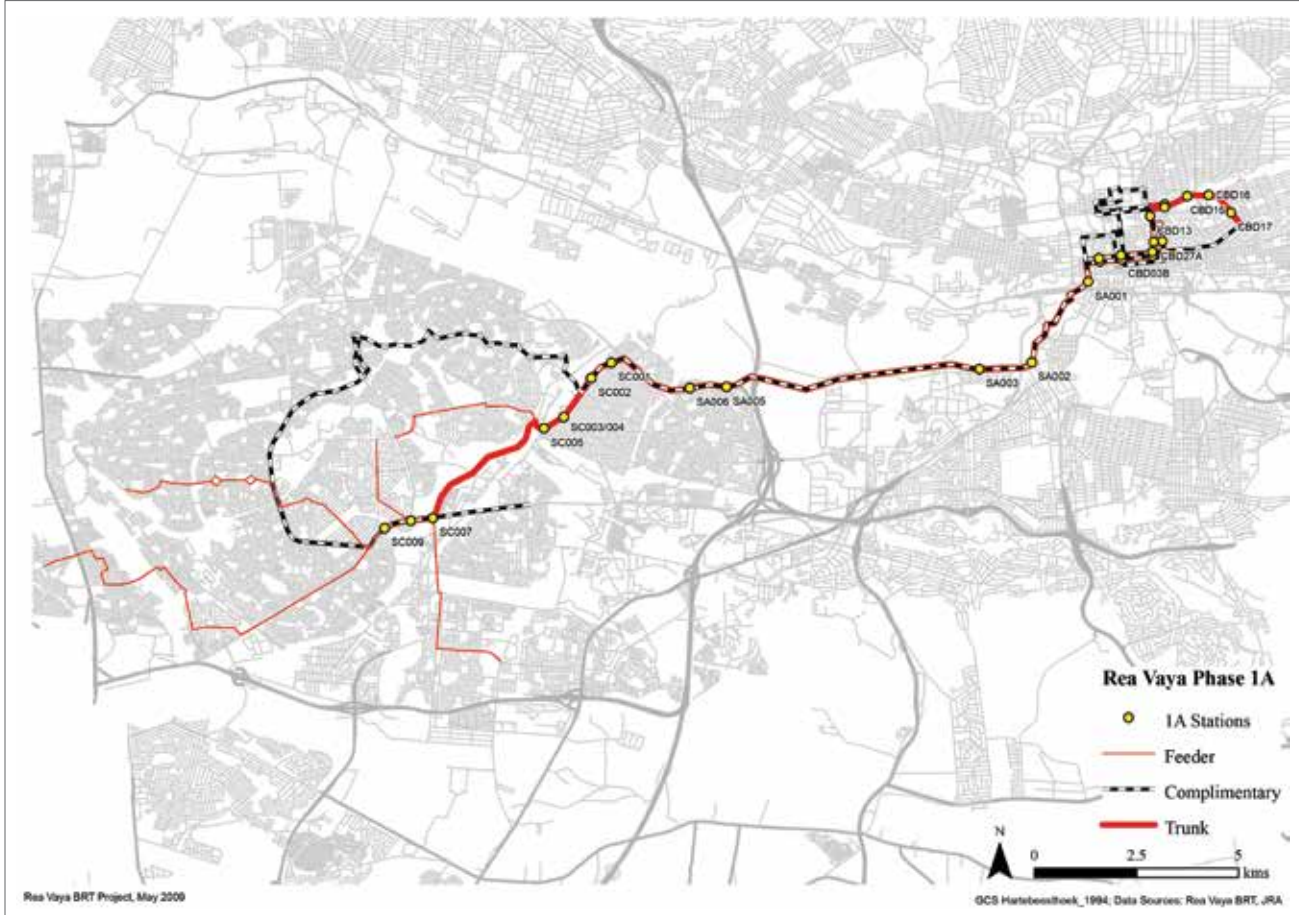
Hizmet Başlangıcı

8.2 JOHANNESBURG VE REA VAYA HAKKINDA BİLGİLER

Yaklaşık 4,4 milyon insanın yaşadığı Johannesburg, Güney Afrika'nın en büyük kentidir (CoJ 2013b). Görece düşük yoğunluktaki kentte, mamur çevre hâlâ bir zamanların ayrımcı politikasının (apartheid) izlerini taşımaktadır. Kentin en yoksul kesimi, merkezi iş bölgesinin yaklaşık 16 km güneybatısında bulunan Soweto gibi ilçelerde ve daha zengin sayılan kuzey banliyölerinden uzakta yaşamaktadır. Güney Afrika'da yaşayanların %38'i toplu taşıma kullanmaktadır. Bunların büyük bir çoğunluğu (%70) 16 kişilik minibüs-taksi gibi ara toplu taşıma araçları ile seyahat etmektedir (CoJ 2013).

Güney Afrika'nın apartheid sistemi ile yönetildiği yıllarda, yoksul halk kent dışındaki kasabalarda yaşamaktaydı. Kasabalılar işe gidip gelirken her gün toplu taşımayı kullanırlardı. Ancak devletin işlettiği toplu taşıma sistemleri hem pahalı hem de kullanışlı değildi. Bir Afrikalının taksi işletme ruhsatı alması yasadışı kabul edildiğinden taksiler yıllarca kayıtdışı hizmet verdi. 1988 yılında çıkarılan ve ulaştırmanın liberalleşmesini öngören yasa ile 16 yolcu kapasiteli taksilerin işletilmesi yasal hale geldi. Ne var ki, taksiler için düzenlenen ve uygulamaya koyulan işletme ruhsatı sayısı sınırlıydı. Bundan sonraki yıllarda taksi endüstrisi apartheid ile yönetilen siyahların yer alabildiği çok az sayıdaki iş kolundan biri haline geldi. Sınırlı sayıdaki taksi işletme ruhsatı sebebiyle rekabet tavan yaptı (Venter 2013). 1990'ların "taksi savaşlarında" taksicilerin kurduğu birlikler güzergâhları kontrol altında tutmak için büyük mücadeleler verdi. Bu mücadelede hayatını kaybeden taksici, şoför ve yolcuların sayısı yüzleri buldu (Barrett 2013).

Günümüzde ise Güney Afrika taksi endüstrisinde yaklaşık 185.000 kişi çalışmaktadır. Bunların %95'i siyah ve sadece %2'si kadındır (Budlender 2003). Taksi endüstrisinde istihdam edilen kişiler şoför, muavin, oto yıkamacı ve idari personelden oluşmaktadır. Çok az sayıda taksi şoförü serbest meslek sahibidir. Çoğu şoför, taksi sahipleri tarafından kayıtdışı çalıştırılmaktadır. Taksi şoförleri genellikle ya maaş, ya taksi gelirlerinden pay alma ya da her ikisi karşılığında çalışmaktadır. 2002 yılında Johannesburg'daki bir taksi şoförünün haftalık geliri 160 – 500 rand civarındaydı (Budlender 2003). Prim usulü (yani taksi gelirlerinden pay alarak) çalışan şoförler ise yolcu toplamak için birbirleri ile sıkı bir

Şekil 16 Rea Vaya Etap 1A Güzergah Haritası (Kaynak: Rea Vaya 2009)

rekabet içindedir. Daha fazla yolcu taşımak için birbiri ile yarışmakta veya birbirlerini atlatmaya çalışmaktadır. Taksilerin tamir işlerinden genellikle şoförlerin sorumlu olması araç muayenelerinin tamamlanması açısından caydırıcı bir faktördür. Taksi endüstrisinde çalışan kişiler ek sosyal yardımlardan faydalanamamaktadır.

Taksiler kentteki diğer toplu taşıma sistemlerinin karşılayamadığı seyahat taleplerini karşılamaktadır. Bununla birlikte taksilerin sunduğu hizmet kalitesi görece daha düşüktür. Johannesburg'da taksilerin toplu taşıma ile yapılan yolculuklardaki payı %70'dir. Taksiler günün yoğun saatlerinde kentin ana toplu taşıma güzergâhlarında sık seferlerle hizmet vermektedir. Belirli güzergâhlarda seyahat eden yolcular için ise talep doğrultusunda taksi hizmeti sunulmaktadır.

Taksilerin sunduğu hizmetin kalitesi birkaç açıdan oldukça zayıftır. Rekabetin çetin olması, araç bakım ve sürüş kalitesini aşağı çekmekte ve dolayısıyla yol güvenliğini azaltmaktadır (Venter 2013). Çok yeni birkaç taksi dışında durak veya istasyonların kalitesiz olduğunu, hatta bunların hiç bulunmadığını söylemek mümkündür. Soweto'daki bir yolcu, Johannesburg merkezindeki bir taksi durağına da taksiyle gitmek durumunda kalabilir. Kuzeydeki banliyölere gidebilmek için aktarma yapmak ve ek ücret ödemek zorundadır. Şoför taksi tamamen dolmadan duraktan ayrılmayacağı için aktarma saatleri de önceden bilinmemektedir. Son olarak, taksi güzergâhları hakkında bir bilgilendirme yoktur. Yayınlanmış herhangi bir taksi güzergâhi haritası bulunmadığı gibi, yolcular yaklaşan taksilere el işaretleri ile gidecekleri yeri anlatmaya çalışmaktadır.

Johannesburg Belediyesi 2007 yılında onayladığı ulaşım planında ana metrobüs koridoruna veya besleme güzergâhına 1 kilometre mesafedeki vatandaşların %85'ini hedef almıştır (CoJ 2013b). Kentin toplu taşıma ağının temelini metrobüsü yerleştirmeyi seçen belediye, ilk metrobüs koridorunu da böylece onaylamıştır. Bu koridor yalnızca Soweto ve şehir merkezini birbirine bağlamakla kalmayacak, aynı zamanda 2010 FIFA Dünya Kupası'nın gerçekleştirileceği iki mekâna da hizmet verecekti. Dünya Kupası, 2007'de inşaatı başlayan Rea Vaya metrobüs sisteminin 1A Etabının plan ve inşasını hızlandırmak için iyi bir fırsat olmuştur. Rea Vaya metrobüsü Dünya Kupası'nı izlemeye gelenlerin ulaşımında büyük bir rol oynamış ve yolcular arasında popüler bir ulaşım aracı haline gelmiştir.

Rea Vaya projesinin – ve özellikle Etap 1A'nın – temel amaçlarından biri taksi endüstrisinin yeni metrobüs sistemine dahil edilmesiydi (Seftel ve Rikhotso 2013). Belediye taksi sahiplerinin yeni metrobüs işletmesinde pay sahibi olması ve eski taksi şoförleri de metrobüs şoförü olarak çalışmasını hedefledi. Amaç, metrobüs sisteminde işletmeci olmak karşılığında taksileri ve taksi güzergâhlarını hizmetten kaldırmaktır (McCaul ve Ntuli 2011).

Etap 1A hattı geçici bir otobüs işletmesi ile 2009 yılının Ağustos ayında hizmete açıldı. Bu esnada belediye ve taksi sahipleri arasındaki pazarlıklar bir yıldan daha uzun süre devam etti. Neticede 2010'un Eylül ayında Johannesburg Belediyesi ve 300 taksi sahibi temsilcisi arasında bir işletme sözleşmesi imzalandı (McCaul

ve Ntuli 2011). 12 yıllık sözleşme, otobüs kilometresi başına hesaplanan bir ücreti temel almaktaydı. Bu ücret hesaplanırken işletme girdi maliyetleri (yakıt ve üniforma gibi sabit ve değişken maliyetler), otobüs satın alma giderleri (kredi geri ödemesi) ve kâr marjı dikkate alınmıştı (Seftel ve Rikhotso 2013). Şubat 2011'de yeni otobüs işletmesi Piotrans, Rea Vaya metrobüsünün işletmesini devraldı. Piotrans, tamamı bir zamanlar taksi endüstrisinde hizmet veren kişilere ait bir şirkettir.

8.3 REA VAYA FAYDA-MALİYET ANALİZİ

Johannesburg'un Rea Vaya metrobüs sisteminin fayda-maliyet analizi, 2009 yılının Ağustos ayında açılışı yapılan Etap 1A'ya ilişkin maliyet ve etkileri kapsamaktadır.

2007 – 2026 dönemi için Etap 1A maliyetlerinin bugünkü değeri 6,5 milyar Güney Afrika Randı (749 milyon ABD Doları) olarak hesaplanmıştır (bkz. Tablo 20). 20 yıllık dönem için Rea Vaya Etap 1A'nın getirilerinin bugünkü değeri 7,3 milyar Güney Afrika Randıdır (892 milyon ABD Doları). Projenin fayda-maliyet oranı 1,19 ve iç getiri oranı %12'dir. Bu çalışmadaki parametrelere dayanarak Johannesburg'daki Rea Vaya metrobüs sisteminin Etap 1A kısmının inşaat ve işletmesinin topluma getirisi, maliyetlerinin üstündedir. Proje bu haliyle bir kamu yatırımı niteliğindedir.

Tablo 20 Rea Vaya Etap 1A Faydaları ve Maliyetleri

	Güney Afrika Randı (2012)	ABD Doları (2012)
2007 – 2026 dönemi proje giderlerinin bugünkü değeri (milyon)	6.146 R	749 \$
2007 – 2026 dönemi proje getirilerinin bugünkü değeri (milyon)	7.320 R	892 \$
2007 – 2026 dönemi fayda-maliyet oranı		1,19
İç getiri oranı		%12

8.3.1 Rea Vaya Etap 1A Maliyetleri

20 yıllık dönem dikkate alındığında proje maliyetinin %96'sı yatırım maliyetleri ile otobüs işletme ve bakım giderlerinden oluşmaktadır (bkz. Tablo 21, Şekil 17). Eski taksi sahiplerine ait bir şirket olan Piotrans ile yapılan 12 yıllık işletme sözleşmesinin bugünkü değeri 2 milyar Güney Afrika Randıdır (248 milyon ABD Doları) ve proje maliyetinin üçte birini oluşturmaktadır. Sözleşme otobüs-kilometre başına hesaplanan bir ücreti kapsar. Bu ücret otobüs yakıt ve tekerlekleri, personel maaşı ve sosyal yardımları, işletme ruhsatı, otobüs sigortası, otobüs kredisi geri ödemesi ve kâr marjı gibi giderler üzerinden hesaplanır (McCaul ve Ntuli 2011). Tüm bu giderler toplanan bilet gelirlerinden daha fazla olduğundan proje için bir devlet desteğine ihtiyaç vardır (CoJ 2013a).

Pazarlıklı otobüs işletme sözleşmeleri genellikle daha pahalıdır. Ancak Johannesburg örneğinde belediyenin teklifi, minibüs-taksi endüstrisinin yeniden şekillendirilmesiydi. Otobüs işletmecilerinin yeni metrobüs planlamasından zarar görmemesi için sözleşmeye bir kâr marjı eklendi. En son kararlaştırılan %28'lik kâr marjı, hem belediyenin ilk teklif ettiği orandan hem de Güney Afrika'daki bir ticari ortaklıktan

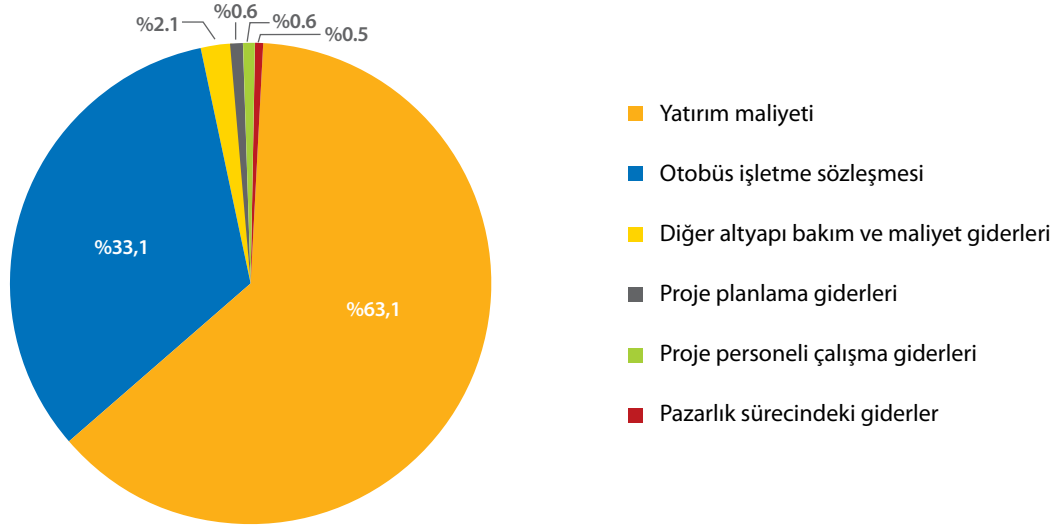
beklenen %10'luk geri dönüşten çok yüksekti (Seftel ve Rikhotso 2013). Maliyetin daha yüksek olması taksi endüstrisinin pazarlıktaki güçlü konumunun ve belediyenin bu endüstriyi dönüştürme ve güçlendirme isteğinin bir göstergesidir (Seftel ve Rikhotso 2013). Projenin en yüksek gider kalemlerinden biri olan otobüs işletme sözleşmesi, pazarlık, hazırlık ve arabuluculuk masrafları ile birleştiğinde ara toplu taşıma endüstrisinin yeniden şekillendirilmesinin sosyal maliyeti ortaya çıkmaktadır.

Altyapı yatırımını (duraklar, istasyonlar, otobüs şeritleri), ilk otobüs satın alımlarını ve teknolojileri (otomatik ücret toplama ve akıllı ulaşım sistemleri) içeren yatırım maliyeti toplam proje giderlerinin yaklaşık %63'ünü oluşturmaktadır. Bazı örneklerde yatırım maliyeti, metrobüs şerit ve duraklarının yapımı esnasında yürütülen kentsel altyapı iyileştirmelerini (örn. fen işleri, kaldırımlar) de kapsar.

Projenin geri kalan gider kalemlerinin – durak ve istasyonların işletme ve bakım giderleri, proje planlama giderleri ve taksiciler ile yapılan pazarlıklardan doğan giderler – bugünkü değeri toplam proje maliyetinin %4'ünden daha azdır.

Tablo 21 Rea Vaya Etap 1A Maliyetleri (Bugünkü Değer, %12 İndirim Oranı)

Maliyetler	2007-2026 (Güney Afrika Randı milyon 2012)	2007-2026 (ABD Doları milyon 2012)
Yatırım maliyeti	3.881 R	473 \$
Otobüs İşletme Sözleşmesi	2.033 R	248 \$
Diğer altyapı bakım ve maliyet giderleri	127 R	15 \$
Proje planlama giderleri	39 R	5 \$
Proje personeli çalışma giderleri	39 R	5 \$
Pazarlık sürecindeki giderler	30 R	4 \$
TOPLAM MALİYET	6.149 R	749 \$

Şekil 17 Johannesburg'taki Rea Vaya Maliyetlerinin Dağılımı

8.3.2 Rea Vaya Etap 1A Faydaları

2007 – 2026 dönemi için Rea Vaya metrobüs projesinin getirilerinin bugünkü değeri 7,3 milyar Güney Afrika Randıdır (892 milyon ABD Doları, 2012) (bkz. Tablo 22). En büyük fayda yolculuk sürelerindeki kısalmadır. Bunun toplam proje getirilerindeki payı %36 ve değeri 2,7 milyar Güney Afrika Randıdır (331

milyon ABD Doları) (Şekil 18). Proje ile önlenen ölümlü kazaların getirisi projenin toplam getirisinin %27'sini oluşturmaktadır; getiri değeri ise 2 milyar Güney Afrika Randıdır (249 milyon ABD Doları). Metrobüs kullanıcıları arasında artan fiziksel aktivite sebebiyle azalan ölümlerin getiri değeri 1,2 milyar Güney Afrika Randı (141 milyon ABD Doları) olarak hesaplanmıştır.

Tablo 22 Rea Vaya Etap 1A Faydaları (Bugünkü Değer, %12 İndirim Oranı)

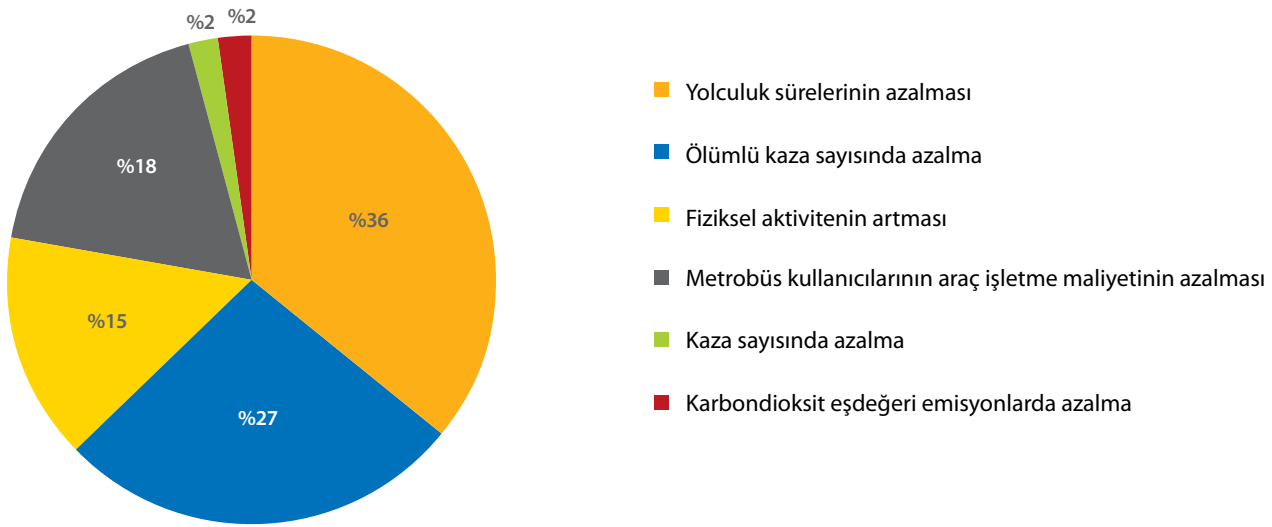
Faydalar	2007-2026 Faydaları	2007-2026 Faydaları
Yolculuk sürelerinin azalması	2.719R	331\$
Ölümlü kaza sayısında azalma	2.046R	249\$
Fiziksel aktivitenin artması	1.161R	141\$
Metrobüs kullanıcılarının araç işletme maliyetinde azalma	1.399R	170\$
İnşaat süresinde kaybedilen zaman	-313R	-38\$
Kaza sayısında azalma	159R	19\$
Karbondioksit eşdeğeri emisyonlarda azalma	149R	18\$
Toplam Fayda	7.320R	892\$

Yine 20 yıllık dönem düşünüldüğünde, hususi araç kullanımının azalması ve proje kapsamında 585 minibüs taksinin hurdaya çıkması neticesinde araç işletme giderlerinde değeri 1,4 milyar Güney Afrika Randını bulan bir kazanç beklenmektedir. Metrobüs hattının yapımı esnasında artan yolculuk sürelerinden kaynaklanan giderler, trafik kazalarındaki (yaralanmalı ve maddi hasarlı kazalar) ve karbondioksit emisyonlarındaki azalmanın sağladığı getiriler ise fark edilir düzeyde değildir.

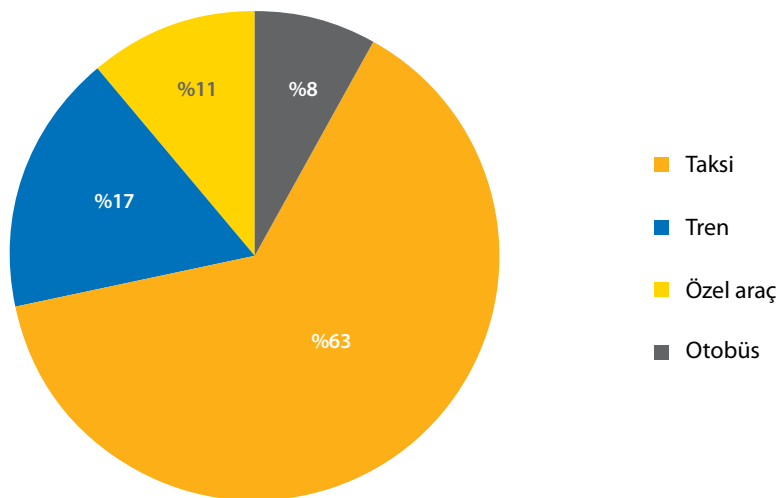
Metrobüs kullanıcılarının yolculuk süreleri şu şekilde kısalmıştır: Koridorun %53'ü ayrılmış, özel metrobüs

şeritlerinden oluşmaktadır. Bu sayede metrobüsler trafik sıkışıklığından etkilenmeden, diğer araçlara göre daha yüksek bir ortalama hızla (30 km/sa.) yollarına devam edebilmektedir (McCaul 2012). Yolculuk süresindeki kısalma en çok Rea Vaya öncesinde taksi, hususi araç veya otobüs ile seyahat eden vatandaşlara (%83) yaramıştır (bkz. Şekil 19). Bilet ücretlerinin binışten önce toplanması, yüksek tabanlı ve çok kapılı otobüslerin kullanılması da yolcuların iniş ve binış süresinin kısalmasına katkıda bulunmaktadır. Tüm bu faktörler düşünüldüğünde metrobüs yolcuları yolculuk başına ortalama 13 dakika zaman kazanmaktadır (Venter ve Vaz 2011).

Şekil 18 Johannesburg'taki Rea Vaya'nın Bugünkü Faydalarının Dağılımı



Şekil 19 Rea Vaya Etap 1A Ulaşım Türü Değişikliği



Soweto karayolu boyunca uzanan Etap 1A koridorunda daha önce minibüs-taksilerin kullandığı şerit, ayrılmış özel metrobüs şeridine dönüştürülmüştür. Bu nedenle Etap 1A hizmete açıldığında trafikten çekilen 585 taksiye rağmen, Soweto karayolunu kullanmaya devam eden taksiler için yolculuk süresi daha da uzamış olabilir. Koridor boyunca normal yol şeritlerinin metrobüs şeridine dönüştürüldüğü noktalarda ise diğer taşıt trafiğindeki yolculuk süreleri uzamış olabilir. İki yıl süren metrobüs inşaatı boyunca bu koridoru kullanan taşıtlar yolculuk süresi bakımından bazı gecikmelere maruz kalmıştır.

Önlenen ölümlü kazalar Etap 1A projesinin sağladığı toplam getirilerin %28'lik bir kısmını oluşturmaktadır; değeri ise 2.046 Güney Afrika Randıdır (249 milyon ABD Doları). EMBARQ'ın tahminlerine göre yaya geçitleri ve altyapılarının iyileşmesi, trafiğin daha düzgün akması ve kat edilen toplam mesafenin azalması gibi sebeplerden ötürü yüksek kaliteli metrobüs sistemlerinin her bir kilometresi için yılda bir ölümlü kaza önlenmektedir. Rea Vaya Etap 1A koridoru için bu yılda 26 ölümlü kazanın önlenmesi anlamına gelmektedir.

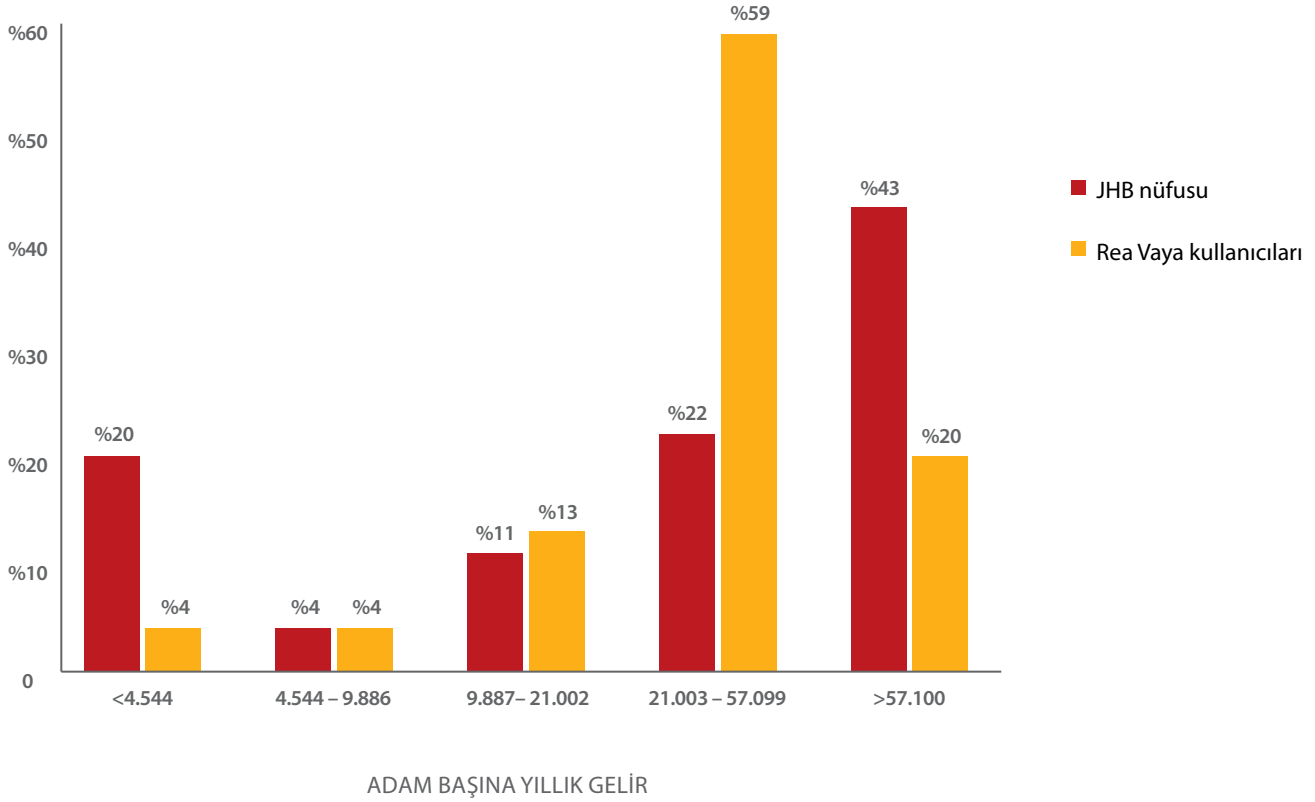
Altyapı iyileştirmeleri ve trafik akışının düzenlenmesi sayesinde trafik kazalarında (yaralanmalı ve maddi hasarlı kazalar) da bir azalma olacağı varsayılmaktadır. Yolcuların havayı kirleten ulaşım biçimlerini terk edip Rea Vaya'nın yüksek kapasiteli Euro IV düşük sülfürlü dizel otobüsleri ile yolculuk etmesi ve minibüs-taksilerin hizmetten kaldırılması sayesinde karbondioksit emisyonları azalacaktır. Johannesburg Belediyesi, Gönüllü Karbon Standardı'nı kullanarak Etap 1A ve 1B projelerindeki

emisyon azaltımlarını sertifikalandırmıştır. Buna göre her iki etap için 10 yılda azalması beklenen karbondioksit eşdeğeri emisyon yaklaşık 400.000 tondur (SQS 2011). Rea Vaya Etap 1 A yolcularının %11'i metrobüsten önce araba ile seyahat eden kişilerdir. Bu yolcular tıpkı hurdaya çıkan 585 taksi sahibi gibi araç işletme ve bakım maliyetlerinden kurtulacaktır. Araç işletme ve bakım maliyetlerindeki azalmanın rakamsal değeri 20 yıllık dönem için 1,3 milyar Güney Afrika Randı olarak hesaplanmaktadır.

8.4 REA VAYA DAĞILIMSAL ANALİZİ

Johannesburg'un Rea Vaya metrobüs sistemini ilk değerlendirenlerden biri olan Venter ve Vaz, metrobüsün yoksulluğun azaltılmasında doğrudan etkili bir rol oynayacağı iddiasına karşı temkinli yaklaşmışlardır. Çünkü bir metrobüs projesinin kentteki yoksul vatandaşa ne kadar fayda sağlayacağı bazı yerel faktörlerle belirlenir. Örneğin, başka ulaşım biçimlerinin bulunup bulunmadığı, bilet fiyatları, güzergâhların konumu ve şekillendirilmesi (Venter ve Vaz 2011). Rea Vaya ana güzergâhı üzerinde bulunan Soweto kasabasının Orlando mahallesinde 150 hane halkı arasında yapılan bir ankette metrobüsün orta gelirli vatandaşlar tarafından orantısız kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Çünkü Rea Vaya bilet fiyatları, yine Orlando'ya kadar ulaşan banliyö treninden daha pahalıdır. Bu nedenle yoksul vatandaş hâlâ raylı sistemleri tercih etmekte ve dolayısıyla orta gelirli vatandaş metrobüsten daha çok fayda sağlamaktadır.

Rea Vaya Etap 1A kullanıcıları dördüncü en yüksek gelir segmentinde (yıllık gelirin 21.033 – 57.009 Güney Afrika Randı arasında olduğu segment) orantısız bir

Şekil 20 Johannesburg'a kıyasla Rea Vaya Kullanıcılarının Beşte Birlik Kesitine göre Gelir Dağılımı

Kaynak: Venter ve Vaz'dan uyarlanmıştır, 2011; StasSA 2013 2013

dağılım göstermektedir (bkz. Şekil 20). Halbuki en üst gelir grubu kent nüfusunun %43'ünü; en alt gelir grubu ise kent nüfusunun %20'sini oluşturmaktadır.

Rea Vaya projesi giderek büyüyen bir proje olarak karşımıza çıkmaktadır. Proje maliyetleri büyük oranda en üst gelir grubu tarafından karşılanırken, faydaları ise en fazla dar gelirli gruplar arasında paylaşılmıştır. Düşük gelir gruplarından milli gelir vergisi alınmaması ve bu grupların bazı emlak vergilerinden muaf olmaları proje maliyetlerinin büyük oranda en üst gelir grubu tarafından omuzlanmasına neden olmaktadır. Rea Vaya kullanıcılarının yalnızca %20'si en üst gelir grubunda olduğundan, projenin faydaları bu grup tarafından pek hissedilmemektedir. Net faydalar (faydalar eksi maliyetler) en üst gelir grubunda eksiye işaret etmekte; fayda-maliyet oranı ise 1'in altında kalmaktadır (bkz. Şekil 21 Tablo 23).

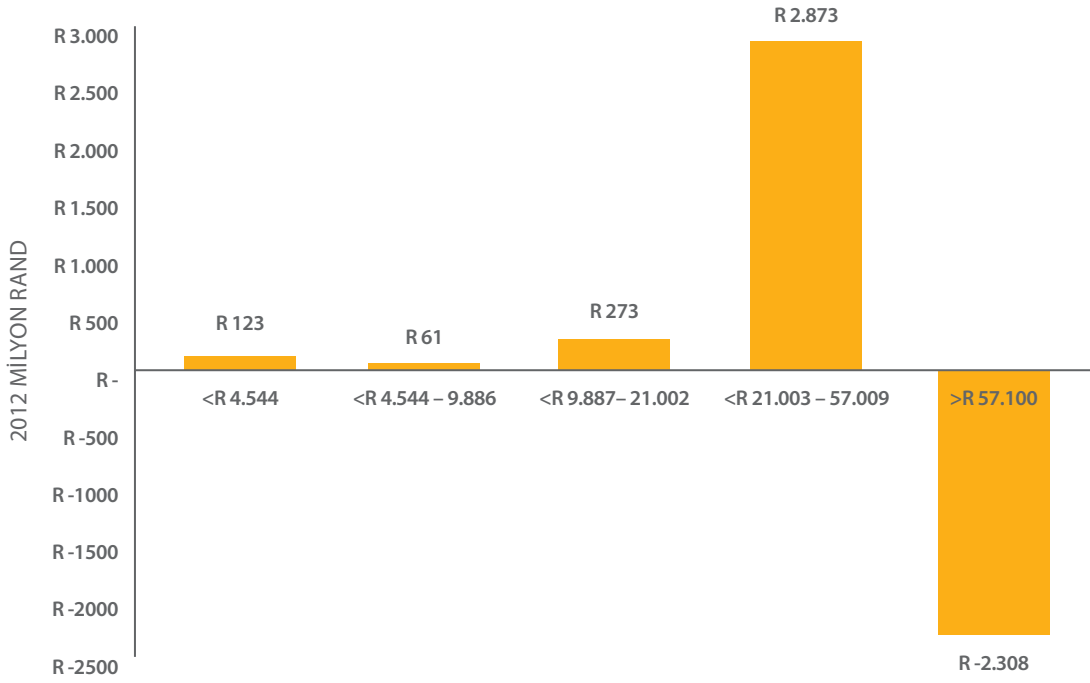
Johannesburg'daki en yoksul kesimin Rea Vaya kullanıcıları⁸ arasındaki payı son derece düşüktür. Bu nedenle en yoksul kesim projeden en fazla fayda

sağlayan kesim değildir. Buna rağmen fayda-maliyet oranının ikinci en yüksek (2,14) olduğu grup, en düşük gelir grubudur. Çünkü bu gelir grubunun projeden faydalanma payı %4; proje maliyetine ortak olma payı ise sadece %2'dir. En düşük gelir grubunun projeden sağladığı net faydalar 20 yıllık dönemde toplam 153 milyon Güney Afrika Randıdır. Emlak değerlerindeki değişimin fayda-maliyet analizine dahil edilmediği unutulmamalıdır. Metrobüs projesi ile artan konut fiyatları dar gelir grubundaki kiracıları olumsuz etkilemektedir.

Projeden en fazla fayda sağlayan dördüncü en yüksek gelir grubu için hesaplanan fayda-maliyet oranı 3'tür. Rea Vaya kullanıcılarının büyük bir bölümü bu gelir grubundan olduğu için kısalan yolculuk süresinden orantılı olarak fayda sağlamışlardır. Dördüncü en yüksek gelir grubunun projeden faydalanma payı %60; proje maliyetlerine ortak olma payı ise %23'tür. Bu gelir grubunun 20 yıllık dönemde projeden sağlayacağı net faydaların değeri toplamda 2,9 milyar Güney Afrika Randının üzerindedir.

Tablo 23 Kişi Başına Yıllık Gelir Gruplarında Proje Fayda-Maliyet Oranı (Rea Vaya)

	En düşük <4.544	4.544 – 9.886	9.887 – 21.002	21.003 – 57.099	En yüksek >57.100
Toplam maliyetler içindeki payı	%2	%4	%11	%23	%60
Toplam faydalar içindeki payı	%4	%4	%13	%59	%19
Net fayda (milyon rand)	153 R	67 R	289 R	2.906 R	-2.244 R
Fayda/maliyet oranı	2,14	1,28	1,43	3,02	0,39

Şekil 22 Gelir Grubuna Göre Rea Vaya İskonto Edilmiş Bugünkü Net Fayda

9. BÖLÜM

ÖRNEK ÇALIŞMA: METROBÜS, İSTANBUL, TÜRKİYE

9.1 TEMEL BULGULAR: METROBÜS

EMBARQ'ın İstanbul'daki Metrobüs uygulaması üzerine gerçekleştirdiği fayda-maliyet analizinden çıkan sonuçlar şunlardır:

- 20 yıl üzerinden hesaplandığında Metrobüs'ün net bugünkü değeri toplam 11,4 milyar Türk Lirasıdır (6,4 milyar Dolar). Faydası maliyetin üzerindedir (fayda/maliyet oranı 2,8 /1).
- Sistemin en büyük faydası (%64) yolculuk sürelerindeki kısalma olmuştur. Bunu otobüs işletme giderlerindeki azalma (%23) ve yol güvenliğindeki iyileşmeler (%9) takip etmektedir.
- Metrobüsün maliyeti büyük oranda işletme ve bakım giderlerinden oluşmaktadır.
- Metrobüs en fazla dar ve orta gelirli tabaka tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca, yapılan analizler tüm gelir grupları için sağlanan faydanın maliyetin üzerinde olduğunu göstermektedir.

