

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTİÇİ RAYLI SİSTEM HATLARININ YOLCU ÖNGÖRÜLERİNDEKİ
GÜVENİRLİLİĞİN İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kâmil DEMİRCAN**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Ulaştırma Mühendisliği

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTİÇİ RAYLI SİSTEM HATLARININ YOLCU ÖNGÖRÜLERİNDEKİ
GÜVENİRLİLİĞİN İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kâmil DEMİRCAN
(501071409)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Haziran 2010

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr.Ergun GEDİZLİOĞLU(İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Doç. Dr. İsmail ŞAHİN (YTÜ)**

Haziran 2010

ÖNSÖZ

Türkiye, gelişmekte olan ölkeler sınıfında yer almakta olup, kamu, iç ve dış yatırımcılar tarafından yapılan yatırımlar gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum ölkemizin hızla büyüdüğüne ve kalkındığına işaret eden bir göstergedir. Ulaşım yatırımlarına ayrılan pay ise özellikle son on yıl içerisinde oldukça yüksek düzeylerde gerçekleşmiştir. Kent içi ulaşım problemlerini çözmek için yerel yönetimler raylı sistem projelerine ağırlık vermişlerdir. Özellikle büyük kentlerdeki, raylı sistem yatırımlarına hızla devam edilmektedir.

Raylı sistem yatırımları, büyük maddi kaynaklara gereksinim duyulan projelerdir. Dolayısıyla bu tip projelerin, yerel yönetimin özkaynakları ile hayata geçmesi oldukça güçtür. Raylı sistem yatırımlarının büyük bir kısmı, devlet garantisi ile uluslararası bankalardan sağlanan uzun vadeli krediler ile gerçekleştirilmektedir. Bu kredilerin alınabilmesi için öncelikle yerel yönetimlerin Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)'nden onay alması gerekmektedir. Bu onay ise, büyük ölçüde proje konusu raylı sistem hattının çekeceği yolculuk hacmi ile ilgilidir.

Raylı sistem hatları için hazırlanan fizibilite etütlerinin büyük bir kısmında öngörülen yolculuk hacimleri, projenin bitiminden sonra gerçekleşen yolculuk hacimleri ile tutarsız sonuçlar vermektedir. Bu bakımdan proje için hayati önem içeren bu hesaplamaların daha titiz ve dikkatli olarak yapılması gerekmektedir. Bu tez çalışmasında ölkemizde işletilmekte olan üç kent içi raylı sistem hattının gerçekleşen yolculuk hacimleri ile öngörülen yolculuk hacimleri karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma sonucunda ortaya çıkan sonuçların, bundan sonra yapılacak olan yolculuk talep öngörülerinin daha tutarlı sonuçlar vermesine yardımcı olacağını ümit ediyorum.

Tez çalışmam boyunca benden hiçbir desteği esirgemeyen danışman hocam Sn. Doç.Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT'e ve sevgili eşim Tuba DEMİRCAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla,

Mayıs 2010

Kâmil DEMİRCAN
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. ULAŞTIRMA PLANLARI	3
2.1 Ulaştırma Planlarının Tarihsel Gelişimi.....	3
2.2 Talep Öngörü Yöntemleri	6
2.2.1 Ayırıştırılmış Talep Öngörü Modeli	7
2.2.2 Toplulaştırılmış Talep Öngörü Modeli	7
3. YOLCULUK ÖNGÖRÜLERİ.....	11
3.1 Yolculuk Öngörüsündeki Hatalar.....	11
3.1.1 Yolculuk Öngörüsündeki Hataların Ölçülmesi	12
3.1.2 Kıyaslama İçin İşletmenin İlk Yılı'nın Esas Alınması	13
3.1.3 Mevcut Verilerin Kullanılarak Yolculuk Öngörülerinin İrdelenmesi	16
3.2 Yolculuk Öngörülerindeki Hataların Sebepleri.....	18
3.3 Yolculuk Öngörülerindeki Hatalara Çözüm Önerileri	21
4. TÜRKİYE'DE KENTİÇİ RAYLI SİSTEM HATLARINDA YOLCULUK HACMİ AÇISINDAN ÖNCESİ SONRASI ÇALIŞMASI	25
4.1 İstanbul Metrosu, Taksim – 4.Levent Hattı.....	27
4.2 Taksim-Kabataş Füniküler Hattı	34
4.3 Bursa Hafif Raylı Sistem Hattı.....	37
5. SONUÇLAR	43

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
B-S	: Başlangıç - Son
DLH	: Demiryolları Limanlar Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
IRTC	: İstanbul Rail / Tunnel Consultants
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İETT	: İstanbul Elektrik, Tramvay ve Tünel
İMP	: İstanbul Metropolitan Planlama
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
RTÖ	: Referans Tür Öngörü

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Çalışma kapsamındaki projelerin yolculuk öngörülerindeki hata oranları	18
Çizelge 4.1 : Türkiye’deki raylı sistem hatları ve onlara ait ulaşım etütleri.....	26
Çizelge 4.2 : İstanbul metrosu,Taksim-4.Levent hattı geometrik ve işletme bilgileri.....	27
Çizelge 4.3 : İstanbul metrosu, Taksim – 4.Levent hattında öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk hacimleri	29
Çizelge 4.4 : İstanbul Metrosu, Taksim – 4.Levent hattında öngörülen ve gerçekleşen zirve saat yolculuk hacimleri	30
Çizelge 4.5 : İstanbul metrosu, Taksim – 4.Levent hattının işletmeye açılması sebebiyle son durağı değişen otobüs hatları	32
Çizelge 4.6 : İstanbul metrosu, Taksim – 4.Levent hattının işletmeye açılması sebebiyle seferden kaldırılan otobüs hatları.....	32
Çizelge 4.7 : Taksim-Kabataş funiküler hattı geometrik ve işletme bilgileri.....	34
Çizelge 4.8 : Taksim-Kabataş funiküler hattı öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk sayıları.....	35
Çizelge 4.9 : Taksim-Kabataş funiküler hattı öngörülen ve gerçekleşen zirve saat yolculuk sayıları.....	35
Çizelge 4.10 : Bursa hafif raylı sistemi geometrik ve işletme bilgileri	37
Çizelge 4.11 : Bursa hafif raylı sistemi öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk hacimleri	38

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : İncelenen raylı sistem hatlarının öngörüsünde ortaya çıkan hatalar	17
Şekil 3.2 : İncelenen karayolu projelerinin öngörüsünde ortaya çıkan hatalar.....	17
Şekil 3.3 : Yolculuk öngörüsündeki hataların sebepleri.....	19
Şekil 4.1 : Çalışma kapsamında incelenen, İstanbul'daki raylı sistem hatları.....	28
Şekil 4.2 : İstanbul Metrosu, Taksim-4.Levent hattında öngörülen ve gerçekleşen .	30
Şekil 4.3 :İstanbul Metrosu, Taksim-4.Levent hattında 2007 yılında gerçekleşen ..	31
Şekil 4.4 :Bursa hafif raylı sistemi öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk	38
Şekil 4.5 :Bursa hafif raylı sistemi geçkisi	39

KENTİÇİ RAYLI SİSTEM HATLARININ YOLCU ÖNGÖRÜLERİNDEKİ GERÇEKLİĞİN İRDELENMESİ

ÖZET

Son yıllarda, ülkemizdeki kentsel raylı sistem yatırımları hızla sürmektedir. Bu yatırımlar büyük maddi kaynaklar gerektirdiğinden dolayı, raylı sistem hatlarının yapımına karar verilmesi önemli bir konudur. Raylı sistem hatlarının yapımına karar verilmesinde, sistemin boyutlandırılmasında, işletme gelirleri ve giderlerinin hesaplanmasında en önemli etken yolculuk hacimlerinin doğru tahmin edilmesidir. Dolayısıyla fizibilite aşamasındaki herhangi bir raylı sistem projesinin çekeceği yolculuk hacminin doğru olarak tahmin edilmesi, önem derecesi yüksek bir konudur.

Bu tez çalışmasının literatür bölümünde dünyadaki raylı sistem hatlarında öngörülen yolculuk hacimlerinde ortaya çıkan hatalar istatistiksel verilerle açıklanmış, sebepleri üzerinde durulmuştur. Bununla birlikte yolculuk öngörüsündeki ortaya çıkan hataları azaltmaya yönelik öneriler açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise İstanbul ve Bursa’da halen işletme altında olan üç raylı sistem hattının yolculuk hacimleri günlük ve saatlik olarak incelenmiştir. Buna göre yolculuk öngörüsünde ortaya çıkan hatalar belirlenmiş ve sebepleri üzerinde durulmaya çalışılmıştır.

INVESTIGATION OF THE RELIABILITY OF TRAVEL DEMAND FORECASTS IN URBAN RAILWAY SYSTEMS

SUMMARY

In recent years, urban railway system investments have rapidly been increasing in Turkey. Because these investments need huge capital sources, it is a very important issue to decide to their construction. Travel demand estimation is the most significant factor to decide the construction of railway systems, design the system and calculate the operating costs. Therefore, in feasibility process, it is a highly important issue to accurately estimate the travel demand of a railway system.

In the literature part of this study; some international railway systems and their travel demand estimations have been examined. It is understood that, almost all of the systems have important forecasting errors which are explained in this thesis statistically by their reasons. In addition, this study contains some recommendations about how to decrease the level of these kind of errors and how to make more accurate estimations.

In the second part of the thesis, hourly and daily travel demands of three urban rail systems in Istanbul and Bursa have been examined. As a result, the differences between the forecasted and actual travel demands have been determined and reasons of these differences have been analyzed.

1. GİRİŞ

Bu tez çalışmasında, kent içi raylı sistem projelerinin fizibilite etütlerinde öngörülen yolculuk hacimleri ile gerçekleşen yolculuk hacimlerinin kıyaslaması yapılmıştır. Ayrıca İstanbul ve Bursa’da işletilmekte olan üç raylı sistem hattının fizibilite çalışmalarında öngörülen yolculuk hacminin güvenilirliği irdelenmiştir.

Ulaştırma altyapılarına büyük yatırım yapılmasına karşın, proje sonrası değerlendirmeler yapılmamaktadır. Fizibilite raporlarında öngörülen yatırım maliyetlerinin veya yolculuk sayılarının gerçekte ne ölçüde tutarlı olduğu ile ilgili istatistiksel veriler oldukça sınırlıdır. Herhangi bir raylı sistem projesinin verimliliği düşük olduğunda, bu durum genelde ortaya çıkan olumsuz koşullar sebep gösterilerek açıklanmaktadır. Halbuki yatırım maliyetleri, yolculuk hacmi, işletme maliyetleri gibi konularda ortaya çıkan sapmaların değişik sebepleri vardır. Bu tez çalışması içerisinde, kent içi raylı sistem hatlarında öngörülen yolculuk hacmi ile gerçekleşen yolculuk hacmi arasındaki sapmalar irdelenecek, bunun sebepleri üzerinde durulacaktır.

Yolculuk öngörüsü bir raylı sistem hattı için hayati öneme sahip bir konudur. Raylı sistem projesinin yapılmasına karar verilmesinden, boyutlandırılmasına, işletme gelirlerinin öngörülmesinden işletme maliyetlerine kadar birçok konu doğrudan yolculuk hacmi esas alınarak hesaplanmaktadır. Bu bakımdan yolculuk öngörüsünde ortaya çıkabilecek hatalar, tüm sistemi etkileyebilecek boyutlara ulaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında girişi izleyen ikinci bölümde, ulaşım planlaması ve ulaşım etüdü yapılması ile ilgili açıklayıcı bilgiler verilmiş, ulaşım model yapısı özetlenerek talep öngörü yöntemleri açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde yolculuk öngörüsünde ortaya çıkan hatalar ve sebepleri açıklanmıştır. Yolculuk öngörülerinde ortaya çıkan hataların sayısal değerleri istatistiksel sonuçlarla açıklanmış, hataların sebepleri üzerinde durulmuştur. Yolculuk öngörüsünde ortaya çıkan hataları önleyecek çözüm önerileri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde ise, ülkemizdeki şehirlerde işletilmekte olan üç kent içi raylı sistem hattında, yolculuk hacmi açısından öncesi/sonrası analizi yapılarak yolculuk öngörülerindeki hatalar ortaya koyulmuş ve sebepleri açıklanmıştır.

Beşinci bölümde ise, bu tez çalışmasındaki sonuçların genel bir değerlendirmesi yapılmıştır. Bu bölümde, fizibilite etütlerinde hesaplanan yolculuk hacimlerinin daha doğru yapılabilmesi için öneriler sunulmuştur.

2. ULAŖTIRMA PLANLARI

2.1 UlaŖtırma Planlarının Tarihsel GeliŖimi

Nazım imar planlarındaki arazi kullanım yapısı ile ulaŖım altyapısı arasındaki etkileŖimi dñzenlemek ve aralarındaki uyumu sağlamak amacıyla dñnyanın deęiŖik kentlerinde 1950’li yıllardan gñnñmñze bir çok kentsel ulaŖım planı hazırlanmıŖtır. Tñrkiye’de ise geniŖ kapsamlı ve ulaŖım planı niteliğindeki ilk örnekler 1970’li yıllarla birlikte baŖlamıŖtır.