9.2 İSTANBUL VE METROBÜS HAKKINDA BİLGİLER

5.000 kilometre kareden daha geniş bir alan üzerine yayılmış olan İstanbul, yaklaşık 14 milyon nüfus ile dünyanın en büyük kentlerinden biridir. Avrupa ve Asya arasında önemli bir ticaret merkezidir. Arkeolojik bulgular, İstanbul'daki en eski yerleşimin M.Ö. 6500 yılına kadar uzandığını söylemektedir. Bu haliyle İstanbul aynı zamanda dünyanın en eski kentlerinden biridir.

İstanbul Boğazı kenti ikiye böler. Karadeniz'i Marmara Denizi'ne bağlayan Boğaz, Avrupa ve Asya arasındaki doğal sınırı teşkil eder. İstanbul'a kıtalar arası kent olma ayrıcalığı kazandıran bu özellik zaman zaman ulaşımı zorlaştırır ve karayolu trafiğinin tıkanmasına neden olur. Kentin Anadolu yakası ağırlıklı olarak konut alanlarından; Avrupa yakası ise iş yerlerinden oluşur (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Buna bağlı olarak kent sakinlerinin çoğu için işe gidip gelirken Boğaz'ı geçmek günlük zaruri bir ihtiyaçtır.

Asya ve Avrupa yakaları hem karayolu (iki Boğaz köprüsü üzerinden) hem de deniz yolu ile birbirine bağlanır. İnşaatı devam eden 13,6 km'lik yeraltı raylı geçiş projesi (Marmaray) tamamlandığında kentin her iki yakasındaki raylı sistemler de birbirine bağlanacaktır. Projenin Ekim 2013'e kadar bitirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca 2018 yılına kadar tamamlanması beklenen 76 kilometrelik bir banliyö hattı projesi de bulunmaktadır. Geçmişten bugüne İstanbul'da ulaşım için ağırlıklı olarak karayolu (%92,3) tercih edilmiştir. Bunu demiryolu (%5,5) ve deniz yolu (%2,2) ulaşımı takip etmektedir (Yazıcı ve arkadaşları 2013 ve Günay 2007)⁹. Bazı Avrupa kentleri ile karşılaştırıldığında İstanbul'daki araba sayısı hala daha azdır. Buna rağmen bu sayı nüfus artışından daha hızlı bir oranda artmaya devam etmektedir. 1980 yılında 1000 kişi başına düşen araç sayısı 43 iken 2006 yılında bu sayı tam üç katına (134) çıkmıştır (Gerçek & Bülay 2007). Binek araç sayısındaki artış ve yolun köprü üzerinde

daralması sebebiyle günün büyük kısmında yoğun köprü trafiği görülmektedir.

İstanbul'da banliyö treni, metro, hafif raylı, otobüs ve minibüsten oluşan geniş bir toplu taşıma sistemi vardır. İstanbul'da yaşayanların %53'ü her gün bu ulaşım türlerinde bir veya daha fazlasını kullanmaktadır (Günay 2007). İstanbul'daki minibüs ve dolmuşlar da belediye yönetmeliğine tabi olarak hizmet vermektedir (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Tarihi bir kent olan İstanbul'da metro inşaatları çoğu kez kazı esnasında keşfedilen arkeolojik bulgular sebebiyle gecikmeye uğramaktadır. Bu nedenle kentteki yer üstü ulaşım biçimleri yeraltı sistemlerden çok daha gelişmiş bir düzeydedir.

Kentin doğusu ile batısını birbirine bağlayan İstanbul Metrobüs sistemi vatandaşlara ucuz ve hızlı ulaşım imkânı vermeyi amaçlar. Türkiye'nin ilk metrobüsü olmanın yanı sıra dünyanın ilk kıtalar arası metrobüsü

Şekil 22 İstanbul Toplu Taşıma Şeması (Metrobüsü batı-doğu ekseninde giden açık sarı hat göstermektedir)



Kaynak: Maximilian Dörrbecker, creative commons.

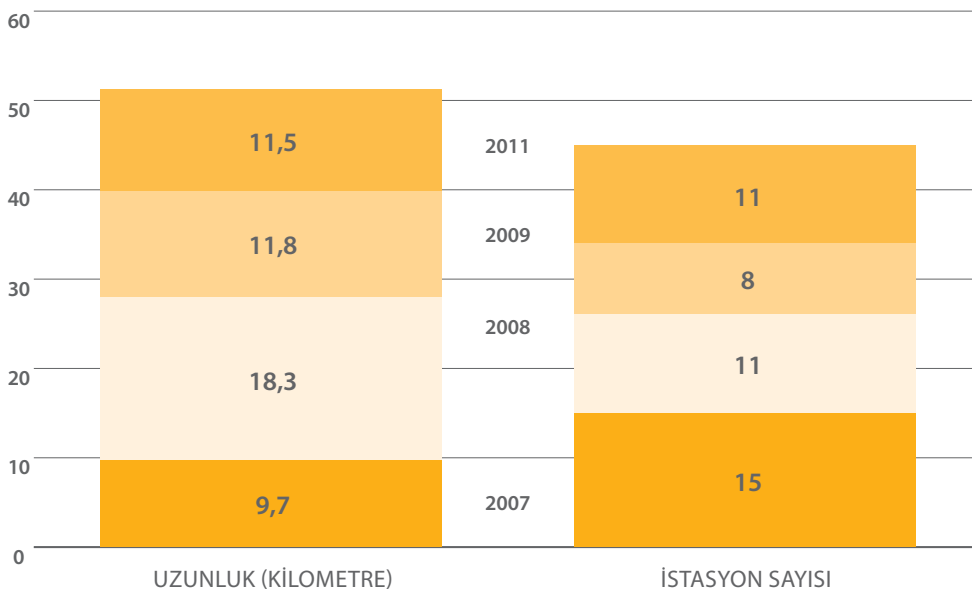
olma özelliğini taşımaktadır. D100 karayolunun orta aksında kendine ayrılmış şerit üzerinde ve çift yönde hareket eden Metrobüs neredeyse otoban hızında hizmet vermektedir. Bunun bir sonucu olarak metrobüste yolculuk süresi diğer toplu taşıma türlerine kıyasla daha kısadır.

İstanbul Belediyesi'nin inşa ettiği Metrobüs şu an İETT (İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü) tarafından işletilmektedir. Metrobüs'ün araç-km başına işletme maliyetinin 3,56 dolar olduğu tahmin edilmektedir (Alpkokin ve Ergun 2012). Metrobüs'ün işletme maliyeti geleneksel otobüslere kıyasla (araç-km başına 3,13 dolar) biraz daha yüksektir. Ancak metrobüs gelirleri (araç-km başına 4,75 dolar) bu maliyeti fazlasıyla karşılamaktadır (Alpkokin ve Ergun 2012).

Metrobüs'ün birinci etap inşası 2005 yılının sonlarına doğru başlamıştır. Eylül 2007'de açılan ilk 18,3 km'lik kısım İstanbul'un nüfus bakımından en yoğun bölgesinde hizmet vermeye başlamıştır (Alpkokin ve

Ergun 2012). Bundan tam 77 gün sonra 2008 yılında Metrobüs, Topkapı'dan Zincirlikuyu istikametine doğru 11,8 km daha uzatılmıştır. En başta 15 olan durak sayısı 26'ya yükselmiştir. 2. Etapın tamamlanması ile iş merkezlerinin bulunduğu bölgede hizmet vermeye başlayan Metrobüs burada yoğun bir ilgi görmüştür (Yazıcı ve arkadaşları 2013). 2009 yılında ise Metrobüs hattı Boğaz Köprüsü üzerinden kentin her iki yakasını birbirine bağlayacak şekilde uzatılmıştır (Etap 3). Projenin 4. etabında metrobüs hattı batıya doğru 9,7 km daha uzatılarak toplam hat uzunluğu 51,3 km'ye çıkarılmıştır. Henüz açıklanmasa da projeye bir etap daha eklenmesi düşünülmektedir.

Şekil 23 Metrobüs İnşaat Etapları



Kaynak: Maximilian Dorrbecker, creative commons. İETT, 2011 Yazıcı ve ark. (2013)
Not: Etap 4 şu anda işletmemdedir.

Örnek Çalışma: Metrobüs

4 etap

Metrobüs'ün 4 etabı da şuan hizmet
vermektedir

51,3 km

Hat Uzunluğu

↗ 2012

600.000

Günlük Taşınan Yolcu Sayısı

↗ 1. Etap

2005 Sonu

Planlama/İnşaat Başlangıcı

↗ 1. Etap

Eylül 2007

Hizmet Başlangıcı

Projenin toplam maliyetinin (inşaat ve ekipman dahil) 466 milyon dolar veya kilometre başına 9 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Bu maliyetin içine Boğaz Köprüsü'ne bağlanan tünel inşaatları ile Zincirlikuyu, Topkapı ve Avcılar'da otobüslerin U-dönüşüne imkân tanıyan altyapılar da dahildir. 4. Etap hariç diğer etaplarda D100 karayolunun orta şeridi metrobüs şeridi olarak düzenlenmiştir. Bu durum yoldaki genel şerit kapasitesini etkilememiştir. Hattın en son tamamlanan kısmında (4. Etap) ise yol genişletmesine ihtiyaç duyulmuş ve bu kısım hizmete girdiğinde de D100 karayolunun kapasitesinde herhangi bir değişiklik olmamıştır.

Boğaz Köprüsü'ne kadarki tüm hatta kendine ayrılmış özel şerit üzerinde hareket eden Metrobüs, köprü üzerinde diğer araçların arasına karışmaktadır. Planlamacılar bunu özellikle böyle tercih ederek Metrobüs'e geçiş üstünlüğü tanıyan ayrı bir alan oluşturulması zorunluluğundan kurtulmuşlardır. Bunun yerine Metrobüs, Boğaz'ın üzerindeyken köprü trafiğine karışmakta ve köprüden çıktıktan sonra yine kendisine ayrılmış özel şeritte seyrine devam etmektedir. Böylece hem köprüdeki trafik şeritleri tüm araçların kullanımına açık olmakta hem de Metrobüs kuyruk beklemediği için diğer araçlardan çok daha önce köprüye giriş yapmış olmaktadır (Yazıcı ve arkadaşları 2013).

Metrobüs ile taşınan günlük yolcu sayısı 600.000 ve en yoğun saatte her yöne taşınan yolcu sayısı 30.000'dir (Alpkokin ve Ergun 2012; Yazıcı ve arkadaşları 2013). Bu talebi karşılayabilmek için Metrobüs günün en yoğun saatlerinde sefer sayısını sıklaştırmakta (durağa her 30 saniyede bir araç uğramaktadır) ve yolcu kapasitesi 140 ile 200 arasında değişen toplam 350 otobüs ile hizmet vermektedir. Güzergâh üzerinde trafik ışığı veya kavşak bulunmadığı için hat hızı ortalama 40 km/sa'dır. GPS verilerine göre azami hız 78 km/sa'dır (Alpkokin ve Ergun 2012). Güvenlik gerekçesi ile hat hızı 2013 yılında 35 km/sa'ya düşürülmüştür.

İETT'nin her yıl yaptığı anket çalışması sonuçlarına göre, vatandaşlar metrobüsü en çok işe gidip gelirken kullanmaktadır. Yani ya her gün (%29,1) ya da hafta içi (%25,3) metrobüse binmektedir. Metrobüs kullanıcılarının ortalama yaşı 35-44 arasındadır. Çoğu metrobüsü işe gidip gelirken (%38,2) veya okula gidip gelirken (%16,1) kullanmayı tercih etmektedir (Yazıcı ve arkadaşları 2013).

Metrobüsü tercih etme sebepleri arasında en sık dile getirilen sebep kısalan yolculuk süreleridir. İETT'nin 2010 yılı anketinde, metrobüs kullanıcılarının %70,8'i metrobüsü "hızlı olması" ve "trafik sıkışıklığından etkilenmemesi" sebebiyle tercih ettiklerini ifade etmişlerdir (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Metrobüsün günlük yolculuk süresini 52 dakika kısalttığı yönündeki tahminler (İETT tahminleri) dikkate alındığında vatandaşın metrobüsü tercih etmesi hiç de şaşırtıcı değildir (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Yolcuların çoğu Metrobüs'e yürüyerek (%34,8); bir kısmı ise dolmuş/minibüs (%25,5) veya İETT otobüsleri ile (%22) ulaşmaktadır. Benzer şekilde Metrobüs kullanıcılarının %40,3'ü Metrobüs'ten indikten sonra yürüyerek varmak istedikleri noktaya ulaşmaktadır. Bu bilgi, Metrobüs'ü öncelikli olarak iş ve okul seyahatlerinde kullanan yolcu profili ile örtüşmektedir.

Metrobüs'ün İstanbul'daki diğer toplu taşıma seçenekleri üzerinde de olumlu bir etkisi olmuştur. Metrobüs'ün hizmete girmesi ile birlikte İETT, 113 belediye otobüsünü, 76 özel halk otobüsünü ve 1296 minibüsünü hizmetten çekmiş ve yolcuları Metrobüs'e yönlendirmiştir (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Yolcuların Metrobüs'e yönlendirilmesi çevre üzerinde de olumlu etkiler doğurmuştur. Neticede Metrobüs diğer ulaşım biçimlerine kıyasla daha etkin bir ulaşım yöntemidir. Yine diğer ulaşım biçimleri ile kıyaslandığında ortalama metrobüs ücretleri (aktarma dahil) %50'den daha fazla düşürülmüş olsa da bilet gelirleri işletme masraflarını rahat rahat karşılayabilmektedir (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Sonuç olarak, Metrobüs'ün İstanbul toplu taşıma sistemine dahil olması ile birlikte hem İETT hem de vatandaş üzerindeki ulaşım yükü hafiflemiştir.

9.3 METROBÜS'ÜN FAYDA-MALİYET ANALİZİ

İstanbul Metrobüs sisteminin fayda-maliyet analizi, tamamlanan dört etabı (51,3 km) kapsamakta ve 20 yıllık (2007-2026) zaman dilimini öngörmektedir. Uygulama, işletme giderleri ve getiriler sistemin ilk dört yılındaki büyümeyi yansıtacak şekilde düzenlenmiştir.

20 yıllık zaman dilimi üzerinden yapılan fayda-maliyet analizine göre, Metrobüs'ün faydaları maliyetinden ağır basmaktadır (fayda-maliyet oranı 2,8; iç getiri oranı %65,8). Metrobüs'ün getirilerinin bugünkü net değeri 17,8 milyar Türk Lirası (9,95 milyar Dolar); maliyetlerinin bugünkü net değeri ise 6,3 milyar Türk Lirasıdır (3,5 milyar Dolar) (bkz. Tablo 4). Buna göre, İstanbul Metrobüs hattının yapım ve işletmesi neticesinde elde edilen faydalar maliyetini geçmektedir ve proje tercihen bir kamu yatırımı olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 24 İstanbul Metrobüs Sistemi Fayda-Maliyet Oranı

Net Bugünkü Değer 2007 – 2026	Türk Lirası (2012)	ABD Doları (2012)
Maliyet (milyon)	6.232 TL	3.541 \$
Fayda (milyon)	17.765 TL	9.948 \$
2007 – 2026 Fayda/Maliyet oranı	2,81	
İç Getiri Oranı	%65,8	

9.3.1 Metrobüs Maliyetleri

Metrobüs projelerinin en temel maliyet kalemleri uygulamaya ilişkin maliyetler (planlama, inşaat ve ekipman) ve işletmeye ilişkin maliyetlerdir. İstanbul metrobüsü örneğinde dış finansman kullanılmamıştır ve bilet gelirleri işletme maliyetini geçmiştir (bkz. Tablo 25). Bunun anlamı Metrobüs'ün hizmette kalması için herhangi bir devlet desteğine ihtiyaç yoktur (Alpkokin ve Ergun 2012). Net oran %12 olarak tahmin edilmektedir.

Bu analiz kapsamında tahmin edilen yapım ve ekipman maliyeti kilometre başına 9,08 milyon dolardır (Yazıcı ve arkadaşları 2013, Hidalgo ve Bülay 2008). Buna istasyon iyileştirme maliyetleri, ek otobüs satın alımı ve otobüs bakım maliyetleri dahildir (daha fazla bilgi için bkz. Ek E). İstanbul Metrobüs hattı İETT tarafından ayrı bir hizmet sözleşmesi olmaksızın işletildiği için metrobüs hattının ve geleneksel otobüs hatlarının işletme maliyetleri birbirinden ayrı hesaplanmamaktadır. Bu nedenle EMBARQ, İstanbul metrobüsünün yıllık işletme maliyetini hesaplarken Alpkokin ve Ergun (2012) çalışmasından (araç-km başına 3,56 dolar işletme maliyeti) ve diğer parametreler için Yazıcı ve arkadaşlarının (2013) çalışmasından yararlanmıştır.

Rapordaki diğer metrobüs örneklerinin aksine İstanbul örneği daha çok ikincil veri kaynaklarını temel almaktadır. Buna rağmen net maliyet toplamı (20 yıllık yatırım, işletme ve bakım maliyetleri) diğer metrobüs örnekleri ile uyumludur. Aslında İstanbul metrobüsünün kilometre başına net maliyeti yukarı uçta kalmaktadır (kilometre başına 69,03 dolar). Pek çok faktörden etkilenebilen maliyet kalemi, projeden projeye değişiklik göstermektedir. Ancak karşılaştırmalar İstanbul Metrobüs projesinin maliyetinin diğer projelerdeki ile tutarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Aksine maliyetleri olduğundan fazla yansıtma yanlısı gibi durmaktadır (bkz. Tablo 26). Faydaların yüksek maliyetlerin düşük olması fayda-maliyet oranının yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

9.3.2 Metrobüs Faydaları

2007 – 2026 dönemi fayda-maliyet analizine göre, İstanbul Metrobüs projesinin 2012 yılına kadarki getirilerinin bugünkü değeri 17.8 milyar Türk Lirasıdır (9.95 milyar dolar). En büyük getirisi yolculuk sürelerindeki kısalımadır. Bunun toplam net fayda içindeki payı %64; değeri ise 11,4 milyar Türk Lirasıdır

Tablo 25 Maliyetlerin Bugünkü Değeri, İstanbul Metrobüs (%12 net oran)

Maliyetlerin Bugünkü Değeri	Milyon TL (2012)	Milyon ABD Doları (2012)
Yatırım maliyeti (altyapı ve otobüslere yeniden yatırım dahil)	1.324 TL	741 \$
İşletme ve Bakım Maliyetleri	4.999 TL	2.800 \$
Toplam Maliyet	6.323 TL	3.541 \$

Tablo 26 Metrobüs Projelerinde Kilometre Başına Net Maliyet

Şehir	Hat uzunluğu (km)	Dolar cinsinden net maliyet toplamı	Kilometre başına net maliyet	Fayda-maliyet oranı
Bogotá	84	2.359 \$	28,08 \$	1,6
Meksiko	17	158 \$	9,32 \$	1,2
Johannesburg	25,5	749 \$	29,37 \$	1,2
İstanbul	51,3	3.541 \$	69,03 \$	2,8

(6,4 milyar dolar) (bkz. Tablo 27 ve Şekil 24). Bunu 3,8 milyar Türk Lirası (2,2 milyar dolar) ile araçların işletme maliyetinin azalması, 1,6 milyar Türk Lirası (881,2 milyon dolar) ile yol güvenliğinde artış, 700 milyon Türk Lirası (392 milyon dolar) ile fiziksel aktivite eksikliğinden kaynaklı erken ölümlerde azalma ve 272 milyon Türk Lirası (152 milyon dolar) ile karbondioksit emisyonlarında azalma takip etmektedir.

20 yıllık dönem dikkate alındığında yolculuk süresindeki azalmanın getirdiği faydanın değeri 11,4 milyar Türk Lirasıdır (6,4 milyar dolar). Yolculuk süresindeki azalmanın bu kadar büyük bir fayda ile sonuçlanmasında iki faktörün yan yana gelmesi çok etkili olmuştur: güzergâh üzerinde yolcu sayısındaki artış ve ortalama yolculuk süresindeki fark edilir azalma. Günde 600.000 yolcunun taşındığı Metrobüs hattında yolcu sayısının görece yüksek olmasının sebepleri, talebin yüksek olması ve kısa sefer aralıkları ile çalışan yüksek yolcu taşıma kapasiteli körüklü otobüslerin kullanılmasıdır. İstanbul Metrobüs hattında seyahat süresi yolculuk başına ortalama 26 dakika kısalmıştır (Yazıcı ve arkadaşları 2013). Bu rakam Johannesburg Rea Vaya metrobüsünde sadece 13 dakikadır. Bu haliyle İstanbul metrobüsünde yolculuk süresi Rea Vaya metrobüsündeki yolculuk süresinden iki kat daha fazla kısalmıştır. Bunun sebebi İstanbul metrobüsünün karayolu üzerinde ve kendi özel şeridinde yüksek hat hızlarına ulaşmasıdır.

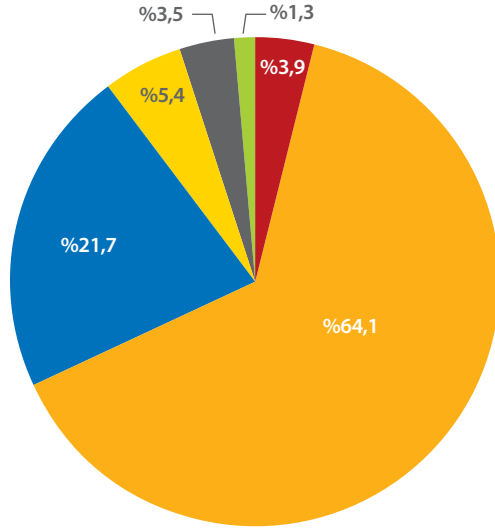


Metrobüs maliyetlerini en çok göğüsleyen kesim **üst sosyo-ekonomik grubudur.**

Metrobüs'ün net faydaları (maliyet çıkartıldıktan sonra kalan fayda) bütün gelir gruplarına dağılmış olmakla birlikte aylık geliri 1.000 – 2.000 TL olan kesim net faydalardan en çok yararlanan kesimdir. Fayda-maliyet oranı tüm gelir grupları için 1.0'in üzerindedir.

Tablo 27 Faydaların Bugünkü Değeri, İstanbul Metrobüs (%12 net oran)

Faydalar	2007-2026 (Milyon TL 2012)	2007-2026 (Milyon ABD Doları 2012)
Yolculuk sürelerinin azalması	11.372 TL	6.369 \$
Metrobüs kullanıcılarının araç işletme maliyetinde azalma	3.847 TL	2.154 \$
Ölümlü kaza sayısında azalma	949 TL	531 \$
Yol kazalarında azalma (yaralanmalı, maddi hasarlı kazalar)	625 TL	350 \$
Fiziksel aktivitenin artması	700 TL	392 \$
Karbondiyoksit eşdeğeri emisyonlarda azalma	272 TL	152 \$
TOPLAM	17.765 TL	9.948 \$

Şekil 24 Sosyoekonomik Gruplara Göre İstanbul'a kıyasla Metrobüsün Gelir Dağılımı

- Yolculuk sürelerinin azalması
- Araç işletme maliyetinde azalma
- Metrobüs kullanıcılarının araç işletme maliyetinde azalma
- Yol kazalarında azalma (yaralanmalı, maddi hasarlı kazalar)
- Karbondiyoksit eşdeğeri emisyonlarda azalma
- Fiziksel aktivitenin artması

Metrobüs kullanıcılarının kendi araçları yerine metrobüsü kullanmaya başlaması binek araç kullanımını ve dolayısıyla bundan kaynaklanan işletme maliyetini azaltmıştır. İstanbul'da binek araçtan metrobüse geçenlerin oranı (%9) diğer metrobüs örneklerindeki ile benzerdir. Ancak metrobüsün yüksek yolcu taşıma kapasitesi sayesinde binek araç kullanımından kaynaklanan maliyetler büyük oranda azalır. Türkiye'de petrol fiyatlarının dünya ortalamasının üzerinde olması ve ortalama yolculuk mesafesinin 15 km olması da metrobüsün faydalarını artırmaktadır.

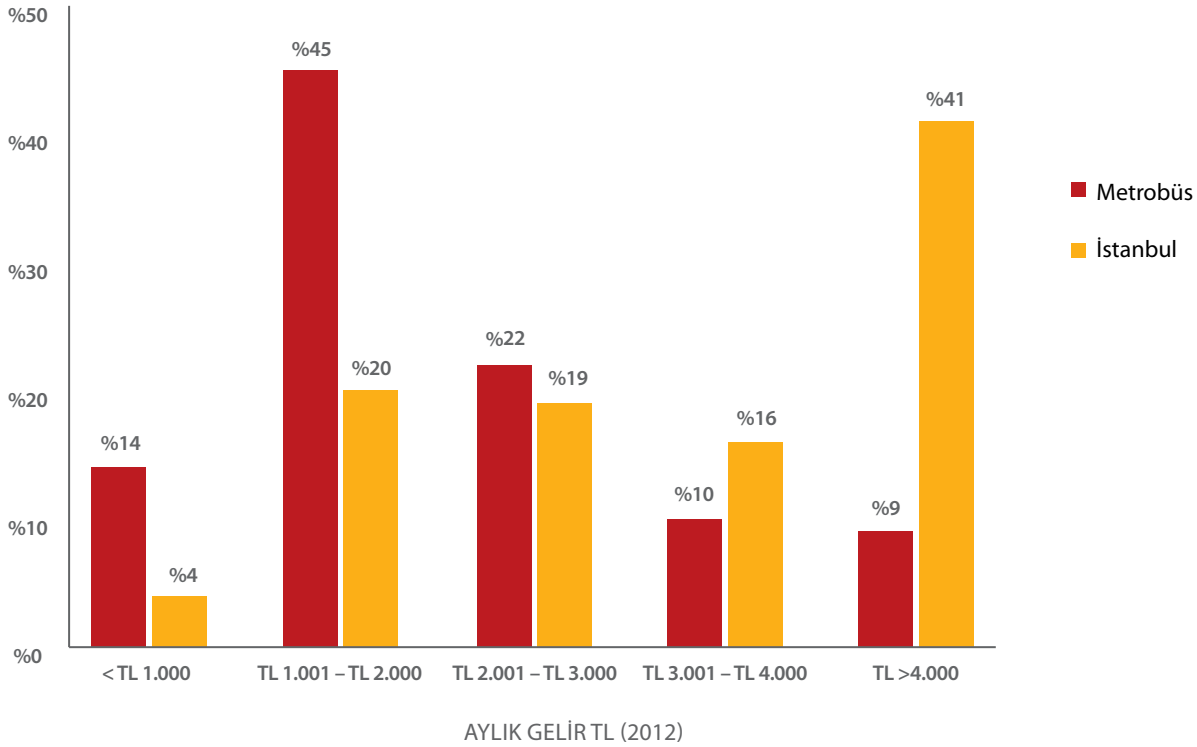
Metrobüs'ün kendine ayrılmış daha güvenli bir şeritte hareket etmesi ve metrobüs olmasaydı toplu taşıma veya binek araçları tercih edecek kişilerin çoğunlukta olması Metrobüs'ün trafik güvenliği üzerindeki olumlu etkileri arasındadır. Analize göre, 20 yıllık dönemde ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının azalması ile 1,6 milyon Türk Lirası (881,2 milyon dolar) tasarruf edilmesi beklenmektedir. D100 karayolu üzerindeki Metrobüs koridoruna ait resmi yol güvenliği verileri henüz yayınlanmış değildir. Ancak EMBARQ'ın trafik güvenliği çalışmalarından elde edilen verilere göre, Metrobüs'ün her yıl 30 ölümlü ve 87 yaralanmalı kazanın önlenmesine katkıda bulunacağı tahmin edilmektedir. Metrobüsün sağlık ve yol güvenliği ile

ilgili faydaları 3.3.2'inci Bölümde açıklanan metodoloji kullanılarak değerlendirilmiştir. Metrobüs'ün hizmete girmesi ile birlikte artan fiziksel aktivitenin faydasal değeri 700 milyon Türk Lirasıdır (392 milyon dolar). İETT yolcu anketi sonuçlarına göre, Metrobüs hattı açılmadan önce yolcuların yalnızca %1,8'i ulaşım aracına kadar yürüdüklerini ifade etmiştir. Metrobüs hattı açıldıktan sonra yolcuların %34,8'i metrobüs durağına kadar yürüdüklerini; %39,3'ü ise metrobüsten indikten yollarına yürüyerek devam ettiğini ifade etmiştir. Yayaaların beşte birinden fazlası metrobüs yolculuğu öncesinde ve sonrasında yürüme mesafelerinin 10 dakikadan daha fazla olduğunu ifade etmiştir. DSÖ'nün HEAT modelini kullanarak yaptığımız tahminlere göre, metrobüs kullanımı neticesinde artan fiziksel aktivite her yıl 25 erken ölüm vakasının önlenmesine katkı sağlamaktadır.

9.4 METROBÜS DAĞILIMSAL FAYDALARI

Metrobüs kullanıcılarının gelir dağılımı asimetriktir. Metrobüs kullanıcılarının sayısı ile alt sosyo-ekonomik gruptaki yolcuların sayısı birbirine orantılı değildir (Şekil 25). Çoğu Metrobüs kullanıcısının (%45) aylık kazancı 1.000 – 2.000 TL arasında olmasına rağmen İstanbul'da yaşayanların %41'inin aylık geliri

Şekil 25 Sosyoekonomik Gruplara Göre İstanbul'a kıyasla Metrobüsün Gelir Dağılımı (İETT, 2011 Yolcu Anketi, TurkStat Gelir ve Yaşam Koşulları Anketi 2011)



Kaynak: İETT 2011 yolcu anketi, Turkstat Gelir ve Yaşam Koşulları Anketi 2011).

4.000 TL'nin üzerindedir. Benzer şekilde, Metrobüs kullanıcıları arasında aylık geliri 1.000 TL'nin altında olan vatandaşların oranı %14 iken, İstanbul genelinde bu vatandaşların oranı sadece %4'tür.

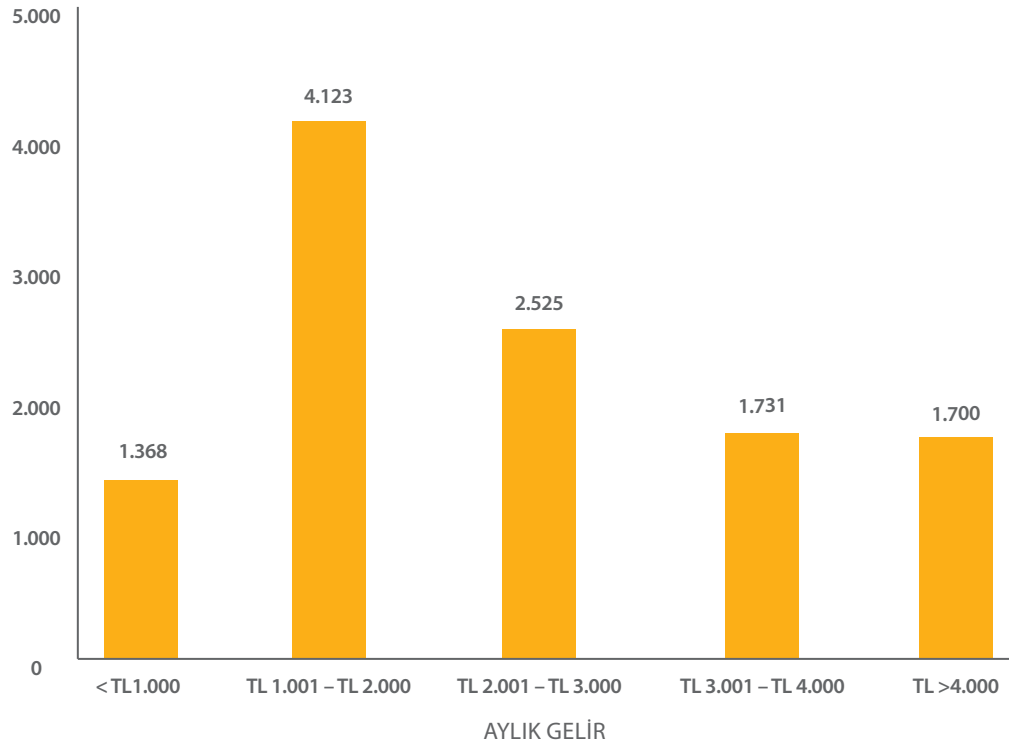
Metrobüs maliyetlerini en çok göğüsleyen kesim üst sosyoekonomik düzeyden olsa da Metrobüs'ün net faydaları (maliyet çıkartıldıktan sonra kalan fayda) bütün gelir gruplarına dağılmış olmakla birlikte aylık geliri 1.000 – 2.000 TL olan kesim net faydalardan en fazla yararlanan kesimdir (Şekil 26). Fayda-maliyet oranının en yüksek olduğu yer yine en yüksek gelir grubudur. Buna rağmen net faydaların en fazla hissedildiği grup aylık geliri 1.001 – 2.000 TL

arasında olan gruptur. İstanbul geneline bakıldığında daha yüksek gelir grubuna mensup kişiler yüksek vergi oranı sebebiyle metrobüs maliyetlerinin de daha büyük bir kısmını omuzlamaktadır. Bununla birlikte bu kesim Metrobüs'ün faydalarını diğer gelir gruplarına göre daha fazla hissetmektedir. Çünkü araba sahipliği oranının bu kesimde yüksek olması bundan kaynaklanan maliyetlerin Metrobüs sayesinde azaltılmasına olanak tanımaktadır. Bu durumda faydalar maliyeti geçmiştir. Yolcu sayısının gelir gruplarına göre dağılım şekli sebebiyle net faydaların en yüksek görüldüğü yer aylık geliri 1.001 – 2.000 TL arasında olan gruptur. Bütün gelir gruplarında fayda-maliyet oranı 1,0'ın üstündedir (bkz. Tablo 28).

Tablo 28 Sosyoekonomik gruplara göre Metrobüs fayda-maliyet oranı

Toplam	<1.000 TL	1.001 – 2.000 TL	2.001 – 3.000 TL	3.001 – 4.000 TL	>4.000 TL
2,80	2,80	2,65	2,82	2,99	2,38

Şekil 26 Sosyoekonomik Gruba Göre İskonto Edilmiş Bugünkü Net Fayda



10. BÖLÜM

LATİN AMERİKA'DA METROBÜS SİSTEMLERİNDE GÖRÜLEN BÜYÜME

Metrobüs sistemlerinin geleceği parlak görünmektedir. Yerel, ulusal ve uluslararası arenadaki eğilimler bu sistemlerin dünya genelinde büyüme kaydedeceğine işaret etmektedir. Şehirlerde toplu taşımanın bir parçası olarak metrobüs sistemleri tercih edilmektedir. Hükümetler, metrobüs de dahil olmak üzere toplu taşımaya öncelik veren kent içi ulaşım projelerine ve programlarına fon sağlamaktadır. Ayrıca, uluslararası yatırımcı ve bağışçı kuruluşlar kentsel kalkınma zorluklarının üstesinden gelebilmek için sürdürülebilir ulaşım projelerine öncelik vermektedirler.

EMBARQ verilerine göre, mevcut sistemlere uzatmalar yapılması ve yenilerinin eklenmesiyle metrobüs sistemlerinin daha da büyümesi beklenmektedir. Hali hazırda yaklaşık 143 şehirde 1.000 kilometre uzunluğunda yeni hat veya uzatma koridoru inşaatı devam ederken, toplam hat uzunluğunun 1.600 kilometre daha artırılması planlanmaktadır (EMBARQ Brasil 2013). Pek

çok ulusal ulaşım yatırım programlarında metrobüs de dahil olmak üzere toplu taşıma projelerine kolaylık sağlanmakta, hatta bazılarında metrobüs sistemleri için özel fonlar tahsis edilmektedir. Meksika'nın ulusal ulaşım fon programı PROTRAM kapsamında Meksika genelinde onaylanmış veya nihai planlama aşamasında olan 35 metrobüs projesi bulunmaktadır.

Brezilya'nın kalkınmayı hızlandırma programı PAC kapsamındaysa 32 şehirde hayata geçirilmesi planlanan metrobüs projelerine toplam 7,7 milyar dolarlık bir destek sağlanacak ve böylece Latin Amerika'daki metrobüs hat uzunluğu 2016 Olimpiyat Oyunları'na kadar iki katına çıkarılacaktır. Hindistan'ın ikinci ulusal kentsel dönüşüm programı kapsamında önümüzdeki on yıl içinde raylı sistemler ile otobüs sistemlerine toplam 12 milyar dolarlık bir bütçe ayrılmıştır. Çin'in on ikincisi açıklanan 5 yıllık planında 2017 yılında kadar 12 şehre daha metrobüs sistemlerinin getirilmesi hedeflenmektedir.



Yerel, ulusal ve uluslararası arenadaki eğilimler metrobüs sistemlerinin dünya genelinde **büyüme kaydedeceğine işaret ediyor.**

Şehirlerde toplu taşımanın bir parçası olarak metrobüs uygulamasını tercih ediliyor. Ulusal hükümetler metrobüs de dahil olmak üzere toplu taşımaya öncelik veren kenti içi ulaşım projelerine ve programlarına finansman sağlıyor. Ayrıca, uluslararası yatırımcı ve bağışçı kuruluşlar kentsel kalkınma zorluklarının üstesinden gelebilmek için sürdürülebilir ulaşım projelerine öncelik veriyorlar.

2012 yazında dünyanın en büyük çok taraflı kalkınma bankaları geliştirmekte olan ülkelerde sürdürülebilir ulaşımı desteklemek için önümüzdeki 10 yıllık süreçte 175 milyar ABD Dolarının üzerinde yatırım yapma taahhüdünde bulunmuşlardır (WRI, 2012). Latin Amerika Kalkınma Bankası, Asya Kalkınma Bankası, And Ülkeleri Kalkınma Bankası, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası, Avrupa Yatırım Bankası, Amerika Kıtası Kalkınma Bankası, İslami Kalkınma Bankası ve Dünya Bankası tarafından sağlanan bu mali taahhüt 2012 yılında Rio de Janeiro'da gerçekleştirilen BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı'nda (Rio+20) kent içi ulaşımın ön plana çıkarılmasında faydalı olmuştur. 175 milyar ABD Doları değerindeki bu yatırım, ulaştırma sektörü için yeni bir durum değildir, ama burada önemli olan bankaların mevcut kent içi ulaşım portföylerini otoban ve üstgeçitler yerine metrobüs gibi daha sürdürülebilir toplu taşıma sistemlerine yöneltme taahhüdü vermeleridir (WRI, 2012).

İleriki bölümlerde Latin Amerika, Çin, Hindistan ve Güney Afrika'da mevcut metrobüs sistemlerindeki gelişmelere ışık tutulacak ve önümüzdeki yıllarda metrobüs sistemlerinde sürdürülebilir büyüme öngören politikaların ve taahhütlerin varlığından bahsedilecektir.