1940’lı yıllarda ABD’de kentsel ulaŖım planlarındaki amaç yalnızca kñprñ ya da kavŖaklardaki trafik sorun çözmek iken, arazi kullanım yapısı ve ulaŖım yapısı arasındaki etkileŖimi irdeleyen kapsamlı kentsel ulaŖım planları ancak 1950’li yıllarda hazırlanmaya baŖlanmıŖtır. 1950’li yıllarda özellikle ABD kentlerinde, hızlı nñfus artıŖı ve gelir yñkselmesi sonucunda, yerleŖim bñlgelerinin Ŗehrin dıŖına doğru kaydđđı gñzlemlenmiŖ ve buna bağlı olarak otomobil sahipliğinde de bñyñk bir artıŖ ortaya çıkmıŖtır. O yıllarda kentsel geliŖme planlarının gerřekleŖtirilmesi için federal fonların kullanılması, kentsel ulaŖım planlamasında da geliŖmelere neden olmuŖtur. Bu geliŖmelere bağlı olarak gerřekleŖen Chicago, Detroit ve diğer bazı kentlerdeki alan bazındaki řalıŖmalar ile ulaŖım planlaması tanımlanabilir bir disiplin olarak kullanılmaya baŖlamıŖtır. Aynı dñnemlerde Kanada, İngiltere ve Avustralya’da da bu konuda řalıŖmalar ortaya çıkmıŖtır. 1950 ve 1960’lı yıllarda geliŖen ve “klasik model” olarak tanımlanan kentsel ulaŖım planlaması, bir nazım plan geliŖtirmek için geleceğe yñnelik kararların alındđđı bir sñreřtir. Evren (1999) bu yılları, otomobillerin trafikte şoğalmasıyla kendini gñsteren bir dñnem olarak tanımlamaktadır.

1950’lerin sonlarında ve 1960’ların baŖlarında bilgisayarların geliŖmesi, bñyñk verilerin kolayca řözñmlenmesine olanak saęlamıŖtır. UlaŖım planlama yñntemi de bilgisayarın kullanımı ile birlikte geliŖmiŖtir. Bilgisayara dayalı ulaŖım planlama modelleri, bilimsel planlamanın gerekli bir parşası olarak kabul edilmiŖtir. Temel

modeller; ABD’de Pittsburg, San Francisco, Penn-Jersey koridoru, İngiltere’de ise Londra ve West-Midlands için geliştirilmiştir (Özalp ve Öcalır, 2008).

1970’li yılların sonlarında ise, toplumsal değişikliklerle birlikte yeni yaklaşımlar gündeme gelmeye başlamıştır. Kentsel planlama, teknik ve politik bakış açılarını aynı anda dikkate alan ve tek bir en iyi çözüm içermeyen bir süreç olarak görülmeye başlamıştır. Bu yıllarda, kentsel alanlarda raylı sistem yatırımlarında büyük artış gözlenmiştir. Otomobil kullanımının getirdiği trafik tıkanıklığı, arazi kullanım ve çevre problemlerine çözüm olması için gerçekleştirilen bu yatırımlar, bir yandan yüksek yatırım maliyetleri, otomobille karşılaştırıldığında yeterince çekici hizmet sunamaması, yalnızca yüksek yoğunluklu koridorlarda tercih edilmesi ve otomobil kullanımını sınırlandırmada başarılı olamaması gibi nedenlerle eleştirilirken bir yandan da bazı başarılı uygulama örnekleri sonucunda desteklenmeye devam etmektedir (Lawlor, 1995; Littman, 2004; Winston ve Maheshri, 2007). Raylı sistemlerin her durumda en iyi çözüm olmadığı, beklenen faydaların ancak uygun coğrafi koşullarda ve destekleyici ulaşım ve arazi kullanım politikalarının varlığıyla ortaya çıkabileceği görülmektedir. Babalık-Sutcliffe (2002), ABD, İngiltere ve Kanada’dan seçtiği sekiz kentteki raylı sistem yatırımlarını karşılaştırırken, bu sistemlerin beklenen başarıya ne kadar yakın veya uzak olduklarını da bazı kıstaslarla ortaya koymuştur. Araştırmaya konu olan raylı sistemlerin, maliyet verimliliği ve kent merkezlerine getirdikleri olumlu etkilere karşın, hiçbirinin trafik tıkanıklığı ve çevresel problemleri çözmede tam olarak başarılı olamadıkları değerlendirilmiştir.

1990’larda “sürdürülebilirlik” kavramı, planlamanın pek çok boyutuyla birlikte ulaşım planlama gündemini de etkisi altına almaya başlamıştır. O günlerde, kentsel ulaşım anlamında temel bir değişikliğin birkaç yıl içerisinde ortaya çıkması beklenmese de, finansal önlemler ve ücretlendirme politikalarıyla desteklenen trafik azaltma uygulamalarının, toplu taşıma, yürüme ve bisiklet gibi ulaşım türlerinin türel ayırım içindeki payını artıracığı öngörülmekteydi (Hart, 1994).

Ulaşım planlamasında günümüzde kullanılan modelleme sistemi 1950 ve 1960’lı yıllarda kullanılan modelleme sistemlerine göre temel farklılıklar içermektedir. Geçmişteki modeller altyapı sağlamada maliyet verimliliği üzerine odaklanmışken, günümüzdeki çalışmalar erişebilirlik, ekonomik etki, çevresel etki, sosyal eşitlik, arazi kullanımı ve gelişmenin yönetimi üzerinedir. Ulaşım planlama yöntemlerindeki

bazı ilerlemelere karşın, modelleme de ulaşım planlama süreci de eleştirilmeye devam edilmektedir. Bazı eleştirmenler, günümüzde kullanılan dört aşamalı modelleme yaklaşımını eleştirmektedirler (Kane ve Del Mistro, 2003). Günümüzde, ulaşım planlamasının bu geleneksel yapısı, gelecekte ortaya çıkabilecek bazı gelişmelerin belirsiz olarak kabul edilmesi yüzünden de eleştiriler almaktadır (Bertolini, 2007). Evren (1995) özellikle ABD kentleri için geliştirilen bu “klasik” yaklaşımın, etüdün yapıldığı zamanın koşullarının ve gelişimlerinin süreceği ve sosyal grupların ulaştırma ile ilgili davranışlarının değişmeyeceği varsayımlarına dayalı olması nedeniyle, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için geçerli olamayacağına dikkat çekmektedir. Artık talebe yanıt vermeye odaklanan geleneksel yaklaşımın yerine talebi yönlendiren sürdürülebilir ulaşım planlaması yaklaşımı gündeme gelmiştir (Acar, 1998a). Ulaşım sorunlarının çözümünde yüksek maliyetli büyük ulaşım yatırımlarının tek başına yeterli olamayacağı, bunun yanında trafik yönetim ve işletme önlemlerinin alınması gereği de tartışılmaktadır (Acar, 1998b).

Ülkemiz kentlerinde, kent içi trafik ve ulaşım sistemlerinin parçalı ya da bütüncül olarak planlanması amacıyla geçtiğimiz 50 yıl içinde çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Genellikle “ulaşım etüdü”, “ulaşım planı”, “ulaşım ana planı” veya “ulaşım master planı” gibi isimler altında gerçekleştirilen bu etkinlikler, planlama bilincinin oluşmaya başlaması ile son yıllarda gitgide yaygınlaşmıştır. 1960’lı yıllardan sonra büyük kentlerimizde yapılması planlanan belirli bir ulaşım yatırımı için hazırlanan ulaşım etüdü olarak karşımıza çıkan bu çalışmalar, 1980’li yıllardan sonra arazi kullanım planlarının ulaşım boyutlarının irdelendiği kentsel boyutta hazırlanmış ve uygulanmaya çalışılmıştır. Bu yıllarda, İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük kentler başta olmak üzere ulaşım sorununun çözümünde raylı sistemlerin kullanılmasının zorunlu olduğu inancı yayılmaya başlamıştır. (Evren,1997).

Kentleşmenin hızla artması, ulaşım ve trafik sorunu gibi birçok sorunu da ortaya çıkarmıştır. Ulaşım için kullanılan araçların türü, büyüklüğü ve kullanım amaçları şehir yaşamını etkileyecek boyuttadır.

Nüfusun ve araç sahipliğinin artması sonucuna bağlı olarak artan ulaşım talebini karşılamada, mevcut ulaşım altyapısı zaman zaman yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple, ulaşım sisteminde kullanılan arazi ve araçların daha verimli bir şekilde

yönetilebilmesi için çeşitli çalışmalara ihtiyaç duyulmuştur. Ulaşım etütleri bahsedilen bu ihtiyaçların ortaya çıkması ile geliştirilmiştir.

Ulaşım etütleri ile şehrin ulaşım altyapısına en uygun ulaşım sisteminin en uygun geçki üzerinde inşa edilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda çalışma bölgesindeki sosyo ekonomik durum, ulaşım durumu ve yolculuk davranışları ile ilgili bilgiler toplanıp değerlendirilmektedir. Bu veriler yardımıyla bölgedeki yolculuk sayıları ve yönleri belirlenmektedir. Daha sonra ortaya çıkan sonuçlara ve arazi yapısına göre geçki belirlenip, sistem tipi seçilerek kapasite hesapları yapılmaktadır.

Ulaşım etütlerinin temel ilkeleri şunlardır;

- Geçki seçenekleri teknik olarak tüm yönleriyle ortaya konulmalıdır.
- Yolculuk talep öngörülerini ulaşım türlerine göre değiştirmekle birlikte 20-30 yıllık bir gelecek için yapılmalıdır.
- Geçki ve sistem tipi belirlenirken daha üst ölçekte yapılan nazım imar planlarına bağlı kalınmalıdır.
- Ulaşım etüdü sonucunda ortaya çıkan veriler akılcı, anlaşılır ve kesin sonuçlar içermelidir.

2.2 Talep Öngörü Yöntemleri

Ulaşım talep öngörüsünün yapılmasındaki amaç, ulaşım sisteminin toplumsal yapı üzerindeki etkisini belirlemektir. Ulaşım sisteminde ortaya çıkan değişimler, sosyal ve ekonomik yaşamı doğrudan etkileyebilecek düzeyde olabilir. Ulaşım sisteminde ortaya çıkan bu değişimler kısa vadede yolculuk şeklinin değişmesi ile sonuçlanabilirken, uzun vadede ise sosyal ve ekonomik değişimlerle sonuçlanabilir. Bu bakımdan, ulaşım talep öngörüsünün yapılması ve sonucunda alınan ulaşım yatırım kararları oldukça önemlidir bir konudur.

Yolculuk öngörülerinde kullanılan ulaşım modelleri, yolcuların ulaşım hareketlerini bazı matematiksel denklemlerle temsil ederek, ulaştırma sistemi karşısındaki davranışlarını modellemektedir. Bu nedenle, modelde oluşturulan sanal ulaşım sisteminin, gerçek ulaşım yapısını olabildiğince doğru olarak temsil etmesi, çalışmaların başarısını yakından ilgilendirmektedir. Ulaşım öngörüsü yapılırken temelde iki yaklaşım vardır. Bunlar toplulaştırılmış talep modeli ve ayrıştırılmış talep modelidir. Ayrıştırılmış talep modelinde bireylerin davranışları ve yolculuk

eğilimleri dikkate alınırken, toplulaştırılmış talep modelinde ise belirli bir kitlenin davranış ve yolculuk eğilimleri gözlenir. Dolayısıyla toplulaştırılmış model bir topluluğun davranış biçimini yansıtmaktadır (Manheim, 1979).

2.2.1 Ayırıştırılmış Talep Öngörü Modeli

Ayırıştırılmış talep modelinde bireylerin seçimleri ve kararları önemlidir. Yapılan anketler sonucunda elde edilen yolculuk verileri çalışan, öğrenci gibi gruplara ayrılıp, model içerisinde ağırlıklandırılarak çalışmaya dahil edilir. Dolayısıyla yapılan öngörüler doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar, gerçek yolculuk davranışlarına daha yakın sonuçlar içerir. Yapılan analizler, bireylerin istek/talep ve eğilimlerine göre hesaplandığı için sonuçlar toplulaştırılmış talep modeline göre daha kesindir. Bu bakımdan ayırıştırılmış talep yöntemi, dar kapsamlı çalışmalarda, daha kesin sonuçlar elde etmek için kullanılan bir yöntemdir (Manheim, 1979).

2.2.2 Toplulaştırılmış Talep Öngörü Modeli

Toplulaştırılmış talep modelinde çalışma alanı coğrafi sınırlara ayırarak bölgesel bir yapı oluşturulur. Toplulaştırılmış talep modelinde, çalışma alanı içerisindeki bölgelerde yaşayan alt grupların yolculuk davranışları birleştirilerek, her bir bölge için belirli bir yolculuk özelliği oluşturulmaktadır. Bu yöntemle kurulan model, bölge içerisindeki yolculuk özelliklerini toplulaştırarak tek bir yolculuk yapısı olarak kabul etmektedir. Örneğin her bir bölgedeki bireylerin ortalama bir gelir düzeyi, ortalama bir araç sahipliği veya ortalama bir aile büyüklüğü olduğu kabul edilir. Burada önemli olan konu, yapılan gruplamaların ulaştırma sistemine olan etkisinin doğru olarak modellenenbilmesidir. Buna göre, kentler için yapılan ulaşım çalışmalarındaki yolculuk öngörülerinde, toplulaştırılmış talep modeli kullanılmaktadır. Çünkü ulaştırma yatırımları toplumsal bir hizmet sunmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle çalışma alanında yaşayan bireylerin ortak davranışları esas alınarak modelleme yapılır (Manheim, 1979).

Ulaştırma altyapısını kullananlar, belirli bir takım ölçütlere göre sınıflandırılmaktadır. Genel olarak yolculuk konusunda benzer davranışları gösterenler, benzer eğilime sahip olanlar bir grupta toplanırlar. Yolcular aşağıda sayılan ölçütlere göre sınıflandırılabilirler;

- Gelir durumu
- Otomobil sahipliği
- Aile halkı büyüklüğü
- Yolculuk amacı
- Ailedeki çalışan, öğrenci sayısı

Kentsel ulaşım planlarında, dört aşamadan oluşan bir ulaşım modeli kullanılmaktadır. Bu aşamalar aşağıda özetlenmiştir;

1. Yolculuk Üretimi: Yolculuk üretimi, dört aşamalı talep öngörü modellerinin ilk aşamasıdır. Başlangıç ve bitiş olmak üzere her yolculuğun iki noktası vardır. Talep öngörüsü yapılırken bu yolculukların nereden nereye olduğu ve ne kadar olduğu bilinmesi gereken bir konudur. Yolculuk üretimi, proje alanında yapılan yolculuk sayılarına ilişkin yanıtların arandığı aşamadır. Yolculuklar belirli bir amaç doğrultusunda yapılır. Örneğin ev, iş, okul, alışveriş, eğlence amaçlı yolculuklar günlük hayatta sık sık karşılaşılan yolculuklardır. Ancak ağırlıklı olarak yapılan yolculuklar “ev-iş yolculukları”, “ev-okul yolculukları”, “ev-diğer yolculuklar” ve “ev merkezli olmayan yolculuklar” olmak üzere dört grupta toplanmışlardır.

2. Yolculuk Dağıtımı: Bu aşamada, yolculuk üretiminde ortaya çıkan yolculukların başlangıç ve bitiş noktaları, 1. aşamada sahada yapılan anket çalışmaları yardımıyla belirlenmektedir. Modele girdi oluşturmak açısından başlangıç-son (B-S) noktaları bir matris haline getirilir. Bu matriste, yolculukların hangi bölgeler arasında yapıldığı belirlenmektedir.

3. Türel Dağılım: Bu aşamada sayısı ve yönü belli olan yolculukların hangi türle yapıldığı ile ilgili sorulara yanıt aranmaktadır. Bir başka deyişle, trafik bölgeleri arasındaki yolculukların hangi türle ne kadar yapıldığına ilişkin soruların netleştiği aşamadır.

4. Trafik Ataması: Trafik ataması, dört aşamalı talep modellerinin son aşamasıdır. Bu aşamada sayısı ve yönü belirlenen araçlı yolculuklar yol ağı üzerine atanmaktadır. Bu atamalar, özel araç ataması ve toplu taşıma ataması olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

Yukarıda açıklanan dört aşamalı ulaşım öngörü modeli ile, çalışma alanındaki yolculukların sayısı, nereden nereye hangi ulaşım türü ile ve hangi yol geçkisini izleyerek yapılacağı belirlenmektedir.

3. YOLCULUK ÖNGÖRÜLERİ

3.1 Yolculuk Öngörüsündeki Hatalar

Ulaştırma altyapılarına büyük yatırım yapılmasına karşın, proje sonrası değerlendirmeler yapılmamaktadır. Fizibilite raporlarında öngörülen yatırım maliyetlerinin veya yolculuk sayılarının gerçekte ne ölçüde tutarlı olduğu ile ilgili istatistiksel veriler oldukça sınırlıdır. Herhangi bir raylı sistem projesinin verimliliği (yatırım maliyetleri, yolculuk sayısındaki hata, işletme maliyetleri vs.) düşük olduğunda, bu durum genelde ortaya çıkan olumsuz koşullar sebep gösterilerek açıklanmaktadır.

Raylı sistem projelerinin mali ve ekonomik durumu, proje için yapılan yolculuk öngörüsü ile doğrudan ilgilidir. Bu öngörülerin doğruluğu aynı zamanda, raylı sistem projelerinin sosyo ekonomik ve çevresel boyutunun değerlendirilmesinde de önemlidir. Teknoloji ile birlikte gelişen tüm teknik olanaklara ve talep öngörü modellerine karşın, yaşanan tecrübeler özellikle raylı sistem yatırımlarında talep öngörülerinin hatalı olarak hesaplandığını göstermektedir.

Yolculuk öngörüsü sonucunda ortaya çıkan veriler, ulaşım altyapı projelerinin boyutlandırılmasında kullanılırlar. Dolayısıyla ulaşım altyapısı için ayrılan kısıtlı sermayenin etkin olarak kullanılabilmesi için talep öngörülerinin doğru olarak yapılması gerekir. Örneğin, Bangkok’da inşa edilen ve 2 milyar \$’a mal olan Skytrain projesinde, yolculuk talepleri gerçekleşen değerlere göre 2,5 kat fazla öngörüldüğü için, proje olması gerekenden büyük olarak boyutlandırılmıştır. Araç sayısı gerekenden oldukça fazla ve istasyon boyları ise dizi boyunun planlanandan kısa olması nedeniyle oldukça uzun olmuştur. Bununla birlikte ihtiyaçtan fazla alınan araçlar ise depo sahasında boşu boşuna beklemektedir. Bangkok gibi trafik sıkışıklığının ve hava kirliliğinin yoğun olduğu bir kentte raylı sistem yatırımı iyi bir fikir olsa da, gelişmekte olan ve kaynakları sınırlı olan bu şehirde projeyi yapan şirket finansal açıdan iflas noktasına sürüklenmiştir. Aksine, İngiltere Milli Denetim Ofisi tarafından yapılan çalışmaya göre, öngörüsünün düşük yapılması nedeniyle

bazı karayolu projeleri olması gerekenden daha düşük kapasiteli olarak inşa edilmiştir. Böylece gerçekleşen talebin karşılanması için karayollarına ek kapasite yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum ise, aynı miktardaki karayolu kapasite artırımının karayolu yapım maliyetine göre daha fazla olması nedeniyle kaynak savurganlığına sebep olmuştur. (National Audit Office, 1988).

3.1.1 Yolculuk Öngörüsündeki Hataların Ölçülmesi

Yolculuk öngörüsü sonucunda ortaya çıkan veriler, raylı sistem projelerinin boyutlandırılması aşamasında yol gösterici olarak kullanılmaktadır. Öngörülerin tutarlı olup olmadığının ölçülmesi ancak gerçekleşen yolculuk değerleri ile kıyaslanınca ortaya çıkmaktadır. Yaygın kullanımda yolculuk öngörüsündeki hata, gerçekleşen yolculuk sayısı ile öngörülen yolculuk sayısı farkının, öngörülen yolculuk sayısına oranı ile bulunur.

$$I_i = \frac{(T_a)_i - (T_f)_i}{(T_f)_i} \times 100 \quad (3.1)$$

Burada;

I_i = Hata yüzdesi

$(T_a)_i$ = Gerçekleşen yolculuk sayısı

$(T_f)_i$ = Öngörülen yolculuk talebi

i = yıl

(Flyvbjerg, 2005a)

Gerçekleşen talep, işletmenin açıldığı ilk yılda raylı sistem hattında taşınan yolcu sayısıdır. Öngörülen talep ise, projenin yapımından önce hazırlanan ulaşım etüdüne göre işletmenin ilk yılında taşınacağı öngörülen yolcu sayısıdır. Buna göre öngörülen yolculuk sayısı, bir ulaşım projesinin yapılıp yapılmayacağına karar verilen aşamada kullanılan önemli bir veridir (Flyvbjerg, 2005a).

(3.1)'e göre hesaplanan yolculuk öngörüsündeki hatalar, öngörülen yolculuk hacmi dikkate alınarak yapılmıştır. Buna göre negatif hata oranları -%100 ile sınırlandırılmıştır. Dolayısı ile bu denklem, negatif hataların lehine sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Halbuki öngörülerde ortaya çıkan hata oranları, gerçekleşen yolculuk üzerinden yapılıysaydı, yani denklemdeki payda kısmına “ $(T_a)_i$ ” gelseydi, bu sefer de pozitif hatalar lehine bir durum ortaya çıkacaktı. Bu sonuçlara göre yolculuk öngörüsündeki hataların hesaplanış şekli, bakış açısına göre değişiklik

göstermektedir. Gerçekleşen yolculuklar dikkate alınarak yapılacak hata hesabında (3.2)'de gösterilen denklem kullanılabilir.

$$I_i = \frac{(T_a)_i - (T_f)_i}{(T_a)_i} \times 100 \quad (3.2)$$

Burada;

I_i = Hata yüzdesi

$(T_a)_i$ = Gerçekleşen yolculuk sayısı

$(T_f)_i$ = Öngörülen yolculuk talebi

i = yıl

Yolculuk öngörüsündeki hataların hesabında (3.2)'nin kullanılması durumunda, elde edilecek sonuçlar gerçeği daha doğru bir biçimde yansıtacaktır. Buradaki hata oranı hesabında, gerçekleşen yolculuk ile öngörülen yolculuk arasındaki fark, gerçekleşen değere bölünerek elde edilmektedir. 4. Bölüm'deki hata oranı hesaplarında, hem yolculuk öngörülerini hem de gerçekleşen yolculuk sayıları dikkate alınarak iki türlü hesap yapılacaktır.

Yolculuk öngörülerinde ortaya çıkan hataların belirlenebilmesi için öngörülen verilerle, gerçekleşen verilerin kıyaslanması gerekir. Ancak ulaşım etüdü yapılmayan projeler için yolculuk sayısına ilişkin öngörülen veriler bulunmamaktadır. Bununla birlikte özellikle kamu tarafından yapılan projelerde, gerçekleşen yolculuk hacmini kayıt altına almak için gerekli olan düzenli yapılanma birçok sistemde mevcut değildir. Bundan dolayı kamu tarafından yapılan raylı sistem projelerindeki öngörülen yolculuk değerleri ile gerçekleşen değerlerin kıyaslanması oldukça güç bir durumdur.

Özel sektör tarafından yapılan ulaşım yatırımlarında ise, gelir beklentisi en önemli aşamayı oluşturmaktadır. Tüm beklentiler öngörülen ve gerçekleşen yolculuk sayıları üzerine kurulmuştur. Çünkü gelirin asıl kaynağı yolcu sayısı olduğundan dolayı, bununla ilgili verilerin gerçekliği büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı talep öngörü hatalarının hesabında kamu yatırımlarına göre daha düzenli ve gerçekçi sonuçlar elde edilmektedir.

3.1.2 Kıyaslama İçin İşletmenin İlk Yılına Esas Alınması

Bazı ulaşım plancıları, yolculuk öngörüsündeki hataların belirlenmesinde işletmenin ilk yılı için belirlenen yolculuk öngörülerinin kullanılmasına karşı çıkmaktadırlar.

Bu düşünceye göre, raylı sistem projelerinin yapımına karar verilmesi süreci ile proje ve inşaat aşamalarındaki gecikmelerden dolayı projenin açılış tarihinin, fizibilite raporlarında planlanan tarihe göre 5-10 yıl gecikme ile gerçekleştiği, bundan dolayı da açılış yılını esas alarak kıyaslama yapmanın doğru olmadığı savunulmaktadır. Projenin işletmeye açılması ile projenin yapımına karar verilmesi aşaması arasında geçen bu uzun sürenin, yolculuk öngörülerindeki hatayı tetiklediği, dolayısıyla da öngörülerdeki gerçekliğin irdelenmesinde açılış yılındaki değerlerin esas alınmasının doğru bir yaklaşım olmadığı, bazı plancılar tarafından düşünülmektedir. Bununla birlikte aynı plancılar, işletmenin ilk zamanlarında ortaya çıkan problemlerin çözülmesi ve işletmenin normal seyrini almasıyla birlikte yolculuk talebinin artacağını ve tutarlılık açısından ölçülebilir düzeye geleceğini savunmaktadırlar. Ayrıca yolcuların yeni sistemi keşfetmeleri ve alışkanlıklarını değiştirerek sistemi kullanmaya çalışmalarını da, zaman alan bir süreç olarak açıklamaktadırlar. Dolayısıyla yolculuk öngörüsü hatalarının hesabında, işletmenin açılmasından itibaren ilerleyen yılları esas almanın doğru olacağını düşünmektedirler (Flyvbjerg, 2005a).