10.1 LATİN AMERİKA'DA METROBÜS SİSTEMLERİNDE GÖRÜLEN BÜYÜME

10.1.1 Bölgesel İlerleme

Latin Amerika, metrobüs sistemi veya yüksek kaliteli otobüs koridoru bulunan şehir sayısı (54 şehir), kombine hat uzunluğu (1.389 kilometre veya dünya genelinin yüzde 34'ü) veya günde ortalama taşınan yolcu sayısı (18 milyon veya küresel yolcu yükünün yüzde 62'si) bakımından dünya genelinde liderlik konumunu korumaktadır (BRTdata.org 2013). Bölgede aşama aşama gelişme kaydeden ve özellikle son yıllarda sayısı hızla artan otobüs koridorlarının ve metrobüs sistemlerinin uzun bir geçmişi vardır. 1970'lerde Curitiba, Brezilya, Lima ve Peru'da otobüs koridorları uygulanmasına başlanmış ve daha sonra tam metrobüs sistemlerine geçiş yapılmıştır (Curitiba'da 1992'de ve Lima'da 2011'de). Metrobüs sistemlerinin uzatılması ileriki yıllarda yavaş seyretmiştir: 1990 öncesinde çoğunluğu Brezilya'da olmak üzere sadece 11 şehirde metrobüs sistemi bulunmaktaydı; 2000 öncesindeyse bu sayı sadece 20'yd. Ancak, 2000'den bu yana Latin Amerika metrobüs sistemlerinde hızlı bir gelişme kaydedilmiş

ve metrobüs projesi uygulayan şehir sayısı 11 ülkede toplam 34'e yükselmiştir. Metrobüs hatları bölgenin en büyük şehirlerinde (Meksiko, São Paulo, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Lima, Bogotá, Santiago, Belo Horizonte ve Guadalajara) kent içi ulaşım sisteminin ayrılmaz bir parçası konumunda ve sayıları orta ölçekli ve küçük şehirlerde de artış göstermektedir.

En büyük metrobüs uygulamaları São Paulo (129km, günde 3,1 milyon yolcu), Bogotá (120 km, 1,9 milyon yolcu) ve Rio de Janeiro'da (67km, günde 1,7 milyon yolcu) bulunmaktadır. Yedi yıllık bir süreçte tamamlanan 95 kilometreyle en hızlı genişleme Meksiko'da kaydedilmiştir.

Özellikle hat işletmeleri söz konusu olduğunda bölgesel benzerlikler ortaya çıkmaktadır. Pek çok Latin Amerika şehrinde Quito (üç koridorun ikisi), Medellín (bir koridor Metroyla birleştirilmiş) ve Meksiko (Trolleybus ve Metrobús koridorları) hariç olmak üzere metrobüs ve otobüs koridorlarının işletmesini özel sağlayıcılar üstlenmiş durumdadır. Yaygın görülen kamu-özel ortaklık modellerinde, temel altyapı (otobüs koridorları ve duraklar) devlet tarafından inşa edilirken, hat işletmesi ve ödeme işlemleri imtiyazlarla özel taşıyonlara verilmektedir. Özel işletmelerin kontrolündeki sistemlere yönelik iş modelleri çeşitlilik gösterirken, net-maliyet (alan veya hat sözleşmeleri) yöntemi daha öne çıkmaktadır. Brüt-maliyet (otobüslerin kat ettiği mesafeye dayalı ödeme) yöntemi ise birkaç yıl önce Brezilya'da yaygın olarak tercih edilmekteydi ve özellikle Meksiko'da Metrobús projesi olmak üzere Meksika sistemlerinde de kullanılmaktadır. Bölge genelinde kilometre ve yolcu başına düşen gelir öğelerini bir arada kullanan

karma sistemlere gösterilen ilgi son zamanda artış göstermiştir (Örn. Kolombiya'daki sistemler ve Brezilya'daki yeni hat işletme sözleşmeleri).

Metrobüs sistemleri ve otobüs koridorları bölgesel kent içi ulaşım dönüşümünü kolaylaştırmıştır. Bir taraftan metrobüs sistemleri sayesinde toplu taşıma hizmetleri daha hızlı, daha güvenli ve daha çevre-dostu hale gelmiş ve kullanıcılar açısından hizmet kalitesi artmıştır. Diğer bir taraftansa, imtiyaz sözleşmeleri, düzensiz ve kontrolsüz otobüs hizmetleri sağlayıcılarının konsolide düzenli şirketlere dönüşmelerinin yolunu açmıştır. Bu şirketler kendi ülkelerinin dışına da açılmışlardır. Örneğin, Panama, Peru ve Şili'de Kolombiyalı otobüs işletmecilerine rastlanabilmektedir. Hatta Kolombiyalı şirket Fanalca, Johannesburg'da Rea Vaya hattının 1A fazında ilk yıl otobüs işletme faaliyetlerinin yönetiminde yer almıştır (McCaul ve Ntuli 2011).

10.1.2 Ortak Sorunlar

Her ne kadar metrobüs sistemleri Latin Amerika'da yaygın bir başarıya sahip olsa da, bölge genelinde sistemler bazı ortak sorunlarla karşı karşıya kalmış durumdadır. Latin Amerika şehirlerinin metrobüs sistemlerinin üstün başarısını daim kılmak için öncelikle aşağıdaki sorunlara çözüm bulmaları gerekmektedir:

- **Hizmet kalitesindeki düşüş:** sistemlerin pek çoğu özellikle yoğun saatlerde çok yüksek doluluk oranları ve daha az güvenilir olma sorunuyla karşı karşıyadır;
- **En fakir yolcuların dışlanması:** nüfusun en düşük gelirli kesimi, yüksek bilet fiyatlarını karşılayamadığından dışlanmaktadır;

- **Sınırlı birleşim:** diğer ulaşım hizmetleriyle birleşme (fiziksel, ücret, hizmet) yeterli değildir;
- **Metroyla rekabet:** pek çok şehirde metro hatları genişlemektedir.

Metrobüs sistemlerinin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri uygulamaya konduktan yıllar sonra bile geliştirmeye devam etmektir. Bogotá'da gerçekleştirilen ankette, TransMilenio hizmete açıldıktan hemen sonra 5,0 üzerinden 4,8 puan almıştır. On yıl sonra bu puan 5,0 üzerinden 3,0'e düşmüştür, bunun temel sebebi ise otobüslerin çok kalabalık olması olmuştur (Camara de Comercio de Bogotá 2010).

TransMilenio ve Metrobüs örneklerinde görüldüğü üzere, metrobüs kullanıcıları arasında en fakir kesim tam olarak temsil edilmemektedir. Metrobüs sistemleri sayesinde üretkenlikte çarpıcı bir artış sağlanmıştır. Örneğin araç başına düşen yolcu sayısı Bogotá'da 1'den 5'e Meksiko'daysa 2'den 10'a yükselmiştir. Ne var ki, tam resmi sistemlerin maliyetleri kullanıcı ücretleri üzerine bir yük bindirmiştir. Sonuç olarak, kalitenin yüksek tutulabilmesi ve hizmetlerin en düşük gelirli kesimin de karşılayabileceği ücretlerde olabilmeleri için işletmeye yönelik devlet yardımlarına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. 1980'lerde ortadan kaldırılan devlet yardımlarının tekrar getirilmesine yönelik eğilim her geçen gün daha fazla yaygınlaşmaktadır. Örneğin, Şili'deki Transantiago sistemine öğrencilerin masraflarının karşılanması ve genel ücretin yolculuk başına 1 doların altında tutulması için yılda 500 milyon dolarlık destek verilmektedir. Bogotá'daysa yakın zamanda kalıcı devlet yardımları devreye sokulmuştur ve akıllı kart kullanan düşük gelirli kesime yönelik yardımların

getirilmesi için çalışılmaktadır. Meksiko'da Metrobüs sistemindeki işletme açığı kamu işletmecisi ve yönetim kuruluşuna devlet tarafından sağlanan yardımla kapatılmaktadır.

Koridora dayalı çözümlerden birleşik toplu taşıma ağlarına geçilebilmesi için daha fazla ilerleme kaydedilmesi gerekiyor. Brezilya'daki birleştirme çözümleri oldukça geçmişe dayanmakta; ancak, bölgenin geri kalanında bu tür örneklerle nadir karşılaşmaktadır. Brezilya dışında birleşik sistemlere yönelik atılan ilk adımların örnekleri aşağıda sıralanmıştır:

- 2007'de Santiago'da kent içi taşıma ağında ciddi uygulama sorunları olmakla birlikte tam bir dönüşüme gidilmiştir. Sistem o zamandan bu yana oturdu ama oldukça iyi bir hizmet kalitesi sunmakta ama büyük bir işletme açığıyla faaliyet göstermektedir.
- Bogotá'da şu an birleşik bir sistem üzerinde çalışılmaktadır. Sözleşmeler tamamlanmış ve yeni filonun yüzde 20'si faaliyete sokulmuştur. Tam birleştirmenin, 2014 ortalarına kadar tamamlanması beklenmektedir. O tarihe kadar geleneksel bir şoför bir otobüs sistemi tamamen kaldırılacak ve şehirdeki otobüs filosu 16.000 araçtan 12.000 araca indirilecektir.
- Lima ve Meksiko'da de tüm şehri kapsayan birleştirme çalışmaları başlatılmıştır. Lima da Metropolitano metrobüs koridoruyla birleşen ve şehrin günlük seferlerinin yarısını kapsayan beş yapısal koridor için sözleşme sürecini başlatmıştır. Meksiko şehrin genelinde tüm otobüs işlemlerini gözden geçirmeyi ve 22.000 adet bireysel faaliyet



imtiyazını değiştirme ve azaltmayı planladıklarını duyurmuştur.

Aynı zamanda, bölge metrobüs sistemleri ve diğer verimli ve ekonomik toplu taşıma sistemleriyle rekabet içine giren metro inşaatlarının yeniden doğuşuna sahne olmaktadır. Meksiko, Santiago, Medellin, Caracas, Santo Domingo, Rio de Janeiro ve São Paulo şehirlerindeki metro hattı genişletme projelerine ek olarak Panama ve Quito gibi şehirlerde de ilk metro hatlarının inşaatı ilerlemektedir. Fortaleza ve Bogotá'daysa tasarım çalışmaları devam etmektedir. Hat uzatma ve yeni hat inşaat yatırımlarının değeri 25 milyar doları geçmektedir.

10.1.3 Süregelen İvme

EMBARQ verilerine göre, dünya genelinde geliştirme aşamasında olan yeni ve uzatma sistemlerinin yüzde 15'i Latin Amerika'da bulunuyor. EMBARQ, metrobüs sistemlerinin hali hazırda mevcut olduğu şehirlerde kayda değer hat uzatma projeleri gerçekleştirileceğini tahmin ediyor. En büyük genişleme 2014 FIFA Dünya Kupası ve 2016 Yaz Olimpiyat Oyunları hazırlıkları kapsamında 2016 yılına kadar ekstra 150 kilometrelik bir uzatma planlayan Rio de Janeiro'da bekleniyor. Meksiko da önümüzdeki 5 yıl içinde Metrobüs sistemini 105 km uzatmayı planlıyor. Santiago 100 Km uzunluğundaki otobüs öncelikli şeritleri tam bir metrobüs sistemine dönüştürmeyi ve Bogotá mevcut hatlara 2016 yılına kadar 40km daha eklemeyi planlıyor.

Bazı Latin Amerika ülkelerinde metrobüs sistemlerinin büyümesinde süregelen ivmede hükümetlerin ulusal ulaşım yatırım programlarıyla sağladığı destek önemli bir rol oynuyor. Brezilya'nın kalkınmayı hızlandırma programı PAC kapsamında, Dünya Kupası ve Olimpiyat Oyunları hazırlıklarını da destekleyerek, 32 şehirde yeni hat ve mevcut hat uzatma inşaat projelerine toplam 7,7 milyar dolarlık tahsis edildi. Meksika'nın ulusal ulaştırma fon programı PROTRAM kapsamında toplu taşıma yaklaşık 3,5 milyar dolarlık (yüzde 50'si ulusal hükümetin sağladığı fonlar kalan yüzde 50'si Meksika'daki Devlet Kalkınma Bankası Banobras tarafından verilen kredi) yatırım yapılacağı tahmin ediliyor. Bu program çerçevesinde onaylanmış veya nihai planlama aşamasında olan yaklaşık 30 metrobüs sistemi bulunuyor. Bunlardan 5'i inşaat veya test aşamasındadır (Puebla, Acapulco, Estado Mexico, Chihuahua ve Monterrey).

Özetle, Latin Amerika'da son yıllarda metrobüs uygulamalarında hızlı bir gelişme kaydedilmiştir ve bu

7,7 milyar

Brezilya'nın kalkınmayı hızlandırma programı PAC kapsamında yapılan yatırım

40 km

2016'ya kadar Bogotá'da Transmilenio sistemine eklenmesi planlanan hat uzunluğu

3,5 milyar

Meksika'nın ulusal ulaştırma fon programı PROTRAM kapsamında sağlanan destek

gelişme ulusal ulaşım yatırım programları sayesinde ileride de devam edecektir. Bölgedeki metrobüs sistemlerinin süregelen başarısı, şehirlerin kalite, eşitlik ve birleşme ve kent içi raylı ulaşım yapılarındaki yatırımlardan kaynaklanan rekabet de dahil olmak üzere pek çok sorunun üstesinden gelmelerine bağlıdır.

10.2 ÇİN'DE METROBÜS SİSTEMLERİNDE GÖRÜLEN BÜYÜME

Her ne kadar Çin'e daha yeni gelmiş de olsalar metrobüs sistemleri 2004'te ülkenin ilk koridoru Pekin 1. Hattının açılmasıyla popülerlik kazandı ve diğer şehirlerde de hızla yayılmaya devam ediyor. Hali hazırda 17 şehirde metrobüs veya yüksek kaliteli otobüs koridoru mevcut ve her gün 2,3 milyon yolcu taşıyor. Guangzhou'nun metrobüs sistemi günde 850.000 yolcu taşıyarak dünyanın en yüksek verimli sistemi unvanını koruyor.

Her ne kadar metrobüs sistemleri çeşitli ilk kademe şehirlerinde başarılı olsa da¹⁰, Çin'de son dönemde açılan metrobüs sistemlerinin çoğu Urumqi (2011), Yinchuan (2012), Lianyungang (2012) ve Lanzhou (2013) da dahil olmak üzere nüfusu beş milyonu geçmeyen ikinci kademe şehirlerde bulunmaktadır. Burada metrobüs sistemleri kent içi ulaşımın bel kemiğini oluşturuyor. Bu yeni sistemlerden üçü (Urumqi, Yinchuan ve Lanzhou) Çin'in az gelişmiş batı kesimindeki ilk uygulamalardandır.

Diğer kentsel altyapı sistemlerinde olduğu gibi Çin'deki metrobüs sistemleri de genellikle çok çabuk inşa edilir. Lianyungang şehrinde 34 kilometrelik ilk koridorun

inşaatının tamamlanması ve açılması sadece sekiz ay sürdü. Urumqi şehrindeyse dört koridorlu 40 kilometrelik metrobüs sistemi sadece üç yıl içinde tamamlandı (Baidubaike 2013; Urumqi Government 2013). Bu hızlı uygulamalar sayesinde Çin metrobüs sistemlerini çok hızlı bir şekilde geliştirebilir.

Son dönemde geliştirilen ulusal politikalar önümüzdeki yıllarda Çin'de daha fazla metrobüs sistemi geliştirilmesini hızlandırmayı destekleyebilir. Devlet şurası geçtiğimiz günlerde Çin'in zemin üstü toplu taşıma sistemlerinin kilit bir unsuru olarak metrobüs sistemlerini önerdi ve Ulaştırma Bakanlığı'nın açıkladığı hedef doğrultusunda 2020 yılına kadar 5000 kilometre uzunluğunda bir metrobüs hattının hizmet vermeye başlaması bekleniyor (Çin MoT 2013).

10.3 HİNDİSTAN'DA METROBÜS SİSTEMLERİNDE GÖRÜLEN BÜYÜME

Hindistan'ın ilk tam metrobüs sistemi Janmarg, **Ahmedabad** şehrinde 15 Ekim 2009 tarihinde faaliyete girdiğinde Hindistan'ın ulaşım sistemine yeni bir soluk kazandırmıştır.

İlk olarak 12,5 kilometrelik ayrı şeritler olarak başlanmış ve yavaş yavaş genişleyerek Etap 1 için planlanan 88 kilometrenin 63 kilometresi tamamlanmıştır. İşleyişte meydana gelebilecek aksamayı asgari seviyeye indirmek ve bir destek sağlamak için tasarımcılar özel trafiğin olumsuz etkilenmemesi amacıyla "yoğun yerler arasında bağlantı kur, yoğun caddelerden uzak dur" sloganından yola çıkmışlardır (Swami 2010). Ayrıca, sadece koridor geliştirmeye odaklanmak yerine



sistemik bir çözüm bulmayı amaçlamışlardır. Özel otobüs yolları, iki şeridin ortasında yer alan duraklar, önceden bilet alma, otobüslerde son teknolojinin kullanılması, her iki tarafında da kapı olan otobüsler ve kavşaklarda otobüslere öncelik verilmesi bu sistemin kilit öğelerini oluşturmaktadır. Sistemin sorunsuz bir şekilde işlemesi için dokuz kamu-özel ortaklık ortaklığı hizmet vermektedir. Bu hizmetlere otobüs duraklarının inşaatı ve bakımı, otobüs işletmeleri, biletleme de dahil olmak üzere kontrol odası yönetimi, üst geçit, otopark, yapı öğeleri (Örneğin, turnikeler veya sürme kapılar), reklamlar, peyzaj ve temizlik dahildir.

Aylık müşteri memnuniyeti anketlerinden elde edilen sonuçlar yüksek müşteri memnuniyetine işaret etmektedir. 42 aylık değerlendirme verilerine göre 8,3 ile 9,5 arasında değişmekle beraber Janmarg metrobüs sistemi 10 üzerinden ortalama 9,4 puan almıştır (CEPT 2010-2013). Kullanıcılar memnuniyetlerini hız, konfor ve genel hizmet kalitesiyle ifade ederken, güvenli yaya geçitleri ver bilet fiyatları konularında endişelerini dile getirmişlerdir.

Ahmedabad şehrindeki Janmarg sisteminin hizmete girmesinden bu yana son dört yıl içinde Hindistan'ın altı şehrinde daha metrobüs uygulamasına başlanmıştır. 2012'de **Rajkot** şehrinde metrobüs sistemlerinin ilk 10,7 kilometrelik koridoruna başlanmıştır. Hindistan'ın doğusunda yer alan **Visakhapatnam** şehrindeyse 18 kilometrelik koridor açılmıştır. 173 tane belediye otobüsü metrobüs şeritlerinin bir kısmını kullanabilmektedir ve bu sistemde her gün 109.000 yolcu taşınmaktadır (Bachu 2013). **Indore** şehrindeyse 2013 Nisan ayının

ortalarında Atal Indore City Transport Services Limited (AICTSL) şirketi yedi yıldır planlama aşamasında olan yeni iBus metrobüs sisteminin deneme faaliyetlerini başlatmıştır. 11,8 kilometrelik koridorda hepsi şeritlerin ortasında yer alan 21 tane durak bulunmakta, 14 otobüs karşılıklı sefer yapmakta ve günde 25.000 yolcu taşınması planlanmaktadır.

2013 yılında **Bhopal** şehrinde 24 kilometrelik bir koridor açılmıştır. Tamamlandığında günde 70.000 yolcu taşınması beklenen sistem dahilinde 20 yüksek kaliteli klimalı otobüsler hizmet verecektir. Bhopal şehrindeki MyBus sistemi Hindistan'daki metrobüs sistemleri için önemli bir yenilik arz etmektedir. Ahmedabad, Indore ve Rajkot şehirlerindeki metrobüs sistemleri kapalı şerit ve besleme sistemlerinden oluşsa da (sadece metrobüsler ayrı otobüs şeritlerini kullanabilmekte ve yolcular daha küçük besleme hattı otobüsleriyle ana metrobüs koridoruna ulaştırılmakta), Bhopal'daki sistem doğrudan hizmet veren açık ve hibrit bir sistem (metrobüs koridoruna metrobüslerle beraber diğer otobüsler de giriş yapabilmekte, böylelikle yolcuların aktarılmasına gerek kalmamakta) kullanılmaktadır (Wright ve Hook 2007, 213-221). Bhopal sisteminin başarısı Hindistan'ın diğer şehirlerinde açık sistemlerin ne kadar uygulanabilir olduğunu gösterecek olması açısından önem taşımaktadır.

Hindistan'da başka metrobüs projeleri de devam etmektedir. 30 kilometreden oluşan bir sonraki metrobüs hattının ilk 10 kilometresini kapsayan 1. Etap çalışmasının 2013'ün sonunda, **Surat** şehrinde başlaması planlanmaktadır. **Pune** şehrindeyse



ayrılmış otobüs koridorları tam metrobüs koridorlarına dönüştürülmektedir. Ayrıca, **Bangalore, Hubli-Darward, Naya Raipur** ve **Mumbai** şehirlerinde de tam metrobüs sistemlerinin planlaması devam etmektedir.

Daha 2010'a kadar uzmanlar da dahil olmak üzere pek çok kişinin, metrobüs sistemlerinin Latin Amerika için uygun ama Hindistan gibi ülkeler için uygun olmadığını düşündüğü hesaba katılırsa bu yeni gelişmeler dikkate değerdir (Michell 2013). Ahmedabad şehrinde Janmarg sistemiyle yakalanan başarıya rağmen çoğunlukla bu tür sistemlerin Gujarat eyaleti dışına yayılamayacağı yönünde eleştiriler gelmiştir. Indore ve Bhopal şehirlerinde son zamanda elde edilen başarılar metrobüs sistemlerinin Hindistan'ın çeşitli kentsel bağlamlarına başarıyla uyarlanabilir olduğunu göstermiştir ki bu da metrobüs sistemlerinin Hindistan'ın diğer eyaletlerine yayılması açısından kritik önem taşımaktadır.

Merkezi hükümetin sağladığı destek ve fonlarla metrobüs sistemleri Hindistan'ın genelinde daha fazla şehirde faaliyete sokulacaktır. Hindistan hükümeti ikinci ulusal kentsel dönüşüm programı olan Jawaharlal Nehru Ulusal Kentsel Dönüşüm Misyonu'nun (JnNURM) şartlarını hazırlamaktadır. İlk JnNURM uygulaması kapsamında 2006'dan bu yana kent içi ulaşım projeleri için 4 milyar dolar tahsis edilmiş ve bunun yaklaşık 840 milyon doları metrobüs sistemlerine ayrılmıştır. Devlet ulaşım fonlarının çoğu yol yapımında kullanılmakta ve yollar da daha sonra yine özel araçlarla dolmaktadır. Hidalgo ve diğerlerinin (2011) bildirdiği üzere, Bilim ve Çevre Merkezi (CSE) ve Hindistan İnsan Yerleşimleri Enstitüsü (IIHS) tarafından yapılan araştırmalarda JnNURM yatırımlarının yüzde 70'i yol ve geçit yapımında kullanıldığı, sadece yüzde 15'inin toplu taşımaya ayrıldığı ortaya çıkmıştır. Gelirdeki artışa ve toplu taşımının yetersiz olmasına paralel olarak özel araçla ulaşım kayda değer bir artış göstermiştir.

JnNURM'in bir sonraki aşamasında 2013 ve 2023 yılları arasında raylı ulaşım ve otobüs sistemlerine 12 milyar dolar ayrılması beklenmektedir. Hindistan hükümeti ikinci JnNURM programı kapsamında bu tür sistemlere özel fon tahsis ederek ve yüksek kaliteli projeye analizi, planlama ve uygulama konusunda şehirlere gerekli desteği vererek Hindistan'da metrobüs sistemlerinin büyümesini hızlandırabilir (Hidalgo ve diğerleri 2012).

10.4 GÜNEY AFRİKA'DA METROBÜS SİSTEMLERİNDE GÖRÜLEN BÜYÜME

10.4.1 Bölgesel İlerleme

Afrika şehirlerinde metrobüs henüz yaygın bir kent içi ulaşım ağına sahip değildir. Afrika'da şu an üç şehirde metrobüs sistemi bulunmaktadır: Güney Afrika'da Johannesburg ve Cape Town ve Nijerya'da Lagos. Bu sistemler toplam 62 km uzunluğunda (dünya genelinin yüzde 1,5'i) ve günde toplam 280.000 yolcu taşımaktadır (dünya genelinin yüzde 0,8'i). Bu şehirlerin hepsinde, metrobüs hatlarını uzatma projeleri ya planlama aşamasında ya da inşaatına başlanmış durumdadır. Johannesburg, Ekim 2013'te 18 kilometrelik Etap 1B'nin açılışını yapmıştır ve kuzeye doğru Etap 1C uzatması da planlama aşamasındadır. Cape Town, MyCity metrobüs sistemi için yeni güzergâhlar belirlemeye devam etmektedir (MyCity 2013). Lagos şehrindeki metrobüs sisteminin ikinci etabında mevcut koridora 13,5 kilometre eklenmesi planlanmaktadır (C40 2013).

Kıta genelinde planlama veya yapım aşamasında olan çok sayıda yeni sistem mevcuttur. Güney Afrika'da Rustenberg ve Nelson Mandela Bay, eThekweni (Durban da dahil) Büyükşehir Belediyeleri, Tshwane (Pretoria da dahil) şehri yeni sistemler üzerinde çalışmaktadır. eThekweni Belediyesi 190 kilometrelik metrobüs sisteminin ilk 60 kilometresini 2018'e kadar tamamlamak için 10 milyar rand (yaklaşık 1 milyar 2013 USD) değerinde yatırım yapmıştır.

10.4.2 Ortak Sorunlar

Her ne kadar her şehrin kentsel bağlamı kendine özgü olsa da, metrobüs projeleri söz konusu olduğunda Afrika şehirlerinde uygulamaya ket vuracak veya siyasi veya halk desteğini sınırlandıracak ortak sorunlar mevcuttur (Seftel ve Rikhotso 2013; McCaul 2009; Venter 2013; UN-HABITAT 2010a):

- Nispeten düşük/dağınık kentsel nüfus yoğunluğu,
- Proje planlaması ve uygulaması için yerel kurumsal kapasitenin eksik olması,
- Yetersiz fon,
- Özellikle kayıt dışı ekonomide sorumlu işletmecilerden güçlü muhalefet,
- En fakir kesimin maddi gücünün yetmemesi,
- Metrobüs projelerini daha geniş bir ulaşım reformuna yönelik bir mekanizma olarak kullanma zorluğu.

Kentsel yoğunluğun nispeten düşük ve dağınık olduğu şehirlerde seyahat talebi genellikle koridorlara odaklı değildir. Bu nedenle, yaygın olan kapalı ve besleyici metrobüs sistem yapısı bu bağlama uygun değildir. Alternatif metrobüs yapıları veya ulaşım çözümleri gerekebilir.

Ulaşımaya yönelik planlama, tasarım, işletme ve politika düzenlemeden sorumlu kamu kuruluşlarında kapasite eksikliği metrobüs projelerinin gelişimini büyük ölçüde olumsuz etkilemektedir. Seftel ve Rikhotso (2013) kapasitenin sınırlı olması nedeniyle 2012 FIFA Dünya Kupası hazırlıkları sırasında 12 veya 13 metrobüs sisteminin yavaş açıldığına dikkat çekmektedirler.

Örneklere de görüldüğü üzere, sermaye masrafları genellikle metrobüs projelerinin toplam maliyetlerinin kayda değer bir kısmını teşkil etmektedir. Sermaye masrafları için belediye fonları veya ulusal hükümet yatırımları gerekmektedir. Ayrıca, devam eden işletme ve bakım masrafları da bütçeye dahil edilmelidir. Bu durum özellikle emlak vergisi geliri veya ulusal gelir vergisi sınırlı olan şehirler için sıkıntı arz etmektedir.

Rea Vaya örneğinde ortaya çıkan ve diğer örneklerde de tekrar eden diğer bir durumsa metrobüs sistemlerinin var sayıldığı gibi en fakir kesime fayda sağlamamasıdır. En fakir kesimlerin de bu sistemlerden daha fazla faydalanmalarını sağlamak için metrobüs sistemlerinin ücretlerinin bu kesim için uygun olması (veya devlet yardımı sağlanması) ve durakların en düşük gelir kesiminin yaşadığı ve çalıştığı bölgelerden kolay erişilebilir olması gerekmektedir. Afrika genelindeki yeni veya genişletilen metrobüs sistemlerinde bu, çözülmesi gereken bir sorundur.

Şu an metrobüs projeleri planlayan veya faaliyete geçirenler de dahil olmak üzere pek çok Afrika şehirde ulaşım sistemleri düzensizdir. Minibüs, taksi, matatu (özel minibüs), dala dala (taksi-minibüs), boda boda (taksi-motorsiklet/bisiklet) veya tro-tro (taksi-dolmuş) gibi ulaşım araçları yaygın olarak kullanılmaktadır. Tüm bu şehirlerin bu araçların işletmecilerinin çıkarlarını koruması ve yeni metrobüs sistemleriyle birleştirilip birleştirilemeyeceği sorusunun cevaplanması gerekmektedir.

Johannesburg'da taksici temsilcileriyle uzun süredir devam eden müzakereler grev, şiddet ve maalesef can kaybına yol açmıştır (McCaul 2012; Seftel ve Rikhotso 2013). Johannesburg'da edinilen kötü tecrübe Güney Afrika'da metrobüs uygulamasına geçmek isteyen diğer şehirler için kuşkusuz önemli bir ders olacaktır.



Afrika şehirlerinde metrobüs henüz yaygın bir kent içi ulaşım ağına sahip değil. Afrika'da şu an üç şehirde metrobüs sistemi bulunuyor: Güney Afrika'da **Johannesburg** ve **Cape town** ve Nijerya'da **Lagos**.

Bu sistemler toplam 62 km uzunluğunda (dünya genelinin yüzde 1,5'i) ve günde toplam 280.000 yolcu taşıyor (dünya genelinin yüzde 0,8'i). Bu şehirlerin hepsinde metrobüs hatlarını uzatma projeleri ya planlama aşamasında ya da inşaatına başlanmış durumda. Johannesburg Ekim 2013'te 18 kilometrelik Etap 1B'nin açılışını yaptı ve kuzeye doğru Etap 1C uzatması da planlama aşamasında. Cape Town MyCity metrobüs sistemi için yeni güzergâhlar belirlemeye devam ediyor (MyCiti 2013). Lagos şehrindeki metrobüs sisteminin ikinci fazında mevcut koridora 13,5 kilometre eklenmesi planlanıyor (C40 2013).

Pek çok Afrika şehrinde kayıt dışı ulaşım sektörünün boyutları göz önünde bulundurulduğunda metrobüs sistemlerine geçilmesi bu sektörü resmileştirme ve reformlarla yenilemek için bir mekanizma olarak kullanılabilir. Bu sayede şehirler temel dönüşüm ve güçlendirme hedeflerini yerine getirebilir; ancak kayıt dışı sektörle yürütülen müzakereler bazen zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir (Seftel ve Rikhotso 2013). Karşılıklı olarak verilen ödümlerin dengelenmesi ve metrobüs planlama ve finansman aşamasında hesaba katılması gerekir.

10.4.3 Geleceğe Bakış

Afrika şehirlerinde önümüzdeki yıllarda hızlı bir kentleşme yaşanacak. Afrika nüfusu 1 milyarı aştı ve nüfusun neredeyse yaklaşık yüzde 40'ı kentsel alanlarda yaşamaktadır. 2030'a kadar nüfusun yarısı kentsel alanlarda yaşıyor olacağı ve 2040'a kadar kentsel nüfusun 1 milyara yükseleceği tahmin edilmektedir (UN-HABIT AT 2010b). Hızla artan nüfusun ulaşım taleplerine ayak uydurabilmek için kent içi ulaşım hizmetlerinin genişlemesi, kapsama alanını, kalite ve verimliliğini çarpıcı bir şekilde artırılması ve yaygın olarak kullanılan kayıt dışı sistemlerin en

azından kısmen değiştirilmesi gerekmektedir. Ortak sorunların çözülmesi halinde, metrobüs Afrika'nın kent içi ulaşım sisteminin kilit bir parçası haline gelebilir.

Genel olarak toplu taşıma ve özellikle metrobüs sistemleri olmak üzere ek fon ve politika desteğiyle kıta genelinde metrobüs uygulamalarına hız kazandırılabilir. Güney Afrika ulusal hükümeti özel bir Toplu Taşıma Ağı İşletme hibesi yoluyla tüm metrobüs şehirlerine işletme desteği verme kararı almıştır (Seftel ve Rikhotso 2013). Bu sayede bilet fiyatlarının gelecekte en fakir kesim tarafından daha rahat karşılanmasını sağlamak amaçlanmaktadır.

Kenya hükümeti, Nairobi'de bir metrobüs sistemi ve diğer kent içi ulaşım reformları için 113 milyon dolarlık eş fon sağlamıştır. Bu projeye aynı zamanda Dünya Bankası fonlarından da 300 milyon dolar ayrılacaktır (World Bank 2012). Bir Küresel Çevre Fonu (GEF) projesi Addis Ababa, Etiyopya, Kampala, Uganda ve Nairobi, Kenya'da yürütülen metrobüs projelerini desteklemektedir ve Accra, Gana ve Dar es Salaam, Tanzanya'da geliştirme aşamasında olan projeler mevcuttur (Dzikus 2012).



11. BÖLÜM

ŞONUÇ VE ÖNERİLER

11.1 ÖRNEK UYGULAMALAR SENTEZİ

Ele alınan dört örnek metrobüs uygulaması, farklı kentsel ve siyasi bağlamlarda uygulamaya konmuş bir dizi altyapı ve hizmet tasarımı temsil etmektedir. Bütün projeler, pozitif net fayda, pozitif NBD ve maliyeti aşan bir faydaya sahiptir. İç getiri oranları, her bir yatırımın en az kamu fonlarının fırsat maliyeti kadar sosyal olarak kârlı olduğuna işaret etmektedir (Bakınız Tablo 29).

Bahsedilen dört örnek, metrobüs maliyetleri ve faydalarına ilişkin birtakım bulgular önermektedir:

- Bekleme ve yolculuk sürelerini en aza indiren özel tasarımlar ve ayrı otobüs şeritlerinin sonucu olarak metrobüslerin **seyahat süresindeki kısalma** en önemli faydalarından biridir.
- Daha küçük araçlarla, trafikte düzensiz ve kayıt dışı bir şekilde ulaşım sağlamaktan, metrobüs sistemi sayesinde daha yeni ve büyük otobüslerle yüksek hızda ulaşımın geçilmesi **araç işletme maliyetlerini** kayda değer ölçüde **düşürüyor** (Bogotá, Meksiko ve İstanbul).
- İlgili şehirlerdeki proje maliyetlerinin en büyük kısmını **sermaye maliyeti** ve **otobüs işletme maliyetleri** oluşturuyor.

- Metrobüs projeleri **daha geniş bir kentsel altyapı veya ulaşım reformu** için bir mekanizma görevi görebilir. Bu projeler, kayıt dışı toplu taşıma sektörünü (Bogotá, Meksiko, Johannesburg) düzenlemeyi kolaylaştırmak ve aynı zamanda ek şehir hizmetlerini iyileştirmek (Johannesburg) için kullanılabilir. Metrobüs sistemini uygulayan kurum tarafından veya uygulama sürecinde ekstra bir maliyet oluşabilir ve bu metrobüs sisteminin kendi hedeflerinin ötesine geçilmesini sağlar.

Örnek metrobüs uygulamalarında görüldüğü üzere, kullanıcıların büyük bir bölümü düşük ve orta gelirli gruplardan oluşmaktadır (Bakınız Tablo 30). En düşük ve en yüksek gelir gruplarının metrobüs kullanıcıları arasında temsiliyet oranı düşüktür, bu da proje faydalarının toplumun katmanları arasında nasıl dağılacaklarını etkilemektedir. Metrobüs maliyetlerinin büyük bir çoğunluğu vergilerden elde edilen kamu geliriyle ödendiğinden, proje maliyetleri tipik olarak en yüksek gelirli kesime tahakkuk edilmektedir. En baskın fayda seyahat süresinin kısalması olduğundan, faydaların çoğunluğu metrobüs kullanıcıları arasında en çok temsil edilen düşük ve orta gelirli grubun payına düşmektedir. Metrobüs projeleri her ne kadar ilerleme eğiliminde ve düşük gelirli kesim için faydalı olsa da, en düşük gelirli kesim projelerin çoğundan faydalanamamaktadır.

Özel otobüs şeritleri ve toplu taşıma koşulunun kendisi fakirlerin yararına geliştirilen politiklardır. İki şeridi otobüslere ayırınca genelde daha yüksek gelir

kesimi tarafından kullanılan ve daha az kişi taşıyan özel motorlu araçlara öncelik vermek yerine her gelir kesiminden insanı taşıyan daha yüksek kapasiteli araçlara yer açılmış olmaktadır. Her ne kadar örnek uygulamalarda belirtilen seyahat süresindeki kısalma yaklaşık olsa da, kesin miktarı belirlemek zor. Kaydedilen iyileşmeyi ölçmek için kullanılacak diğer bir yöntemse metrobüste (tüm gelir seviyeleri dahil edilerek) ve karma trafikte (çok sayıda özel motorlu aracın bulunmasından dolayı en fakirler dahil edilmeyerek) kaç kişi taşındığına bakmaktır. Ahmedabad şehrindeki Janmarg metrobüs sistemi örneğinden yola çıkacak olursak, 84 metre karelik bir alanda her yönde bir metrobüs şeridinde 150 kişi yolculuk yaparken, karma trafikte 486 metre karelik bir alanda 3 şeritte toplam sadece 45 kişi yolculuk yapar (Swamy 2013).

11.2 ÖNERİLER

Metrobüs projelerinin net sosyal faydalarını en üst düzeye çıkarmak amacıyla politika, altyapı ve işletme tasarımları ve proje finansmanı nasıl olmalıdır sorusuna TransMilenio, Metrobüs, Rea Vaya ve Metrobüs uygulamalarından çıkarılan dersler cevap olmuştur.

11.2.1 Ulaşım Politikalarına İlişkin Öneriler

Ulusal ve belediye ölçeğinde kent içi ulaşım politikaları şehirlerde hangi tür ve kalitede toplu taşıma altyapısı uygulanacağını dikte eder. Bu politikalar toplumsal etkilerine dayalı özel yatırımların faydalarını şeffaf ve

Tablo 29 Örnek Uygulamaların Fayda-Maliyet Analizleri

Metrobüs Sistemi	Örnek Çalışmanın Kapsamı	Net Bugünkü Fayda (2012, milyon dolar)	Fayda-Maliyet Oranı	Sosyal İç Getiri Oranı
TransMilenio, Bogotá	Etap 1 & 2	1.400\$	1,6	%23
Metrobüs, Meksiko	Line 3	36\$	1,2	%14
Rea Vaya, Johannesburg	Etap 1A	143\$	1,2	%12
Metrobüs, İstanbul	Etap 1-4	6.407\$	2,8	%66

Tablo 30 Dört Uygulamada Net Bugünkü Fayda Dağılımının Özeti

Gelir Kesimine Göre Net Faydanın Dağılımı (2012, milyon dolar)					
Metrobüs Sistemi	1 (En düşük)	2	3	4	5& 6 (En Yüksek)
TransMilenio, Bogotá	92 \$	642 \$	603 \$	238 \$	(176) \$
Metrobús, Meksiko	11,4 \$	37,9 \$	12,2 \$	(9,5) \$	(16,4) \$
Rea Vaya, Johannesburg	18,6 \$	8,2 \$	35,2 \$	353,9 \$	(273,3) \$
Metrobüs, İstanbul	765,9 \$	2.308,5 \$	1.414,0 \$	969,0 \$	952,1 \$

En düşük kazanç/zarar
En yüksek kazanç

nesnel bir şekilde değerlendirmeye teşvik edecek şekilde yapılandırılabilirler. Toplu taşıma politikalarında aşağıdaki unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Ulusal ve yerel yatırım kararları önerilen projelerin sınırlı kaynakların iyi bir kullanımını temsil edip etmediğini görmek amacıyla sosyal maliyet ve fayda (Örneğin Maliyet-Fayda Analizi) değerlendirmeleri de dahil olmak üzere bütün seçenekleri nesnel ve şeffaf bir şekilde değerlendirdikten sonra şekillendirilmelidir.
- Mümkün olduğunda, proje değerlendirilmesi sırasında toplumun hangi kesimlerinin faydalandığını hangilerinin zarar gördüğünü anlamak için dağılımsal etkiler de hesaba katılmalıdır.
- Meksika'nın PROTRAM, Brezilya'nın PAC ve Hindistan'ın JnNURM programları gibi ulusal ulaşım yatırım programları metrobüslerin bir kent içi ulaşım çözümü olarak daha yaygın bir şekilde kullanılmasını hızlandırabilir.

11.2.2 Proje Planlama Ve Uygulamaya Dair Öneriler

Örnek uygulamalarda fayda ve maliyetlerin çoğunun fiziksel tasarım, hizmet planları ve kurumsal düzenlemeler tarafından belirlendiği görülmüştür.

Proje planlama aşamasında alınan kararlar proje sonucunda toplumun hangi kesimin projeden yararlanacağını hangisinin zarar göreceğini belirlemektedir. Dört örnek uygulamada metrobüs projelerinin planlanması aşamasında aşağıdaki kilit öneriler öne çıkmıştır:

- Metrobüs sistemleri yerel seyahat taleplerini ve kentsel bağlamı en iyi karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. İstasyon hizasında yan geçiş şeridi veya çift köprüklü otobüslerle kapasiteyi artırma kararı koridor taleplerine ve mevcut fonlara göre verilmelidir.
- Seyahat süresini kısaltma, metrobüs sistemlerinin en baskın sosyal faydasıdır. Kullanıcılar için cazip bir sistem sunmak ve seyahat süresini en aza indirmek amacıyla güzergâh, hizmet ve altyapı tasarımında yolcuların bekleme, aktarma ve araç içinde harcadıkları sürenin en aza indirilmesi amaçlanmalıdır. Metrobüslere özel şeritler, tasarımın en temel unsurlarından biridir.
- İşletme yardımlarını ve siyasi müdahalelere duyulan ihtiyacı azaltmak için kullanıcı ücretleri, teknik yöntemlere ve faaliyetlerin gerçek maliyetlerine göre hesaplanmalıdır (Hidalgo ve Carrigan 2010).
- Proje planlama aşamasına mevcut otobüs

işletmecilerinin dahil edilmesi sayesinde satın almalar gerçekleşebilir ve onlar da sürecin bir parçası olur. Müzakere edilmiş işletmeci sözleşmelerinin rekabetçi sözleşmelerden genelde daha maliyetli olduğunu unutmayınız.

- En düşük gelirli kesimden daha fazla kullanıcı çekebilmek için, metrobüs hizmetlerinin fakir bölgelere de ulaştırılması ve kullanıcı ücretlerinin diğer ulaşım seçenekleriyle kıyaslanabilir olması gerekir. Belirli bir gelir grubu için özel yardımlar sağlanabilir.
- Metrobüs sistemlerinin uygulanması ve işletilmesi kurumların yerel düzeyde kapasitelerini arttırmalarına ve kent içi ulaşım düzenlemelerini iyileştirmeye olanak tanır.
- Metrobüs sistemleri tam olarak birleşmiş ulaşım ağlarının bir parçası olmalıdır.

11.2.3 Proje Finansmanına İlişkin Öneriler

Finans kurumları metrobüs projelerinde kilit paydaş konumundadırlar. Bankalar genelde sadece özsermayeyle mümkün olmayan proje uygulaması için gerekli fonu sağlarlar. İstanbul hariç olmak üzere bu raporda incelenen dört projede de kamu fonları özel fonlarla tamamlanmıştır.

Dört örnek uygulamada metrobüs sistemlerinin olumlu sosyal faydaları olduğu görülmüştür. Metrobüs projelerine dahil olan bankalar da projelerden olumlu ticari ve mali sonuçlar elde etmiştir. Bankalar metrobüs yatırımlarını işletmecinin mali getirisine ek olarak sosyal ve çevresel etkileri açısından da

değerlendirir. Bunu yapabilmek için metrobüs fonlarını düzenleyenlerin projenin kent içi ulaşım reformu üzerindeki etkilerine ek olarak hem otobüs hem de metrobüs sektörlerinin karmaşık yapısını açık bir şekilde anlamış olmaları gerekmektedir. Metrobüs sistemlerine fon sağlamayı kolaylaştırmak için dikkate alınacak öneriler:

- Genelde kredi alınması gerekir ve krediler her metrobüs projesinin kendine özgü koşullarına göre şekillendirilmelidir. Buna daha önce düzensiz ve kontrolsüz çalışan işletmecilere kredi verilmesini sağlamak amacıyla imtiyaz sözleşmelerinin analiz edilmesi de dahildir.
- Finans kurumları, proje planlama sürecine erken dahil edilmelidir. Böylelikle proje planlama ve hazırlık aşamasında belediyeye ve diğer proje paydaşlarına destek olabilirler.
- Güven fonları, fonları tahsis ederek borcun geri ödemesini kolaylaştırmak için iyi bir mekanizmadır ama otobüs faaliyetlerini olumsuz etkilememek için koşulların dikkatle incelenmesi gerekir. Bu fonlar, aynı zamanda mali işlemlerin şeffaflığını sağlar.
- Otobüs ve metrobüs fonları için sektörü (imalatçılar, işletmeciler, hükümet) tanıyan özel ekipler kurulması etkili olabilir, çünkü genelde çok sayıda projeyi bütün aşamaları (planlama, uygulama, ayarlama, olgunlaşma) boyunca takip etmişlerdir.
- Geliştirme kurumları ve sivil toplum kuruluşlarıyla sürekli iletişim içinde olmak da tavsiye edilmektedir.



Kaynaklar

- Allen, Heather. 2011. Africa's First Full Rapid Bus System: the Rea Vaya Bus System in Johannesburg, Republic of South Africa. In *Global Report on Human Settlements 2013*, edited by UN-HABITAT. Nairobi, Kenya.
- Alpkokin, P., and M. Ergun. 2012. "Istanbul Metrobus: first intercontinental bus rapid transit." *Special Section on Theoretical Perspectives on Climate Change Mitigation in Transport* No. 24 (0):58-66.
- American Public Transportation Association, 1994, "Glossary of Transit Terminology." Erişim: Ağustos 2010 http://www.apta.com/resources/reportsandpublications/Documents/Transit_Glossary_1994.pdf
- Ardila Arturo. 2004. "Transit planning in Curitiba and Bogotá : roles in interaction, risk, and change". PhD dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Ardila, Arturo. 2005. Cinco cuestionamientos y una recomendación a los autores del artículo "Una evaluación económica del Sistema TransMilenio"[Five concerns and one recommendation for the authors of the article "An economic evaluation of the TransMilenio System"], *Revista de Ingeniería*, Universidad de los Andes, November 2005, pp. 152-162.
- Ardila, Arturo. 2007. How public transportation's past is haunting its future In Bogotá, Colombia. *Transportation Research Record* (2038): 9-15.
- Arora, Arturo. 2007. Transportation projects and their effects on the urban poor: Integrating a social impact assessment methodology, Delhi: Ph.D. Thesis, Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology-Delhi.
- Asian Development Bank. 2013. *Cost-Benefit Analysis for Development: A Practical Guide*. Manila: Asian Development Bank.
- Bachu, P. 2013. EMBARQ India. Personal Communication, 18 Ağustos 2013.
- Baidubaik. 2013. Lianyungang Bus Rapid Transit (Chinese material). On-line at: <http://baike.baidu.com/view/9715790.htm>. Erişim: 8 Kasım.
- Barbosa, H. et. al.. 2013. Perspectives on the Development of Safety Performance Models for Brazilian Roads. Paper presented at the 13th World Conference on Transport Research, Rio de Janeiro.
- Barrett, Jane. 2003. Organizing in the Informal Economy: A Case Study of the Minibus Taxi Industry in South Africa. In *InFocus Programme on Boosting Employment through Small Enterprise Development Job Creation and Enterprise Department Geneva, Switzerland*.
- Barnett, A.G., J.C. van der Pols, A.J. Dobson. 2004. Regression to the Mean: what it is and how to deal with it. *International Journal of Epidemiology* 34:1 (2004) 215-220.
- Belli, P. et. al.. 1998. *Handbook on Economic Analysis of Investment Operations*, Washington, DC: The World Bank.
- BITRE. 2009. *Road Crash Costs in Australia 2006*, Bureau of Infrastructure, Transport, and Regional Economics, Report 118.
- Blincoe L., A. Seay, E. Zaloshnja, T. Miller, E. Romano, S. Luchter, R. Spicer. 2002. *The Economic Impact of Motor Vehicle Crashes*. Report No. DOT HS 809 446. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R., and Weimer, D.L. 2006. *Cost-Benefit Analysis, Concepts and Practice*, Third Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Bocarejo J. P., J. M. Velasquez, C. A. Diaz, L. E. Tafur. 2012. Impact of BRT Systems on Road Safety: Lessons from Bogotá. Paper presented at the Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington DC.
- Bogotá Chamber of Commerce. 2006. *Transporte público en Bogotá: realidades, modernización y conflicto* [Transit in Bogotá: realities, modernization and conflict]. Bogotá, Colombia.
- Bowland, B and J. Beghin. 1998. "Robust Estimates of Value of a Statistical Life for Developing Economies: An Application to Pollution and Mortality in Santiago." *Staff General Research Papers* No. 4046. Department of Economics, Iowa State University.
- BRTdata.org. 2013. Produced by ALC-BRT Centre of Excellence and EMBARQ in partnership with International Energy Agency (IEA) and SIBRT. Version 2.0. 31 Ekim 2013. www.brtdata.org
- Budlender, Debbie. 2003. *Organising in the taxi industry: The South African experience* edited by ILO Community Agency for Social Enquiry (CASE), SATAWU. Geneva, Switzerland: International Labour Organization.
- Bureau of Infrastructure, Transport, and Regional Economics (BITRE). 2009. *Road Crash Costs in Australia 2006*, BITRE, Report 118, Government of Australia (2009).
- C40 Cities Climate Leadership Group (C40). 2013. "Lagos Bus Rapid Transit system garners praise from World Bank leader." *C40 Blog*. 26 Şubat 2013. <http://c40.org/c40blog/lagos-bus-rapid-transitsystem-garners-praise-from-world-bank-leader>
- Calvo, J., C. Mendoza, A. Baquero-Ruiz, & J. Mendieta. 2007. *Study of the Effect of the TransMilenio Mass Transit Project on the Value of Properties in Bogotá, Colombia*. Lincoln Institute of Land Policy Working Paper No. WP07CA1.
- Cal y Mayor and Duarte Guterman. 2006. *Formulación del Plan Maestro de Movilidad para Bogotá, que incluye Ordenamiento de Estacionamientos* [Bogotá Master Mobility Plan, including Parking Policy]: Bogotá, Colombia.
- Camara de Comercio de Bogotá, 2010. *Encuestas de percepción "Bogotá, como vamos? [Perception Surveys "Bogotá, how are we doing?]*. Bogotá, Colombia.
- Census of India. 2012. "Census 2011." Government of India. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 1999. *Physical Activity and Health. A Report of the Surgeon General*. US Department of Health and Human Services.
- Center for Environmental Planning and Technology (CEPT) . Various (2010, 2011, 2012, 2013). Ahmedabad: BRTS Monthly Reports. Cervero, Robert. 2004. Effects of Light and Commuter Rail Transit on Land Prices: Experience in San Diego County. *Journal of the Transportation Research Forum*, vol. 43, issue 1.
- Cervero, Robert., and C. Deok Kang. 2011. "Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea." *Transport Policy* no. 18 (1):102-116.

- Chaparro, I. 2002. "Evaluacion del impacto socio economico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo, TransMilenio [Evaluation of the socioeconomic impact of urban transit in the city of Bogotá: The case of the TransMilenio mass transit system]," Serie Recursos Naturales e Infraestructura [Natural Resources and Infrastructure Series] No. 48, CEPAL, Santiago de Chile, Ekim 2002. <http://www.cepal.org.ar/publicaciones/xml/3/11423/LCL1786-P-E.pdf>.
- China Ministry of Transport. 2013. MOT's Guidance on Implementing State Council's Policy Directive on Prioritizing Public Transit in Cities. Erişim: 7 Ekim 2013. http://www.moc.gov.cn/zizhan/siju/daoluyunshusi/chengxiangkeyun/guanliwenjian/201306/t20130618_1434795.html.
- China State Council. 2012. "Guidance on Prioritizing Public Transit Development in Cities." Policy directive No.64. Beijing. Erişim:4 Ekim 2013. http://www.gov.cn/zwggk/2013-01/05/content_2304962.htm.
- City of Johannesburg (CoJ). 2004. Integrated Transport Plan (ITP) 2003/2008: 2004 Update. edited by Department of Transport. Johannesburg, South Africa.
- CoJ. 2010. City of Johannesburg Metropolitan Municipality Group Annual Financial Statements for the Year Ended 30 June 2010. Johannesburg, South Africa.
- CoJ. 2011. City of Johannesburg Metropolitan Municipality Group Annual Financial Statements for the Year Ended 30 June 2011. Johannesburg, South Africa.
- CoJ. 2012. City of Johannesburg Metropolitan Municipality Group Annual Financial Statements for the Year Ended June 30, 2012. Johannesburg, South Africa.
- CoJ. 2013a. Amendment of the Tariff of Charges for Rea Vaya BRT for the Period 1 July 2013 to 30 June 2014. City of Johannesburg: City of Johannesburg Mayoral Committee.
- CoJ. 2013b. Strategic Integrated Transport Plan Framework for the City of Joburg. edited by Department of Transport. Johannesburg, South Africa.
- Cooper, Erin, Arioli, M., Carrigan, A. and Jain, U. 2012. Exhaust Emissions of Transit Buses. EMBARQ. Washington, D.C.
- Cropper, M. and S. Sahin. 2009. Valuing Mortality and Morbidity in the Context of Disaster Risks. Background paper for the joint World Bank – UN Assessment on Disaster Risk Reduction, Washington DC.
- de Beer, E.J.H., and E.C. van Niekerk. 2004. The estimation of unit costs of road traffic accidents in South Africa. Pretoria, South Africa: National Department of Transport.
- Deloitte. 2013. Quick Tax Guide 2013/14: Simplicity from complexity. South Africa.
- Deng, T., & Nelson, J. D. 2010. The impact of Bus Rapid Transit on land development: a case study of Beijing, China. World Academy of Science, Engineering and Technology, 66, 1196-1206.
- Departamento Nacional de Planeacion, National Planning Department of Colombia (DNP). <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/PreguntasFrecuentes/InversionesyFinanzasPublicas/tabid/815/Default.asp>. Erişim: 15 Haziran 2013.
- Departamento Nacional de Planeacion, National Planning Department of Colombia (DNP). 2000. CONPES Document 3093, Bogotá Public Urban Mass Transit System – Follow-up –, Kasım 15, 2000.
- Department for Communities and Local Government, Government of the United Kingdom. 2009. Multi-Criteria Analysis: A Manual. London: Government of the United Kingdom.
- Diaz, R.B. (editor), M. Chang, G. Darido, E. Kim, D. Schneck, M. Hardy, J. Bunch, M.R. Baltés, D. Hinebaugh, L. Wnuk, F. Silver, and S. Zimmerman. 2004. "Characteristics of BRT for Decision Makers." Publication FTAVA-26-7222-2004.1, FTA, US Department of Transportation.
- Diez Roux, E., K. Balla. 2012. Cost of Traffic Injuries in Latin America. Presentation given at Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial CISEV, Bogotá, Colombia.
- Duduta, N., C. Adriaola, D. Hidalgo, L. A. Lindau, R. Jaffe. 2012. Understanding the Road Safety Impact of High Performance BRT and Busway Design Characteristics. Transportation Research Record 2317 (2012) pp. 8-16.
- Duduta, N., L.A. Lindau, C. Adriaola-Steil. 2013. Using Empirical Bayes to Estimate the Safety Impact of Transit Improvements in Latin America. Paper to be presented at the International Conference on Road Safety and Simulation RSS 2013, Rome.
- Dulac, J. 2013. Global Land Transport Infrastructure Requirements - Estimating road and railway infrastructure capacity and costs to 2050. International Energy Agency. Available at: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,34742,en.html>
- Dzikus, Andre. 2012. GEF- East Africa: Promoting Sustainable Transport Solutions for East African Cities. UN-HABITAT Urban Transport Section. 7 Ağustos 2012.
- J.C. Echeverri, A.M. Ibanez, and J.C. Hillon. 2004. "The Economics of TransMilenio, a Mass Transit System for Bogotá", CEDE Document 2004-28, Department of Economics, Universidad de los Andes. EMBARQ. n.d. <http://www.embarq.org/en/city/mexico-city-mexico>, Erişim: 1 Ekim 2013.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2013. Greenhouse Gase Equivalencies Calculator. Available at: <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html#results>
- EMBARQ Brazil. 2013. Panorama of BRT and bus corridors in the world. On-line at: <http://www.brtdata.org/#/info/about>
- Esperato, A., D. Bishai, A. Hyder. 2012. Projecting the Health and Economic Impact of Road Safety Initiatives: A Case Study of a Multicountry Project. Traffic Injury Prevention, 13:sup1, 82-89.
- Excelsior. 2013. <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2013/06/20/905131> Erişim: 1 Ekim 2013.
- Flyvbjerg, Bent, Nils Bruzelius and Bert van Wee. 2008. Comparison of Capital Costs per Route-Kilometre in Urban Rail. European Journal of Transport and Infrastructure Research. vol 8. no. 1. 2008. pp. 17-30
- Francke, Erin, Macias, J., Schmid, G. 2012. Forthcoming. Mobilising Private Investment for Bus Rapid Transit systems: The case of Metrobus, Mexico City. Mexico City: CTS-EMBARQ Mexico.

- Gercek, H. & S. Bulay. 2007. Transportation Planning and Decision-Making in Istanbul: A Case Study in Sustainable Urban Transport Policy Development. 11th World Conference on Transport Research, World Conference on Transport Research Society.
- Glenn, P. 1994. Glossary of Transit Terminology. American Public Transportation Association, Washington D.C. Erişim: Ağustos 2010: http://www.apta.com/resources/reportsandpublications/Documents/Transit_Glossary_1994.pdf
- Goh, K. C. K., G. Currie, M. Sarvi, D. Logan. 2013. Investigating the Road Safety Impacts of Bus Rapid Transit Priority Measures. Paper presented at the Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, Washington DC,
- Gollier, C. 2011. On the Underestimation of the Precautionary Effect in Discounting. CESifo working paper 3536. Munich, Germany: Center for Economic Studies and Ifo Institute for Economic Research.
- Government of Australia. 2006., Handbook of Cost-Benefit Analysis. Available at http://www.finance.gov.au/publications/finance-circulars/2006/docs/Handbook_of_CB_analysis.pdf. Erişim: 30 Haziran 2013
- Gramlich, E.M. 1997. A Guide to Cost-Benefit Analysis, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Grant Thornton India. 2011. Final Report: Appraisal of JnNURM.
- Greenspan Bell, Ruth. and Callan, D. 2011. More than Meets the Eye: The Social Cost of Carbon in U.S. Climate Policy, in Plain English. Environmental Law Institute and World Resources Institute. Washington, D.C. Temmuz 2011.
- Grutter Consulting. 2006. On behalf of CAF and TransMilenio S.A. Project Design Document (PDD CDM) BRT Bogotá, Colombia: TransMilenio Phase II to IV, Version 4.1, 6 Eylül, 2006 (onaylı).
- Grutter, Jurg M. 2011. VCS Project Document: BRT Rea Vaya Phase 1A AND 1B, South Africa. Reinach, Switzerland: Grutter Consulting AG.
- Guangzhou Transport Research Institute. 2012. Guangzhou BRT Win UN Lighthouse Award. Erişim: 4 Ekim 2013 <http://www.gztri.com/chengguo-do.asp?id=219>
- Gunay, E. 2007. Interaction of urban fringe and transportation system: Istanbul case. M.S. Thesis, Izmir Institute of Technology. Available at: <http://library.iyte.edu.tr/tezler/master/sehirplanlama/T000697.pdf>. Erişim: 25 Eylül 2013.
- Halicioglu, F. and C. Karatas. A social discount rate for Turkey. Journal of Quality & Quantity 47 (2013) pp. 1085-1091.
- Harberger, A.C. and Jenkins, G.P. 2002. Cost-Benefit Analysis, Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Harrison, M. 2010, Valuing the Future: the social discount rate in cost-benefit analysis, Visiting Researcher Paper, Productivity Commission, Canberra.
- Hauer, E., D. Harwood, F.M. Council, M. S. Griffith. 2001. Estimating Safety by the Empirical Bayes Method: a Tutorial. Paper presented at the Transportation Research Board 80th Annual Meeting, Washington DC.
- Heddebaut, O., Finn, B., Rabuel, S. and Rambaud, F. 2010. "The European Bus with a High Level of Service (BHLS): Concept and Practice." Built Environment. vol36, number 3. pg307-316.
- Hidalgo, I., and J. Illera. 2001. "Evaluación socioeconómica de la primera Fase del sistema TransMilenio [Socioeconomic evaluation of the first phase of the TransMilenio system]", Department of Economics, Universidad de Los Andes.
- Hidalgo, D., G. Lleras, E. Hernandez. 2011. Passenger Capacity in Bus Rapid Transit Systems – Formula Development and Application to the TransMilenio System in Bogotá. Paper presented at the Thredbo 12 Conference, Durban, South Africa.
- Hidalgo, D., M. Pai, A. Carrigan, A. Bhatt and B. Owen. 2012. National Investment in Urban Transport: Toward's People's Cities Through Land Use and Transport Integration. EMBARQ India and Shakti Sustainable Energy Foundation. July 2012.
- Hidalgo, D. and Carrigan, A. 2010. "Modernizing Public Transportation: Lessons learned from major bus improvements in Latin America and Asia." World Resources Institute. Washington, D.C. Ekim 2010.
- Hidalgo, D., and S. Bulay. Istanbul Metrobus: A High Performance BRT System Preliminary Evaluation. Presentation given March 19 2008: <http://embarq.org/sum-turkiye/sites/default/files/Preliminary%20Evaluation%20Istanbul%20Metrobus.pdf>. Erişim: 25 Eylül 2013.
- Hijar, M., A. Chandran, R. Perez-Nunez, J.C. Lunnen, J.M. Rodriguez-Hernandez, A. Hyder. 2011. Quantifying the Underestimated Burden of Road Traffic Mortality in Mexico: A Comparison of Three Approaches. Traffic Injury Prevention, 13:sup1, 5-10.
- Istanbul Electricity, Tramway and Tunnel (IETT). Public Transportation in Istanbul. <http://www.iETT.gov.tr/en/main/pages/publictransportation-in-istanbul/316>. Erişim: 25 Eylül 2013.
- Istanbul Electricity, Tramway and Tunnel (IETT). Various years. Passenger survey reports for 2010, 2011, and 2012 (in Turkish). Erişim: <http://www.iETT.gov.tr/tr/main/pages/arastirmaraporlari/16>.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2008. The Benefits and Costs of a Bus Rapid Transit System in Mexico City. Mexico City, Mexico: Instituto Nacional de Ecología (INE). Available at: <http://www.epa.gov/ies/pdf/mexico/Metrobus%20Mexico%20Phase%20III.pdf>
- International Monetary Fund. 2013. "International Financial Statistics." At elibrary.imf.org. Erişim: 21 Eylül 2013.
- Investigaciones Sociales Aplicadas and CTS-Mexico. 2007. Encuesta de opinión a los usuarios del Metrobus corredor Insurgentes. Informe preliminar de resultados, Mexico City.
- Jenkins, G., C. Kuo, and A. Harberger, Cost-Benefit Analysis for Investment Decisions. 2011. University of California, Los Angeles, USA Development Discussion Paper: 2011-1.
- Joburg Innovation and Knowledge Exchange (JIKE). 2012. Innovating knowledge in the City edited by Joburg Innovation and Knowledge Exchange (JIKE). Johannesburg, South Africa: City of Johannesburg.
- Johannesburg Development Agency (JDA). 2010. Annual Report 2009/10. Johannesburg, South Africa.

- JDA. 2011. Annual Report 2010/11. Johannesburg, South Africa.
- JDA. 2012. Annual Report 2011/12. Johannesburg, South Africa.
- Kahlmeier, S., N. Cavill, H. Dinsdale, et. al.. 2011. Health Economic Assessment Tools (HEAT) for Walking and Cycling. Methodology and user guide. World Health Organization, Europe Regional Office, Copenhagen. Available online at: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/155631/E96097rev.pdf
- KPMG. 2013. "Turkey – Income Tax." Accessible online at: <http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/taxation-international-executives/turkey/pages/income-tax.aspx#2>, Erişim: 6 Ekim 2013.
- Levinson, H., S. Zimmerman, J. Clinger, and C. S. Rutherford. 2002."Bus Rapid Transit: An Overview." *Journal of Public Transportation* no. 5(2):1-30.
- Lonja de Propiedad Raiz de Bogotá, n.d.
- Lopez, H. 2008. The Social Discount Rate: Estimate for Nine Latin American Countries. World Bank Working Paper, accessible at: <http://elibrary.worldbank.org/content/workingpaper/10.1596/1813-9450-4639>.
- McCaul, Colleen. 2009. The introduction of Rea Vaya BRT system in Johannesburg: developments, achievements and challenges. Paper read at UITP/UN HABITAT workshop, Kasım 2009, at Nairobi, Kenya.
- McCaul, Colleen. 2012. Inside Rea Vaya: Characteristics and Indicators. Paper read at South African Bus Operators Association, at Pretoria, South Africa.
- McCaul, Colleen, and Simphiwe Ntuli. 2011. Negotiating the Deal to Enable the First Rea Vaya Bus Operating Company: Agreements, Experiences and Lessons In 30th Annual Southern African Transport Conference, "Africa on the Move". Pretoria, South Africa.
- Mdlalose, Gugu. 2013. "Go Durban! Is On Track To Move The People Of eThekweni." The Official Website of the eThekweni Municipality. 1 Kasım 2013. http://www.durban.gov.za/Resource_Centre/new2/Pages/Go-Durban!-Is-On-Track-To-Move-The-People-Of-eThekweni.aspx
- Mexico City Government, and the Mexican National Institute of Statistics and Geography (INEGI). 2007. Mexico City Metropolitan Area Household Travel Survey. Mexico City, Mexico.
- Michell, Nick. 2013. "Indore Launches First Full BRT System in Madhya Pradesh." *Cities Today* online. 20 Ağustos 2013.
- Ministry of Transport of Colombia, Anuario Estadístico 2008. Available at: http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/ANUARIO_ESTADISTICO_2008.pdf,
- Munda, G., P. Nijkamp and P. Rietveld. 1994. "Qualitative multicriteria evaluation for environmental management," *Ecological Economics* 10: 97-112.
- Munier, Nolberto. 2011. A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision-Making: A Guide for Simple and Complex Environmental Projects. New York: Springer.
- Munoz-Raskin, R. 2010. "Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia." *Transport Policy* no. 17 (2):72-84.
- MyCiti. 2013. Service Expansion. MyCiti Website. www.myciti.org.za/en/routes/service-expansion
- Parkinson, Tom and Ian Fisher. 1996. Rail Transit Capacity. Transit Cooperative Research Program. Report 13. Transportation Research Board. National Academy Press: Washington, D.C.
- Nelson, A. 1992. Effects of Elevated Heavy-Rail Transit Stations on House Prices with Respect to Neighborhood Income. *Transportation Research Record* 1359 (1992), pp: 127-132.
- Nelson, N., D. Nelson, and E. Bakker Kruijine. 2012. The Use of Carbon Credit Mechanisms to Finance Transportation Improvements in the Developing World. In CODATU XV: "The Role of Urban Mobility in (Re) Shaping Cities". Addis Ababa, Ethiopia.
- Perdomo, J.A. 2011. A methodological proposal to estimate changes of residential property value: Case study developed in Bogotá. *Applied Economics Letters*, 18(16), pp: 1577-1581.
- Perk, A., and M. Catala. 2009. Land Use Impacts of Bus Rapid Transit, Final Report, National Bus Rapid Transit Institute, Tampa, Florida.
- Perk, V. A., M. Catala, and S. Reader. 2012. Land Use Impacts of Bus Rapid Transit: Phase II—Effects of BRT Station Proximity on Property Values along the Boston Silver Line Washington Street Corridor. Final Report, National Bus Rapid Transit Institute, Tampa Florida.
- Petzhold, G. S. 2012. Sistemas de Transporte Público Urbano: análise comparativa entre modais de alta capacidade. 2012. Final Paper – Civil Engineering Department, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- RITES. 1995. Integrated Multi-Modal Mass Transport System for Delhi, Economic Analysis for Modified First Phase.
- Rodriguez, D., and C. Mojica. 2009. "Capitalization of BRT network expansions effects into prices of non-expansion areas." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* no. 43 issue 5 (2009): 560-571.
- Rodriguez, D., and C. Mojica. 2008. Land value impacts of Bus Rapid Transit: The case of Bogotá's TransMilenio. *Land Lines*, April 2008. Lincoln Institute of Land Policy.
- Rodriguez, D., and F. Targa. 2004. "Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system." *Transport Reviews* no. 24 (5):587-610. Rotary International, FY2012-2013 Mileage Rates. Accessible at: www.rotary.org/en/document/7321.
- SHCP (Secretaria de Hacienda y Credito Publico), BANOBRAS, and Fondo Nacional de Infraestructura, 2009. Guía Metodologica de Analisis Costo-Beneficio para Proyectores de Transport Masivo. Mexico.
- Secretary of Transit and Transportation. 2006. Estudio de Tarifas de Transporte Público Colectivo [Study of Collective Transit Fares], Universidad de los Andes, Agosto 2006.
- Secretary of Planning. (2011). Bogotá ciudad de estadísticas. Boletín No. 22 Densidades Urbanas. El Caso de Bogotá. [Bogotá / city of statistics Bulletin No. 22 Urban Density], Bogotá, Colombia
- Seftel, Lisa, and Nelson Rikhotso. 2013. Pains and Gains of a Negotiated Contract: The Johannesburg Rea Vaya BRT Experience In Thredbo 13. Oxford, UK.

- Smith, Graham. 2012. Suggested structures for financing South African Cities' BRTs. Paper read at Regional Transport Integration Roundtable, 30 Ekim, 2012, at Midrand, South Africa.
- Statistics South Africa. 2012a. Census 2011 Municipal report Gauteng Pretoria, South Africa: Statistics South Africa.
- Statistics South Africa. 2012b. Income and Expenditure of Households 2010/2011. Pretoria, South Africa: Statistics South Africa.
- Steer Davies Gleave and Centro Nacional de Consultoria. 2011. Encuesta de Movilidad de Bogotá 2011 [Bogotá 2011 Mobility Survey]. Secretaria Distrital de Movilidad, Bogotá, Colombia.
- Stern, Nicholas. 2007. The Economics of Climate Change. In *The Stern Review*: Cambridge University Press.
- Sullivan, G. The MBTA's Out-of-Control Bus Maintenance Costs. Pioneer Institute, June 2013. Accessible at: <http://pioneerinstitute.org/?wpdmdl=371&>.
- Swami, S. 2010. Right way to rapid transport. *Governance Now*, Issue 19, November 1-15, (2010): 44-46.
- Swamy, S. 2013. A Note on the BRTS-Janmarg".
- Swiss Association for Quality and Management Systems, (SQS). 2011. VCS Validation Report BRT Rea Vaya Phase 1A and 1B, South Africa.
- Thynell, M., A. Arora, and S. Punte. 2009. Final Consultant's Report: Social Impact Assessment of Public Transport in Cities: An approach for people involved in the planning, design, and implementation of public transport systems. Manila: Asian Development Report.
- TurkStat. 2011. Income and Living Conditions Survey. Press Release. On-line at <http://www.turkstat.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10902> Erişim: 25 Eylül 2013.
- Urumuqi Government. 2013. Moving People First – Documenting the Bus Rapid Transit Projects in Urumuqi (Chinese material). Erişim: 8 Kasım 2013 : <http://www.urumuqi.gov.cn/info/4611/407173.htm>.
- United States Government Accountability Office. 2012. Bus Rapid Transit: Projects Improve Transit Service and Can Contribute to Economic Development. Report to the Committee on Banking, Housing, and Urban Affairs, US Senate.
- United Nations Human Settlements Program (UN-HABITAT). 2010a. A New Perspective: Sustainable Mobility in African Cities. UN HABITAT, UITP, UATP. Nairobi, Kenya.
- UN-HABITAT. 2010b. "The State of Africa Cities 2010: Governance, Inequality and Urban Land Markets." Nairobi, Kenya. November 2010. Erişim: Eylül 2011: <http://www.unhabitat.org/content.asp?cid=9141&atid=7&typeid=46&subMenuId=0&AllContent=1>
- UN-HABITAT. 2013. Global Report on Human Settlements 2013: Planning and Design for Sustainable Urban Mobility. Nairobi, Kenya.
- Van den Berg, C. and Y. Katakura. 1999. "Winners and Losers in Argentina's Water Utility Reform: An Analytical Economic and Financial Framework," World Bank.
- Venter, Christo, and Eunice Vaz. 2011. The effectiveness of Bus Rapid Transit as part of a poverty reduction strategy: Some early impacts in Johannesburg. Pretoria, South Africa: University of Pretoria.
- Venter, Christoffel. 2013. "The lurch towards formalisation: Lessons from the implementation of BRT in Johannesburg, South Africa." *Research in Transportation Economics* no. 39 (THREDBO 12: Recent developments in the reform of land passenger transport):114-120.
- Voukas, Y. 2012. Unpublished power point presentation. Personal communication with Marco Priego, CTS Mexico.
- Vuchic, V. 2005. *Urban Transit. Operations, Planning, and Economics*. Hoboken New Jersey: Wiley and Sons. Table 2.1., p. 83.
- Vuchic, V. 2007. *Urban Transit. Systems and Technology*. Hoboken New Jersey: Wiley and Sons, Table 2.1., p. 83.
- Wilbur Smith Associates and Ministry of Urban Development. 2008. Study on Traffic and Transportation- Policies and Strategies in Urban Areas in India. (Mayıs 2008). Erişim 23 Haziran 2011: http://www.urbanindia.nic.in/programme/ut/final_report.pdf.
- Wilson, N., and J. Attanucci. 1.258J Public Transportation Systems, Spring 2010. (MIT OpenCourseWare: Massachusetts Institute of Technology), <http://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-258j-public-transportation-systems-spring-2010> (Accessed 8 Oct, 2013). License: Creative Commons BY-NC-SA
- Wright, Lloy. and Walter Hook. eds. 2007. *Bus Rapid Transit Planning Guide*. New York: Institute for Transportation & Development Policy.
- Wohrnschimmel, H., et.al. 2008. "The impact of a Bus Rapid Transit system on commuters' exposure to Benzene, CO, PM2.5 and PM10 in Mexico City." *Atmospheric Environment*, No. 42 (35):8194-8203.
- World Bank. 2003. Project Appraisal Document, Report No. 24941-CO, Bogotá Urban Services Project, February, 14th 2003. On-line at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2003/03/11/000094946_03022604021461/Rendered/PDF/multi0page.pdf.
- World Bank, 2004. Project Appraisal Document, Report No: 28926-CO, Integrated Mass Transit Systems Project, May 14, 2004. On-line at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2004/05/24/000012009_20040524125105/Rendered/PDF/28926.pdf
- World Bank. 2012. "Kenya to Launch Rapid Road and Rail Transport to Ease the Country's Urban Traffic Congestion." World Bank Press Release, August 2, 2012. World Bank: Washington, D.C. On-line at: <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2012/08/02/kenyalaunch-rapid-road-rail-transport-ease-urban-traffic-congestion>
- World Health Organization. Health Economic Assessment Tool (HEAT) for Cycling and Walking. Retrieved on 11.08.13 from www.heatwalkingcycling.org/.
- World Health Organization. 2013. *Global Status Report on Road Safety*. WHO: Geneva.
- World Resources Institute (WRI). 2012. Development Banks Commit \$175 Billion for Sustainable Transport. 2012 Top Outcomes. On-line at: <http://www.wri.org/our-work/top-outcome/development-bankscommit-175-billion-sustainable-transport>.
- Yazıcı, M. Anil et. al.. 2013. A Bus Rapid Transit Line Case Study: Istanbul's Metrobüs System. *Journal of Public Transportation* 16 (2013) pp. 153-177.

Zhang, J., Z. Liang, T. Lin, and F. De Guzman. 2007. Theory and Practice in the Choice of Social Discount Rate for Cost-Benefit Analysis: A Survey. ERD Working Paper Series. Issue 94 (May 2007):1-45.