Yolculuk öngörüsü hatalarını hesaplarken ilk yıl yerine başka yılların dikkate alınmasında herhangi bir engel yoktur ancak kent içi raylı sistem projelerinin yolculuk öngörüsündeki gerçekliğinin irdelenmesinde, işletmenin ilk yılındaki verilerin kullanılması, üzerinde düşünülmesi gereken bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır. Çünkü raylı sistem projesi ile ilgili yolculuk öngörüsü, projenin yapımına karar verilme aşamasında, karar vericiler tarafından yararlanılan ve doğruluğu kabul edilen bir bilgidir. Kent içi raylı sistem projelerinde öngörülen yolculuk hacmi ve buna bağlı olarak elde edilecek gelir ve giderin belirlenmesi şeffaflık ve sorumluluk açısından gerekli bir durumdur. Hata hesabında, projenin işletmeye açıldığı ilk yılın dikkate alınması önemli gerekçelerle savunulabilir.

İlk olarak, herhangi bir ulaşım projesinde ilk yıl öngörülen yolculuk sayısı, gerçekleşen değerden oldukça düşük seviyede kalmışsa, bu trafik değeri ilerleyen yıllarda da benzer bir seyir gösterme eğilimindedir, hatta bazı projelerde hiçbir zaman öngörülen trafiğe ulaşamamaktadır. Bu bakımdan projenin verimliliği değerlendirilirken, öngörülen ve gerçekleşen ilk yıl trafiğinin göz önüne alınması doğru bir yaklaşım olarak düşünülmektedir (Flyvbjerg, 2005b).

Pickrell (1990) tarafından ABD kentlerinde incelenen 10 kent içi raylı sistem projesinden 7'sinde, zaman içinde kayda değer bir yolcu sayısı artışı olmamıştır hatta Baltimore, Buffalo ve Pittsburg kentlerindeki raylı sistem yolcu sayısında zamanla azalma olmuştur.

İngiltere ile Fransa'yı denizin altından bağlayan Manş Tüneli'nde ise işletmenin beşinci yılındaki yolculuk sayısı ilk yıl için öngörülen yolculuk sayısının ancak %45'ine ulaşmıştır. Bu hatta taşınan yük trafiği ise yine işletmenin beşinci yılında ancak açılış yılı tahminin %40'ına ulaşmıştır. İngiltere'deki Humber köprüsü açılışının 21. yılında olmasına karşın, taşıdığı yolcu sayısı öngörülenin yarısı mertebesinde. Verilen örnekler, Mierzejewski'nin (1995) yaptığı çalışma ile uyumlu sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu çalışmaya göre, uzun vadeli olarak hesaplanan yolculuk öngörülerinde işletmenin ilk yılı esas alınarak yapılan tutarlılık hesapları, ilerleyen yıllarda yapılan toplam karşılaştırmalara göre daha tutarlı sonuçlar vermektedir.

İkinci olarak ise, büyük ulaşım yatırımlarındaki çekim trafiği sayılabilir. Yeni bir ulaşım projesi işletmeye açıldığı zaman, yolcular sistemi merak ederek kullanmak isterler. Buna bağlı olarak işletmenin başladığı ilk dönemlerde yolculuk sayısında geçici bir artış meydana gelir. Örneğin, Danimarka ile İsveç arasında yer alan Oresund köprüsünde ilk yıl içinde gerçekleşen trafik, bir sonraki yılın aynı döneminde gerçekleşen trafikten % 19 daha fazladır. Bu iki dönem arasındaki fark çekim trafiğin etkisi ile açıklanabilir. Projenin işletmeye açıldığı sırada ortaya çıkan çekim trafiği, başlangıç problemlerinde dolayı oluşacak olası yolcu kaybını bir süreliğine öteleyecektir (Flyvbjerg, 2005b).

Üçüncü olarak, ulaşım planlaması ve öngörüsü yapanların büyük bir kısmı hesaplamalarında işletmenin açılacağı ilk yılı referans olarak alırlar. Çünkü karar vericilerin projenin yapılıp yapılmamasına karar verebilmeleri için, ilk yıl yolculuk trafiğini bilmeleri gerekmektedir. Karar verme aşamasında, hesaplanan yolculuk sayılarının doğru olduğu kabul edilerek değerlendirme yapılır. Ayrıca, projenin işletme ömrü boyunca öngörülen yıllık yolcu sayısı değerleri, genellikle ilk yılki yolcu sayısının belli oranda artırılması ile hesaplanmaktadır. Bu bakımdan talep öngörüsü hatalarının hesabında işletmenin açıldığı ilk yılın esas alınması anlamlıdır.

Pratik anlamda, ulaşım projelerinin çok az bir kısmının hata hesabında, işletmenin ilk beş yılı veya daha fazlası göz önüne alınır. Bunun dışında hata hesaplarının birçoğunda, işletmenin ilk yılının esas alınması, yolculuk öngörüsü yapanların büyük bir bölümü tarafından benimsenmektedir.

Yeni açılan bir ulaşım projesinin, uyum süresi sonunda gerçek verimliliğine ulaştığını iddia eden ulaşım plancıları, ulaşım modellerine bu uyum değişkenini ekleyerek, olası başlangıç problemlerini modele yansıtabilirler. Böylece model kendi içerisinde başlangıç problemleri veya herhangi dışsal etkileri dikkate alarak hesap yapabilir durumuma gelebilir.

3.1.3 Mevcut Verilerin Kullanılarak Yolculuk Öngörülerinin İrdelenmesi

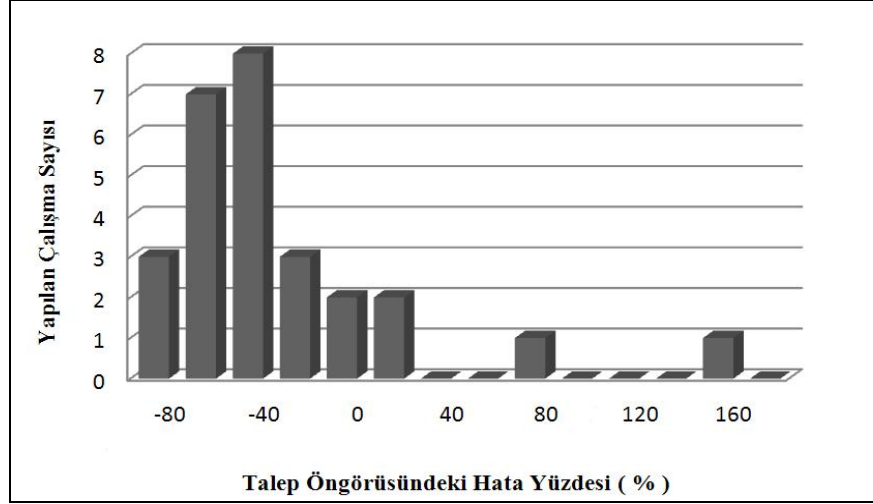
Eldeki verilerin kısıtlı olmasından dolayı yolculuk öngörüsündeki hataların istatistiksel olarak incelenmesi oldukça zordur. Bu amaçla Flyvbjerg, 4 yıllık bir çalışma sonrasında topladığı 485 projeden 275'ini yetersiz ve eksik bularak çalışma kapsamından çıkarmıştır. Çalışmaya dahil edilmeyen 275 projeden 124'ü yukarıda sayılan hata ölçüm yöntemlerinden farklı ve kullanılamayacak yöntemlerle hesaplandığı için, geriye kalan 151 proje ise gerçekleşen yolculuk sayıları yerine çarpıtılarak verilen yolculuk sayıları yüzünden elenmiştir. Çalışmaya dâhil edilen projelerden elde edilen veriler, geçerli ve güvenilir düzeydedir.

Çalışma sonucunda toplanan veriler yardımıyla 210 ulaşım altyapı projesini, öngörülen ve gerçekleşen yolculuk sayıları açısından irdelenmiştir. 5 kıtaya yayılan, gelişmiş ve gelişmekte olan 14 ülkeden seçilen projelerin 2003 yılı itibari ile toplam değeri 58 milyar \$'dır. Flyvbjerg tarafından yapılan çalışma, kent içi raylı sistemlerden hızlı demiryollarına, klasik demiryolu hatlarından köprülere, tünellerden otoyollara birçok ulaşım altyapı sistemini kapsamaktadır. Çalışma içerisinde 1969 yılı ile 1998 yılları arasında tamamlanan ve 2003 yılı itibari ile değerleri 22 milyon \$ ile 10 milyar \$ arasında değişen projeler yer almaktadır. Çalışma kapsamında toparlanan tüm projeler arasından, öngörülen trafikle gerçekleşen trafik arasındaki tutarlılığı ölçebilecek verilere sahip olan projeler incelenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen 27 raylı sistem projesinde ortaya çıkan talep öngörü hatalarının dağılımı Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Şekilde, talep öngörüsünün doğru olarak yapılması yani karşılaştırmanın tutarlı olması sıfır durumuna işaret etmektedir.

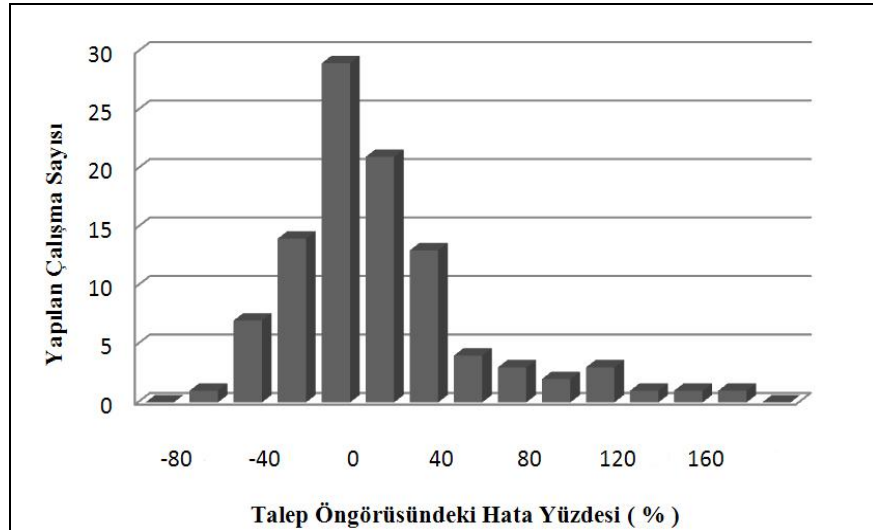
Buna göre, eksi değerler öngörülen trafiğin gerçekleşen değerlere göre daha yüksek olduğunu, artı değerler ise öngörülen trafiğin gerçekleşen trafikten düşük olduğunu göstermektedir.

Çalışmada incelenen 27 raylı sistem projesi, yolculuk öngörülerinde ortaya çıkan hatalar dikkate alınarak Şekil 3.1’de gösterilmiştir (Flyvbjerg, 2005a).



Şekil 3.1 : İncelenen raylı sistem hatlarının öngörüsünde ortaya çıkan hatalar.

Çalışma kapsamında incelenen 183 karayolu projesinin yolculuk öngörüsünde ortaya çıkan hatalar ise Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 : İncelenen karayolu projelerinin öngörüsünde ortaya çıkan hatalar.

Buna göre çalışma kapsamında incelenen 183 karayolu ve 27 raylı sistem projesinin yolculuk öngörülerinde ortaya çıkan hata oranları Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1 : Çalışma kapsamındaki projelerin yolculuk öngörülerindeki hata oranları.

	Raylı Sistem Projelerindeki Oran (%)	Karayolu Projelerindeki Oran (%)
Ortalama hata oranı (%)	-51,4	9,5
Hata oranı $\pm$ % 20'den fazla olan projeler	84	50
Hata oranı $\pm$ % 40'dan fazla olan projeler	72	25
Hata oranı $\pm$ % 60'dan fazla olan projeler	40	13

Bu sonuçlara göre, karar vericilerin ulaşım altyapı projelerinin yapımına karar verebilmeleri için gerekli olan yolculuk sayılarına ilişkin öngörüler, büyük oranda yanıltıcı olmuştur. Dolayısıyla, hatalı ve yanıltıcı olan yolculuk öngörülerini gereksiz, gereğinden fazla veya ihtiyaçtan daha düşük kapasiteli yatırımların yapılmasına sebep olmuştur.