Zimmerman, S. 2012. "The Soft Side of BRT: Lessons from Developing Cities." Powerpoint presentation presented at 2012 Transportation Research Board. Erişim: 20 Eylül 2013: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/conferences/2012/BRT/zimmerman.pdf>

Son notlar

1. Metrobüs sisteminin pratikliği, sistemin Latin Amerika'da, bilhassa da Brezilya'da nispeten popüler olmasına sebep olmuştur. Kentsel sanayileşmenin ve bazı durumlarda kırsal kesimlerdeki silahlı çatışmanın bir sonucu olarak bu bölgedeki şehirler 1970 ve 1980'lerde hızla büyüme göstermiştir. Ancak şehirlerdeki hareketliliği iyileştirecek kaynaklar o zamanlar da, şimdi de son derece sınırlı. Dolayısıyla, Dünya Bankası ve Amerikalılar Arası Kalkınma Bankası gibi uluslararası örgütlerden aldıkları destekle yerel planlamacılar raylı sistem için büyük çapta sermaye yatırımı gerektiğini göz önünde bulundurarak otobüsle seyahati ön plana çıkaran yerel çözümler geliştirdi.
2. Bu karşılaştırma yalnızca orta ve yüksek kapasiteli ulaştırma modellerine yönelir. Bir şehirdeki toplu taşımanın belki de hala çoğunluğunu oluşturan düşük kapasiteli geleneksel otobüsleri ise dışarıda tutar.
3. Egzoz gazından çıkan emisyonlar belirli otobüs teknolojisine ve yakıt seçimine bağlıdır. Ancak, kent içi toplu taşıma otobüslerinin en yeni modelleri Euro IV ya da Euro V emisyon standartlarını karşılayabilir niteliktedir (Cooper ve ark. 2012).
4. HEAT modeli ve ona bağlı metodolojiye <http://www.heatwalkingcycling.org/index.php> adresinden erişilebilir.
5. Bir toplu taşıma sisteminin genel ekonomik etkilerinin bir parçası olarak arsa değeri etkileri göz önünde bulundurulurken, iki kere saymaya sebep olabileceği için tasarruf edilen yolculuk süresi ve arsa değeri etkilerini toplamaktan kaçınmak gerekir. Çünkü her ikisi de farklı şekillerde yolculuk süresi azaltılması değerine denk gelmektedir. Ne var ki bir yandan tasarruf edilen seyahat süresi toplu taşıma kullanıcılarına fayda sağlarken, arsa değeri artışları da bir sonuç olarak artan vergi gelirleri aracılığıyla kente bir fayda sağlar. Yeni bir toplu taşıma sistemine fon oluştururken vergi artışı finansmanı gibi olası değer yakalayan mekanizmaları göz önünde tutulduğunda konuyla daha da bağlantılı hale gelmektedir.
6. "Toplu taşımaya yakın" ve "toplu taşımadan uzak" karşılaştırmasını neyin ortaya koyduğuna dair literatürdeki tanım eksikliğinden çalışmalar arası sonuçların yorumlanmasına ilişkin bir kısıtlama meydana gelmektedir. Bazı çalışmalar yalnızca kesme mesafeyi seçip 30 metre (Perk ve Catala 2009) ile 150 metre (Rodriguez ve Mojica 2009) arasında değişiklik gösterebilecek belirli bir yarıçapın dışındaki arsa değerlerindeki farkı raporlar. Diğer çalışmalar farklı model özellikleri kullanıp istasyona birim mesafeyi kullanarak arsa değerindeki değişiklikleri raporlar (ör. Perdomo 2011). Farklı çalışmalar, farklı yıllardan farklı para birimleri de kullanır. Bu yüzden de farklı çalışmalar arasındaki sonuçları değerlendirmek güçleşebilir.
7. Örneğin PROTRAM, the Programa de Apoyo Federal al Transport Masivo, Meksika'nın Toplu Taşımaya Federal Destek Programı (SHCP ve ark. 2009; ADB 2013).
8. Venter ve Vaz (2011) Soweto'ya bağlı Orlando mahallesi en düşük gelirlili sakinlerinin metrobüs yerine daha makul fiyata sahip olan banliyö trenini kullanmaya tercih edebileceğini öne sürmektedir.
9. Marmaray projesinin tamamlanmasıyla raylı sistemin kullanımında bir artış olabileceğini tahmin etmek mantıklı olsa da, metrobüs kullanımını önemli ölçüde pek etkileyemeyebilir. Çünkü banliyö trenini uzak mesafede yaşayan yolcular kullanır; ortalama bir Metrobüs yolculuğu ise 15 km'yi kapsar (Yazıcı ve ark. 2013).
10. Çin'deki kentler genellikle birinci kademe, ikinci kademe ve üçüncü kademe kentler olarak gruplanır. Bu gruplara yönelik resmi bir tanımlama olmasa da ilk kademe kentlerin ekonomik açıdan daha gelişmiş olan Pekin, Şangay, Guangzhou ve Shenzhen gibi kentlere atıfta bulunduğuna dair ortak bir kanı vardır. İkinci kademe kentler için kabul edilen bir katsayı ise en az 3 milyonluk bir nüfus ve kişi başına da en az 2.000 ABD dolarlık gayri safi yurt içi hasıladır. Bu tanımla temel olarak, yaklaşık 60 tane ikinci kademe

kent bulunmaktadır.

11. İstanbul Metrobüsü'nü bir otobüs işletme sözleşmesi olmaksızın halk açık olarak İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü (İETT) işletmektedir.
12. Tablo 32'de yer alan hesaplamalar bir ölçüde muhafazakar olup güvenlik iyileştirmelerinden gelen gerçek faydalar daha yüksek olabilir. Ölümlü kazaları azaltmak için Hayatın İstatistiksel Değerini (VSL) hesaplariken, VSL için muhafazakar değeri kullandık. Daha fazla ayrıntı için Ek A'ya bakınız.
13. Toplu Taşıma ve Ulaştırma Sekreteri, Estudio de Tarifas de Transporte Público Colectivo [Toplu Taşıma Ücretleri Çalışması], Universidad de los Andes, Ağustos 2006. \$1,253.71/km'lik ekonomik değeriyle ön görülen finansal değeri \$1,406.37/km'dir. Bu rakamlar tüketici fiyat endeksi kullanılarak uyarlanmıştır (2006 için %5.96; 2007 için %7.67).
14. Atmosferik ısınma pek çok anlama sahip küresel bir olaydır: daha yüksek deniz seviyesi, uç iklim olaylarında artış, ortalama hava modellerinde (sıcaklık, yağış, rüzgar modelleri, solar radyasyon) değişiklikler, vs. Bir dizi etki de meydana geldi: batan kıyı bölgeleri, sel, artan heyelan riski, kuraklık, çok daha fazla kasırga sıklığı, kutuplarda ve yüksek yerlerde buzul erimesi, ekosistem ve zirai verimlilikte değişiklikler vs.
15. 5,931 milyon 2008 pezoluk hesaplanan piyasa değeriyle 2006 ve 2007 yılları için doğrulanan emisyon azaltımı sertifikalarının toplam miktarı 197,718 CO2 eq'dır (TransMilenio S.A.).

Fotoğraflar

Kapak Benoit Colin/EMBARQ; s. ii EMBARQ Mexico; s. 2 EMBARQ,EMBARQ Brasil, 2 ITDP; s. 4 EMBARQ Mexico; s. 10 Carlospardo; s. 13 EMBARQ Mexico; s. 17 Carlospardo; s. 18 EMBARQ; s. 19 EMBARQ, EMBARQ; s. 22 EMBARQ Brasil; s. 30 EMBARQ; s. 33 EMBARQ; sf p. 34 EMBARQ; s. 39 Juan Felipe Rubioc; s. 42 arkiben; s. 43 EMBARQ; s. 43 trailofdead1; s. 44 Benoit Colin/EMBARQ; s. 50 Mariana Gil/ EMBARQ Brasil; s. 58 EMBARQ Mexico; s. 66 AfricanGoals2010/Flickr; s. 74 AfricanGoals2010/Flickr; s. 86 EMBARQ Brasil; s. 89 EMBARQ Brasil; s. 90 Mariana Gil/EMBARQ Brasil; s. 92 Novemberdelta; s. 93 carlospardo; s. 93 Gerard; s. 96 Meanest Indian; s. 100 EMBARQ

► EKLER

13.1 EK A – EMBARQ'ın Metrobüs Etkisi ve Değerlendirme Yöntemi

Fayda-maliyet analizi (FMA) metodolojisi, toplumun tamamı için hem kamusal hem de özel maliyetleri ve faydaları tahmin etmek için kullanılır (Harberger ve Jenkins 2002, Gramlich 1997 ve Boardman ve arkadaşları 2006). Sosyoekonomik analiz, ürün ve hizmet üretiminde kullanılan kaynakların üzerindeki net etkileri inceleyerek, tüm toplumun bakış açısıyla bir projeyi analiz etmeye çalışır. Finansal ya da piyasayla ilgili maliyetlere ek olarak, halk sağlığı ve çevresel etkiler gibi dışsallıkları ve dolaylı ya da gayri maddi maliyetleri de hesaba katar. "Ekonomik" maliyetler ve "finansal"/"piyasayla ilgili" maliyetler arasındaki fark sıklıkla bir karışıklık yaratsa da, bu çalışmada kullanılan FMA yaklaşımı daha geniş çaptaki ekonomik etkileri anlamaya çalışmaktadır. Dolayısıyla, sosyal faydalar ve maliyetler piyasada görülenden daha farklı olacak, fakat toplumun tümüne yansıyan maliyetleri ve faydaları daha doğru bir şekilde gösterecektir.

Ekonomik FMA yöntemi, bir projenin finansal analizine benzer (dışarı akışları göstererek, analiz için var olan net bir değere indirgemek) ama daha geniş bir girdi setine sahiptir. Genel anlamda, fayda ve maliyetler, etki değerlendirme çalışmaları, anketler ve diğer bazı yöntemlerle hesaplanır. Her bir fayda ve maliyet, fayda veya maliyetteki değişimin parasal etkisine odaklanan araştırmalara göre nicelenir ve değerlendirilir. Bir projenin sürecine yayılan fayda ve maliyetleri değerlendirmek için, proje sonlanana kadar oluşacak fayda ve maliyetler tespit edilir ve daha sonra parasal değerler indirgenerek güncel bir değer elde edilecek şekilde ayarlanır.

Finansal FMA'nın aksine, sektörler arası aktarımlar (vergiler, teşvikler, faiz ödemeleri), bir bütün olarak toplum üzerindeki etkilerine bakarken sıfırlanmaları için ekonomik FMA'ya dahil edilmezler.

Tüm FMA'larda hem kamusal hem de özel maliyetlerin değerlendirilmesi önemliyse de, ele alınan örneklerdeki bu hizmetlerin birçoğunda kamu ve özel sektör ortaklıkları öngörülmesinden dolayı, bu değerlendirme daha da önem kazanmaktadır. Kamusal maliyetler, çalışmaları ve proje hazırlık maliyetlerini, gayrimenkul alımlarını ve yerleştirmeleri, altyapı inşaatı ve/veya onarımını, altyapı bakımını, kontrol merkezi uygulamalarını, kontrol merkezi çalıştırılmasını ve kamusal proje yönetim bölümlerinin

maliyetlerini kapsar. Özel maliyetler, otobüs filosu alımını, otobüs filosu işletimini ve ücretlerin tahsilatına ilişkin sistemin uygulanmasını kapsamaktadır. Bu maliyet ve fayda akışları öne çıkarılır (genellikle 20 yıllık bir süre için) ve bunun ardından, güncel proje maliyet ve faydalarını elde edecek şekilde indirgenir. Aşağıda sunulan dört vaka bu yaklaşımı uygulamaktadır.

13.1.1 Kilit Varsayımlar

Çoğu analizde olduğu gibi, fayda-maliyet analizinde bazı varsayımlarda bulunmak gerekir. Bu analizlerde önemli bir rol oynayan kilit varsayımlar sebepleriyle birlikte aşağıda sıralanmaktadır. Her vakada, uluslararası standartları ve tahminlerimizde tedbirli olma gerekliliğini göz önünde bulundururken, yerel koşullarla tutarlı olunması hedeflenmiştir.

13.1.1.1 PROJE DEĞERLENDİRME ZAMAN ÇERÇEVESİ

Var olan literatüre dayanan metrobüs örneklerinde görüldüğü üzere, incelenen her bir metrobüs uygulaması örneği için 20 yıllık bir işletim zamanı çerçevesi öngörülmektedir. Tutarlı bir zaman çizelgesine kullanıldığından, her bir projenin benzer maliyet ve fayda varsayımları kullanılarak değerlendirildiğinden emin olunabilmektedir. Daha uzun bir zaman çerçevesi genellikle net faydaları artırır, çünkü maliyetler sermaye ve ekipman masraflarından dolayı bir projenin ilk yıllarında yoğunlaşma eğilimi gösterir. Ne var ki, uzun bir işletim süresinden sonra, otobüsler yenileriyle değiştirilmeli, duraklar onarılmalı ve yollar yeniden asfaltlanmalıdır. Seçilen örneklerde, filo ve altyapının (otobüs yolları, duraklar, ekipman) ömrü 20 yıldan daha az olacaktır. FMA için 20 yıllık zaman çerçevesini kullanılması, filo ve altyapı yenileme ya da değiştirme çalışmaları için gelecek yıllarda oluşacak maliyetleri öngörmemizi sağlamaktadır. Benzer bir şekilde, Bogotá ve Meksiko (10 yıl), ve Johannesburg (12 yıl) otobüs işletme imtiyaz sözleşmeleri, güncel sözleşmelerin bütün maliyetlerinin FMA'da kapsandığından emin olmak amacıyla 20 yıllık zaman çerçevesinden daha kısadır¹¹.

13.1.1.2 İNDİRGEME ORANI

Fayda-maliyet analizinin kilit avantajı, maliyet ve faydaları günümüz doları cinsinden kıyaslama olanağı tanımasıdır. Bu, politika yapımcıların bir projeyi bütün olarak değerlendirmelerine ve net

faйдanın uygulamayı doğrulayıp doğrulamadığını belirlemelerine olanak sağlar. Bu şekilde birbirine çok benzerlik gösteren şeyleri kıyaslayabilmek için, proje zaman çerçevesi (20 yıl, bkz. Bölüm 13.1.1.1) boyunca oluşan hem maliyet hem de faydalar yıllık olarak tahmin edilir ve daha sonra 2012'nin güncel net değerlerine indirgenir. Dolayısıyla bu indirgeme oranı, analizde önemli bir varsayımdır. Daha yüksek bir indirgeme oranı, güncel maliyet ve fayda değerlerini düşürürken, daha düşük bir indirgeme oranı güncel net değerleri şişirecektir.

Her bir örnek için kullanılan FMA'da Dünya Bankası ve Asya Kalkınma Bankası kılavuzlarını temel alan yüzde 12'lik bir indirgeme oranı kullanılmaktadır (Belli ve arkadaşları 1998 ve Gollier 2011). Uygulamada, her bir devletin uyguladığı sosyal indirgeme oranları önemli ölçüde değişmektedir. Örneğin, Filipinler yüzde 15'lik bir indirgeme oranı kullanırken B.K. Hazinesi yüzde 3,5 kullanmaktadır (Harrison 2010). Metrobüs projeleri için fayda ve maliyetler 20 yılı kapsayacak şekilde düşünüldüğünden, fayda-maliyet analizi kullanılan indirgeme oranına göre değişkenlik gösterir.

Tablo 31 Finansal ve Ekonomik Fayda Maliyet Analizlerinin Karşılaştırması

Maliyet ve Faydanın Türü	Ekonomik FMA	Finansal FMA
Satışlar	Kapsar	Kapsar
Tüketici İhtiyacı Fazlası	Kapsar	Kapsamaz
Azaltılan Kirliliğin Faydaları	Kapsar	Kapsamaz
İşletme Maliyeti	Kapsar	Kapsar
Yatırım Maliyeti	Kapsar	Kapsar
Vergiler	Kapsamaz	Kapsar
Teşvikler	Kapsamaz	Kapsar
İşlem Maliyeti	Kapsar	Kapsamaz
Düzenleme Maliyeti	Kapsar	Kapsamaz
Döner Sermayedeki Artış	Kapsar	Kapsar
Finansmandan Önceki Net Fayda = Yatırım Bakış Açısı		
Krediler	Kapsamaz	Kapsar
Öz Kaynak	Kapsamaz	Kapsar
Kapsar Borç Yönetimi Ödemeleri	Kapsamaz	Kapsar
Gelir Vergileri	Kapsamaz	Kapsar

Kullanılan indirgeme oranı arttıkça, gelecek yılların fayda ve maliyet değerleri de düşecektir. Kimileri yüzde 12'lik bir sosyal indirgeme oranını yüksek bulsa da (Lopez 2008), biz, yakın dönemde maliyetlerin faydalara kıyasla daha yüksek olacağını öngören temkinli bir tahmin olduğundan, bu oranı kullanıyoruz. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerin hükümetlerinin yerel değerlendirmelerini çok uluslu kalkınma bankalarının değerlendirmelerine göre yapma eğilimleri vardır. Birçok örnekte, yerel analizlerde de kullanılan indirgeme oranı yüzde 12'dir. Johannesburg örneğinde, Güney Afrika hükümeti yüzde 8'lik bir indirgeme oranını uygun görse de, biz bu analizi diğer örneklerle uyumlayarak Rea Vaya fayda-maliyet analizinde de %12'lik indirgeme oranını uyguladık.

Her bir örnek için, yüzde 12 yerine yüzde 8'lik bir indirgeme oranının sonuçlarının kararlılığını test etmeye yönelik olarak bir hassasiyet analizi kullanıldı. Beklendiği gibi, güncel net değer yüzde 63 ila 219 oranında arttı.

13.1.1.3 KARBONUN SOSYAL MALİYETİ

Karbonun sosyal maliyeti, sera gazı emisyonundaki artışın neden olduğu zararların parasal karşılığının tahmin edilmesidir; gelecekte oluşacak zararların maliyetlerinden kaçınmak için bu emisyonların şimdiki zamanda azaltılmasının faydalarını yansıtır (Greenspan Bell ve Callan 2011). Sera gazı emisyonlarını azaltan bir metrobüs projesinin faydası, gelecekte bu zararlardan doğacak maliyetlerden kaçınılmasıdır. Karbonun sosyal maliyeti konusunda ciddi bir belirsizlik ve anlaşmazlık söz konusudur. ABD hükümeti merkezi değer olarak bir ton CO₂ başına 21\$ (2007 USD) önermekte, fakat 5\$-65\$ (2007 USD) gibi bir aralığı dikkate almaktadır. Buna karşın, BK hükümeti bir ton CO₂ başına merkezi değeri 83\$ olan, 41\$-124\$ gibi bir aralığı dikkate almaktadır (Greenspan Bell ve Callan 2011). Akademik araştırmalar gözden geçirildiğinde, 30\$/ton ortalamayla (2000 USD) (Stern 2007) 0\$/tondan 400\$/tona kadar uzanan değerlerin yer aldığı geniş bir aralığı ortaya koymaktadır. Birçok çalışmanın ortalama değeri olduğundan, ayrıca ABD ve BK'nın önerdiği değerlerin orta noktasında yer aldığından 30\$/ton değerini kullandık.

Aynı şekilde, karbonun sosyal maliyeti için uygulanacak indirgeme oranının seçilmesi eşit değerde önemli ve tartışmalıdır. Karbon indirgeme

oranı, sera gazı emisyonlarının azaltılmasıyla gelecekteki nesillerin fayda sağlayacağı ve mevcut nesillere yüklenecek olan maliyetleri yansıtmaktadır. Yani indirgeme oranı arttıkça gelecekteki karbon maliyetleri azalacaktır (Greenspan Bell ve Callan 2011). 2007 Stern Araştırması yüzde 1,4'lük bir karbon indirgeme oranı kullanmıştır; genel olarak kullanılan oran yüzde 3'tür ve ABD hükümeti yüzde 2,5 ile 5 arasında bir oran uygulamaktadır. Büyük olasılıkla gelecek nesillerin bugün olduğundan daha varlıklı olacakları varsayıldığından, oranlar arttıkça emisyonlardan ve iklim değişikliğinden kaynaklanan sorunları çözmeyi gelecek nesillerin sırtına daha fazla oranda yüklemektedir (Greenspan Bell ve Callan 2011). Daha düşük bir indirgeme oranının seçilmesi, iklim değişikliğinin azaltılmasıyla ilgili alınacak kararın geciktirilmemesine ve gelecek nesillerin karşılaşacağı maliyetin azaltılmasına yönelik bir tercihi göstermektedir (Greenspan Bell ve Callan 2011). Sürdürülebilir düşük karbon emisyonuna sahip ulaşımaya yatırım kararları dahil olmak üzere, iklim değişikliğinin azaltılmasının geciktirilmemesi inancıyla, EMBARQ, Stern Araştırmasında uygulanan yüzde 1,4'lük düşük değeri seçmiştir.

Dört örneğin hepsinde karbonun sosyal maliyetinin azaltılması ve karbon indirgeme oranının yükseltilmesine dair sonuçların hassasiyeti test edilmiştir. 0\$/tonluk bir karbon sosyal maliyeti, örneklerin değerlendirmelerinin net bugünkü değerini yüzde 50'ye kadar düşürmesine rağmen, hâlâ artı değerde fayda-maliyet oranları vermiştir. Aynı şekilde, yüzde 5'lik bir karbon indirgeme oranı, net bugünkü değeri yüzde 44'e kadar düşürmüştü, fakat karbon azaltımları her bir örneğin toplam proje faydalarının küçük bir yüzdesini oluşturduğundan, fayda-maliyet oranlarına çok küçük bir etkisi olmuştur.

13.1.2 Yol Güvenliği Etkilerinin Tahmin Edilmesi

Metrobüs sistemlerinin yol güvenliği etkilerini değerlendirmek, trafik kazaları, yaralanma ve ölümlerde gözlemlenen ve yeni bir metrobüs projesine bağlanabilecek değişiklikleri tahmin etmeyi kapsamaktadır. Güvenlik etkilerinin tahmin edilmesinin zorluğu, kaza verilerinin genel olarak afaki olmasındandır. Kaza çeşitliliği genellikle çok yüksek olma eğilimindedir (çeşitlilik ortalamasının belirgin bir şekilde üzerindedir) ve belirli bir noktadaki kaza sayısı, herhangi bir müdahale olmadığı durumda zamanla yüksek oranda farklılık gösterebilir. Müdahalelerin

etkilerini değerlendirme açısından bakıldığında, tahminleri belirgin bir şekilde etkileyebilecek ortalama (RTM) etkilerindeki gerilemeyle nasıl başa çıkılacağı sorununu ortaya çıkarmaktadır. RTM, bir yıl içerisinde kaza hacmi yüksek veya düşük olan belirli bir noktada, bir sonraki yıl oluşacak kaza sayısının genellikle ortalamaya daha yakın olmasına işaret eder (Barnett, van der Pols ve Dobson 2004). Bu nedenle, metrobüs sistemi gibi düzenlemelerin güvenlik etkilerinin değerlendirilmesinde, Empirical Bayes (EB) yöntemi tercih edilmektedir. Hauer ve arkadaşları (2001) EB yöntemi ve yol güvenliğine uygulanması hakkında bir araştırma sunarken, Goh ve arkadaşları (2013) EB yöntemini Melbourne'daki bir metrobüs sistemine uygulamaktadır. EB yönteminin temel önermesine göre, belirli bir unsurdan güvenlik kayıtlarıyla ilgili alınabilecek ipuçları, fiili kaza kayıtlarında olduğundan daha fazladır. EB, benzer ve yakın caddelerle kalibre edilmiş güvenlik performans fonksiyonlarını (SPF) temel alarak ve genellikle negatif binom modelini kullanarak, belirli bir unsur için gerçekleşen ve tahmin edilen kaza sayılarının ağırlıklı ortalamasını çıkarmaktadır. Bu yaklaşım denklem 1'de gösterilmektedir:

$$E_{y_0}(m | N_{y_0}) = \exp \left(a + \sum_{i=1} \beta_i \times x_i \right) \times w + N_{y_0} \times (1 - w) \quad (1)$$

Bu denklemde

$E_{y_0}(m | N_{y_0})$ = m unsurunda (kavşak, sokak parçası vs.) Y_0 yılında N adet kaza yapıldığı göz önüne alındığında, aynı unsurdaki Y_0 yılında yapması beklenen kaza sayısı

N_{y_0} = Y_0 yılında m unsurunun yaptığı kaza sayısı

X_i = kaza sıklığını belirlemek için kullanılan değişkenler

a, β_i = kaza verilerinin aşırı yayılımını göz önünde bulundurarak Poisson ya da negatif binom (Poisson-Gamma) dağılımıyla tahmin edilen model parametreleri

w = gerçekleşen ve tahmin edilen kazalar arasındaki ortalamaya atanacak ağırlık; ağırlık SPF tarafından tahmin edilen kaza sayısının

ve SPF'i oluşturan kaza verilerinin çeşitliliğinin bir fonksiyonudur; Hauer ve arkadaşları (2001) ve Barbosa ve arkadaşları (2013) var olan ağırlık hesaplamaları için farklı denklemler sunmaktadır.

EB yöntemi, güvenlik etkileri hakkında oldukça sağlam tahminler sağlamaktadır ve EMBARQ'ın metrobüs projelerinin etkisini tahmin etmekte kullanmayı tercih ettiği yöntemdir. Yine de, özellikle gelişmekte olan ülke kentleri için, bağıllı olarak veri yoğunluğu fazla olduğundan, bunu veri tabanımızdaki bütün metrobüs örnekleri için kullanamadık. EB yönteminin uygulanmasının elverişsiz olduğu durumlarda, bunun yerine sadece kaza sayılarını kullanmayı tercih ettik. EMBARQ'ın metrobüs etki tahminleri "öncesi ve sonrası" analizlerine değil, daha çok "referans" bir senaryo (metrobüsün uygulanmadığı varsayılarak) ve metrobüs uygulandıktan sonraki gerçek durumlar arasındaki farka bakarak temellendirilmektedir. Yol güvenliği etkileriyle ilgili olarak referans senaryo, metrobüs inşaatının başlamasından önce rapor edilmiş kaza verilerini alıp kent seviyesinde gözlemlenen kazaların eğilimlerini uygulayarak bu verilerin metrobüs işleyişinin ilk proje yılına yansıtılmasıyla oluşturulur. Bu, metrobüsün varlığına bağlanabilecek kazalardaki değişimin, halihazırda mevcut olan şehir kazalarından ayrılmasına önemli bir adım olmuştur (yani, Bogotá'da TransMilenio metrobüs uygulaması başladıktan sonra normal şehir kazalarında hızlı bir düşüş gözlenirken, Meksiko'da Metrobús Line 3 uygulanırken kazalarda artış gözlenmiştir). Güvenlik etki hesaplamalarıyla ilgili daha ayrıntılı bilgi, Duduta ve arkadaşları (2012) ve Duduta, Lindau ve Adriaola-Steil (2013)'de bulunabilir.

Son olarak, gelişmekte olan çoğu dünya ülkesi, trafik yaralanmalarını ve ölümlerini olduğundan daha az göstermektedirler. Hajar ve arkadaşları (2011) bu durumu Meksika için incelemiş ve iki ana nedene bağlamıştır: yaralanma ve ölümlerin tanımlarındaki farklılıklar, ve ölümlü kaza verilerinin ulusal veritabanlarında yanlış kodlanması. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) değişik ülkelerde bu verilerin standardize edilebilmesi için uyumlama değişkenleri belirlemiştir (WHO 2013) ve biz bu değişkenleri analizimizde uygulamaktayız.

13.1.2.1 YOL GÜVENLİĞİ İYİLEŞTİRMELERİNDEN GELEN EKONOMİK FAYDALARIN TAHMİNİ

Metrobüslerle ilgili güvenlik iyileştirmelerinin ekonomik

faýdalarını tahmin etmenin temel zorluğu, kazaları parasal açıdan değerlendirmenin "doğru" bir metodolojisinin olmamasıdır (Diez Roux ve Bhalla 2012). Literatürde çeşitli metodolojiler mevcuttur; bunların bazıları sadece can kaybını ya da yaşam kalitesi kayıplarını göz önünde bulundururken (Esperato ve arkadaşları 2012), bazıları da tahminlerine bütün maliyetleri dahil edip, can kaybı ve yaşam kalitesi kayıplarını dahil etmemiştir (Blicoe ve arkadaşları 2002). Ayrıca, tahminler için hayatın istatistiksel değeri (VSL) gibi farklı metodolojiler olduğundan, benzer göstergelerle çalışanlar arasında bile sıklıkla farklılıklar görülmektedir.

Gelişen dünyada kazaların maliyeti için sağlam tahminler yapmanın temel kısıtlaması doğru yerel

verilerin eksikliğidir. Örneğin, yaralanma maliyetleri, yaralanmanın ciddiyetine göre belirgin bir şekilde değişiklik gösterebilir. Birleşik Devletler, standart hale getirilmiş bir yaralanma skalası kullanmaktadır. Yaralanmaları MAIS 0'dan (yaralanma yok) MAIS 7'ye (ölümlü) kadar kodlamakta ve araştırmacıların her bir MAIS seviyesi için maliyet tahmini yapmalarına olanak tanımaktadır. Gelişmekte olan dünya ülkelerinden topladığımız veri setlerinde bu tarz bir hassasiyet yoktur. Çoğunlukla, veri tabanları şiddet seviyesi hakkında bilgi vermeden, yalnızca ölümleri ve yaralanmaları ayırt etmektedir. Verilerin hassasiyetinin düşük olması ve standardize olmamasına ek olarak, kazaların farklı bileşenlerinin maliyetleri hakkında yerel tahminler de sıklıkla eksiklik içermektedir (örneğin, yaralanmalı bir kazanın tıbbi masrafları, maddi

Tablo 32 Seçilmiş Metrobüs Sistemlerinin Güvenlik İyileştirmelerinden Elde edilen Ekonomik Faydalar (Yıllık, Kilometre Başına)

		Ölümlü Kazalar	Yaralanmalı Kazalar	Maddi Hasarlı Kazalar	Toplam (km başına)
Guadalajara (Meksika)	2012 USD	138.302	131.316	57.358	326.977
	2012 MXN	1.821.301	1.729.304	755.351	4.305.955
Meksiko (Meksika)	2012 USD	289.119	213.154	-5.171	497.101
	2012 MXN	3.807.407	2.807.022	-68.101	6.546.328
Ahmedabad (Hindistan)	2012 USD	170.131	6.891	273	177.295
	2012 INR	9.091.285	368.213	14.590	9.474.088
Bogotá (Kolombiya)	2012 USD	513.241	237.007	Yok	750.248
	2012 COP (binler)	922.242	425.879	Yok	1.348.121
Melbourne (Australia)	2012 USD	98.976	32.868	934	132.778
		95.591	31.744	902	128.237

hasarların masrafları vb.). Bu sebeple, kapsamlı maliyet tahminleri yapamadık ve bunun yerine, gelişmekte olan dünyayla ilgili literatürde nispeten iyi bir şekilde belgelenmiş çeşitli kilit kavramları kullanarak, kazaların çoğunluğunun belirlenmesi temelinde ilerledik.

Metrobüs uygulamasından sonra kazaların azalması, ölümlü, yaralanmalı ve sadece maddi hasarlı (PDO) kazaları içeren, trafik kazalarıyla ilintili farklı türdeki maliyetleri azaltarak ekonomik faydalar sağlamıştır. Tablo 32, Meksika, Kolombiya, Hindistan ve Avustralya'daki dört farklı metrobüs sistemi için trafik güvenliğindeki iyileştirmelerden elde edilen yıllık ekonomik faydaları göstermektedir. Bu metrobüs uygulamalarının tümündeki güvenlik iyileştirmeleri, kayda değer ölçüde olumlu ekonomik faydalarla sonuçlanmıştır¹². En büyük faydalar ölümlü kazaların azaltılmasıyla elde edilmiştir. Bunun nedeni hem ölümlü kazaların diğer kazalara göre daha büyük oranda azalmış olması hem de ölümlü kazaların maliyetlerinin yaralanmalı ya da sadece maddi hasarlı kazaların maliyetlerine oranla daha yüksek olmasıdır. Örneğin Meksiko'daki Metrobús için, sadece maddi hasarlı kazaların ekonomik etkiye olan hafif olumsuz etkisine rağmen, yaralanma ve ölümlerdeki kayda değer azalmalar sayesinde kilometre başına yıllık 497.000 USD net fayda sağlanmıştır. Bu durumda, 95 kilometrelik Metrobús sisteminin yapılan güvenlik iyileştirmelerinden dolayı sağladığı yıllık ekonomik fayda 45.000.000 ile 50.000.000 USD arasında değişmektedir.

13.1.2.2 HAYATIN İSTATİSTİKSEL DEĞERİ

Yol güvenliği iyileştirmelerinden ve çevresel faydalardan elde edilen halk sağlığı faydalarını tahmin etmek için insan yaşamına maddi bir değer atamak gerekir. Trafikte bir ölüm önlendiğinde, metrobüs sisteminin faydası, kurtarılan hayatın değeri olarak görüldüğünden, insan yaşamına da bir değer biçmek gerekir. Halk sağlığı araştırma gruplarında yaygın olarak kullanıldığı gibi, EMBARQ'ın FMA yöntemi, trafik güvenliğinde ve halk sağlığı hesaplamalarında hayatın istatistiksel değeri (VSL) tahminlerini kullanmaktadır.

Hayatın istatistiksel değerinin hesaplanması, insan yaşamına parasal bir anlam kattığından doğası gereği tartışmalı bir kavramdır. İnsan hayatının istatistiksel değerinin farklı ülkeler arasında karşılaştırılmasında, sanki insan hayatı gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş

ülkelere nazaran daha az bir değere sahipmiş gibi bir yanlış anlama sıklıkla ortaya çıkmakta ve bu durumu daha karmaşık bir hale getirmektedir. Bu terime "istatistiksel" ifadesi kazara dahil edilmemiştir. VSL, istatistiksel olarak ortalama bir kişinin, güvenlik açısından insan hayatının değerine göre tahmin edilen marjinal bir iyileştirmeye atfettiği değerdir. Belirli bir hayatın değerini ifade edecek şekilde tasarlanmamıştır. Ayrıca, fayda ve maliyetleri kıyaslayabilmek adına VSL değerlerinin yerel şartlara göre ayarlanması da gerekmektedir. Ortalama gelirin ABD'dekinin 1/5'i olduğu Türkiye'deki istatistiksel hayatın değeri hesaplanacak olursa, Amerikalılara uygulanan bir anket sonucunu gerekli ayarlamaları yapmadan VSL figürü olarak kullanmak, maliyetlere kıyasla halk sağlığı faydalarını çok şişirecektir. Bu konuyu ele alırken, Amerikan istatistiksel hayatının tahminlerini, değerlendirilen ülkenin gayri safi milli gelirine göre düzenleyen bir fayda transferi yaklaşımı kullanıyoruz. Sonuç olarak, tutarlılık açısından aynı yöntemler ve girdi kaynakları her ülke için kullanılabilir. (Bu yaklaşımla ilgili ayrıntılı bir açıklama ekte sunulmuştur.)

Bir VSL tahmini, farklı teknikler kullanılarak türetilbilir ve VSL tahminleri büyük oranda farklılık gösterir. Bu rapordaki fayda-maliyet analizinin amacına yönelik olarak, en ölçülü varsayımlar, faydaların tahmininde bir önyargı olması durumunda, eksik beyana yönelecek şekilde yapılmaktadır. Diğer ülkeler için tahminlerde bulunurken, ABD VSL'sinin düşük bir tahminini (2009 3,58 milyon USD) kullanıyoruz. Ayrıca, VSL rakamının kaybedilen yaşamların bütün ekonomik unsurlarını kapsadığını (örn. kaybedilen maaş, sağlık masrafları, aile ve arkadaşlara olan etkiler vs.) ve önlenen ölüme yönelik ek faydaları bu rakama dahil etmiyoruz. Bu sayede, bir metrobüs projesinin faydalarına olduğundan daha fazla değer biçilmediğinden emin oluyoruz.

Deneysel VSL tahminleri çoğunlukla gelişmiş ülkeler için erişilebilir durumdadır. Bundan dolayı, gelişmekte olan ekonomilerdeki VSL ile ilgili çoğu çalışma, gelişmiş ülkelerdeki VSL'yi geliştirmekte olan ülkelere aktarmaya ilişkin yöntemler üzerine odaklanmaktadır (Cropper ve Sahin 2009). Ayrıca, gelişmiş ülkelerde farklı çalışmalardan elde edilmiş geniş bir VSL yelpazesi bulunmaktadır. Bu çalışmada, Amerika'daki yol yaralanmaları için Esperato ve arkadaşları (2012) tarafından yayımlanan 3,81 milyon USD'lik VSL'nin referans değerlerini kullandık. Örnek olarak aldığımız

her ülke için VSL değeri, Esperato ve arkadaşlarının (2012) önerdiği referans VSL değeri olan 3.810.000 USD temel alınarak denklem 2'ye uygun bir şekilde hesaplanmıştır:

$$VSL_j = 3,810,000 \times \eta \times \frac{GNI_j}{GNI_{us}} \quad (2)$$

Bu denklemde

VSL_j = j ülkesindeki istatistiksel hayatın değeri

GNI_j = sırasıyla j ülkesindeki ve ABD'deki kişi başına düşen gayrisafi milli gelir

η = VSL'nin gelir esnekliği; Cropper ve Sahin (2009) ve Esperato ve arkadaşları (2012) tarafından önerilen 1,0'dan 1,5'e kadar değişen değerler kullanıyoruz.

Her ülke için yapılan VSL tahminleri Tablo 33'de gösterilmektedir.

Avustralya'daki VSL için kendi tahminlerimizi geliştirmedik. Hatta, ekonomik faydalar için yaptığımız ayrıntılı hesaplamalara Avustralya'yı dahil etmedik. Bunun nedeni, çalıştığımız diğer ülkelerin aksine Avustralya'da kazaların maliyetine yönelik yerel tahminler yapmak için yeterince araştırmanın mevcut olmasıdır. Avustralya Altyapı, Ulaşım ve Bölgesel Ekonomi Bakanlığı (BITRE) kazaların farklı şiddet seviyelerine göre ayrıntılı maliyet tahminleri yapmıştır (BITRE 2009). Avustralya'da metrobüsün güvenlik iyileştirmelerinden elde edilen ekonomik faydalara yönelik değer biçme hesaplamalarını, verilerin kısıtlı olduğu bağlamlar için geliştirdiğimiz metodolojimizi kullanarak tekrar tahmin etmek yerine, çokça alıntılanmış ve kullanılmış yerel tahminlerle yapmak daha uygun görülmüştür. Bu sayede, Melbourne'daki metrobüsle, aynı bölgedeki projelerin güvenlik faydaları arasında kıyaslama yapmak mümkün olacaktır. Tahminler farklı metodolojiler kullanılarak yapıldığından, veritabanımızda yer alan farklı metrobüs uygulamalarının faydalarının kıyaslanması mümkün

Tablo 33 Ülkelere Göre Tahminler

Ülke	Hayatın İstatistiksel Değeri (VSL), Ülke Başına (2012 USD, denklem 2'ye göre)	
	Alt tahmin ($\eta=1$)	Üst tahmin ($\eta=1.5$)
Meksika	675.172	1.012.758
Kolombiya	417.351	626.027
Türkiye	872.470	1.308.705
Hindistan	95.265	142.897

olmayacaktır (yani, BITRE tahminlerinin oldukça temkinli olduğu düşünülmektedir). Bu durum, ülkeler arası kıyaslamalar yapmama ve tahminleri sadece her bir metrobüs sisteminin fayda-maliyet analizinde kullanma kararımızla uyusmaktadır.

Yaralanma maliyetleriyle ilgili tahminlerimizin doğruluğu, bu çalışmaya dahil edilen şehirlerdeki kalitesiz kaza verileri sebebiyle oldukça sınırlıdır. En önemli kısıt, yaralanmaların şiddet seviyelerinin açık ve standardize edilmiş bir şekilde tanımlanmamış oluşudur. Maliyetler, yaralanmaların ciddiyetine göre önemli ölçüde farklılık gösterdiğinden, şehirlerdeki veritabanlarının sadece "ölüm", "yaralanma", ve "yaralanma yok" şeklinde ayırım yapmasından dolayı birçok detaylı bilgi kaybedilmektedir. Veritabanımızdaki verilerin çoğunda bu eksiklikle karşılaşmaktayız. Bu kısıttan dolayı, bu bölümde sunulan ekonomik fayda değerleri kaba tahminler olarak değerlendirilmelidir.

ABD Kısaltılmış Yaralanma Ölçeği olarak bilinen ve yedi çeşit yaralanma şiddetini ayırt edebilen standardize bir yaralanma şiddeti ölçeği kullanmaktadır. Çalıştığımız ülkelerde, yaralanmaların şiddetinin sınıflandırılması, yaralanma raporlama standartlarında olduğu gibi geniş ölçekte çeşitlilik gösterir. Yaralanmanın şiddetinin doğru bir şekilde bilinmediği ve tanımların kısaltılmış yaralanma ölçeğinde bir karşılığının bulunmadığı durumlarda, veritabanımızdaki bütün yaralanma verilerini orta seviye olan MAIS3 değeri olarak varsaydık. Yaralanmaya dayalı maliyet tahminlerimizin hepsi MAIS3 kategorisine dayandırıldı.

Yaralanmalı ve sadece maddi hasarlı kazaların maliyet tahminlerini yapmak için yerel veriler mevcut değildi. Bu nedenle, tahminlerimizi ABD'deki maliyetleri referans alarak ve farklı ülkelerdeki bu maliyetlerin Amerika'daki maliyetlere oranının gayri safi milli gelirin oranıyla aynı olacağını varsayarak geliştirdik. VSL hesaplamasıyla benzer olan bu bağıntı, denklem 3'te gösterilmiştir:

Bu denklemde

C_{jn} , C_{us} = n bileşenin, sırasıyla j ülkesinde ve ABD'deki maliyeti (örn. tıbbi masraflar)

GNI_j , GNI_{us} = sırasıyla j ülkesindeki ve ABD'deki kişi başına düşen gayrisafi milli gelir.