3.2 Yolculuk Öngörülerindeki Hataların Sebepleri

Çalışmaya konu olan 27 raylı sistem ve 183 karayolu projesinin yolculuk öngörüsünde ortaya çıkan hataların sebepleri incelendiğinde, çarpıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Çalışma kapsamındaki projelerin yöneticilerine, yolculuk öngörülerinde ortaya çıkan hataların sebepleri ile ilgili olarak yöneltilen sorulara verdikleri yanıtlar Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Buna göre raylı sistem projelerinde ortaya çıkan hatalar içerisinde iki tanesi göze çarpmaktadır. Bunlardan biri “yolculuk dağılımındaki belirsizlikler”, diğeri ise “kasıtlı olarak talep öngörüsünün yüksek çıkarılması”dır. Yolculuk öngörüsünde ortaya çıkan hataların sebepleri aşağıda açıklanmıştır:

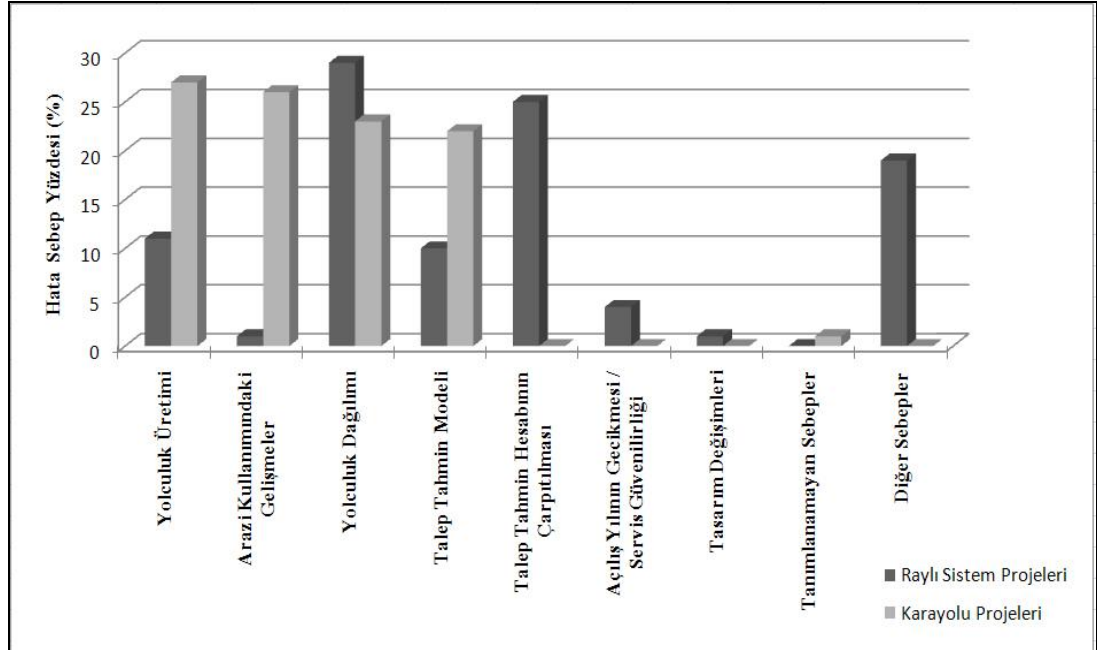
Yolculuk Dağılımı: Raylı sistem projelerinde yapılan yolculuk dağılımı, genelde raylı sistem yolculuğunu artırmaya yönelik olarak yerel yönetimin stratejik kararlarına uyumlu bir şekilde yapılır. Ancak bilimsellikten uzaklaşarak belirlenen bir politikaya göre yapılan bu yolculuk dağılımları genelde doğru sonuç vermek yerine raylı sisteme gelen yolculuğun abartılarak hesaplanmasına neden olmakta, böylece gerçekleşecek olan yolcu sayısı, öngörülen değerin altında kalmaktadır.

Yolculuk Talebinin Kasıtlı Olarak Abartılması: Bu durumda yatırımcılar, projenin yapımına karar verilmesini sağlamak amacıyla öngörülen rakamları çarpıtarak üretirler. Böylece yolcu trafiği ve elde edilecek olan gelir abartılarak yansıtılmaktadır.

Yolculuk talep öngörüler, raylı sistemlerin mali ve ekonomik fizibilite etüdünde de kullanılan en önemli değişkenlerinden biridir. Mali fizibilite etüdünde abartılan yolculuk talebi sebebiyle yatırımcı ve işletmeci firmanın yolcu gelirleri yüksek gösterilir, dolayısıyla yatırımcı ve işletmeci açısından projenin çekiciliği artar. Diğer taraftan ekonomik fizibilite etüdünde, raylı sistem projesi ülke çıkarları açısından değerlendirilir. Artan yolculuk sayıları sebebiyle yükselen fayda/maliyet oranı, karar vericiler açısından projeyi çekici kılmaktadır.

Öngörülen yolculuk sayılarında ortaya çıkan diğer hatalar ise şöyle açıklanmaktadır:

Yolculuk Üretimi: Yolculuk öngörüsünde ortaya çıkan hataların en önemli sebeplerinden biri de yolculuk üretiminin hatalı olarak hesaplanmasıdır. B-S anketleri veya sayımlar sonucunda elde edilen değerlerin gerçekten uzaklaşması sonucunda projeye konu olan koridordaki yolculuk üretimi yanlış olarak hesaplanmaktadır. Buna bağlı olarak raylı sistem projesinin payına düşen yolcu sayısında da artma ya da azalma olmaktadır.



Şekil 3.3 : Yolculuk öngörüsündeki hataların sebepleri.

Talep Tahmin Modeli: Talep tahmin modeli de yolculuk sayılarının yanlış olarak kestirilmesinde etkin bir role sahiptir. Modelin girdilerinden kaynaklanana sorunlar veya kalibrasyon eksiklikleri sonucunda beliren hatalar sebebiyle, raylı sistem hattına gelen yolculuk sayısı yanlış olarak hesaplanmaktadır.

Arazi Kullanımındaki Gelişmeler: Arazi kullanım kararları ile ulaşım yatırımı kararları birbirleri ile uyumlu olmak zorundadır. Çünkü her iki olgu da birbirini tamamlar niteliktedir. Örneğin bir bölgeye ulaşım yatırımının gitmesi o bölgenin kalkınmasına, hareketlenmesine neden olmaktadır. Diğer taraftan konutlaşmış veya ticari bir yapılanma gösteren bir bölgeye erişebilmek için ulaşım altyapısının yapılması veya geliştirilmesi gerekmektedir. Ulaşım yatırımları uzun süren karar alma, proje ve inşaat aşamalarına sahiptir. Bu sebeple karar alma aşamasında hesaplanan yolculuk talep öngörülerini, projenin bu uzun süreci sonunda arazi kullanım yapısının değişmesi ile birlikte güncelliğini yitirmektedir. Dolayısıyla başlangıçta hesaplanan trafikle, işletme aşamasındaki gerçekleşen trafik arasında farklılıklar olasıdır. Bu sapmalar yolculuk öngörüsündeki hatalar olarak ortaya çıkmaktadır.

Açılış Yılıının Gecikmesi / Servis Güvenilirliği: Açılış yılının gecikmesi ile birlikte veya açılış yılına kadar geçen zamanla birlikte proje aşamasında hesaplanan talep öngörü değerleri güncelliğini yitirmektedir. Bu sebeple yolculuk öngörüsündeki değerler ile gerçekleşen değerler tutarsız olmaktadır. Diğer taraftan, raylı sistem projesinin beklenen güvenilirlik sınırından aşağı seviyede olması da bir hata sebebi olmaktadır. Örneğin işletme stratejisinden kaynaklanan sebeplerle sefer sürelerinin uzaması veya sefer sıklıklarına uyulmaması projeye olan güvenilirliği azaltacağından yolculuk sayıları beklenen değerlere ulaşmamaktadır.

Diğer Sebepler: Diğer sebepler arasında ise kişi başına hareketlilik ve nüfus artışı sayılabilir. Kişi başına hareketliliğin artması veya azalması doğrudan doğruya yapılan yolculuk sayısı ile ilgilidir. Bu oranın yanlış belirlenmesi veya doğru kestirilememesi, talep öngörülerini etkileyen önemli bir değişkendir. Nüfus sayısında ve nüfus yapısında ortaya çıkan değişimler de yolculuk sayısını, dolayısıyla projeye gelmesi olası yolcu sayısını etkileyebilecek değişkenler arasındadır.

3.3 Yolculuk Öngörülerindeki Hatalara Çözüm Önerileri

Bölüm 3.1’de ve 3.2’de açıklanan sonuçlar ışığında, büyük ulaşım yatırımlarının planlanmasında ve hayata geçirilmesinde hatalı yolculuk talep öngörülerine güvenilerek karar verilmesi riskli bir durumdur. Raylı sistem yatırımlarında her on projeden dokuzunda, talep öngörüsü olması gerekenden fazla hesaplanmıştır. Üstelik talep öngörülerini zaman içinde gerçekleşen yolculuk sayısına yakınlaştırmak yerine, açılış zamanına benzer bir oranla seyretmektedir. Dolayısıyla öngörülen edilen trafik ile gerçekleşen trafik arasındaki fark oransal olarak kapanmamaktadır. Bu durum, ulaşım yatırımlarındaki talep öngörüsü konusunda, daha doğru sonuçlar veren yöntemlerin bulunmasını veya önlemlerin alınmasını ve risk değerlendirmesi yapılmasını gerekli kılmaktadır (Flyvbjerg, 2003).

Yolculuk öngörülerinde ortaya çıkan hataları veya sapmaları azaltmak için öncelikle trafik tahmin çalışmasının, proje açısından ne kadar önemli olduğunun çok iyi anlaşılması gereklidir. Çünkü projenin yapımına karar verilmesi, projenin boyutlandırılması ve bütçeden ayrılan pay oranı büyük oranda yolculuk hacmi ile ilgilidir. Diğer taraftan projenin işletilmesi sırasında elde edilecek gelire göre yapılan uzun vadeli planlar da yolculuk öngörüsüne dayanmaktadır. Bu bakımdan daha güvenilir ve hatasız hesap yapmaya olanak sağlayan yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, “Referans tür öngörü” yöntemi geliştirilmiştir.

Referans türü öngörü (RTÖ) yöntemi ilk olarak, ekonomik öngörülerdeki önyargı konusu üzerinde çalışan Daniel Kahneman isimli psikologun, insan davranışlarını öngörmeye yönelik olarak yaptığı ve Nobel ödülü aldığı çalışmada geliştirilmiştir (Kahneman and Tversky, 1979; Kahneman, 1994). Referans tür öngörüsünün, klasik yöntemlere göre daha doğru sonuç verdiği yapılan çalışmaların sonuçlarından anlaşılmaktadır. Flyvbjerg bu yöntemi yolculuk öngörüsünde pratik olarak kullanılabilecek şekilde geliştirmektedir.

RTÖ yönteminde, yolculuk hacmi öngörülen raylı sistem projesi, daha önce yapılmış benzer projelerle yolculuk özellikleri açısından karşılaştırılır. Burada projenin kendine özgü özellikleri korunmakla birlikte daha önce yapılan projelerden elde edilen yolculuk üretimi, yolculuk dağılımı gibi değerlerin kıyaslanması ve bunların referans alınarak yolculuk öngörüsü hesabında güncelleme yapılması esastır.

RTÖ yöntemiyle yapılan yolculuk talep öngörülerini, klasik yöntemlere göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Ancak yapılan talep öngörü çalışmalarının büyük bir bölümü, klasik yaklaşımla asıl projeye odaklanarak yapılır. Geleneksel olan bu yaklaşımda projenin tüm ayrıntı ve kendine özgü özellikleri dikkate alınarak bunun geleceğe nasıl yansıtacağı öngörülür. Asıl proje odaklı olan karmaşık bir çalışma yerine, önceden yapılmış çalışmalardan elde edilen basit istatistiksel verilerle desteklenen yalın ve uygulanabilir talep öngörü yöntemleri daha doğru sonuçlar vermektedir. Diğer taraftan RTÖ yöntemiyle yolculuk hacmini hesaplayan plancıların ek senaryo üretmelerine, olası olayları hayal etmelerine veya hassas ölçümlerle yolculuk talebini kestirmelerine gerek yoktur, dolayısıyla bunlarla ilgili yanlış değerlendirme yapma olasılığı da azalmaktadır. RTÖ yönteminde esas olan, projenin kendi özellikleriyle birlikte geçmişteki projelerden elde edilen istatistiksel verilerin karşılaştırılarak en uygun sonucun bulunmasıdır.

RTÖ yönteminin bir başka faydası da, yolculuk hacminin hem öngörüyü yapan tarafından hem de karar vericiler tarafından daha kolay anlaşılmasını sağlamaktır. Çünkü hesaplanan yolculuk öngörüsü değerlendirilirken benzer projelerde gerçekleşen yolculuk sayıları da göz önünde bulundurulur. Dolayısıyla ortaya çıkan sonuçların anlamlı olup olmadığı rahatlıkla anlaşılır. Beklenen yolcu trafiğinin çok üzerinde veya çok altında hesaplanan değerler gözden geçirilerek, daha doğru sonuçların elde edilmesi sağlanır (Flyvbjerg, 2005a).