Bu yaklaşımda, sadece maddi hasarlı kazaların maliyetlerinin gelire göre esnekliği 1'den küçük olduğundan, sadece maddi hasarlı kazaların gerçek maliyetleri göz ardı edilebilmektedir. Araçlar ve diğer mallar ABD'de, gelişmekte olan ülkelere göre daha ucuz olabilir, ama aradaki fark iki ülke arasındaki gelirin arasındaki farkla aynı olmayacaktır. Yine de, bu ilişkiye dair herhangi bir tahminin olmadığı durumda, 1 değerine sahip bir esnekliği varsaymak en temkinli yaklaşım gibi gözükmektedir. Bu yaklaşımla, sadece maddi hasarlı kazaların maliyet tahminleri temkinli bir şekilde yapılacaktır.

$$C_j = C_{us}^n \times \frac{GNI_j}{GNI_{us}} \quad (3)$$

13.1.3 Fiziksel Aktivite Etkilerini Tahmin Etmek

Metrobüs yolcuları için, metrobüsün sebep olduğu fiziksel aktivite seviyelerindeki değişimi tahmin ederken, metrobüs uygulamalarından öncesi ve sonrası için bu yolculara ait yürüme seviyelerine dair veriler bulunmadığından bir belirsizlik söz konusudur.

Bunun yerine, ulaşım tipiyle ilgili, öncesi ve sonrası verileri ve bir hane anketinden elde ettiğimiz, yolculuk başına yürüyüş sürelerini (dakika) içeren, kesitler arası veri setleri elimizde bulunmaktadır. İkinci bileşen, artan yürüme ve önlenen erken ölüm sayılarına ekonomik bir değer atanmasından elde edilen sağlık faydalarını içerir.

Tablo 34 Ülkelere Göre Yaralanmalı Kazaların Maliyetleri

Ülke	Trafik Yaralamasının Maliyeti	
	2012 USD	2012 yerel para birimi
Meksika	31.876	419.775 (MXN)
Kolombiya	19.648	35.305.491 (COP)
Türkiye	52.948	94.551 (TL)
Hindistan	4.484	239.611 (INR)

Tablo 35 Sadece Maddi Hasarlı Kazaların Maliyet Tahminleri

Ülke	Trafik Yaralamasının Maliyeti	
	2012 USD	2012 yerel para birimi
Meksika	689	9080 (MXN)
Kolombiya	426	765.860 (COP)
Türkiye	790	1.411 (TL)
Hindistan	97	5198 (INR)

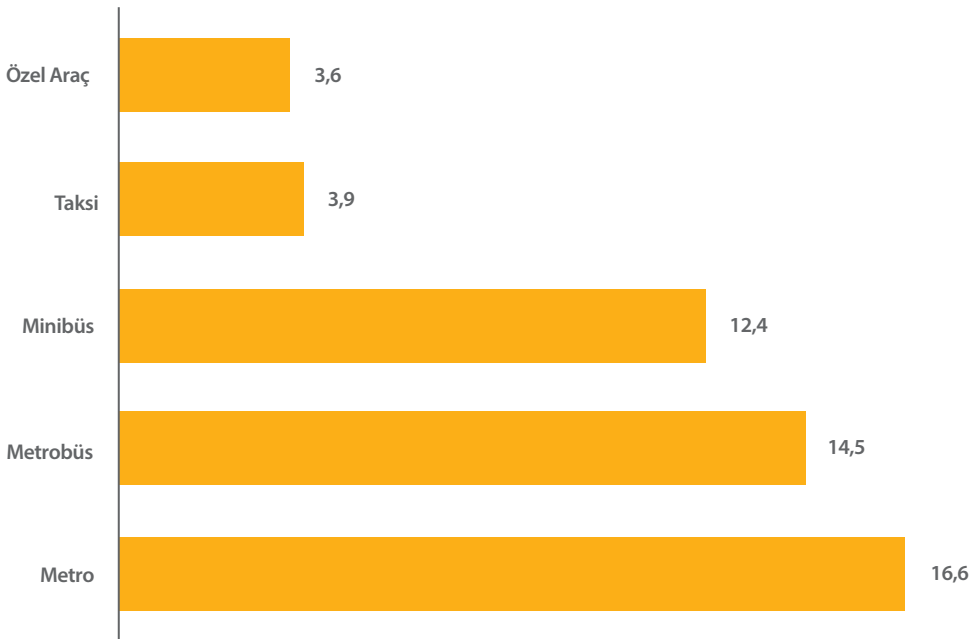
Bu, Dünya Sağlık Örgütü'nün, Sağlık ve Ekonomik Değerlendirme Aracı (HEAT) modelini kullanılarak ve yol güvenliği bileşeni için kullanılan tahminlerle tutarlılık gösteren VSL tahminlerini uygulayarak elde edilmektedir.

Her bir ulaşım yöntemiyle ilişkili yürüme zamanlarıyla birlikte ulaşım yönteminin değişmesi durumundaki verileri kullanarak metrobüs uygulamasından sonra metrobüs yolcularının, yolculuk başına harcadıkları yürüyüş zamanlarındaki toplam değişimle ilgili tahminler üretmek mümkündür. Burada, yöntemle göre yürüyüş zamanlarını içeren verilerin kesitler arası olduğu uyarısını tekrarlıyoruz ve bu nedenle metrobüsün yürüme sürelerini artırdığını ispatlamak mümkün olamamaktadır, bunun yerine kanıtların yürüme sürelerinde bir artışa işaret ettiğini belirtebiliriz. Bu değerlendirme, daha somut sonuçlar elde edilmesi açısından uygulamanın öncesi ve sonrasına ait verilerle teyit edilmelidir.

Bir kişinin kullandığı ulaşım yöntemiyle (örn. kişisel araç, taksi, otobüs, metro) fiziksel aktivite seviyesi arasında güçlü bir korelasyon vardır (Meksiko Belediyesi Hane Halkı Seyahat Anketi 2007). Bu

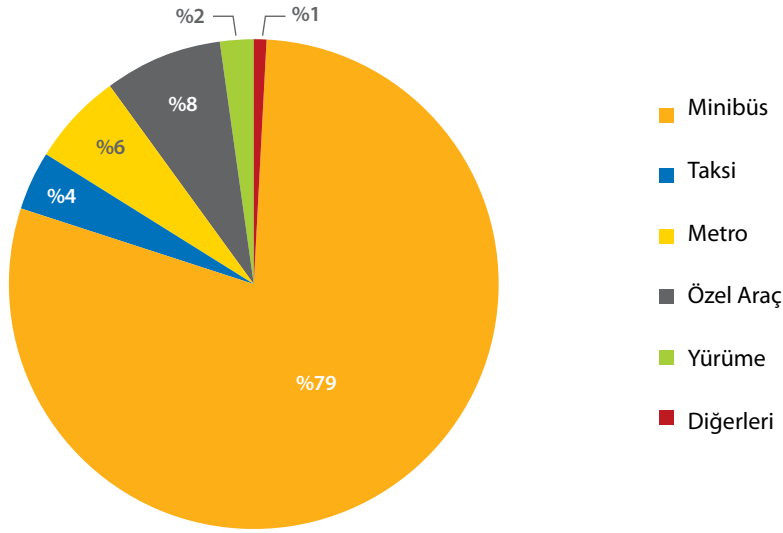
korelasyon, her bir ulaşım yönteminin nitelikleriyle ilgilidir. Arabalar, en az yürüme ihtiyacıyla noktadan noktaya ulaşım sağladığından, kişisel araçla yapılan bir yolculuk, diğer ulaşım yöntemleri arasında en düşük fiziksel aktivite seviyesine sahiptir. Bir taksi yolculuğu, özellikle yolcunun yolda yürüyerek taksi çağırması gerekiyorsa bundan biraz daha fazla yürüme aktivitesi gerektirebilir. Toplu taşıma araçlarını kullanmak, yolcuların duraktan durağa yürüme zorunluluğundan dolayı genellikle daha fazla fiziksel aktivite içermek zorundadır. Yürüme miktarıyla durak mesafeleri arasında sıkı bir korelasyon vardır. Bu durumda, metro yolcuları, ortalamada metrobüs yolcularından daha fazla yürümelidir. Metrobüs yolcuları da otobüs ya da minibüs yolcularına kıyasla daha fazla yürümelidir. Doğal olarak, yayalar ve bisiklet kullananlar en yüksek seviyede fiziksel aktiviteye sahiptirler. Bu hipotezler, 2007'de Meksiko'da yapılan hane halkı anketiyle doğrulanmıştır. Ankete katılanlar her yolculuk sonrasındaki yürüme sürelerini dakika cinsinden bildirmiştir. Bu veriler ulaşım yöntemleriyle kıyaslanabilir. Şekil 27'de gösterildiği gibi, metrobüs, motorlu taşımacılık yöntemleri arasında, metrodan sonra en fazla fiziksel aktivite içeren yöntemdir.

Şekil 27 Meksiko'daki yolcuların kullanılan ulaşım aracına göre yürüme süreleri (dakika)



Kaynak: Meksiko 2007 hane halkı yolculuk anketi

Şekil 28 Meksiko'daki Metrobüs Kullanıcılarının Metrobüs Kullanmadan Önceki Ana Ulaşım Yöntemi



Kaynak: 2006 ve 2007 Metrobüs yolcu anketleri, EMBARQ Meksika

Anket sonuçlarına göre Meksiko'daki metrobüs kullanıcılarının çoğu önceden minibüs kullanmaktaydı. Meksiko'da "colectivos" olarak bilinen bu araçlar, kent yönetiminin izniyle işletilen ve belirli güzergâhlara yönlendirilen özel minibüslerdir. Bu minibüsler Meksiko'daki, en etkili ulaşım aracıdır ve Meksiko Hane Halkı Ulaşım Anketi'ne göre 2007'deki yolculukların yüzde 45'inde kullanılmıştır. Buna ek olarak, özel araç ve metro kullanıcıları dahil olmak üzere, yolcuların küçük bir yüzdesi, diğer ulaşım türlerinden metrobüs kullanımına geçmiştir. Pekin'de metrobüs kullanımına en çok geçişi belediye otobüsü kullananlar gerçekleştirmiştir. Ayrıca, metro ve özel araçlarını kullanan bazı yolcular da metrobüs kullanmaya başlamıştır.

Meksiko'da en büyük sağlık faydası, metrobüs kullanmaya başlayan özel araç (ankete göre en hareketsiz ulaşım yolu) kullanıcılarında görülmüştür. Meksiko'da bir gün içindeki Metrobüs kullanıcılarının tamamı arasında, yaklaşık 50.000'inin daha önce aynı yolculuk için özel araçlarını kullandıklarını tahmin ediyoruz. Metrobüs kullanmaya başladıktan sonra, bu kişilerin her gün fazladan 11 dakika yürüdüklerini

tahmin ediyoruz. HEAT aracının sonuçlarına göre, yürüme süresindeki bu artışın bu toplumda her yıl 21,3 erken ölümü engellediği sonucuna varılmıştır. Buna karşılık, tahmini olarak yürümek yerine Metrobüs kullanmayı tercih eden 9.400 kişi gün başına 3 dakika daha az fiziksel aktivitede bulunmaktadır. Bu, ek olarak her yıl 0,97 erken ölüme sebep olmuştur. Ne var ki, genelde, metrobüs kullanımına geçişin çoğunluğu daha yerleşik ulaşım yöntemlerinden yapılmaktadır ve yine toplamda, Metrobüs sisteminin, fiziksel aktivitenin artmasından kaynaklanan yıllık 65,7 erken ölümün engellenmesine yardımcı olduğu tahmin edilmiştir.

Bunun akabinde, yürüme seviyelerindeki değişimi içeren verileri kullanarak, Dünya Sağlık Örgütü'nün HEAT modelini kullanabilir ve metrobüs kullanıcılarının sağlık çıktıları ve bağlı ekonomik değerlerini ölçebiliriz. Her bir metrobüs için günlük yolculardan topladığımız verileri, ulaşım yöntemi geçişlerini yüzde biriminden mutlak sayılara dönüştürmek için kullandık. Burada, yapılan günlük yolculuklarla (metrobüs yolcu sayısını belirlemede kullanılan en yaygın ölçü) günde bir defadan daha çok metrobüs kullanan bireysel yolcular (sağlık değerlendirmeleri için daha uygun olan ölçü)

Şekil 29 HEAT'in Temel Prensipleri

Kaynak: Kahlmeier ve arkadaşları 2011

*GR=altta yatan çalışmalardaki göreceli ölüm riski (yürüme: 0.78(21); bisiklete binme: 0.72 (23)).

**= Kişi başına bisiklete binme hacmi, Kopenhag'da tahmini 14 km/sa hızla tahmini 36 hafta/yıl için 3 saat/haftaya dayanarak hesaplanmıştır. Yürüme hacmi ise 4,8 km/saatte 29 dakika/güne dayanarak hesaplanmıştır.

arasındaki farka değinmek önem kazanıyor. Bunlardan sadece ilki metrobüs kuruluşları tarafından rapor edilmiştir ve yolculukları yolcu sayılarına dönüştürmek için metrobüs yolcuları tarafından yapılan günlük yolculukların ortalama sayısı üzerine yapılan hane halkı anketlerinin verilerini kullandık.

Burada, Kahlmeier ve arkadaşları tarafından (2011) ayrıntılı bir şekilde anlatılan HEAT aracının arkasındaki metodolojiyle ilgili kısa bir genel bakış sunuyoruz. Fiziksel aktiviteden kaynaklanan faydaları tahmin etmek amacıyla kullanılan HEAT aracının temel işleyişi Şekil 29'da gösterilmiştir.

HEAT aracını ulaşım türleri arasındaki her bir geçiş için uyguladık (örn. otobüsten metrobüse, arabadan metrobüse vs.) ve örneklemimizin her bir alt grubu için sağlık etkilerini tahmin ettik.

13.1.3.1 ARTAN FİZİKSEL AKTİVİTEDEN KAYNAKLANAN EKONOMİK FAYDALARI TAHMİN ETMEK

HEAT aracı, hayatın istatistiksel değeri (VSL) konseptini uygulayarak, önlenen erken ölümlere bir ekonomik değer tayin eder. VSL tahminlerini geliştirmek için kullanılan metodoloji bölüm 0'da ayrıntılı bir şekilde tanımlanmıştır (Güvenlik iyileştirmelerinden elde edilen ekonomik faydaları tahmin etmek).

Tablo 36 TransMilenio Değerlendirmesi İçin Temel Varsayımlar ve Parametreler

Bileşen	2012'deki COP Değeri	2012'deki USD Değeri	Birim	Notlar
Altyapı yatırımları	25.987 \$	14 \$ 26 \$	Kilometre başına milyon	Etap I (1) Etap II (1)
Altyapı onarımları	46.179 \$	İlk yatırımın %50'si		Yıl 11 (2)
Otobüslere yapılan yatırımlar	İlk yatırımın %50'si	0,328 \$ 0,110 \$	Kilometre başına milyon	Körüklü (1) besleyici (1)
Otobüslerin Yenilenmesi	589\$	İlk yatırımın %100'ü		Yıl 10 (2)
Ana hat otobüslerinin işletilmesi	198\$	1 \$	Km başına pezo	Ortalama, 2002–2008 (1)
Besleme hattı otobüslerinin işletilmesi	İlk yatırımın %100'ü	0,061 \$	Otobüs/yıl başına milyon	(1)
Yolculuk zamanı değeri	2.293\$	1,48 \$	Seyahat saati başına	Gelire dayalı (2)
İnşaat esnasındaki kayıplar	109,03\$	Zamandan %50 kazanç		(2)
Kaza ve sağlık üzerine etkiler	2.126.320.464\$ 30.167.509\$ 3.340.099\$ 116.238,852\$ 39.691\$ 42.526\$	1.183.327\$ 16.789\$ 1.859\$ 64.689\$ 22\$ 24\$	Ölüm Yaralanma Kaza Kronik bronşit Kısıtlı aktivite/gün Kayıp gün	Bir hayatın istatistiksel değeri; Sigortasız kazalar; Meksika'daki sağlık karşılığı (2)

13.1.4 Dağılımsal Analiz Metodolojisi

Maliyet ve faydaların farklı gelir grupları ya da sosyoekonomik tabakalar arasındaki dağılımını tahmin etmek için, önce standart FMA metodolojileri kullanarak toplam yıllık proje maliyetlerini ve toplam yıllık proje faydalarını hesaplıyoruz. Bundan sonra, gelir tabakaları arasındaki maliyet ve fayda dağılımlarını belirlemek için FMA'da (net bugünkü değer (NPV), ve fayda-maliyet oranı) kullanılan göstergeleri ayrıştırıyoruz.

Bu analizde, faydaların ve maliyetlerin gelecekteki birkaç yıl üzerinden, her yıl için beşte birlik kesitlere sosyoekonomik dağılımını analiz etmek ve standart FMA'da olduğu gibi indirgemek amacıyla FMA'yı bir

dizi göstergeyle genişletme yöntemini izliyoruz.

Sonrasında, kategoriye göre faydalar eksi maliyetler ve fayda-maliyet oranlarının net bugünkü değerini elde etmek için bu indirgenmiş maliyetleri ve/veya faydaları beşte birlik gelir kesimlerine ya da benzer bir sosyoekonomik kategoriye göre dağıtıyoruz. Bu genellikle, bu değişkenleri tartan ve kullanılan sosyoekonomik gruplar arasında maliyet ve faydaları dağıtan bir matris aracılığıyla yapılır. Proje maliyetleri, genellikle hangi gelir tabakası kamu gelirine (örn. vergiler) ya da özel maliyetlere katkıda bulunuyorsa, ona göre dağıtılmaktadır. Faydalar, toplumun hangi kesimine sağlanıyorsa (örn. metrobüs kullanıcıları, şehir nüfusu) ona göre dağıtılmaktadır.

Tablo 37 TransMilenio Maliyet Akışlarının Hesaplanmasında Kullanılan Bilgi Kaynakları ve Varsayımlar

	1998–2008	2009–2018
Kamusal Maliyetler		
Çalışmalar ve proje hazırlık maliyetleri	TMSA	Değerlendirilen ek masraf yoktur
Gayrimenkul ve yeniden yerleştirme maliyetleri		
Altyapı inşaatı ve/veya onarımı	1999-2001 yılları arasında Etap I için ve 2003-2006 yılları arasında Etap II için TMSA tarafından dağıtılan toplam miktar	11. yıldaki inşaat onarımına eşit ilk yatırımın %50'si. Kalan miktar 11 yıllık onarımın servis süresine göre
Altyapı bakımı	2002-2008 yılları arasında Etap I için ve 2007-2008 yılları arasında Etap II için TMSA tarafından sağlanan kümülatif miktar	Bakım değeri 2018'e kadar sabit kalacak, Onarım çalışmalarının olacağı yıllara dahil edilmeyecektir
Kontrol merkezinin uygulanması	TMSA	İşletmenin 10. Yılında ilk maliyetin %50'sine eşit, < yeniden yatırım. Geri kalan değer, 10 yıllık hizmet ömrüne göre
Kontrol merkezi işletmesi	TMSA	Talepteki büyümeyle orantılı artış
Kamusal proje yönetim kurumu masrafları	Bölge Hazine Sekreterliğinin işletim bütçesi, her yılın Aralık ayında tahsis edilir.	Talepteki büyümeyle orantılı artış

13.2 EK B – TransMilenio Dosya Çalışması: Veri, Varsayımlar ve Analiz

Bogotá'daki TransMilenio'nun Etap I ve II analizleri, projenin finans belgelerinde yer alan ön analiz temel alınarak, bir ardıl uygulama olarak yürütülmüştür. Veri ve bilgiler TransMilenio S.A'dan ve ikincil kaynaklardan elde edilmiş, analizimizin temelini oluşturan orijinal modelleme ise Steer Davies Gleave tarafından gerçekleştirilmiştir.

13.2.1 TransMilenio Fayda-Maliyet Analizinin Temel Varsayımları

Değerlendirme, 1998 ve 2017 yılları arasındaki 20

yıllık dönem için gerçekleştirilmiştir ve Ulusal Planlama Bakanlığı tarafından önerildiği üzere, Kolombiya yönetimi tarafından kullanılan yüzde 12'lik bir sosyal indirgeme oranını kullanmaktadır.

13.2.2 TransMilenio Projesi Maliyet Analizi

TransMilenio maliyet analizi için kullanılmış olan kaynak ve varsayımlar Tablo 37'de sunulmuştur.

Maliyet tahminleri, 1998'den 2008'e kadar bildirilen maliyetleri ve 2009-2018 dönemine yönelik öngörülerini kapsamaktadır. Altyapı onarımının maliyeti en anlamlı maliyettir (yapım maliyetlerinin yüzde 50'si) ve bunun ardından, işletmenin 10. yılında taşıt ve diğer

Tablo 37 devamı

		2009-2018
Özel Maliyetler		
Otobüs filosu alımı	TMSA	Filonun 10. yılda yenilenmesi ve talepteki büyümeyle orantılı artış. TMSA bilgilerine göre, otobüs başına düşen gizli fiyatlar. Geri kalan değer, 10 yıllık hizmet ömrüne göre.
Otobüs filosu alımı		Talepteki büyümeyle orantılı olarak güzergâh kilometrelerinde artış. PKI'da aşamalı düşüş. TMSA bilgilerine göre, kilometre (gövde) ve otobüs (ana hat) başına gizli fiyatlar.
	1998 – 2008	2009 – 2018
Toplama sisteminin uygulanması		Talepteki büyümeyle orantılı olarak güzergâh kilometrelerinde artış. PKI'da aşamalı düşüş. TMSA bilgilerine göre, kilometre (gövde) ve otobüs (ana hat) başına gizli fiyatlar.
Toplama sisteminin işletilmesi		10. yılda, ilk maliyetim %50'sine eşit yenileme. Geri kalan değer, 10 yıllık hizmet ömrüne göre.
		Talepteki büyümeyle orantılı artış

Kaynak: EMBARQ tarafından hazırlanmıştır.

ekipmanların değiştirilmesi gelmektedir. Akışlar ise, yatırımların geri kalan hizmet ömrüne göre hesaplanan altyapı ve ekipman kurtarma fiyatlarını içermektedir.

Kamusal maliyetler, projenin toplam maliyetinin yüzde 61'ini temsil etmekte, bu rakamın içerisinde en anlamlı maliyet yapım ve altyapıdan gelmektedir (yüzde 47). Özel maliyetler ise, en anlamlı kalemleri filo işletimi (yüzde 20) ve filo alımı (yüzde 12) olmak üzere, %39 seviyesindedir.

13.2.3 TransMilenio Projesi Fayda Analizi

Toplu taşıma sistemi kullananlar ve kullanmayanlar için tespit edilen faydalar:

- Toplu taşıma kullanıcıları için yolculuk süresi tasarrufları,
- İnşaat sırasında yolculuk süresindeki kayıplar,
- Toplu taşıma filosunun işletim tasarrufları,
- Kazaların azalmasına bağlı tasarruflar,
- Yerel kirlilikle alakalı tasarruflar,
- Önlenebilir sera gazı emisyonlarından kaynaklanan tasarruflar.

Tasarruflar, proje nezdinde mevcut durumun, proje olmadan ortaya çıkacak varsayımsal durumla karşılaştırılması sonucunda hesaplanmaktadır. Bu değerlendirmede, karma şeritlerde sıklıkla azaltılmasıyla ortaya çıkan genel trafik faydaları göz önünde bulundurulmamaktadır. Şimdi, bu faydaların her birini ayrı ayrı ele alacağız.

Toplu taşıma kullanıcıları için yolculuk süresi tasarrufları: Bunlar, yolculuk hızlarında ve durağa erişim sürelerindeki değişimlerin sonucudur. Yolculuk süreleri, çıkış-varış matrisinin (ODM) toplu taşıma ağına atfedildiği ulaştırma modellemesi kullanılarak hesaplanmaktadır. Modelleme, en yoğun saat için gerçekleştirilir. Yolculuk süresi tasarruflarının ağırlıklandırılması amacıyla, sapmaların oluşmasını önlemek adına tüm kullanıcıların yolculuk süresi için tek bir ekonomik değer önerilmiştir. Deneysel olarak, yolculuk süresi değerinin gelirle bağlantılı olduğu ifade edilmektedir: gelir ne kadar artarsa, yolculuk süresinin öznel değeri o kadar yüksek olur. Buna karşın, gelir düzeyinden kaynaklanan ayırım, orta ve düşük gelirli kesimlere fayda sağlayan ilerici projelerin karşısında, yüksek gelir düzeyindeki sosyal kesimlere fayda sağlayan projelerin tercih edilmesine yol açar. Bu

nedenle, ilgili örneklem için işgücünün telafi edilmesiyle gerçekleştirilen bir yakınlaştırmanın sonucunda elde edilen ortalama yolculuk süresi değerini kullanıyoruz. Bu değerlendirmede, toplu taşımacılığın bir bütün olarak projeli ve projersiz senaryolarda eşit kaldığı varsayıldı.

İnşaat sırasında yolculuk süresindeki kayıplar: İnşaat ve/veya onarım projeleri, yolculuk sürelerinde kayıplara yol açar. Projesiz senaryo karşısında, proje koridorundaki yolcular için inşaat boyunca yolculuk sürelerinde yüzde 50'lik bir artış varsayılır.

Toplu taşıma araçlarının işletim maliyetlerindeki tasarruflar: Projede, colectivo taşıtlarının işletimden kaldırılması üzerine bir varsayım yapılmaktadır. Taşıtların işletimden kaldırılması, işletim maliyetlerinden tasarruf sağlar. Bu hesaplamayı yapabilmek için, kilometre başına 1.426,68 dolarlık bir işletim maliyetiyle, toplam yolculuk mesafesi yıl ve taşıt başına 61.295 km olarak tahmin edilmiştir (günde 205 km, yılda 299 gün). Bu değer, Ulaştırma Sekreterliği (2006) tarafından colectivo ücretlerinin hesaplanması amacıyla tahmin edilen kilometre başına ekonomik maliyetin ayarlanmasıyla elde edilir¹³.

Azalan kazalardan sağlanan tasarruflar: Yol geometrisi ve işaretleme iyileştirmeleri, trafik akışlarının ayrılması ve trafik denetim personelinin yollarda daha fazla var olması, yoldaki yolcu rekabetini ortadan kaldıran yeni yönetim mekanizmalarıyla beraber kaza sayılarında azalma sağlar. Projenin gerçekleştirilmediğinin varsayıldığı senaryoda, TransMilenio uygulamasından bağımsız olarak trafik ölümlerinin azalmasına yönelik bir eğilim yer almaktadır. Ortalama yıllık azalma yüzde 8,2 olarak belirlenmiştir.

Faydalara ilişkin Verilerin Desteklenmesi

Yolculuk süresindeki tasarruflar, projenin olduğu ve olmadığı durumlardaki yolculuk sürelerini analiz eden bir yoğun saat ulaşım talebi değerlendirme modeli kullanılarak tahmin edilmiştir.

En yoğun saat harici zamanlardaki tasarrufların, en yoğun saatteki tasarrufların %50'si olacağı varsayılmıştır. 2008'e kadar, bu tasarruflar günde 887.000 saate, 2018'de ise 1.987.000 saate ulaşır. Zamanın parasal değeri, aşağıdaki denklem kullanılarak tahmin edilmektedir:

$$CTV = \frac{RSM * SM * ESO * PTUA}{HET}$$

Bu denklemde

CTV = yolcu başına zamanın parasal değeri (CO P/yolcu-saat)

RSM = Günlük asgari ücretin bir faktörü olarak ortalama gelir

SM = Asgari ücret (COP/gün)

ESO = İş faydaları (ücretli izin, kıdem tazminatı, istihdam vergileri)

PTUA = İş haricinde kullanılan zaman payı

HET = Her gün etkin bir şekilde çalışılan saat

Bu denklem sonucunda, zamanın değeri, yolculuk saati başına \$2.667,03 olarak belirlenmektedir.

2001 ile 2008 arası filonun hizmet dışı kalmasına bağlı olarak gelişen tahmini işletim tasarrufları Hareket Bakanlığı'ndan gelen verilere dayandırılmıştır. 2009'dan 2018 yılına kadar, ilave TransMilenio filo gereklilikleri talepteki organik büyümeye ve hizmetten kaldırılacak otobüs dengi colectivo taşıtlarına göre tahmin edilmiştir.

Azalan kirlilik ve sera gazı emisyonlarından sağlanan tasarruflar

CO₂eq, parçacıklı madde, mono-nitrojen oksitler ve sülfür dioksit emisyonlarındaki azalmaların hesaplamaları, beklenen yolculuk talebi düzeylerine dayanmaktadır. 2006 ila 2012 yıllarının verileri, doğrudan Grutter Danışmanlık Şirketi tarafından hazırlanmış olan Temiz Kalkınma Mekanizması Projesinden elde edildi. 2001-2005 ve 2013-2018 yıllarının verileri ise zaman içerisinde gözlemlenen aşamalı düşüş eğilimi kullanılarak tahmin edildi. Elde edilen azalma, genel ulaşım filosundaki (otobüsler, minibüsler, mikrobüsler, taksiler ve özel araçlar) teknolojik iyileştirmelerin ve yakıt kalitesindeki değişimlerin bir sonucudur. Bu çerçevede edinilen değerler, gözlemlenen talep (2001-2008) ve öngörülen talep (2009-2018) ile çarpıldı.

Bu durumda, Ulusal Ekoloji Enstitüsü (INE 2008) tarafından hazırlanan ve Meksiko'daki Metrobüs Projesi için yürütülen analizi kullandık. Salınan kirlenici düzeyini sağlık etkileriyle bağlantılandıran regresyon denklemlerinin kalibrasyonu kullanılarak bir yakınlaştırma gerçekleştirildi.

Regresyon modelleriyle elde edilen dönüştürme faktörleri aşağıdaki Tablo 38'de sunulmuştur. Ölüm durumundaki değişkenliğin çok küçük olması, modelin kalibre edilmesinin mümkün olmadığını göstermektedir. Bronşit vakası başına 1:4.803'lük bir ölüm oranı kullanılmıştır (müşahede süresi için ortalama, standart sapma 0,55).

Tablo 38 Meksiko'daki Metrobüs'ün Emisyonlarından Kaynaklanan Halk Sağlığı Etkilerinin Sentetik Modelleri – Katsayılar ve T İstatistikleri

Bağımsız Değişken	PM	NO _x	SO ₂
Bronşit Vakaları (R2: 0.999)	0,1299 (1,066)	0,01817 (35,28)	
Kısıtlı Faaliyet Günleri (R2: 0.99997)	26.848 (9,733)	2,849 (3,341)	9,424 (2,913)
Kayıp İş Günleri (R2: 0.99997)	294,51 (11,0138)	8,06230 (108,40)	94,142 (3,002)

Kaynak: EMBARQ tahminleri

Bu sağlık etki modelleri, TransMilenio Etap I ve II için tahmin edilen emisyon azalmalarına uygulandı. Ölçülü bir tahmin oluşturmak ve Meksiko ile Bogotá arasındaki maruz kalma koşullarındaki değişkenlikleri değerlendirmeye almak için, etkilere yüzde 50'lik bir indirgeme faktörü uygulandı. Bu, önlenen ölümleri, önlenen bronşit vakalarını, önlenen kısıtlı aktivite günlerini ve iş günlerini tahmin etmek üzere kullanıldı.

Ekonomik etkileri tahmin edebilmek için, hayatın istatistiksel değeri 2,1 milyar peso, bronşitin değeri 113 milyon, kısıtlı aktivite ve kayıp iş günlerinin değerleri ise sırasıyla 38.857 peso/gün ve 41.633 peso/gün olarak belirlenmiştir (miktarlar peso 2012 birimindedir). Bu değerler, Meksiko'da INE tarafından kullanılan değerlere dayanmaktadır.

Azalan sera gazı emisyonlarından sağlanan faydaların tahmini, diğer dosya çalışmaları için kullanılanla aynı metodolojiyi izlemiş ve %1,4'lük bir oranla bugünkü değere indirgenmiştir¹⁴. Bu düzenlemeler için alınan miktarlar, tahmini faydalarla karşılaştırıldığında önemsiz kalmaktadır¹⁵.

Önlenen trafik kazası ölümlerinden sağlanan faydaların değerleri, Şili'de (Bowland ve Beghin 1998), Meksika'da (INE 2008) ve Dünya Bankası'ndan (Proje Değerlendirme Belgesi 2004) elde edilen değerlere dayanarak tahmin edilmiş ve Tablo 39'da sunulmuştur.

Tablo 39 Çeşitli Ülkelerde Trafik Kazalarının Ekonomik Değerleri

Ülke	Trafik Kazalarının Ekonomik Değeri	Yıl
Şili	519.000–675.000	PPP\$ 1992
Meksika	750.000	(2005)
Şili	793.495–1.032.002	(2008)
PPP ayarlı Meksika	960.176	(2008)
Ortalama, Şili ve Meksika	936.462	(2008)
2008 döviz kuru	1.923	COP/US\$
Hayatın istatistiksel değeri	1.800.817.119	(2008)
Trafik kazasında yaralanma	13.286	(2008)
	25.549.379	(2008)
Basit çarpışmalar	1.329	(2008)
	2.828.787	(2008)

Kaynak: Şili, Bowland ve Beghin, 1998; MEXICO INE, 2008; Yaralanmalar ve basit çarpışmalar, Dünya Bankası, 2004.

13.2.4 TransMilenio Hassasiyet Analizi

Analizin sağlamlığını test etmek için, belirli varsayımlarda değişiklikler yapılarak bir hassasiyet analizi yürütülmüştür. Bu analiz, projenin dayanaklarının sağlam olduğunu göstermektedir: Bugünkü net değer girdi değerlerinde anlamlı değişiklikler yapıldığında dahi pozitif kalmaktadır (Tablo 40). En büyük değişiklikler, zamanın değerindeki veya yolculuk süresi tasarruflarındaki değişikliklerde görülmüştür. Analizimizin sağlamlığını bir başka yaklaşımla daha test etmek için, onu başka analizlerle karşılaştırdık. Bu çalışmadaki geriye dönük (ex post facto) değerlendirmede, Tablo 41’de görüldüğü gibi diğerleriyle karşılaştırılabilir bir fayda/maliyet oranı söz konusudur. Geriye dönük iç getiri oranı (IRR),

aslen hesaplandığından çok daha düşüktür (bunun ana nedeni ilk maliyetlerin daha yüksek olmasıdır) ve Dünya Bankası değerlendirmelerinin sonuçlarıyla karşılaştırılabilir niteliktedir. Bu tabloda derlenen değerlendirmelerde, karar verme (CONPES 2000 ve Dünya Bankası Kredi İşlemleri 2003 ve 2004) ve öğrenci çalışmaları (Hidalgo ve Illera 2001; Chaparro 2002; Echeverri, Ibáñez ve Hillón 2004; ve Ardila 2005) için gerçekleştirilmiş olan değerlendirmeler yer almaktadır.

Değerlendirmelerin sonuçları genel olarak olumludur: Yüzde 12’lik yıllık indirgeme oranı, birden yüksek fayda-maliyet oranları ve yüzde 12’den yüksek iç getiri oranlarıyla, pozitif bugünkü değerler

Tablo 40 TransMilenio Hassasiyet Analizinin Sonuçları

	Bugünkü Net Değer (COP milyon 2012)	Bugünkü Net Değer (USD Milyon 2012)	Değişim	F/M	IRR
Referans senaryo	2.515.526	1.400		1,59	23%
Sıfıra eşit kurtarma değeri	2.429.157	1.352	-3,4%	1,56	23%
%50 daha düşük yolculuk süresi değeri	951.744	530	-62,2%	1,22	17%
İlk yıldaki süre tasarruflarının %100’üne eşit inşaat kayıpları	2.416.422	1.345	-3,9%	1,57	23%
%50 daha düşük geçiş süresi tasarrufları	1.263.558	703	-49,8%	1,30	18%
%50’den daha düşük olan hayatın istatistiksel değeri	2.223.870	1.238	-11,6%	1,52	21%
Sıfıra eşit sağlık ve kaza faydaları	1.585.628	882	-32,6%	1,37	19%
Sıfıra eşit CO2 emisyonları azaltma faydaları	2.401.727	1.337	-4,5%	1,57	24%
%5’e ayarlı CO2 indirgeme oranı	2.351.476	1.309	-6,5%	1,55	22%

ortaya koyulmuştur. Değerlendirmeler doğrudan karşılaştırılabilir nitelikte değildir, çünkü tümü farklı fiziksel kapsamlardan ve aynı zaman çerçevelerinden yararlanmaktadır. Buna ek olarak, faydalara yönelik tahmin varsayımları da farklıdır (kapsamdaki bileşenler, sürücünün zamanının değeri, kaza değerlemeleri ve sağlık etkileri vb.). Mevcut yedi değerlendirme arasından, yalnızca birinde negatif kârlılık söz konusudur (Echeverri, Ibáñez, ve Hillón 2005). Ardila (2005), metodolojik hatalara ve hatalı bilgi kaynaklarına işaret ederek bu analizi eleştirmiştir.

13.2.5 TransMilenio Dağılımsal Analiz Varsayımları

Tablo 42’de gösterilen dağılımlar, maliyetleri ve faydaları sosyoekonomik kategorilere tahsis etmek üzere bir matrisin geliştirilmesinde kullanılan temeli oluşturmaktadır. Bu durumda, Kolombiya'nın altı

sosyoekonomik kategorisi, her bir maliyet veya fayda değişkenine atanan ağırlıklarla birlikte kullanılmıştır. Bu raporda, mümkün oldukça Kolombiya'nın mevcut verileri kullanılmış, bu verilerin mevcut olmadığı hallerde, benzer ülkelerdeki mevcut verilerden yararlanılmıştır. Kullanılan matrisler aşağıda sunulmuştur ve genellikle vergi yükünü daha fazla yüklenen üst gelir grupları tarafından üstlenilen maliyetleri göstermektedir. Taşıtların mülkiyetiyle ilgili olanlar veya taşıtları işleten şirketler haricinde, faydalar gelir tabakaları arasında daha geniş bir dağılım göstermiştir. 2008-2009’da gerçekleştirilen bir kullanıcı anketinin verileri ile 2011’de yürütülmüş daha geniş kapsamlı bir ulaşım anketinin verileri, TransMilenio kullanıcılarının sosyoekonomik özelliklerini anlamak üzere kullanılmıştır.