Ulaşım altyapıları gibi büyük ölçekli yatırımlar, ya şeffaflık çerçevesinde ve halk gözetiminde kamu tarafından ya da rekabet ve piyasa koşulları gözetilerek özel sektör tarafından yapılmaktadır. Her iki durumda da ulaşım projesiyle ilgili yolculuk öngörüsünün hatasız olarak yapılması büyük önem taşır. Dolayısıyla trafik hacminin doğru olarak öngörülmesine yönelik bir takım önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kamu tarafından, ulaşım altyapılarındaki yolculuk öngörüsünü yapmak amacıyla, bağımsız çalışan ve konusunda uzman kadrolardan oluşan birimler kurulmalıdır. Bu birimler ulaşım yatırımlarının hem yolculuk hacimlerini öngörmeli hem de fizibilite etütlerini yapmalıdır. Kamu tarafından oluşturulan bu birimlerin, üniversitedeki akademisyenlerle işbirliği yaparak birlikte çalışmaları, talep öngörülerindeki hata oranlarını büyük ölçüde azaltacak, fizibilite etütlerini daha tutarlı hale getirecektir.

- Yolculuk hacmini öngören birimlerin, yaptıkları çalışmalar sonucunda oluşturdukları veri tabanı ile, benzer özellikteki projelerin, RTÖ yöntemi yardımıyla hesaplanması mümkün olacaktır. Böylece yapılacak olan talep öngörülerini tutarlı olacak ve hatalar en düşük seviyeye indirilecektir.
- Belirli zaman dilimlerinde yapılan anketler ile kamuoyunun yatırımlar konusundaki fikri alınmalıdır. Ulaşım altyapısını kullanacak olan halkın, yolculuk eğilimleri ve beklentileri öğrenilmelidir. Bununla birlikte, konu ile ilgili olarak kurulan sivil toplum örgütlerinin görüşleri, plan yapıcılar ve karar vericiler tarafından göz önünde bulundurulmalıdır.
- Yolculuk öngörüsü yapan profesyonellerin veya firmaların proje ile ilgili olarak sorumluluk almaları ve olumsuz bir durumda yasal bir yaptırımla karşılaşmaları sağlanmalıdır. Böylece, projenin hayata geçmesini sağlamak amacıyla kasıtlı olarak yapılan abartılı ve hatalı öngörüler nedeniyle inşa edilen gereksiz veya gereksiz büyüklükteki projeler engellenir. Böylelikle proje ile ilgili olarak talep öngörüsü yapanlara yüklenen sorumluluk, hesaplamaların daha titiz ve doğru olarak yapılmasına neden olacaktır.
- Ulaşım altyapı projelerinin kamu ve özel sektör işbirliği ile yapılması da projelerin verimliliği açısından önemli bir konudur. Kamu tarafının hizmet amacı gütmesi ve şeffaflık politikası izlemesi, özel sektörün ise rekabet ve piyasa koşullarını gözetmesi ile seçenekler arasından en uygun olanı öne çıkarılabilir. Böylece geçki, boyut ve verimlilik açısından en uygun ulaşım altyapısı olarak inşa edilebilir.

Ulaşım altyapıları, büyük yatırım harcamaları gerektiren ve uzun vadeli hizmet vermesi planlanan projelerdir. Bu yönüyle yolculuk sayısı açısından, mali ve ekonomik boyutu açısından kapsamlı bir değerlendirme yapılmalıdır. Yukarıda bahsedilen talep öngörü biriminin kurulması veya sayılan diğer önlemlerle, yolculuk hacminin kestirilmesinde yapılan olası hatalar azalacaktır. Dolayısıyla ulaşım yatırım kararları daha düzgün bir zeminde, daha kesin verilerle daha doğru olarak yapılacaktır.

4. TÜRKİYE’DE KENTİÇİ RAYLI SİSTEM HATLARINDA YOLCULUK HACMİ AÇISINDAN ÖNCESİ SONRASI ÇALIŞMASI

Türkiye’de kent içi raylı sistemleri ulaşım etüdü çalışmaları, 1985 yılından sonra, başta İstanbul ve Ankara kentleri olmak üzere başlamaktadır. Büyük kentlerdeki yolculuk hacimlerinin, raylı sistemlerle karşılanabilecek düzeylere ulaşması ve pek çok kentte bu yönde istek ve girişimlerin ortaya çıkması ile birlikte, merkezi yönetim raylı sistem projelerine kaynak ayrılmasının değerlendirmeye alınması için ulaşım etüdü hazırlanmasını bir ön koşul olarak belirlemiştir. Bu zorunluluk sonucunda, 1985 yılından bu yana yaklaşık yirmi kentimizde kapsamlı kent içi ulaşım etüdü yapılmıştır. Raylı sistem konusunda tecrübeli olan ülkelerin, kendi teknolojilerini ülkemize tanıtmak ve özellikle büyük kentlerimizde ortaya çıkan raylı sistem pazarından pay almak amacıyla uygun kredi seçenekleri ve teknik uzman destekleri ile ortaya çıkmaları göze çarpmaktadır.

Ulaşım planlama çalışmalarının sayısındaki bu artışın nedenlerinin başında; 1980 sonrasında, dünyada benimsenen kentsel ulaşım politikalarının, ulaşım planlamasında çağdaş yaklaşım ve yöntemlerinin ülkemizde de kabul görmesi gösterilebilir. Bunun dışında; 3030 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu’nun çıkarılması ile bazı kentlerimizin “Büyükşehir” konumuna geçmesi ve merkezi yönetimin ulaşım etüdü zorunluluğu gibi bazı düzenleyici çalışmalar yapması diğer sebepler olarak sıralanabilir. Ancak, bu dönemde hazırlanan ulaşım etütlerinin ve yolculuk talep öngörülerinin büyük çoğunluğu, merkezi yönetimin tarafından belirlenen ön koşulları yerine getirmek ve bu kapsamda raylı sistem yatırımı için gerekli en küçük yolculuk rakamlarını elde etmek amacıyla hazırlanmıştır. Böylece ulaşım etüdünün yapılmasındaki asıl amaç olan yolculuk hacminin belirlenmesi konusu çarpıtılarak, hatalı sonuçlar elde edilmiştir. (Özalp ve Öcalır, 2008). Çizelge 4.1’de ülkemizde işletilmekte olan raylı sistemler ve onlara ilişkin ulaşım etüleri ile ilgili bilgiler bulunmaktadır.

Çizelge 4.1 : Türkiye’deki raylı sistem hatları ve onlara ait ulaşım etütleri.

Raylı Sistem Hattı	Ulaşım Etüdü Durumu	Ulaşım Etüdünü Yapan Firma	Yapılış Yılı	Tez Çalışması Kapsamındaki Değerlendirmesi	Açılış Yılı
Ankaray Hafif Raylı Sistem Hattı	Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması	Reid Crowther International Ltd.Şti.	1986	Çalışmadaki geçki ile gerçekleşen geçki birbiri ile uyuşmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir.	1996
Ankara Metro su	Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması	Reid Crowther International Ltd.Şti.	1986	Çalışmadaki geçki ile gerçekleşen geçki birbiri ile uyuşmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir.	1997
İstanbul Metro su	Boğaz, Demiryolu Tüneli Geçışı ve İstanbul Metro su Fizibilite Etütleri	İstanbul-Rail/Tunnel Consultants	1987	Çalışmadaki geçki ile gerçekleşen geçki birbiri ile uyuşmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir.	2000
İzmir Metro su	İzmir Ulaşım Master Planı	Heusch und Bosefeldt Co.	1991	Bu çalışmaya ulaşılamamıştır	2001
İstanbul Metro su	İstanbul Metro su Ulaşım ve Fizibilite Etüdü Güncellemesi Raporu	Ulaşım Art Ltd.Şti.	1992	Bu çalışmaya ulaşılamamıştır	2000
İstanbul Metro su, Taksim-4.Levent Hattı	İstanbul Metro su Ulaşım ve Fizibilite Etüdü Güncellemesi Raporu	Yüksel Proje Uluslararası A.Ş.	1997	Çalışma kapsamına dahil edilmiştir.	2000
Edirnekapı- Sultançiftliği Tramvay Hattı	Vezneciler-Sultançiftliği Tramvayı Mali-Ekonomik Fizibilite Etüdü	İstanbul Ulaşım A.Ş	2000	Çalışmadaki geçki ile gerçekleşen geçki birbiri ile uyuşmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir	2007
Zeytinburnu-Bağcılar Tramvay Hattı	Zeytinburnu-Yüz yıl Mah. ve Zeytinburnu-Bakırköy (İDO) Tramvay Hatları Ulaşım ve Fizibilite Etüdü	Yapı Merkezi A.Ş.	2001	Çalışmadaki geçki ile gerçekleşen geçki birbiri ile uyuşmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir.	2006
Taksim-Kabataş Füniküler Hattı	Taksim-Kabataş Füniküler Sistemi Fizibilite Etüdü	Semaly- Tçt Konsorsiyumu	2001	Çalışma kapsamına dahil edilmiştir.	2006
Bursa Hafif Raylı Sistem Hattı	Bursa Ulaşım Planlama Programı Kesin Raporu	Yapı Merkezi - ICF Kaiser Konsorsiyumu	2001	Çalışma kapsamına dahil edilmiştir.	2002
Kayseri Tramvay Hattı	Kayseri Tramvay Hattı Avan Proje Raporu	Eser Mühendislik Müşavirlik A.Ş	2001	2009 yılında işletmeye açıldığı için yolculuk öngörülerinin gerçekliği irdelenememiştir.	2009
İstanbul Metro su / 4.Levent-Atatürk Oto Sanayi Hattı	4.Levent-Atatürk Oto Sanayi Metro su Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü	Plan Ofis Ltd.Şti.	2005	Çalışmadaki geçki ile gerçekleşen geçki birbiri ile uyuşmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir.	2009
Aksaray-Havalimanı Hafif Raylı Sistem Hattı	Fizibilite etüdü yapılmamıştır.		-	-	1989
Kabataş-Zeytinburnu Tramvay Hattı	Fizibilite etüdü yapılmamıştır.		-	-	1992
Konya Tramvay Hattı	Fizibilite etüdü yapılmamıştır.		-	-	1991

Çizelge 4.1’ de gösterilen raylı sistem hatları ile ilgili 15 durumda, 3 raylı sistem hattı için fizibilite etüdü yapılmamıştır, 6 tanesinde ise gerçekleşen geçki ile fizibilitede öngörülen geçki uyuşmamaktadır, dolayısıyla işletilmekte olan geçkinin fizibilite etüdünün olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte 2 fizibilite etüdüne de ulaşılammıştır. Tez konusu çalışma kapsamında ancak üç raylı sistem hattı incelenmiştir. Bunlar;

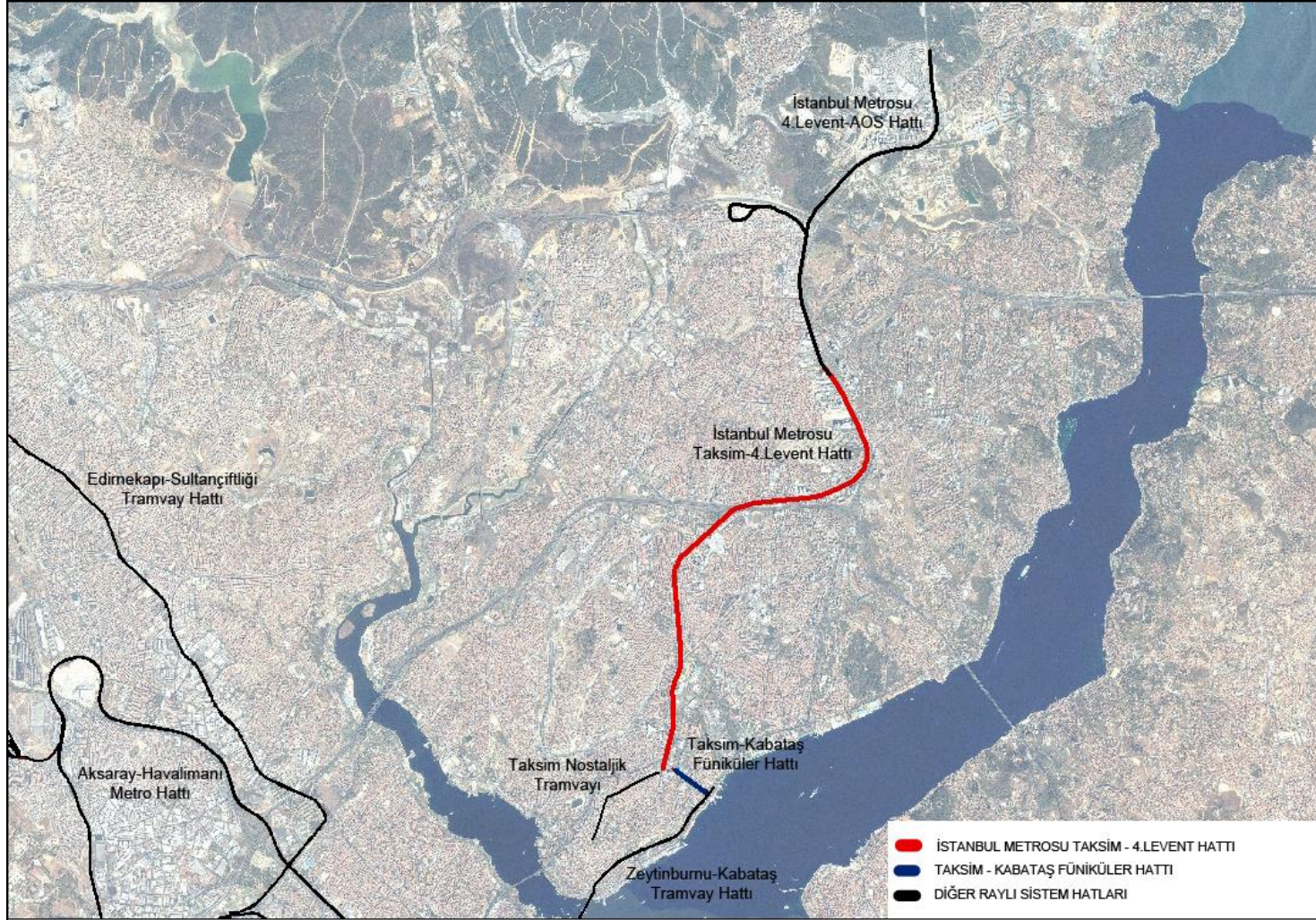
1. İstanbul Metrosu, Taksim-4.Levent Hattı
2. Taksim-Kabataş Füniküler Hattı
3. Bursa Hafif Raylı Sistem Hattı