Tablo 41 TransMilenio Sisteminin Sosyo-Ekonomik Değerlendirmelerinin Derlemesi

Değerlendirme	NBD (12%) Amerikan Doları milyon (yılıda)	Fayda/Maliyet oranı	İç Getiri Oranı	Kapsam
CONPES Belgesi 3093 TransMilenio (2000)	1.495 (1998)	2,45	%61,1	24 gövde, 384 km 32 yıl Ex Ante
Hidalgo ve Illera, Universidad de los Andes (2001)	632,36 (2001)	5,42	%67,4	42 km – Etap I 10 yıl Ex Post Facto
Chaparro, CEPAL (2002)	944,73 (2001)	2,84	%60,3	42 km – Etap I 10 yıl Ex Post Facto
Bogotá Kent Hizmetleri Projesi, Dünya Bankası (2003)	122,30 (2002)	1,37	%24,7	10,3 km – Avenida Suba 10 yıl Ex Ante
Birleştirilmiş Toplu Taşıma Sistemleri, Dünya Bankası (2004)	163,74 (2003)	1,45	%21,4	19,3 km – NQS 10 yıl Ex Ante
Echeverri, Ibáñez, Illón, Universidad de los Andes (2004)	-51,04 (2002)	-2,17	Mevcut Değil	42 km – Etap I 15 yıl Ex Post Facto
Ardila, Universidad de los Andes (2005)	4.754 (2002)	2,40	Mevcut Değil	42 km – Etap I 15 yıl Ex Post Facto

Tablo 42 TransMilenio Maliyet ve Faydalarının Gelir Tabakalarına Dağılımı

MALİYETLER – Dağılım Değişkenleri	Gelir Tabakası				
	1	2	3	4	5 ve 6
Altyapı	0,05	0,10	0,15	0,20	0,50
Bakım	0,05	0,10	0,15	0,20	0,50
Otobüs Maliyetleri	0,05	0,10	0,15	0,20	0,50
İşletim Maliyetleri	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

FAYDALAR – DAĞILIM DEĞİŞKENLERİ	Gelir Tabakası				
	1	2	3	4	5 ve 6
Yolculuk süresi tasarrufları	0,07	0,40	0,39	0,12	0,02
COV maliyeti tasarrufları	0,03	0,05	0,12	0,30	0,50
Neg süre tasarrufları – Toplu taşıma	0,07	0,40	0,39	0,12	0,02
Neg süre tasarrufları – Özel araçlar	0,06	0,11	0,14	0,20	0,49
Emisyon azalmaları - sağlık	0,25	0,25	0,20	0,15	0,15
Fiziksel aktivite faydaları	0,07	0,40	0,39	0,12	0,02
Emisyon azalmaları – sera gazları	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Kazalardaki azalma	0,30	0,30	0,20	0,10	0,10

13.3 Ek C - Metrobüs Hattı Dosya Çalışması: Veriler, Varsayımlar, Analiz

13.3.1 Metrobüs Temel Varsayımları

Tablo 43 Meksiko Metrobüs Line 3 Temel Varsayımları

Main Assumptions	
Proje kapsamı	3. Metrobüs Hattı
Zaman çerçevesi	2009-2028
Altyapının kullanım ömrü (otobüsler, otobüs yolları, duraklar)	15 yıl
Proje İnşaat Süresi	1 yıl
Günlük Talep	123.293 yolcu/gün
Yıllık Talep Artışı Oranı	%5
Yolcuların Zamanının Değeri	19,29 MXN/saat

13.3.2 Metrobüs Maliyet Varsayımları

Tablo 44 Metrobüs Maliyetlerinin Hesaplanmasında Kullanılan Bilgi Kaynakları ve Varsayımlar

İşletim ve Bakım Maliyetleri	
Otobüs İşletme Maliyetleri	Taşıt-km başına işletim maliyeti 15,39 peso, eski mikrobüslerin ve eski otobüslerin işletim maliyetleri sırasıyla 8,89 \$/km ve 13,28\$/km olarak belirlenmiştir. Körüklü 54 otobüsün her birinin 239 km mesafe kat ettiği ve yılda 295 gün çalıştığı varsayılmaktadır. Kaynak: Metrobüs.
Altyapı bakımı	Yılda 30.000 MXN/km bakım, dört yılda bir 100.000 MXN/km bakım, 8 yılda bir 350.000 MXN/km bakım ve tam yeniden yapılandırma için 15 milyon MXN/km varsayılmıştır. Yıllık sözleşme maliyeti 184R milyondur.
İstasyon ve ücret toplama bakımları	Bakım için 25,3 milyon MXN/yıl öngörülmüştür (Kaynak: Metrobüs)
İşletim ve Bakım Maliyetleri	
Proje planlama ve iletişim	Bilgiler Metrobüs tarafından sağlanmıştır. Yaklaşık 13 milyon MXN
Altyapının yapımı	Bilgiler Metrobüs tarafından sağlanmıştır. Yaklaşık 1,415 milyon MXN
Bilgi ve ücret toplama sistemi	121,4 MXN milyon. Kaynak: Metrobüs.
Metrobüs otobüs alımı	Toplam 324,5 milyon MXN karşılığında satın alınan 54 körüklü otobüs (Kaynak: Metrobüs)

13.3.3 Metrobüs Fayda Varsayımları

Mikrobüs ve geleneksel otobüs yolculukları için öngörülen sayının tamamı, faydaları ve maliyetleriyle beraber yeni Metrobüs hattına tahsis edildi. Böylece, Metrobüs mevcut mikrobüs ve geleneksel otobüs yolculuklarının ve masraflarının tamamıyla yerini almış oldu.

Daha kısa yolculuk sürelerinden sağlanan yolculuk süresi tasarrufları (daha uzun bekleme süreleri ve durağa erişim sürelerine rağmen) belirlenen ve nicelenen bir faydadır. Daha düşük işletim maliyetleri, daha düşük iklim değişikliği maliyetleri ve daha düşük kirlilik ve daha az kaza ile sağlanan iyileşmiş sağlık düzeyleri de belirlenen ve nicelenen diğer faydalardır. Daha düşük sera gazı emisyonlarından sağlanan faydalar, diğer örnekler için kullanılan aynı metodoloji kullanılarak parasal olarak ifade edilmekte ve yüzde 1,4'lük bir oranla bugünkü değere indirgenmektedir. Maliyetler altyapı maliyetlerini, yeni otobüs filosu alımlarını ve bakım masraflarını kapsar. Hem maliyetler hem de faydalarla akışlar, yirmi yıllık bir süreye yayılır ve bunun ardından, bugünkü net değere yeniden ulaşacak şekilde indirgenir.

13.3.3.1 METROBÜSÜN HALK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ANALİZİ VE VARSAYIMLARI

Metrobüs Line 3 ile ilişkilendirilen sağlık faydaları INE tarafından Line 1 için de bildirilmiştir. Bu sağlık faydalarına bir ekonomik değer atfedilmiştir ve bu da Kamu Sağlığı Etkileri başlıklı Bölüm 4.3'te kullanılan metodolojiyle uyumludur (bkz. Tablo 45).

Meksiko'daki metrobüs yolcularının büyük çoğunluğu, sırasıyla minibüs (%79), özel araç ve taksi (%12) ve Metro (%7) araçlarından vazgeçerek bu ulaşım yolunu seçmiştir. Hava kalitesiyle ilgili her türlü fayda, daha kirlenici araçlarda gerçekleştirilen yolculukların, daha az kirlenici araçlarla değiştirilmesiyle elde edilebilir. Bu çerçevede, bir kişi örneğin özel aracının yerine metrobüsü tercih edebilir ve böylece, daha kirlenici bir taşıtla yolculuk etme durumunu ortadan kaldırır ya da belirli bir taşıt koridorundan tamamıyla çıkarılabilir.

Tablo 45 Metrobüs Line 1'in Yerel Hava Kalitesindeki İyileştirmelerden Kaynaklanan Sağlık ve Ekonomi Etkileri

Olumsuz sağlık çıktılarının türü	Her yıl önlenen rakam	Ekonomik değer (2012 USD)**	
		Toplam	km başına
Erken ölümler	2,54	2.148.275	71.600
Kronik bronşit vakaları	12,18	566.601	18.886
İş kaybı günleri	6.118	182.118	6.070
Toplam faydalar		2.896.994	96.566

*Kaynak: INE'den hesaplanmıştır (2006)

** Erken ölümler için, bu değer kısım 0'da ana hatlarıyla belirtilen metodoloji izlenerek hesaplanan VSL kullanılarak tahmin edilmiştir. Kronik bronşit için, INE'de (2006) bildirilen vaka başına ekonomik değer kullanılmış ve bu değer, 2012 ABD Dolarına ayarlanmıştır. Kayıp iş günleri için, Meksika'ya ilişkin gelir verileri kullanılarak çalışmaya özel bir tahmin geliştirilmiştir.

(örn. minibüsler). Parasal olarak ifade edilmiş sağlık faydalarının büyük çoğunluğu ince parçacıklı maddelerdeki (PM2,5) azalmalarla ilişkilendirilir ve bu nedenle, INE çalışmasındaki tahminler, ortamdaki PM2,5 konsantrasyonlarının azaltılmasıyla sağlanan sağlık faydalarına odaklanmaktadır. Bu çalışmada, hava yoluyla taşınan PM2,5 konsantrasyonundaki değişikliklerin, dört kirleticinin emisyonlarındaki değişikliğin bir işlevi olduğu varsayılmıştır: birincil PM2,5, nitrojen oksitler (NO_x), hidrokarbonlar (HC) ve sülfür dioksit (SO₂).

Taşıt paylaşımı ve trafik hacimlerindeki tahmini değişiklikleri ve emisyon faktörlerini kullanarak, INE gelecekte 10 yıllık sürede gelişecek Metrobüs senaryosunu referans senaryoya karşılaştırmış ve emisyon senaryoları oluşturmuştur. Referans senaryoya karşılaştırmalı olarak, Metrobüs senaryosunda kirlenici türlerine göre toplam koridor düzeyi emisyonlarındaki değişiklikler Şekil 30'da sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, Metrobüs senaryosunda, tüm yerel kirlenici türlerinin emisyonlarının referans senaryoya göre daha düşük olduğunu açıkça göstermektedir. Emisyonlardaki azalmalarla bağdaştırılan sağlık faydaları, ortamdaki

PM2,5 konsantrasyonlarını ölüm oranı veya hastalık oranı ile bağlantılandıran önceki epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen konsantrasyon cevap fonksiyonları kullanılarak tahmin edilmiştir.

Salınan kirlenici düzeyini sağlık etkileriyle bağdaştıran regresyon denklemlerinin kalibrasyonu kullanılarak bir yakınlaştırma gerçekleştirilmiştir. Regresyon modelleriyle elde edilen dönüştürme faktörleri aşağıdaki Tablo 46'da sunulmuştur. Ölüm durumundaki değişkenliğin çok küçük olması, modelin kalibre edilmesinin mümkün olmadığını göstermektedir. Bronşit vakası başına 1:4.803'lük bir ölüm oranı kullanılmıştır (müşahede süresi için ortalama, standart sapma 0,55).

Ekonomik etkileri tahmin edebilmek için, bronşitin değeri 640.290 peso, kısıtlı aktivite ve kayıp iş günlerinin değerleri ise sırasıyla 219 peso/gün ve 234 peso/gün olarak belirlenmiştir (miktarlar MXN 2012 birimindedir). Bu değerler, Meksiko'da INE tarafından kullanılan değerlere dayanmaktadır.

13.3.4 Metrobüs Hassasiyet Analizi

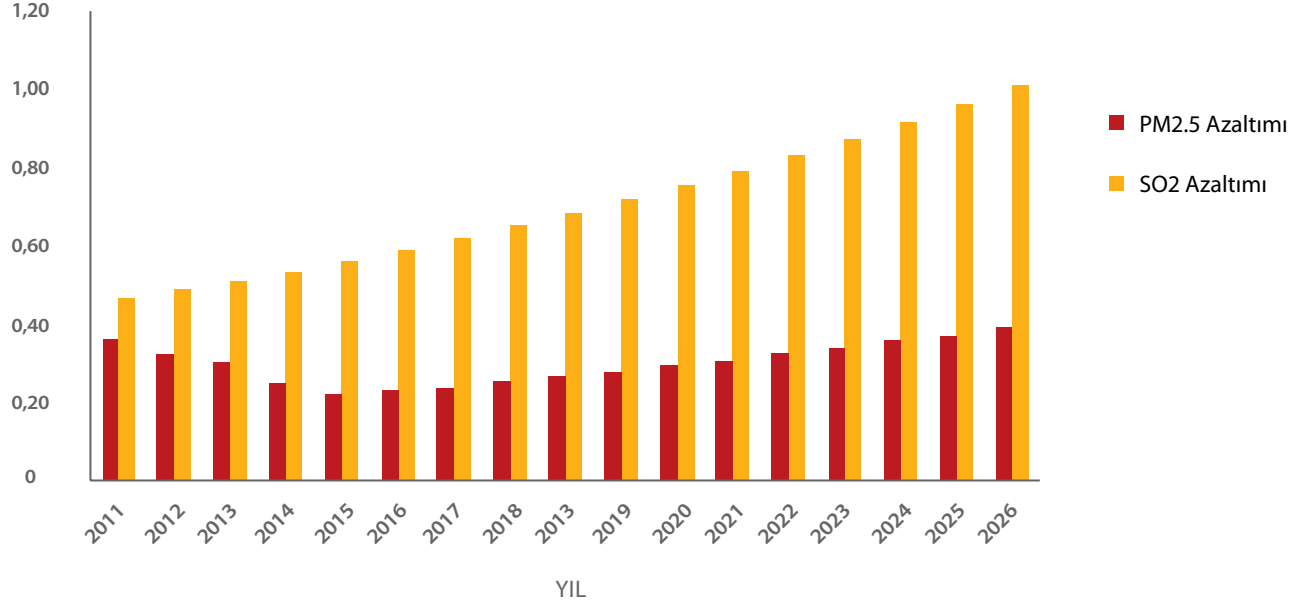
Fayda/maliyet oranı ve IRR'deki pozitif sonuçların kararlılığını test etmek üzere bir hassasiyet analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar nispeten kararlıdır ve sağlık ve yol güvenliği faydaları sıfıra ayarlansa veya sera gazı emisyonlarındaki azalmalar hesaplamaya dahil edilmese dahi, fayda-maliyet oranı her zaman 1'den büyük kalmaktadır.

Tablo 46 Meksiko Metrobüsünün Emisyonlarından Kaynaklanan Etkilerin Sentetik Etkileri – T İstatistikleriyle Katsayılar

Değerlendirme	NBD (%12) Amerikan Doları milyon (yıl)	Fayda/Maliyet Oranı	İç Getiri Oranı
Bronşit Vakaları (R2: 0,999)	0,1299 (1,066)	0,01817 (35,28)	
Kısıtlı Aktiviteyle Geçen Günler (R2: 0,99997)	26,848 (9,733)	2,849 (3,341)	9,424 (2,913)
Kayıp İş Günleri (R2: 0,99997)	294,51 (11,0138)	8,06230 (108,40)	94,142 (3,002)

Kaynak: EMBARQ tahminleri

Şekil 30 Referans Senaryo ve Metrobüs Senaryosu Arasında Line 3 Koridorundaki PM2.5 ve SO2 (Metrik Ton) Emisyonlarındaki Farklar



Tablo 47 Metrobüs Hassasiyet Analizi

	Net Bugünkü Değer (MXN milyon 2012)	Net Bugünkü Değer (USD milyon 2012)	Değişim	F/M	IRR
Referans senaryo	469,2	35,6		1,22	%14
Sıfıra eşit hurda değeri	450,5	34,2	% -4,0	1,21	%14
%50 daha düşük yolculuk süresi değeri	-373,6	-28,4	% -179,6	0,82	%9
%50 daha düşük olan hayatın istatistiksel değeri	410,4	31,2	% -12,5	1,20	%14
Sıfıra eşit sağlık ve kaza faydaları	14,0	1,1	% -97,0	1,01	%12
Sıfıra eşit CO2eq emisyon azaltımı	402,1	30,5	% -14,3	1,19	%14
%5'e ayarlı CO2eq indirgeme oranı	448,6	34,1	% -4,4	1,19	%14
%8'lik sosyal indirgeme oranı	1497,8	113,7	% 219,2	1,72	%14

Model, indirgeme oranına karşı oldukça hassastır. Yüzde 8'lik bir oran kullanıldığında, referans senaryodan üç kat daha yüksek bir net bugünkü değer elde edilir. Ayrıca, yolculuk süresinin değeri yarıya indirildiğinde de kararsızdır, 1'den düşük bir fayda/maliyet oranı verir ve

net bugünkü değerde %-180'lik bir değişime neden olur.

Yolculuk süresindeki tasarruflar, proje faydalarının büyük çoğunluğunu temsil ettiğinden, modelin bu değere karşı bu kadar hassas olması şaşırtıcı değildir.

13.3.5 Metrobüs Dağılımsal Analizinin Varsayımları

Burada gösterilen dağılımlar, maliyetleri ve faydaları sosyoekonomik kategorilere tahsis etmek üzere bir matrisin geliştirilmesinde kullanılan temeli oluşturmaktadır. Bu durumda, her bir fayda veya maliyet değişkenine atanan ağırlıklarla birlikte, gelirlerin beşte birlik kesitleri kullanılmaktadır. Maliyetin atanmasında, gelirlerin her bir beşte birlik kesitine yönelik ortalama vergi yükü temel alınırken, faydalar faydaları hangi beşte birlik kesimin elde

ettiğine bağlı olarak atanmaktadır (örn. Metrobüs kullanıcıları, yolculuk süresindeki azalmalardan fayda sağlamaktadır). Bu raporda, ya resmi kaynaklardan ya da EMBARQ Meksika tarafından yürütülen önceki çalışmalardan elde edilen mevcut Meksika verileri kullanılmıştır. Kullanılan matrisler aşağıda sunulmuştur ve genellikle vergi yükünü daha fazla üstlenen üst gelir grupları tarafından üstlenilen maliyetleri göstermektedir. Taşıtların mülkiyetiyle ilgililer veya taşıtları işleten şirketler haricinde, faydalar gelir tabakaları arasında daha geniş bir dağılım göstermiştir.

Tablo 48 Metrobüs Maliyet ve Faydalarının Gelir Tabakaları Üzerindeki Dağılımı

MALİYETLER – Dağılım Değişkenleri	Gelir Tabakası				
	1	2	3	4	5
Altyapı	0,05	0,10	0,15	0,20	0,50
Bakım	0,05	0,10	0,15	0,20	0,50
Otobüs maliyetleri	0,05	0,10	0,15	0,20	0,50
İşletim maliyetleri	0,05	0,10	0,15	0,20	0,50
FAYDALAR – Dağılım Değişkenleri	Gelir Tabakası				
	1	2	3	4	5
Yolculuk süresindeki tasarruflar	0,23	0,35	0,26	0,13	0,04
COV maliyetindeki tasarruflar	0,00	0,36	0,19	0,11	0,35
Neg süre tasarrufları – Toplu taşıma	0,23	0,35	0,26	0,13	0,04
Neg süre tasarrufları – Özel taşıtlar	0,06	0,11	0,14	0,20	0,49
Fiziksel aktiviteden gelen faydalar	0,23	0,35	0,26	0,13	0,04
Emisyon azaltımı – iklim değişikliği	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Emisyon azaltımı – sağlık	0,25	0,25	0,20	0,15	0,15
Kaza sayısında azalma	0,30	0,30	0,20	0,10	0,10

13.4 Ek D – Rea Vaya Etap 1A Dosya Çalışması: Veriler, Varsayımlar, Analiz

13.4.1 Rea Vaya Analizi Temel Varsayımları

Johannesburg'un Rea Vaya metrobüs sisteminin analizinde, ilk çalışmalarına Ağustos 2009'da başlayan Etap 1A'ya ilişkin fayda ve maliyetler ele alınmıştır. Taksi sahiplerinin kurduğu bir şirket olan Piotrans ile bir otobüs işletme sözleşmesinin imzalanmasının ardından, resmi hizmetler Şubat 2011'de başlatılmıştır. 2010 FIFA Dünya Kupası'na özel, etkinlik otoparkları ve stadyumlara servis hizmeti gibi hizmetler analize dahil edilmemiştir. İki hafta süren Dünya Kupası boyunca düzenli metrobüs hizmeti iptal edildiğinden, bu dönemde herhangi bir kullanıcı faydası veya ikincil fayda gerçekleşmemiştir. Fayda-maliyet analizinde, süreci basitleştirmek için, metrobüs hizmetinin Dünya Kupası boyunca kesintiye uğramadığı varsayımı kullanılmıştır.

Diğer dosyalarda olduğu gibi, Johannesburg analizinde 20 yıllık bir zaman çerçevesi ele alınmakta, bu dosyada bu zaman çerçevesi 2026 dahil olmak üzere 2007-2026 dönemine denk gelmektedir. Johannesburg ile ilgili özel varsayımlar, 12 yıllık altyapı kullanım süresi ve 2014-2026 döneminde yüzde 5'lik yıllık enflasyon oranı (2007 ve 2013 arasında ortalama yüzde 6,6'lık enflasyon oranıyla karşılaştırılarak) olarak sayılabilir.

13.4.2 Rea Vaya Maliyet Analizi Ve Varsayımları

Rea Vaya maliyet hesaplamaları için kullanılan kaynaklar ve varsayımlar Tablo 50'de sunulmuştur. Değerlendirmeye alınan maliyetler planlama, altyapı yapımı ve gelişimi, işletim ve bakım olarak sayılabilir. Bu maliyetler, Johannesburg Kenti (CoJ), ulusal hükümet, harici fon sağlayıcılar (örn. GEF, KfW), özel otobüs işletme şirketi ve diğer yükleniciler tarafından üstlenilmektedir.

13.4.2.1 PLANLAMA MALİYET TAHMİNLERİ

Planlama maliyetleri, projenin erken modelleme, tasarım ve planlama çalışmalarını tamamlamış olan personeli ve danışmanları kapsar. Projeye nezaret etmek, yolsuzluk ve yetkilerin kötüye kullanılması ihtimalini azaltmak üzere bir uygunluk danışmanı getirilmiştir.

Süreçten etkilenen taksi sektörünü sürece dahil etmenin ve onlarla müzakere etmenin maliyetleri de planlama maliyetlerine dahil edilmiştir. Projenin başlangıcından bu yana, kent taksi sektörünü yeni metrobüs işletmecileri olarak yeni metrobüs projesine dahil etmeyi hedeflemiş ve bu nedenle, otobüs işletme sözleşmesi için rekabetçi bir ihale sürecini tercih etmemiştir (McCaul ve Ntuli 2011). Pazarlık usulüyle yürütülen bu sözleşme süreci genellikle daha uzun sürer ve kentler açısından daha yüksek

Tablo 49 Johannesburg Metrobüs Etki Değerlendirmesi Temel Varsayımları

Proje kapsamı	Rea Vaya Evre 1A; 2010 FIFA Dünya Kupası etkinliğine özel hizmet hariç
Zaman çerçevesi	2007-2026
Altyapının kullanım ömrü (otobüsler, otobüs yolları, duraklar)	12 yıl
2014-2026 için tahmin edilen yıllık enflasyon oranı	%5

Tablo 50 Rea Vaya Maliyetlerinin Hesaplanmasında Kullanılan Bilgi Kaynakları ve Varsayımlar

Planlama Maliyetleri	
Personel ve danışmanlar	Hibe ilanı (20 milyon R KfW, 250k USD Clinton Vakfı); Ulusal Hükümet 5m R, Johannesburg Kenti ise 4,3m R katkıda bulunmuştur (CoJ 2010, 2011, 2012).
Uygunluk doğrulama şirketi	Maliyetler CoJ yıllık raporlarında ve mali bildirimlerinde ilan edilmiştir (CoJ 2010, 2011, 2012).
Taksi Sektörüyle Müzakereler: Taksi Yönlendirme Komitesi teknik danışmanı, taksi sektörüne yönelik müzakere arabulucusu, hukuki danışman ve insan/materyal kaynakları	Kentin yıllık raporlarından ve mali bildirimlerinden tahmin edilmiştir (CoJ 2010, 2011, 2012). Maliyetler, otobüs işletme sözleşmesinin Eylül 2010'da imzalanmasından sonra düşmüştür.
İşletim ve Bakım Maliyetleri	
Otobüs İşletim Sözleşmesi – Geçici işletim şirketi (Clidet)	2009 – 2011 maliyet tahmini Kasım 2009'daki 2,696 milyon R'lik hizmet servisine ve yüzde 12'lik aylık maliyet artışına dayanılarak yapılmıştır. Geçici otobüs işletme şirketi Piotrans'la sözleşmenin imzalanması sonrası sona erdi.
Piotrans'la 12 yıllık Otobüs İşletim Sözleşmesi	Yıllık sözleşme maliyeti 184 R milyon (McCaul ve Ntuli 2011). Kâr marjı %28 (Seftel ve Rikhotso 2013). Otobüs alımlarının toplam maliyeti 43 m \$ (2009 USD), 11,5 yılda %3,2 (Smith 2012). Sözleşme maliyetinin gelecekte enflasyonla birlikte artacağı varsayılmaktadır. Sözleşmenin 2023'te yenilenmesi için, taşıt kurtarma oranının %10 olduğu; kentin Etap 1B'de olduğu gibi %10'dan daha düşük bir kâr marjı için pazarlık yapacağı (Seftel ve Rikhotso 2013) ve taşıtların satın alınması için daha elverişsiz kredi oranlarının geçerli olacağı varsayılmıştır.
Durak bakım sözleşmesi	Maliyetler CoJ'nin yıllık raporlarından alınmıştır (CoJ, 2010, 2011, 2012). Yıllık sözleşme maliyetinin enflasyonla birlikte arttığı varsayılmaktadır.
Otomatik ücret toplama sistemi işlemleri ve bakım maliyetleri	
Gönüllü Karbon Standardı doğrulaması	2011 yıllık sözleşme maliyeti (CoJ 2012); enflasyonla birlikte yıllık artış varsayılmaktadır.
İşgücü Maliyetleri	2 tam zamanlı yönetici, 1 idari personel proje için oluşturulacak yeni pozisyonlar olarak varsayılmıştır. Maaş ve yardımlar, Johannesburg Kalkınma Otoritesi'nin (JDA) yıllık mali raporundaki (JDA 2010) işgücü ve yardım rakamlarına dayanarak belirlenmiştir. Enflasyonla birlikte yıllık artış varsayılmıştır.
Sermaye Maliyetleri	
Otobüs yolu yapımı	Kilometre başına 83,7 milyon R (JDA 2010, 2011, 2012)
Durak yapımı	Durak başına yaklaşık 14,6 R milyon (JDA 2010, 2011, 2012)
Depo yapımı	Geçici deponun kiralanması/yapımı için 30, 7 milyon R; kalıcı deponun yapımı için 150m R (JDA 2010, 2011, 2012).
İleri Trafik Yönetimi Kontrol Merkezi	Tahmini 10 milyon R maliyet
AFC	Ekipman, kurulum ve test maliyetleri için 210 milyon R (CoJ 2010, 2011, 2012)
Taksi hangar ve parçalama	585 taksi parçalanıp satılacaktır; ulusal hükümetin sermayesi ödenmiş mülkiyeti R54k/taksi (McCaul ve Ntuli (2011))
Metrobüs otobüs alımı	İhracat kredisi ajansıyla otobüs filosunun finansmanı 11,5 yıl boyunca %3,2 faiz oranıyla 43 milyon R (2009) (Smith 2012). Yıllık ödemeler, Piotrans otobüs işletme sözleşmesi imzalanmadan önce, 2009 ve 2010'da yapılmıştır. 2011'den sonra, kredi ödemeleri otobüs işletme sözleşmesi ücretlerine dahildir.

maliyetlerle sonuçlanabilir (Seftel ve Rikhotso 2013), ama her kesimi içermeye ve güçlendirme amaçlarına ulaşılmasını da temin eder. Johannesburg'daki süreçte, metrobüsten hangi taksi sahiplerinin "etkilendiğini" ve dolayısıyla, otobüs işletme sözleşmesi müzakerelerine dahil edileceğini belirlemek için uzunca bir süre harcanmıştır. Kent ile süreçten etkilenen taksi sahipleri arasındaki müzakereleri yönlendirmek için profesyonel bir arabulucu temin edilmiş, kent de taksi derneklerinin müzakerelere bilgilendirilmiş bir şekilde katılmasını sağlamak için, bu derneklere yönelik hukuki danışmanlık, insan kaynakları ve teknik imkânlar sunmuştur. Taksi müzakerelerinin maliyeti, kentin maliyetlerini içermekle beraber, bu bilgiler mevcut olmadığından, bireysel taksi sahiplerinin zaman veya gelir kaybı açısından üstlendiği maliyetleri kapsamamaktadır. Johannesburg kentinin 2007-2012 yıllık raporları, kamudaki maliyetlerin ayrıntılarını sunmaktadır. Taksi müzakere maliyetlerinin, proje maliyetlerinin bugünkü değerinin %1'inden azına denk geldiği tahmin edilmekle beraber, bu maliyetlerin hem projenin başarısı açısından kritik önem taşıdığı hem de ciddi gecikmelerin kaynağı olduğu değerlendirilmiştir.

Bu planlama aktivitelerine yönelik finansman, denizaşırı kalkınma yardımlarının yanı sıra, Ulusal Hükümet tarafından sağlanmıştır (Allen 2011).

13.4.2.2 REA VAYA SERMAYE MALİYETİ TAHMİNLERİ
Sermaye maliyetleri altyapı (otobüs yolları, duraklar, depolar) yapımı, gelişmiş bir trafik denetim merkezi, teknoloji (otomatik ücret toplama ve yolcu bilgi sistemleri) ve otobüs alımı kalemlerini kapsamıştır. 25,5 kilometrelik Etap 1A metrobüs koridorunun yapımında, yol çalışmaları, hizmet hatlarının yükseltilmesi veya değiştirilmesi, koridorun büyük kısmında ayrılmış şeritler ile duraklarda ve kavşaklarda yük taşıyıcı beton profillerin yerleştirilmesi yer almıştır. Etap 1A'da ise, otomatik biniş kapıları, otomatik ücret toplama, yolcu bilgilendirme işaretleri ve durak personel tesisleri bulunan 30 cam ve çelik durak bulunmaktadır. Kent genelinde faaliyet gösteren bir işletmeciden hâlihazırda mevcut bir otobüs hangarı kiralanmış ve geçici bir metrobüs hangarına dönüştürülmüştür. Bu süreçte de, Rea Vaya hangarına tahsis edilmiş, son teknolojiyle tasarlanan yeni bir hangar inşa edilmiştir. Kentin altyapı geliştirme kurumu olan Johannesburg Kalkınma Ajansı (JDA) Etap 1A'nın altyapı inşaatını denetlemiştir. JDA'nın 2007-2012 dönemindeki yıllık raporları, ayrıntılı maliyetleri sağlamaktadır.

Özel bir bankanın desteğiyle, Johannesburg Brezilya'dan bir İhracat Kredisi Ajansı (BNDES) aracılığıyla 41 körüklü, 102 de standart Rea Vaya otobüsü için elverişli bir kredi limiti sağlamıştır (McCaul 2009). 43 milyon R'lik (2009 ZAR) kredi, yüzde 3,2'lik faiz oranıyla güncel ulusal oranların altında seyretmiş, geri ödeme süresi ise 11,5 yıl olmuştur (Smith 2012). Resmi bir otobüs işletme şirketi kurulduktan ve sözleşmeye bağlandıktan sonra, otobüs alım kredisi maliyetleri kilometre başına sözleşmeye bağlanan ücrete dahil edilmiştir (McCaul ve Ntuli 2011). Bu analiz için, kentin 2009 ve 2010 yıllarında toplamda 70 milyon R'ye denk gelen iki yıllık kredi ödemesi yapmak zorunda olduğu varsayılmıştır. 2010 yılından sonra, otobüs işletme sözleşmesi maliyeti otobüs kredisi maliyetlerine dahil edilmiştir.

Son olarak, "etkilenen taksi sahipleri" arasından 585 taksinin yeni metrobüs güzergâhlarıyla birlikte işletmeden kaldırılmasına karar verilmiştir. Bu taksiler satılacak veya parçalanacak ve taksilerin yeniden sermayeye dönüştürülmesine yönelik mevcut bir programla, hükümet taksi sahiplerine parçalanmış her taksi için 54.000 R ödeyecektir. Parçalanmış taksilerin taksi güzergâhı izninden feragat ettikten sonra, süreçten "etkilenen" taksi sahipleri 54.000 R'lik bir sermaye katkısı karşılığında yeni taksi işletmesi yatırım şirketi olan (ve kentin metrobüs işletme sözleşmesini imzalayacağı) Piotrans'tan hisse satın alabilecektir (McCaul ve Ntuli 2011). Taksilerin yeniden sermayeye çevrilmesi, Rea Vaya projesinden bağımsız olarak da gerçekleşmiş olacağından, bu maliyetler fayda-maliyet analizinin dışında bırakılmıştır.

13.4.2.3 REA VAYA OTOBÜS İŞLETME SÖZLEŞMESİ MALİYET TAHMİNİ

Kent ile yeni taksi işletmesi yatırım şirketi olan Piotrans arasındaki 12 yıllık otobüs işletme sözleşmesi, Johannesburg'un metrobüs hizmetinin işleteceği otobüs kilometresi sayısını belirleyeceğini ve Piotrans'a yıllık olarak ayarlanmak üzere, fiili girdi maliyetleri üzerinden kilometre başına belirli bir ücret ödeyeceğini öngörmektedir. Bu ücret yakıt maliyetlerini, Piotrans personelinin mutabakatla belirlenen şirket organizasyon şemasına göre maaşlarını ve ücretlerini, lastik ve yedek parça ücretlerini, taşıt ruhsatlarını, filo sigortalarını, otobüs kredisi ödemelerini ve yüzde 28'lik bir kâr marjını içermektedir (McCaul, Ntuli, 2011; Seftel ve Rikhotso 2013).

2011 yılında, yıllık otobüs işletme maliyeti 184 milyon R olarak gerçekleşmiştir (McCaul ve Ntuli 2011). Girdi maliyetleri (yakıt, parça, üniforma vb.) yıllık otobüs alımı kredi geri ödemesinin 35 milyon R olduğu ve yüzde 28'lik bir kâr marjının söz konusu olduğu düşünüülerek tahmin edilmiştir. Girdi maliyetlerinin yıllık olarak enflasyonla beraber arttığı varsayılmaktadır.

Otobüs işletme sözleşmesinin 2023'te yenileneceği düşünülerek, kentin Rea Vaya Etap 1B sözleşmesinde yaptığı gibi daha düşük bir kâr marjı için pazarlık yapacağı varsayılmıştır. Ayrıca, yenilemede daha yüksek otobüs maliyetlerinin ve daha elverişsiz kredi faiz oranlarının ortaya çıkacağı varsayılmıştır.

13.4.2.4 REA VAYA İŞLETİM VE BAKIM MALİYET TAHMİNLERİ

Otobüs işletme sözleşmesi maliyetine ek olarak, Etap 1A'nın işletim ve bakım maliyetleri durak bakımını, otomatik ücret toplama (AFC) sisteminin bakımını, gönüllü karbon emisyon kredisi doğrulamasını ve kentin proje personelinin işgücünü kapsamaktadır. Durak bakımına (yani, otomatik otobüs kapılarının bakımına) ve AFC hizmet ve bakım sözleşmelerine ilişkin fiili yıllık maliyetler, kentin yıllık mali raporlarında sunulmuştur. Gelecekteki yıllar için, bu sözleşmelerin devam edeceği ve maliyetlerinin enflasyonla birlikte artacağı varsayılmıştır.

Johannesburg, Rea Vaya ile Gönüllü Karbon Standardı karbon kredisi programının bir parçası olarak, sağlanan karbon emisyonu azaltımlarını doğrulamak için bir ajansı görevlendirmiştir. Bu sözleşmenin yıllık maliyeti, kentin yıllık raporunda sunulmuştur ve 10 yıllık kredi dönemi boyunca, enflasyonla birlikte artarak devam edeceği varsayılmıştır.

Son olarak, bu analizdeki işgücü maliyetleri yalnızca işgücünde metrobüs projesi sonucunda sağlanan büyük artışları kapsamaktadır. Kentin Ulaştırma Birimi personelinin büyük bir kesimi metrobüs projesi olmasa da kent tarafından işe alınmış olacak personeldir. Yalnızca pozisyonları Rea Vaya olmasa doldurulmayacak olan personelin maliyetleri burada yer almaktadır. Bunun, Johannesburg Kalkınma Ajansı'ndaki kıdemli bir kalkınma yöneticisiyle birlikte Ulaştırma Birimi'nin Rea Vaya proje ofisindeki üst düzey bir yöneticisi ve idari personeli kapsayacağını

tahmin ediyoruz. Yıllık maaş ve yardımlarla ilgili çıkarsama, JDA'nın yıllık mali raporlarından yapılmaktadır. Bu pozisyonların 2026'ya kadar devam edeceği ve maaşlarının enflasyonla birlikte yıllık olarak artacağı varsayılmaktadır.

13.4.3 Rea Vaya Fayda Analizi Ve Varsayımlar

Rea Vaya fayda hesaplamaları için kullanılan kaynaklar ve varsayımlar Tablo 50'de sunulmaktadır. Faydaların, metrobüs kullanıcıları, koridordaki metrobüs kullanıcı olmayanlar ve kent genelindeki sakinlerin, yolculuk süresi ve maliyet tasarrufları, taşıt mülkiyet ve işletme maliyeti tasarrufları, yol güvenliği iyileştirmeleri, sağlık etkileri ve karbon emisyonlarındaki azalmalar ile sağlayacakları faydaları kapsamıştır.

13.4.3.1 YOLCULUK SÜRESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLER

2007-2026 döneminde, diğer araçlardan metrobüse geçen metrobüs kullanıcıları tahmini 73 milyon saat tasarruf edecektir. Bu yolculuk süresi tasarrufunun bugünkü değeri, 2,7 milyar randdır (2012 Rand).

Bu tasarrufun varsayılmasının temelinde, Rea Vaya sisteminin daha organize olan yapısı yatmaktadır; bu yapıyla 585 minibüs ve taksinin koridorda gayri resmi işletimden çıkarılması değil, aynı zamanda metrobüs kullanıcılarına karma trafikten uzakta işleyen özel bir hat sağlanması temin edilmiştir.

Metrobüs kullanıcı olmayanlar için yolculuk süresindeki artış 734.000 saat olarak tahmin edilmektedir. Bu, metrobüs olmayan araçlar için yol kapasitesinin azalmış olmasıyla ilişkilidir. Metrobüsün ayrılmış şeritleri koridorun bir bölümünde taksilerin öncelikli olduğu şeritlerin yerine geçmiştir. Bu oldukça kaba bir tahmindir, zira koridorda metrobüs kullanıcı olmayanlar için günlük seyahat süreleri ve yolculuk süreleri hakkında veri mevcut değildir. 2008 ve 2009'da Rea Vaya'nın inşaatı sırasındaki toplam gecikme süresi 5,4 milyon saat olarak hesaplanmaktadır.

13.4.3.2 TAŞIT MÜLKİYET VE BAKIM MALİYETLERİ

2010 yılında gerçekleştirilen bir metrobüs kullanıcı anketine göre, metrobüs kullanıcılarının yüzde 11'i metrobüse özel araçtan geçiş yapmış (McCaul 2012), kat edilen taşıt kilometrelerinde azalmaya neden olmuştur. Ortalamada, bu özel araç yolculukları 18,6 km iken, Joburg'daki taşıt doluluğu ortalamada 1,61 olarak gerçekleşmiştir (McCaul 2012, (CoJ) 2013b). Bunun sonucunda, metrobüsün 20 yıllık zaman çerçevesinde yerini alacağı araç kilometresi 346 milyon

Tablo 51 Rea Vaya Faydalarının Hesaplanmasında Kullanılan Bilgi Kaynakları ve Varsayımlar

Yolculuk Süresinin Etkileri	
Yolculuk Süresindeki Tasarruflar (Metrobüs Kullanıcıları)	<ul style="list-style-type: none"> • 2010/11 yıllarında, Orlando, Soweto'da metrobüs kullanıcılarına yönelik olarak düzenlenen ankette, kullanıcıların önceki ulaşım aracına göre yolculuk başına 13 dakika kazandığı belirlenmiştir (Venter & Vaz 2011). • Rea Vaya ile gerçekleştirilen yıllık kişi yolculukları. Güney Afrika'daki toplu taşımacılık işlemleri için yılda 313 gün varsayılmıştır. • Yolculuk başına tasarruf edilecek sürenin yılda %3 oranında artacağı tahmin edilmiştir (Metrobüsün bulunmadığı durumda kötüleşecek olan sıklıkla karşılaştırıldığında). • Rea Vaya'nın bir yılda taşıdığı yolcuların her yıl %3 artacağı tahmin edilmektedir.
Yolculuk Süresindeki Tasarruflar (Metrobüs Kullanıcıları)	<ul style="list-style-type: none"> • Koridordaki metrobüs kullanıcısı olmayan kişilerin kaybedeceği tahmini sürenin, metrobüs kullanıcılarının elde ettiği yolculuk süresi tasarruflarının %1'ine eşit olduğu varsayılmıştır.
İnşaat sırasında harcanan süre	<ul style="list-style-type: none"> • 2008 ve 2009'da inşaat için harcanan tahmini sürenin, metrobüs kullanıcılarının 2011'deki yolculuk süresi tasarruflarına eşit olarak tahmin edilmiştir (yolcu talebinin günde 40.000 ile zirve noktaya varması halinde).
Zamanın Değeri	<ul style="list-style-type: none"> • Hane gelirleri ve ekonomik olarak aktif örneklem kullanıldığında, ekonomik olarak aktif örneklem tahmini yıllık gelirleri 116 bin R (2011 Rand) olarak belirlenmiştir (Statistics South Africa 2012a). • Ayda 177,3 çalışma saati varsayımıyla, ortalama saat ücreti 56 R (2011) olarak tahmin edilmiştir. • Bu, tasarruf edilen sürenin değeri olarak kullanılacaktır. • Ortalama saat ücreti her yıl enflasyonla birlikte artar.
Taşıt İşletimi ve Mülkiyetinin Maliyet Etkileri	
Metrobüs kullanıcılarının araçlarının metrobüs ile değişen kilometreleri	<ul style="list-style-type: none"> • Rea Vaya Etap 1A yolcularının %11'i metrobüse özel araçtan geçiş yapmış ve önceki araç yolculuğu uzunlukları 18,6 km olmuştur (McCaul 2012). • Rea Vaya'dan alınan yıllık yolcu rakamlarını kullanarak ve her yıl 313 yolculuk gününün olacağını varsayarak, metrobüs kullanıcılarının yıllık araç km'sinin Rea Vaya ile yer değiştirdiği varsayılmıştır. • 2009'da Joburg'daki ortalama taşıt doluluğu 1,61'dir ((CoJ) 2013b). • Metrobüs yolcularında yıllık %3'lük bir artış varsayılmaktadır.
Araba mülkiyet ve işletim maliyetlerindeki tasarruflar	<ul style="list-style-type: none"> • Yakıt maliyeti için 0,94/km R (2013 Rand), bakım için ise 0,35/km R (2013 Rand) (Deloitte 2013). • Kilometre başına düşen yakıt ve bakım maliyeti, yıllık olarak enflasyonla birlikte artar.
Parçalanmış taksilerin işletim maliyetlerindeki tasarruflar	<ul style="list-style-type: none"> • 585 taksi parçalanmıştır • Taksi başına düşen yıllık işletim maliyeti 140 bin R'dir (Johannesburg Belediyesi 2004).
Yol Güvenliği Etkileri	
Önlenen Yol Ölümleri	<ul style="list-style-type: none"> • EMBARQ'nın Guadalajara, Bogotá, Ahmedabad, Meksiko ve Melbourne analizine göre, yıl ve kilometre başına 1 ölümün önleneceği tahmin edilmiştir.
Önlenen Yol Ölümlerinin Değeri	<ul style="list-style-type: none"> • Güney Afrika'nın VSL değeri EMBARQ'nın Bölüm 13.1.2'de tanımlanan metodolojisi kullanılarak 4.5 milyon R (2009 Rand) olarak tanımlanmıştır. • VSL yıllık olarak enflasyonla birlikte artar.
Trafik Yaralanmaları	<ul style="list-style-type: none"> • EMBARQ'nın Guadalajara, Bogotá, Ahmedabad, Meksiko ve Melbourne analizine göre, yıl ve kilometre başına 3 yaralanmanın önleneceği tahmin edilmiştir.
Önlenen Trafik Yaralanmalarının Değeri	<ul style="list-style-type: none"> • EMBARQ'nın Bölüm 13.1.2'de tanımlanan metodolojisi kullanılarak, ortalama yaralanma maliyeti 23.914 R olarak belirlenmiştir. • Yaralanma başına maliyet yıllık olarak enflasyonla birlikte artar.
Sadece maddi hasarlı (PDO) Kazalar	<ul style="list-style-type: none"> • EMBARQ'nın Guadalajara, Bogotá, Ahmedabad, Meksiko ve Melbourne analizine göre, yıl ve kilometre başına 6,8 maddi hasarlı kazanın önleneceği tahmin edilmiştir.
Önlenen maddi hasarlı kazaların değeri	<ul style="list-style-type: none"> • SA Ulusal Ulaştırma Bakanlığı'nın yol güvenliği çalışmasına göre, kaza başına 32.532 R (2002 Rand) maddi hasar (de Beer ve van Niekerk 2004). • Maddi hasar, yıllık olarak enflasyonla birlikte artar.

Yol Güvenliği Etkileri	
Artan fiziksel aktivite	<ul style="list-style-type: none"> • Ulaşım biçimine göre yürüyüş süresi (Venter ve Vaz 2011) • Yıllık olarak önlenecek 14, 47 erken ölüm vakası (DSÖ Heat Modeli)
Artan fiziksel aktivite nedeniyle azalan ölümlerin değeri	<ul style="list-style-type: none"> • EMBARQ'nın metodolojisinden yola çıkarak VSL 4,5 milyon R olarak alındı
Karbon Emisyonu Etkileri	
Yıllık karbon emisyon azaltımı	<ul style="list-style-type: none"> • Doğrulanmış Karbon Standardı proje başvurusunda belirtildiği üzere, Etap 1A ve 1B'nin yarısı tamamlanmışken tahmin edilen yıllık karbon emisyon azaltım değeri ortalama 19.798'dir (Grütter 2011). • Her ne kadar VCS'nin Ocak 2012'den Aralık 2021'e uzanan 10 yıllık bir kredileme dönemi olsa da analizimiz emisyon azaltımını gelecek yıllar için aynı oranda kabul etmektedir
Emisyon azaltımının sosyal değeri	<ul style="list-style-type: none"> • Karbonun sosyal maliyeti 29 dolardır (Stern 2007). • Enflasyonla birlikte yıllık olarak artar. • İndirgeme oranı %1,4 (Greenspan Bell ve Callan 2011)

olacaktır. Buna ek olarak, parçalanmış 585 taksiden de gelen bir işletim maliyeti tasarrufu söz konusudur. Bu iki unsur bir araya geldiğinde, özel araç ve taksilerin işletim maliyeti tasarruflarının bugünkü değeri toplam 1,4 milyar R olacaktır (2012).

Koridorda metrobüs kullanıcısı olmayan kişilerin taşıt mülkiyeti ve bakım maliyetlerindeki değişiklikler tahmin edilmemiştir.

13.4.3.3 YOL GÜVENLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLER

Her yıl metrobüs kilometresi başına önlenecek ölümler, yaralanmalar ve maddi hasarlı kazalar, EMBARQ'nın yol güvenliği metodolojisi kullanılarak elde edilmiştir (bkz. Kısım 4.3.1). Projenin ömrü boyunca, Rea Vaya metrobüs koridoru boyunca, tahmini 459 yol ölümü, 1.377 yaralanma ve 3.121 maddi hasarlı kaza önlenmiş olacaktır. 20 yıllık zaman çerçevesi boyunca, metrobüs kullanıcılarının diğer yöntemlerden metrobüse geçtikten sonra artan fiziksel aktivitesi sayesinde 260 erken ölüm önlenmiştir. Bu faydaların değerlendirilmesinde de EMBARQ'nın 13.1.2'de tanımlanan metodolojisi takip edilmiştir.

13.4.3.4 SERA GAZI EMİSYONLARINDAKİ AZALMALAR

Johannesburg, Rea veya Etap 1A ve 1B ile sağlanan karbon azaltımlarını Doğrulanmış Karbon Standardı'na (VCS) kaydetmiştir. Proje belgelerine göre, Etap 1A ve 1B ile birlikte, Ocak 2012'den Aralık 2021'e uzanan

on yıllık raporlama dönemi boyunca 398.292 ton CO₂ azaltılacaktır. Bu analizde, bu emisyon azaltımlarının yarısı veya yıllık ortalama 19.914 ton azaltım Etap 1A'ya atfedilmektedir. Karbon emisyonlarındaki azalmaların tahmin edilmesine yönelik metodolojide, işletmeden kaldırılan taksiler, kullanıcıların taşıtlar arası geçişi, koridordaki diğer taşıtların sıklığına azaltılması, metrobüs otobüs teknolojisinin ve inşaat sırasındaki tanınırlığının gelişmesi unsurları da göz önünde bulundurulmaktadır.

13.4.4 Rea Vaya Hassasiyet Analizi

Pozitif fayda-maliyet oranının kararlılığı, çok boyutlu bir hassasiyet analiziyle test edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, tümünde olmasa bile çoğu senaryoda kararlıdır. Fayda-maliyet oranı hem yıllık sürüş ve otobüs işletme girdisi maliyetlerindeki artışlar hem de fiziksel aktivite ve yol kazalarına ilişkin faydalardaki azalmalar karşısında pozitif değerini korumaktadır. Buna ek olarak, CO₂ emisyonlarının azaltılmasına yönelik faydaların elimine edilmesi de önemsiz bir etki yaratmaktadır. Güney Afrika Hükümeti tarafından önerildiği üzere, sosyal indirgeme oranının 12'den 8'e düşürülmesi, indirgenmiş bugünkü net değerde yüzde 17'lik bir artışa neden olmaktadır.

Proje faydalarının büyük çoğunluğunu oluşturmaları sebebiyle zamanın değeri veya hayatın istatistiksel

değeri yüzde 50 azaltıldığında, beklendiği gibi sonuçlar en kararsız hallerini almıştır.

13.4.5 Rea Vaya Dağılımsal Analizinin Varsayımları

Johannesburg dağılımsal analizi için, Statistics South Africa tarafından yayımlanan 2010-2011 Gelir ve Hane Harcamaları Anketine dayanarak, kişi başına düşen yıllık gelirlerin beşte birlik kesitleri üretilmiştir (Statistics South Africa 2012b).

Maliyetler, fon kaynaklarına göre gruplanmıştır: Ulusal Hazine, yerel yönetim gelirleri veya Rea Vaya ücret

gelirleri değerlendirilmiş ve her bir beşte birlik kesitin gelir kaynağına nasıl katkıda bulunduğu dair verilere veya varsayımlara dayanarak, gelirlerin beşte birlik kesitlerine dağıtılmıştır (bkz. Tablo 53). Aynı şekilde, faydaları metrobüs kullanıcıları veya kent nüfusu arasından kimin elde ettiğine bakılarak, faydalar da gelirlerin beşte birlik kesitlerine dağıtılmıştır. Tablo 54'te sunulduğu gibi, beşte birlik her kesitin gelir kaynaklarına ve yararlanıcı grupların temsiline olan katkısı tahmin edilmiştir. Bu yüzdeleri kullanarak, proje maliyet ve faydaları beşte birlik kesitlere dağıtılmıştır (bkz. Tablo 55 ve Tablo 56).

Tablo 52 Faydaların Beşte Birlik Kesimde Dağılımı

Hassasiyet Senaryosu	İndirgenmiş NBD (milyon ZAR 2012)	İndirgenmiş NBD (milyon USD 2012)	NBD Değişimi	Fayda/Maliyet Oranı	IRR
Referans Senaryo	2.031R	247\$		1,33	%15
%3 yerine %6'lık yıllık sürüş artışı	1.859R	226\$	-%8	1,30	%14
Otobüs işletme sözleşmesi girdi maliyetlerinin yıllık %10 artması (enflasyonla denk ilerlemek yerine)	644R	78\$	-%68	1,10	%10
%50 daha düşük zaman değeri	45R	5\$	-%98	1,01	%9
%50 daha az hayatın istatistiksel değeri	-432R	(53)\$	-%121	0,93	%7
Fiziksel aktiviteden önlenen ölümlerde %50 azalma	590R	72\$	-%71	1,10	%10
Sıfır yol kazası faydası	1.012R	123\$	-%50	1,16	%12
CO2 karbon emisyon azaltımından elde edilen fayda 0'a eşit	1.022R	124\$	-%50	1,18	%12
%8'lik sosyal indirgeme oranı	2.381R	290\$	%17	1,36	%12
%5'lik karbon indirgeme oranı	1.140R	139\$	-%44	1,19	%12

Tablo 53 Rea Vaya Maliyetlerinin Dağılımında Kullanılan Varsayımlar

Hassasiyet Senaryosu	İndirgenmiş NPV (milyon ZAR 2012)	İndirgenmiş NPV (milyon USD 2012)
Ulusal hazine	Toplam proje maliyetlerinin %37'si. Ulusal hükümet, Etap 1A'nın sermaye maliyetlerine yaklaşık 2,5 milyar R katkıda bulunmuş (Allen 2011) ve yıllık 50 milyon R olarak tahmin edilen işletim teşviklerini karşılamayı taahhüt etmiştir (Seftel ve Rikhotso 2013).	Beşte birlik kesitin ulusal gelir vergisine katkısına göre. Yılda 63.556 R'den düşük olan bireysel kazançlar, gelir vergisine tabi değildir.
Belediye gelirleri	Toplam proje maliyetlerinin %38'i. Geri kalan sermaye, planlama ve işletim maliyetleri	Beşte birlik kesitin kent mülkiyet vergilerine olan katkısına göre.
Rea Vaya Ücret Gelirleri	Toplam maliyetlerin %25'i. Yıllık ücret gelirleri tahmin edilmiştir ((CoJ) 2013a)	Beşte birlik kesitin Rea Vaya kullanıcılarını temsiline göre.

Tablo 54 Rea Vaya Fayda ve Maliyetlerinin Beşte Birlik Kesimde Dağılımında Kullanılan Faktörler

	Alt Beşte Birlik Kesit (<4544)	2. Beşte Birlik Kesit (4544 - 9886)	3. Beşte Birlik Kesit (9887 - 21002)	4. Beşte Birlik Kesit (21003 - 57009)	Üst Beşte Birlik Kesit (>57100)
Gelir vergisi gelirleri	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00	%100,00
Johannesburg mülkiyet gelirleri	%2,93	%7,67	%20,10	%23,10	%46,20
Johannesburg nüfusu	%19,70	%4,40	%10,70	%22,20	%43,00
Rea Vaya kullanıcıları (ücret gelirleri)	%4,25	%4,25	%13,00	%58,50	%20,00

Tablo 55 Maliyet Tiplerinin Beşte Birlik Kesimde Dağılımı

	Alt Beşte Birlik Kesit (<4544)	2. Beşte Birlik Kesit (4544 - 9886)	3. Beşte Birlik Kesit (9887 - 21002)	4. Beşte Birlik Kesit (21003 - 57009)	Üst Beşte Birlik Kesit (>57100)
Ulusal hazine maliyetleri	0R	0R	0R	0R	2290,52R
Kent maliyetleri	68,02R	178,05R	466,48R	536,21R	1072,42R
Ücret gelirleri	65,33R	65,33R	199,84R	899,28R	307,45R
Toplam Maliyetler	133,35R	243,38R	666,32R	1435,49R	3670,38R

Tablo 56 Faydaların Beşte Birlik Kesimde Dağılımı

	Alt Beşte Birlik Kesit (<4544)	2. Beşte Birlik Kesit (4544 - 9886)	3. Beşte Birlik Kesit (9887 - 21002)	4. Beşte Birlik Kesit (21003 - 57009)	Üst Beşte Birlik Kesit (>57100)
Yolculuk Süresi Faydaları	115,6	115,6	353,5	1590,8	543,9
Karbondiyoksit eşdeğeri emisyonların azalması	29,4	6,6	16,0	33,1	64,2
Yol güvenliği faydaları	93,7	93,7	286,6	1289,5	440,9
Taşıt işletim maliyetindeki azaltmalar	59,4	59,4	181,8	818,3	279,8
Artan fiziksel aktiviteyle azalan ölüm oranı	49,3	49,3	150,9	679,0	232,1
İnşaat sırasında harcanan zaman	-61,6	-13,8	-33,4	-69,4	-134,4
Toplam Faydalar	285,9	310,8	955,3	4341,4	1426,4

13.5 Ek E – İstanbul Metrobüs Örneği: Veriler, Varsayımlar, Analiz

13.5.1 Metrobüsle İlgili Temel Varsayımlar

20 yıllık zaman dilimi, %12 indirim oranı ve Gayri Safi Milli Gelire Uyarlanmış Hayatın İstatistiksel Değeri dahil olmak üzere metodoloji bölümünde ayrıntılarıyla açıklanan genel varsayımlar temel alınmıştır. Ayrıca, Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti'nin öngörülerini çerçevesinde %5 enflasyon oranı ile %5 yatırım maliyeti olduğu varsayılmıştır. Hafta içi 251 gün, hafta sonlarının yarısı ve toplam 13 resmi tatil günü

temel alındığında otobüsler yılda 301,5 gün hizmet vermektedir. Diğer örneklerde olduğu gibi fayda ve maliyetleri indirmek için IMF'nin deflasyon verileri kullanılmıştır.

13.5.2 Metrobüs'e İlişkin Maliyet Tahminleri

Metrobüs giderlerini hesaplamak için kullanılan kaynak ve varsayımlar Tablo 57 ve Tablo 58'de sunulmuştur.

Tablo 57 Metrobüs Maliyet Akışlarını Hesaplamada Kullanılan Bilgi Kaynakları ve Varsayımlar

Planlama Maliyetleri	
İETT'den Metrobüs planlamasına dair bilgi temin edilemediği için, analizimize kilometre başına 9,08 milyon ABD Doları olduğu varsayılan uygulama ve inşaat maliyetlerine ilave olarak başka bir planlama maliyeti dahil etmiyoruz.	
İşletme ve Bakım Maliyetleri	
İşletme maliyetleri (parametreleri tanımlanmayan ikincil bilgi kaynağına göre yapılan tahmin)	Analizimizin temelini teşkil eden Alpkokin ve Ergun 2012 çalışmasına göre kilometre başına tahmini 3,56 milyon ABD Doları işletme maliyetini kullandık. Projenin her aşaması tamamlandıkça ve Metrobüs sistemi şu anki 51,3 km'lik mesafesine ulaşana kadar genişledikçe işletme maliyetleri de artırılmıştır. İşletme maliyetleri 2013-2026 arasında enflasyonla birlikte artacaktır (yıllık %5). Metrobüsün işletmesi sözleşme ile başka bir kuruma devredilmemiş olup İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından üstlenilmiştir. Alpkokin ve Ergun (2012) Metrobüsün işletme maliyetlerinin normal otobüslerin işletme maliyetlerinden biraz daha yüksek olacağını ancak bu maliyetlerin ücretlerden elde edilecek gelirle telafi edileceğini tahmin etmektedir.
Bakım Maliyetleri	Metrobüs otobüslerinin satın alma anlaşmasının bir parçası olarak, bakım maliyetleri otobüslerin işletileceği ilk beş yıla dahil edilmiştir. 10 yıllık bir otobüs kullanım ömrü öngörmekteyiz, ayrıca Sullivan (2013) çalışmasına göre Gayri Safi Milli Geliri temel alarak ABD cinsinden hesaplanan ortalama bakım maliyetlerini Türkiye'ye uyarlayarak kalan beş yıllık işletim süresi boyunca otobüs-km başına 1,28 TL tutarında ilave bir bakım maliyetini uygulamaktayız. 2017-2020 yılları için ilave sermaye iyileştirme yatırımları da dahil edilmiştir (aşağıya bakınız). Sermaye iyileştirmelerinin dışında durak bakımı için ilave bir bakım maliyeti tahmini gerçekleştirmedik.
İşletme ve Bakım Maliyetleri	
İnşaat ve Ekipman Maliyeti (ikincil bilgi kaynağına göre ve tüm başlangıç uygulama maliyetlerini içerdiği varsayılmıştır)	Yazıcı ve arkadaşları (2013) ile Hidalgo ve Bulay (2008) tarafından tahmin edildiği üzere kilometre başına 9,08 milyon ABD Doları tutarında bir inşaat ve uygulama maliyeti olduğunu varsaymaktayız. Toplam inşaat ve uygulama maliyetininin 51,3 km uzunluğundaki proje için 466 milyon ABD Doları olacağı tahmin edilmektedir. Metrobüs sisteminin uzunluğuna göre, belirli bir aşamanın tamamlanmasından önceki bir yıl içerisindeki sermaye maliyetlerini uyguladık. Amortisman maliyetleri dahil edilmemiştir.
Onarım Maliyetleri	Bogotá örneğinde varsayıldığı gibi 2017-2020 yılları için inşaat ve uygulama maliyetlerinin %50 oranında bir sermaye yatırımı olduğunu varsaymaktayız.
Metrobüs otobüslerinin satın alınması	Başlangıçta satın alınacak otobüslerin, başlangıç maliyet tahminine dahil edildiği varsayılmaktadır. 10 yıllık bir otobüs kullanım ömrü olacağını varsaydığımızda, otobüslerin 2018 yılında yenilenmesi gerekmektedir. EMBARQ Türkiye'nin elde ettiği bilgiler temelinde, 2018-2020 döneminde otobüs başına 400.000 ABD Doları tutarında ortalama maliyetle, 400 yeni otobüs alınacağını varsaymaktayız. Ayrıca otobüs başına düşen fiyatta yaşanacak %50 artışla fiyatın 600.000 ABD Dolarına ulaşma durumunu da hassasiyet analizimizde inceledik.

13.5.3 Metrobüs'ün Fayda Tahminleri

Metrobüs'ün fayda hesaplamaları için kullanılan kaynaklar ve yapılan varsayımlar aşağıda sunulmuştur. Değerlendirilen faydalar; yolculuk süresi, maliyet tasarrufu, araç mülkiyeti ve işletme maliyeti tasarrufu, karayolu güvenliğinin iyileşmesi ve karbon emisyonlarının azalması dahil olmak üzere metrobüs kullanıcılarının, koridor üzerindeki kullanıcı olmayan kişilerin ve tüm şehir sakinlerinin elde edeceği faydaları içermektedir.

13.5.4 Metrobüse İlişkin Hassasiyet Analizi

Metrobüsün pozitif fayda-maliyet oranı, günlük yolcu sayısında %50 azalma, her yolculukta yolculuk süresinin %50 kısalması ve diğer senaryolar dahil olmak üzere çok boyutlu hassasiyet analizinde kullanılmaya devam edilmiştir. Halicioğlu ve Karataş'ın (2013) Türkiye için daha uygun bir değer olduğunu öngörmelerinden dolayı sosyal indirgeme oranının %12'den %5'e düşmesi sonucunda oluşacak etkiyi de inceledik. Bu daha düşük indirgeme oranı sonucunda, NBD %47 artmakta ve fayda-maliyet oranı 3'ü aşmaktadır.

Tablo 58 Metrobüs'ün Faydalarını Hesaplama Kullanılan Bilgi Kaynakları ve Varsayımlar

Yolculuk Süresi Üzerindeki Etkiler	
Günlük yolcular	Metrobüs'ü kullanan günlük ortalama yolcu sayısına ilişkin olarak 600.000 ila 800.000 arasında değişen farklı tahminler mevcuttur. Bu tahminleri inceledikten sonra, en ılımlı tahmin olan 600.000 sayısını kullanmayı tercih ettik. Duraklar şu anda tam kapasitede olduğu için belirlenen zaman dilimi içerisinde yolcu sayısında herhangi bir artış olmayacağını varsaymaktayız.
Yolculuk Süresinin Kısalması	İstanbul'un toplu taşıma idaresi yıllık yolcu anketleri gerçekleştirmektedir. 2010/2011 anketinin sonuçlarına dair ayrıntılar Yazıcı ve arkadaşlarının (2013) çalışmasından temin edilebilir. İETT ortalama bir Metrobüs kullanıcısının yolculuk süresinde günlük 52 dakika kazandığını tahmin etmektedir. Bir günde ortalama iki yolculuğun ve her yolculukta 26 dakika kazanıldığını varsaymaktayız.
Yıllık İş Günü	Çeşitli hesaplamalarda, Metrobüs için ortalama işletme günü sayısını öngörmek gerekmektedir. Bir yılda 251 iş günü, 13 resmi tatil günü olduğunu ve Metrobüs'ün %50 oranında hafta sonlarında çalıştığını (Metrobüs'ün hafta sonu seferleriyle tutarlıdır) varsaymaktayız. Bunun bir sonucu olarak, Metrobüs'ün bir yılda 301,5 gün işletildiği varsayılmaktadır.
Zaman Değeri	Kısalan sürenin değerini, İETT'nin Metrobüs yolcu anketinde elde edilen aylık gelir dağılımı bilgilerine göre belirledik. 2011 yılında, yolcuların %45'i 1.000 TL ile 2.000 TL arasında kazanmıştır. Gelir seviyesinin ağırlığını ankete katılanların oranı ile belirledik ve BRT kullanıcılarının ortalama gelirinin aylık 1.810 TL olduğunu veya yılda 21.725 olduğunu tespit ettik. Ücretler enflasyonla birlikte artmaktadır.
Araçın İşletme ve Mülkiyet Maliyetleri	
Metrobüse geçen kullanıcıların daha önce hususi araçlarıyla kat ettikleri mesafenin metrobüsle kat edilmesi	Metrobüs yolcularının yüzde dokuzu hususi araçlardan metrobüse geçiş yapmıştır ve daha önce hususi araçla kat edilen ortalama mesafe 15 km idi (Akplokin ve Egün, 2012). İETT'nin yıllık yolcu rakamlarını kullanarak (ayrıntı için yukarıdaki maddelere bakınız) ve metrobüsün bir yılda 301,5 gün işletileceği varsayılarak, metrobüs kullanıcılarının hususi araçlarıyla kat ettikleri yıllık kaç kilometrenin Metrobüs ile kat edileceğini tahmin etmekteyiz ve Johannesburg'daki gibi 1,69 oranında ortalama araç işgali olacağını varsaymaktayız.
Araç sahipliği ve işletme maliyetinin azalması	Rotary International'ın 2012 yılı için belirlediği 2,04 TL'lik, enflasyona göre uyarlanmış yakıt ve bakım telifisi oranını kullandık.
Yol Güvenliği Üzerindeki Etkiler	
Önlenen ölümlü kazalar	EMBARQ'nın İstanbul'da gerçekleştirdiği ilk karayolu güvenliği değerlendirmelerine göre bir yılda karayolunda 30 ölümün önleneceğini tahmin etmekteyiz.

Önlenen Ölümlü Kazaların Değeri	Hayatın istatistiksel değerini tahmin etmek amacıyla halk sağlığı bölümünde kullandığımız metodun aynısını kullandık (Esperator ve arkadaşları 2012). Buna göre ABD'de hayatın istatistiksel değeri kişi başına düşen milli gelir oranı ile düzeltilmektedir. Ortalaması 1,25 olarak alınan gelir esnekliği sonucu hayatın istatistiksel değerini 1,95 milyon TL olarak tespit ettik. Hayatın istatistiksel değeri enflasyona bağlı olarak artmaktadır.
Yaralanmalı kazalar	EMBARQ'ın Guadalajara, Bogotá, Ahmedabad, Meksiko ve Melbourne'da yaptığı analizlere göre bir yılda kilometre başına 1,7 yaralanmanın önlendiği tahmin edilmektedir.
Önlenen Yaralanmalı Kazaların Değeri	Halk sağlığı metodolojisinde uygulandığı gibi, her yaralanmada oluşan beşeri maliyeti Blincoe'nun (2002) MAIS 3. seviye değeri temelinde belirledik. 2002 yılı ABD Doları değeri 2012 yılına uyarlanmıştır ve sonra Türk Lirasına çevrilmiştir. Maliyet 2012 yılında 94.551 TL'dir. Yaralanma maliyeti enflasyonla artmaktadır.
Maddi Hasarlı Kazalar	EMBARQ'ın yaptığı Guadalajara, Bogotá, Ahmedabad, Meksiko ve Melbourne analizlerine göre bir yılda kilometre başına 12,19 SMH kazaların önlendiği tahmin edilmiştir.
Önlenen Maddi Hasarlı Kazaların Değeri	Bir SMH kazanın değerini Blincoe (2002) çalışması temelinde tahmin ederek önlenen trafik yaralanmalarının değerinde olduğu gibi 2012 yılı TL değerine uyarladık. Maliyet 2012 yıl için 1.411 TL'dir ve enflasyona göre uyarlanmıştır.

Karbon Emisyonu Üzerindeki Etkileri

Yıllık CO2 emisyonu	Yazıcı ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan çalışmada tahmin edilen günlük 623 ton rakamını yıllık işletme gününe uygulayarak CO2'nin yıllık ortalama 187.835 miktarında azalacağı tahmin edilmektedir.
Emisyondaki azalmanın sosyal değeri	Stern 2007 raporuna göre karbonun sosyal maliyeti 30\$'dır ve enflasyonla birlikte yıllık olarak artmaktadır. Karbon için indirgeme oranı %1,4'tür.

Fiziksel Aktivite Üzerindeki Etkileri

Fiziksel Aktivite sayesinde Önlenen Erken Ölümler	Metrobüs uygulaması öncesinde ve sonrasında İstanbul'da ulaşım şekline göre yürüme süresine ilişkin varsayımlarda bulunmak üzere Yazıcı ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan çalışmada elde edilen İETT 2010 yolcu anketi verilerini kullandık. İndirgeme oranının %12 ve Türkiye'de ölüm hızının 611 olduğu varsayılarak, Metrobüs'ün işletileceği 20 yıllık dönemde her yıl 25,62 erken ölüm vakasının engelleneceğini tahmin etmekteyiz. Ekonomik etkiyi tahmin etmek için halk sağlığı etkisini belirlemek üzere kullandığımız ve yıllık enflasyona göre uyarlanan hayatın istatistiksel değerinin (1,95 milyon TL) aynı olacağını öngörmekteyiz.
---	---

13.5.5 Metrobüse İlişkin Dağılımsal Analiz Varsayımları

Faydaların ve maliyetin nüfusa dağılımını belirlemek amacıyla maliyet-fayda analizine ilave olarak sosyoekonomik analiz de gerçekleştirdik. Metrobüs yolcularının sosyoekonomik dağılımını belirlemek amacıyla İETT yolcu anketini ve İstanbul sakinlerinin her bir sosyoekonomik kategoriye dağılım oranını tahmin etmek amacıyla TürkStat 2011 Gelir ve Yaşam Koşulları Anketi'ni kullandık. Mevcut verilerden dolayı, gelir düzeylerini dilimlere kusursuz bir şekilde ayırıp analiz edemedik. Daha ziyade, beş adet gelir kategorisi belirledik ve her gruptaki nüfusun dağılımını tahmin ettik.

Maliyet dağılım parametrelerini tahmin etmek amacıyla, Bogotá parametreleriyle başlayıp bu parametreleri İETT yolcu anketi ve gelir vergisi dilimlerine göre İstanbul koşullarına uygun hale getirdik. Türkiye'de aylık geliri 1 TL – 833 TL olan bireylerden %15, aylık geliri 834 TL – 2.083 TL olan bireylerden %20 ve aylık geliri yaklaşık 2.000 TL – 7.000 TL olan bireylerden %27 vergi alınmaktadır (KPMG, 2013). Toplam aylık vergiyi her bir gelir grubu için ayrı ayrı hesapladık. Daha sonra vergi oranlarına göre maliyet dağılımı yaptık. İstanbul'da toplanan toplam gelir vergisinin sadece %0,5'inin en düşük gelir (<1.000 TL) grubundan tahsil edildiğini tahmin etmekteyiz. Bu durumun nedeni, bu gelir grubuna en düşük veri oranının (%15) uygulanması

Tablo 59 Metrobüse ilişkin Hassasiyet Analizinin Sonuçları

Hassasiyet Analizi	Net Bugünkü Değer (2012 ABD Doları)	Net Bugünkü Değer Değişimi	Fayda-Maliyet Oranı
Referans senaryo	6.387 \$	Yok	2,80
Başlangıç maliyetine eşdeğer yenileme maliyeti	6.280 \$	% - 1,8	2,72
Otobüs işletme maliyetlerinde %50 artış	5.091 \$	% - 21,3	2,05
Otobüs satın alma maliyetinde %50 artış	6.348 \$	% -0,60	2,77
Sıfıra eşdeğer sağlık ve güvenlik faydaları	5.505 \$	% -13,8	2,55
Karbondiyoksit emisyonunun azalmasının sıfıra eşdeğer faydası	6.255\$	% - 2,1	2,77
Karbon için %5 indirim oranı faydaları	6.378 \$	% - 0,5	2,80
Araç işletim maliyetindeki azalmanın sıfıra eşdeğer faydası	4.232 \$	% -32,7	2,20
Hayatın istatistiksel değerinin %50 düşmesi	5.925 \$	% - 7,2	2,67
Ortalama yolculuk süresinin %50 kısalması	3.207 \$	% -49,8	1,91
İndirim Oranının %12'den %5'e düşürülmesi	9.375 \$	% + 46,8	3,04
Günlük ortalama yolcu sayısının %50 azalması	2.125 \$	% -66,7	1.60

ve bu grubun İstanbul nüfusunun en küçük kısmını (%7,0) teşkil etmesidir. Bunun aksine, en yüksek gelir grubundan yaklaşık %35 oranında gelir alınmaktadır ve İstanbul nüfusunun %41'i bu gruba girmektedir. Bunun bir sonucu olarak, tahsil edilen toplam gelir vergisini %55'i en yüksek gelir grubundaki bireylerden tahsil edilmektedir.

Araç işletme maliyetindeki azalmanın getirdiği faydalar ve CO2 emisyonundaki azalmanın getirdiği faydalar hariç olmak üzere, esas olarak yolcu dağılımına (İETT

yolcu anketi temelinde) göre faydaların gelir grupları arasında dağılımı gerçekleştirilmiştir. İşletim maliyetindeki azalmanın getirdiği faydaların dağılımı, yolcular arasından hususi otomobil sahibi olanlara ilişkin tahmine göre yapılmıştır, çünkü bu fayda hususi otomobillerini kullanmayı bırakıp Metrobüs kullanmaya başlayan yolcuların oranıyla bağlantılıdır. CO2 emisyonundaki azalmanın getirdiği faydalar ağırlıklı olarak atmosferik olduğu ve İstanbul nüfusunun tamamını etkilediği için, çevresel faydaların dağılımını yolculara bakılmaksızın İstanbul genelindeki gelir dağılımına göre gerçekleştirdik.

Fayda ve maliyetlerin sosyoekonomik analizini gerçekleştirmek amacıyla, her bir gelir grubundaki dağılım parametrelerini aşağıda belirtilen fayda ve maliyet dağılımı parametrelerinde belirtilen ilgili oranla çarptık. Diğer bir ifadeyle, Bogotá örneğinde

uyguladığımız yaklaşımı takip ettik. Dağılım parametrelerini tahmin etmek amacıyla, öncelikle Bogotá parametreleriyle çalışmaya başladık ve bu parametreleri yolcu anketi ve vergi dilimlerine göre İstanbul'a uygun hale getirdik.

Tablo 60 İstanbul Metrobüsü Maliyet Dağılımı Parametreleri

Maliyet Dağılım Parametreleri	< 1.000 TL	1.001 TL – 2.000 TL	2.001 TL- 3.000 TL	3.001 TL- 4.000 TL	>4.000 TL
Altyapı (vergi yükü)	%0,5	%4	%15	%25	%55
Bakım (vergi yükü)	%0,5	%4	%15	%25	%55
Otobüs maliyetleri (vergi yükü)	%0,5	%4	%15	%25	%55
İşletme maliyetleri (yolcu)	%14	%45	%22	%10	%9

Tablo 61 İstanbul Metrobüsü Fayda Dağılım Parametreleri

Fayda Dağılım Parametreleri	< 1.000 TL	1.001 TL – 2.000 TL	2.001 TL- 3.000 TL	3.001 TL- 4.000 TL	>4.000 TL
Yolculuk Süresinin Kısalması (yolcu)	%14	%45	%22	%10	%9
Metrobüs Kullanıcılarının Araç İşletim Maliyetlerindeki Azalma (tahmini araç sahipliği)	%3	%5	%12	%30	%50
Önlenen Ölümlü Kazalar (yolcu)	%14	%45	%22	%10	%9
Önlenen Trafik Kazaları (yolcu)	%14	%45	%22	%10	%9
CO2 Emisyonunun Azalma (şehir nüfusunun tamamı)	%4	%20	%19	%16	%41
Artan Fiziksel Aktivite Sayesinde Erken Ölümün Azalması (yolcu)	%14	%45	%22	%10	%9



EMBARQ, kentli insanın yaşam kalitesini iyileştirmek amacıyla çevresel, sosyal ve finansal bakımdan sürdürülebilir kentsel hareketlilik ve kentsel planlama çözümlerinin uygulanmasında öncülük eden ve katkı sunan bir oluşumdur. 2002 yılında WRI (Dünya Kaynakları Enstitüsü) programı kapsamında kurulan EMBARQ, Brezilya, Çin, Hindistan, Meksika, Türkiye ve And bölgesini de içine alan geniş bir coğrafyada faaliyet göstermektedir.

EMBARQ yerel ve merkezi yönetimler, özel sektör, akademisyenler ve sivil toplum ile işbirliği içinde kirliliğin azaltılması, kamu sağlığının iyileştirilmesi, güvenli erişilebilir ve cazip kent içi ulaşım alanlarının ve entegre ulaşım sistemlerinin yaygınlaştırılması için çalışmaktadır. EMBARQ'ın küresel alandaki tanınırlığı yerel alandaki tecrübeleri ile ulusal ve uluslararası politika ve finans alanındaki yetkinliğine dayanmaktadır. Daha fazla bilgi için: www.EMBARQ.org.

 **EMBARQ®**

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

EMBARQ GLOBAL

10 G Street NE, Suite 800
Washington, DC 20002
USA
+1 (202) 729-7600

EMBARQ AND BÖLGESİ

Palacio Viejo 216, Oficina 306
Arequipa, Perú
+51 54959695206

EMBARQ BREZİLYA

471 Rua Luciana de Abreu
#801, Porto Alegre/RS
BRASIL, 90570-060
+55 (51) 33126324

EMBARQ ÇİN

Unit 0902, Chaowai SOHO Tower A
Yi No. 6
Chaowai Dajie, Chaoyang District
Beijing 100020, China
+86 10 5900 2566

EMBARQ HİNDİSTAN

Godrej and Boyce Premises
Gaswork Land, Lalbaug
Parel, Mumbai 400012
+91 22 24713565

EMBARQ MEKSİKA

Calle Belisario Dominguez #8, Planta Alta
Colonia Villa Coyoacán, C.P. 04000
Delegacion Coyoacán, México D.F.
+52 (55) 3096-5742

EMBARQ TÜRKİYE

Sürdürülebilir Ulaşım Derneği
Gümüşsuyu Mah. İnönü Cad.
No:29 Saadet Apt. Kat:6 D:7
Taksim, Beyoğlu, İstanbul
+90 (212) 243 53 05



Copyright 2013 EMBARQ. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivative Works 3.0 License. To view a copy of the license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>