4.1 İstanbul Metrosu, Taksim – 4.Levent Hattı

İstanbul Metrosu, Taksim – 4. Levent Hattı, İstanbul’un kuzey-güney aksında oluşan yolculuk talebine hizmet vermek amacıyla inşa edilmiş bir hattır. Taksim-4. Levent hattı, Bakırköy (İncirli)’den başlayıp Yenikapı, Taksim, Levent ve Maslak’tan geçerek Hacıosman’a kadar uzatılması planlanan İstanbul Metrosu’nun bir kısmı olan ve 7,25 km’lik bir uzunluğa sahip bir hattır. Proje inşaatına 1992 yılında başlanan hat, 2000 yılında 6 istasyonla hizmet verecek şekilde işletmeye açılmıştır. Proje konusu İstanbul Metrosu, Taksim- 4. Levent hattının geometrik ve işletme bilgileri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen, İstanbul’daki raylı sistem hatları ise Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : İstanbul metrosu, Taksim-4.Levent hattı geometrik ve işletme bilgileri.

Hat Bilgileri	Değerler
Hattın Uzunluğu (km)	7,25
Ray Açıklığı (mm)	1435
İstasyon Sayısı	6
En Büyük Boyuna Eğim	‰ 29,5
En Küçük Dönemeç Yarıçapı (m)	399
Araç Sayısı	32
Araç Kapasitesi (6 yolcu/m ²)	240
Sunulan Kapasite (yolcu/saat/yön)	13.000
Araç Genişliği (m)	3,05
Araç uzunluğu (m)	21,5
En büyük hız (km/sa)	80
İşletme Hızı (km/sa)	33



Şekil 4.1 : Çalışma kapsamında incelenen, İstanbul'daki raylı sistem hatları.

İstanbul Metrosu'nun Taksim- 4.Levent kesiminin fizibilite etüdü ilk olarak 1985-1987 yılları arasında, Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü (DLH) adına, İstanbul Rail / Tunnel Consultants (IRTC) firmalar grubu tarafından “Boğaz Demiryolu Tüneli Geçişi ve İstanbul Metrosu Fizibilite Etütleri ve Avan Projeleri” kapsamında hazırlanmıştır.

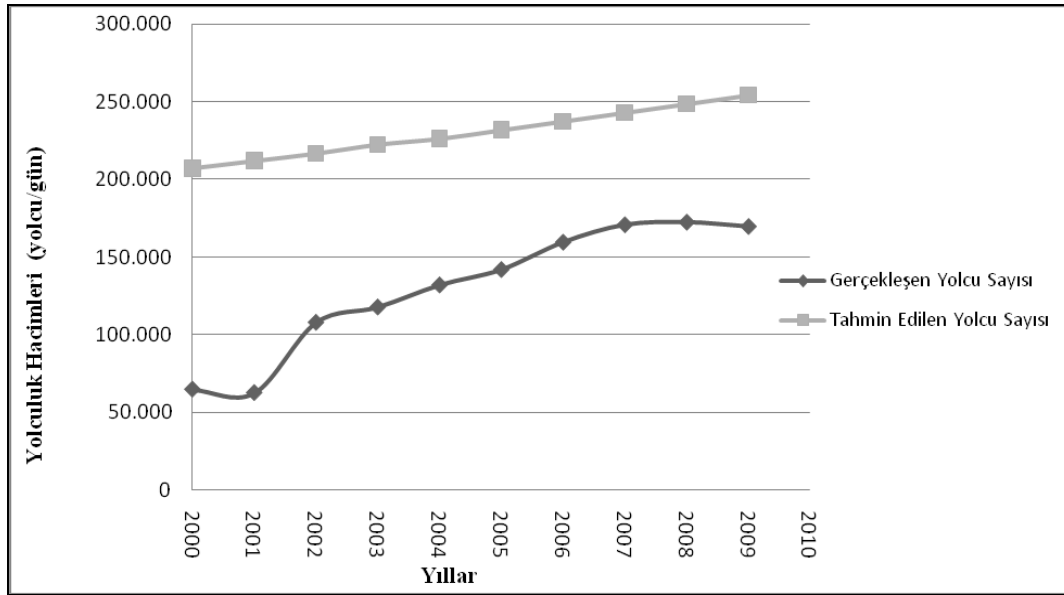
Metronun ekonomik ve mali değerlendirmesi, 1992 yılında Ulaşım-Art Ltd. Şti. tarafından güncellenmiştir. Bu güncelleştirme çalışmasının amacı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve merkezi yönetimdeki karar vericilere, projenin sağladığı kazançlar ve getirdiği yüklerin boyutları ve zamanlaması konusunda ayrıntılı ve güncel bilgilerin verilmesi olarak tanımlanmıştır (Gerçek, 1997). 1992 yılında İstanbul Metrosu, Taksim- 4.Levent hattı için yapılan çalışmanın güncelliğini yitirmesi sonucunda, 1997 yılında Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. tarafından yeni bir güncelleme çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmaya göre temel seçenek olarak ele alınan Taksim- 4.Levent kesiminin gerçekleşen ve öngörülen günlük ve zirve saat yolcu sayıları ve öngörülerdeki hata oranları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te, yıllara göre öngörülen ve gerçekleşen günlük yolcu sayıları ise Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Yolculuk öngörülerindeki hata oranları hesaplanırken “öngörülene göre” hata, gerçekleşen yolcu sayısı $(T_a)_i$ ile öngörülen yolcu sayısı $(T_f)_i$ arasındaki farkın öngörülen yolcu sayısına oranlanmasıyla, “gerçekleşene göre” hata ise bu farkın gerçekleşen yolcu sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur.

Çizelge 4.3 : İstanbul metrosu, Taksim – 4.Levent hattında öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk hacimleri.

Yıllar	Günlük Yolculuk Sayıları		Öngörülerdeki Hata Oranları (%)	
	Öngörülen (yolcu/gün)	Gerçekleşen (yolcu/gün)	Öngörülene Göre	Gerçekleşene Göre
2000	207.082	64.877	-69	-219
2001	211.855	62.689	-70	-238
2002	216.627	107.822	-50	-101
2003	222.400	117.687	-47	-89
2004	226.145	131.848	-42	-72
2005	231.764	141.777	-39	-63
2006	237.382	159.324	-33	-49
2007	243.000	170.528	-30	-42
2008	248.618	172.190	-31	-44
2009	254.236	169.425	-33	-50



Şekil 4.2 : İstanbul Metrosu, Taksim-4. Levent hattında öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk hacimlerinin yıllara göre değişimi.

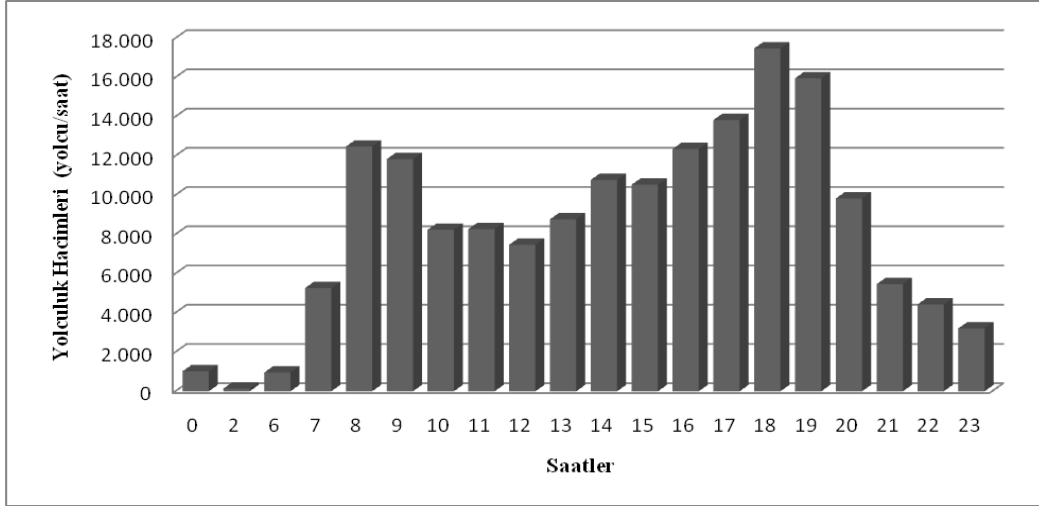
Çizelge 4.4 : İstanbul Metrosu, Taksim – 4. Levent hattında öngörülen ve gerçekleşen zirve saat yolculuk hacimleri.

Yıllar	Saatlik Yolculuk Sayıları		Öngörülerdeki Hata Oranları (%)	
	Öngörülen (yolcu/saat)	Gerçekleşen (yolcu/saat)	Öngörülene Göre	Gerçekleşene Göre
2006	26.112	16.358	-37	-60
2007	26.730	17.518	-34	-53
2008	27.348	19.831	-27	-38
2009	27.966	17.361	-38	-61

Çizelge 4.3 ve 4.4’te görüldüğü gibi Taksim-4. Levent hattının öngörülen yolculuk hacimleri ile gerçekleşen yolculuk hacimleri arasında büyük bir fark bulunmaktadır. Şekil 4.2’den anlaşılabacağı gibi, gerçekleşen günlük yolcu sayısı değerlerinde, zaman içinde belirgin bir artış olmasına karşın, öngörülen trafik değerleri göreceli olarak yüksek düzeydedir. Ancak aynı şekilden, öngörülen değerlerle gerçekleşen değerler arasındaki farkın, zaman içinde belirli bir seviyeye kadar kapandığı da anlaşılmaktadır.

Şekil 4.2’ye bakıldığında, Taksim-4. Levent hattının yolcusu sayısında 2007 yılına kadar tutarlı bir artışın olduğu, ancak 2007 yılına gelindiğinde bu artış oranının azaldığı ve 2008, 2009 yıllarında da bu durağan seyrin sürdüğü görülmektedir.

Şekil 4.3'e bakılırsa özellikle akşam 17:00-18:00 saatlerinde taşınan yolcu sayısı 2007 yılında iki yönde 17.000 yolcu/saat değerini aşmıştır. 2007 yılında İstanbul Metrosu, herbiri 240 yolcu kapasiteli 4 araçlı dizilerle zirve saatlerde 4,5 dak.'lık sefer aralıkları ile 13.000 yolcu/saat/yön kesit kapasitesi sunmaktadır.



Şekil 4.3 : İstanbul Metrosu, Taksim-4.Levent hattında 2007 yılında gerçekleşen yolculukların gün içindeki saatlere göre dağılımı.

Hattın taşıdığı yolcu sayısındaki 2007 yılında başlayan durağan seyir, sistemin mevcut servis düzeyi ile yolculuk hacmi açısından doyum noktasına ulaşması olarak algılanmaktadır. Dizideki araç sayısının artırılması veya servis sıklığının azaltılması ile kapasite artışının sağlanması durumunda, İstanbul Metrosu'nun yolcu talebinin ve yolcu sayısının tekrardan artış eğilimine gireceği söylenebilir.

2002 yılında Taksim-4.Levent hattında taşınan yolcu sayısında yolcu sayısında belirgin bir artışın olduğu gözlenmektedir. Bu yükselişin sebebi, Taksim-4.Levent hattının geçkisine paralel olarak çalışan bazı otobüs hatlarının kaldırılması ya da belirli bir yerde kesilmesidir. Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da Taksim-4. Levent hattının işletmeye açılmasından sonra geçkisi değişen ve seferden kaldırılan otobüs hatları verilmektedir. İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel (İETT) İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan bu çalışmaya göre, 4.Levent'ten geçip Mecidiyeköy'e giden 12 hattın son durağı 4.Levent olarak değiştirilmiştir. Bununla birlikte Şişli'den geçip Harbiye ve Taksim yönüne giden 12 otobüs hattının son durağı da Şişli'ye çekilmiştir. Ayrıca, İstanbul Metrosu, Taksim-4.Levent hattına paralel olarak çalışan ve Çizelge 4.6'da verilen 12 otobüs hattı ise seferden kaldırılmıştır.

Çizelge 4.5 : İstanbul metrosu, Taksim – 4.Levent hattının işletmeye açılması sebebiyle son durağı değişen otobüs hatları.

SIRA	UYGULAMA ÖNCESİ DURUM		UYGULAMA SONRASI DURUM	
	HAT NO	HAT ADI	HAT NO	HAT ADI
1	29B	REŞİTPAŞA-MECİDİYEKÖY	ML29B	REŞİTPAŞA-4.LEVENT METRO
2	29F	FERAHEVLER-MECİDİYEKÖY	ML29F	FERAHEVLER-4.LEVENT METRO
3	29T	TARABYAÜSTÜ-MECİDİYEKÖY	ML29T	TARABYAÜSTÜ-4.LEVENT METRO
4	41D	SARIYER-MECİDİYEKÖY	ML41D	SARIYER-4.LEVENT METRO
5	42	BAHÇEKÖY-MECİDİYEKÖY	ML42	BAHÇEKÖY-4.LEVENT METRO
6	42M	BAHÇEKÖY-MECİDİYEKÖY	ML42M	BAHÇEKÖY-4.LEVENT METRO
7	29	PINAR MAH.-MECİDİYEKÖY	ML29G	PINAR MAH.-4.LEVENT METRO
8	29GM	MASLAK GZT.SİT-MECİDİYEKÖY	ML29M	MASLAK GZT.SİT.-4.LEVENT METRO
9	29M	DERBENT MAH.-MECİDİYEKÖY	ML29P	DERBENT MAH.-4.LEVENT METRO
10	29P	POLİGON MAH.-MECİDİYEKÖY	ML41D	POLİGON MAH.-4.LEVENT METRO
11	41	SARIYER-MECİDİYEKÖY	ML41	SARIYER-4.LEVENT METRO
12	41B	AYAZAĞA-MECİDİYEKÖY	ML41B	AYAZAĞA KÖYÜ-4.LEVENT METRO
13	27T	ŞİRİNTEPE-TAKSİM	27T	ŞİRİNTEPE-ŞİŞLİ
14	59A	KARANFİLTEPE-TAKSİM	59A	KARANFİLTEPE-ŞİŞLİ
15	59N	FATİH SULTAN-TAKSİM	59N	FATİH SULTAN-ŞİŞLİ
16	59S	LEVAZIM SB.SİT.-HARBİYE	59S	LEVAZIM SB.SİT.-ŞİŞLİ
17	66Z	ZİNCİRLİDERE-TAKSİM	66Z	ZİNCİRLİDERE-ŞİŞLİ
18	54G	K.HANE-GÜRSEL MH.-HARBİYE	54G	K.HANE-GÜRSEL MH.-ŞİŞLİ
19	54T	TALATPAŞA-HARBİYE	54T	TALATPAŞA-ŞİŞLİ
20	41S	SEYRANTEPE-TAKSİM	41S	SEYRANTEPE-ŞİŞLİ
21	59R	R.HİSARÜSTÜ-TAKSİM	59R	R.HİSARÜSTÜ-ŞİŞLİ
22	59UÇ	UÇAKSAVAR-TAKSİM	59UÇ	UÇAKSAVAR-ŞİŞLİ
23	64Ç	ÇELİKTEPE-TAKSİM	64Ç	ÇELİKTEPE-ŞİŞLİ
24	65G	KAĞITHANE-TAKSİM	65G	KAĞITHANE-ŞİŞLİ

Çizelge 4.6 : İstanbul metrosu, Taksim – 4.Levent hattının işletmeye açılması sebebiyle seferden kaldırılan otobüs hatları.

SIRA	HAT	HAT ADI
1	51	DNZ.SB.LOJM.-TAKSİM
2	46H	HÜRRİYET MAH.-EMİNÖNÜ
3	46HY	HÜRRİYET MAH.-YENİKAPI
4	B1	BEBEK-TAKSİM
5	46K	KUŞTEPE-EMİNÖNÜ
6	54HM	HASKÖY-MECİDİYEKÖY
7	70	KURTULUŞ-EMİNÖNÜ
8	70FY	FERİKÖY-YENİKAPI
9	124	ALTBOSTANCI-M.KÖY
10	128A	ALTBOSTANCI-M.KÖY
11	203	ŞAHİNBEY-TAKSİM-DOLMABAĞÇE
12	69E	MECİDİYEKÖY-EMİNÖNÜ

1997 yılında Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. tarafından hazırlanan fizibilite etüdü güncelleme çalışmasında, Taksim- 4. Levent hattına paralel olarak çalışan ve bu hatla rekabet etme durumunda olan otobüs hatları ile ilgili herhangi bir düzenleme öngörülmemiştir. 2002 yılında otobüs hatlarında yapılan düzenlemeler, Taksim-4. Levent hattının taşıdığı yolcu sayısının düşük olmasına bağlı olarak yapılmış bir uygulama olarak algılanmaktadır. Dolayısı ile 2002 yılından sonra Taksim- 4. Levent hattı için hesaplanan yolculuk öngörüsü hata oranları, fizibilitede hesaplanan değerler açısından daha iyimser sonuçlar vermektedir. Otobüs hatlarında fizibilite raporunda öngörülmeyen düzenlemelerin yapılması, hata oranlarını göreceli olarak azaltmıştır.

Bununla birlikte aynı çalışmada, 2010 yılı için öngörülen İstanbul nüfusu 15.285.122 kişi iken, İstanbul'un 2009 yılı nüfusu olan 12.782.960 kişi, bu değer oldukça gerisinde kalmıştır. Buna göre nüfus açısından öngörülene göre -%16'lar, gerçekleşene göre ise -%20'ler düzeyinde bir öngörü hatasının yapıldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca 1997 yılında yapılan bu çalışmada, 1996 yılında yapılan "İstanbul Ulaşım Ana Planı" ndaki veriler kullanılmıştır. Buna göre 1996 yılındaki çalışmada 1,00 olarak belirlenen kişi başına motorlu araçla yolculuk sayısının (hareketlilik değeri) 2010 yılında 1,10 değerine yükseleceği öngörülmüştür. Ancak 2006 -2007 yıllarında İstanbul Metropolitan Planlama (İMP) tarafından "İstanbul Ulaşım Ana Planı" çalışması kapsamında yapılan anket çalışmasında bu oran 0,86 değerine gerilemiştir. Dolayısı ile artma eğilimi göstermesi öngörülen hareketlilik değerinin azaldığı gözlenmektedir. Nüfus sayısı ve hareketlilik değeri gibi yolculuk sayısına doğrudan etki edecek bileşenlerin doğru olarak öngörülmemesi, doğal olarak yolculuk öngörüsü hatalarının sebepleri arasında yer almalarına neden olmuştur.

Fizibilite çalışmasında kullanılan ulaşım modeli elde edilemediğinden, model yapısından kaynaklanan bir hatanın olup olmadığı değerlendirilememiştir. Bir başka deyişle, ulaşım modeline doğru veriler girilmiş olsa bile, model öngörülerinde ne kadarlık bir sapmanın oluşacağı bilinmemektedir.

Yukarıda açıklanan sebepler, Taksim-4. Levent hattının yolculuk hacminin, öngörülene göre daha az gerçekleşmesine neden olmuştur.

4.2 Taksim-Kabataş Füniküler Hattı

Taksim-Kabataş funiküler hattı, bir taraftan İstanbul metrosunun Şişhane-Atatürk Oto Sanayi (AOS) kesimini, Taksim nostaljik tramvayını ve Kabataş- Zeytinburnu tramvayını birbirine bağlarken, diğer taraftan Anadolu yakasından vapur, deniz otobüsü veya deniz motoru ile Avrupa'ya gelen yolcuların kolayca Taksim gibi ticaret ve eğlence merkezine ulaşmasını sağlamaktadır. Füniküler hattının Anadolu merkezli yolcuların yolculuk hareketlerini oldukça kolaylaştırdığı söylenmektedir. Ayrıca funiküler hattı, Boğaz hattı ve Büyükdere Caddesi yönünden gelen çok sayıdaki otobüs yolcusunun Kabataş'tan Taksim'e kolayca erişmesini sağlamaktadır.

Taksim-Kabataş funiküler hattı ile ilgili ulaşım etüdü Semaly- Tçt konsorsiyumu tarafından 2001 yılında yapılmıştır. Fizibilite çalışmasında, İBB ve İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) işbirliği ile 1997 yılında hazırlanan İstanbul Ulaşım Ana Planı'ndaki veriler esas alınmıştır.

Taksim- Kabataş Füniküler sisteminin inşaatı 2002 yılında başlamış ve üç yıllık bir yapım süresi sonunda 2006 yılında işletmeye açılmıştır. Proje ile ilgili geometrik ve işletme bilgileri Çizelge 4.7'da verilmiştir.

Çizelge 4.7 : Taksim-Kabataş funiküler hattı geometrik ve işletme bilgileri.

Hat Bilgileri	Değerler
Hattın Uzunluğu (m)	646
Ray Açıklığı (mm)	1435
İstasyon Sayısı	2
En Büyük Boyuna Eğim	‰ 221,9
Araç Sayısı	4
Araç Kapasitesi (6 yolcu/m ²)	188
Sunulan Kapasite (yolcu/saat/yön)	5.000
Araç Genişliği (m)	2,9
Araç uzunluğu (m)	34,5
En büyük hız (km/sa)	36
İşletme hızı (km/sa)	21

Taksim-Kabataş funiküler hattının fizibilite etüdü sonucunda öngörülen ile gerçekleşen günlük ve zirve saat yolculuk hacimleri Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8 : Taksim-Kabataş föniküler hattı öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk sayıları.

Yıllar	Günlük Yolculuk Sayıları		�ng�r�lerdeki Hata Oranları (%)	
	�ng�r�len (yolcu/gün)	Gerçekleşen (yolcu/gün)	�ng�r�lene Göre	Gerçekleşene Göre
2006	63.600	19.747	-69	-222
2007	65.920	23.377	-65	-182
2008	68.330	25.727	-62	-166
2009	70.820	24.279	-66	-192

Çizelge 4.9 : Taksim-Kabataş f nik ler hattı öngörülen ve gerçekleşen zirve saat yolculuk sayıları.

Yıllar	Saatlik Yolculuk Sayıları		�ng�r�lerdeki Hata Oranları (%)	
	�ng�r�len (yolcu/saat)	Gerçekleşen (yolcu/saat)	�ng�r�lene Göre	Gerçekleşene Göre
2006	6.360	3.136	-51	-103
2007	6.592	3.310	-50	-99
2008	6.833	3.160	-54	-116
2009	7.082	3.129	-56	-126

Görüldüğü gibi Taksim – Kabataş f nik ler hattının öngörülen yolculuk hacimleri, gerçekleşen değ rlerden oldukça yüksek seviyede bulunmaktadır. Günlük yolculuklar açısından değ rlendirme yapıldığında, öngörülen yolculuklardaki hata oranları  ng r lene ve gerçekleşene göre -% 60 ve -%180 arasındadır. Saatlik olarak değ rlendirme yapıldığında ise hata oranları -%50 ve -%110'lara gerilemiştir. Buna göre zirve saatler için yapılan saatlik öngörüler daha az hatalı sonuçlar vermiştir.

Taksim – Kabataş f nik ler hattının yolculuk hacmi verimliliğ  açısından öngörülen değ rlere göre düşük seviyede kalmasının sebepleri ř  şekilde sıralanabilir;

- Fizibilite raporunda, İstanbul Metrosu'nun Taksim-Yenikapı kesiminin 2004 yılında, Kadıköy-Kartal ve Üsküdar-Ümraniye metrolarının ise 2006 yılında bitirileceğ  varsayılmıştır. Ancak İstanbul Metrosu'nun, Taksim – Yenikapı kesiminin arkeolojik kazılar sebebiyle ve Haliç geçişinde yapılması planlanan köprü projelerinin onaylanmaması sebebiyle 2004 yılında işletmeye aılamayacağı bilinmesine karşın, açılacağı kabul edilmiştir. Diğ r taraftan Kadıköy-Kartal metro hattının inşaatına 2005 yılında başlanmış, Üsküdar-Ümraniye metro hattının kesin projeleri ise 2007 yılında bitirilmiş ve Mayıs 2010 tarihi itibari ile İBB tarafından henüz yapım ihalesine çıkılmamıştır.

Dolayısıyla bu projelerin 2006 yılında işletmeye açılmasının mümkün olmayacağı, fizibilitenin yapılış tarihi olan 2001 yılında bilinmesi ve öngörülmesi gerekmektedir. Taksim – Kabataş Füniküler Hattı'nın işletmeye açıldığı tarihte raylı sistem ağında yer alması planlanan bu hatların inşaat halinde olması veya inşaatına başlanmamış olması, funiküler hattının en önemli yolcu çekim merkezlerini ortadan kaldırmaktadır. Bundan dolayı fizibilite etüdünde öngörülen yolculuk hacimlerinde hatalı hesaplamalar yapılmıştır.

- Ayrıca fizibilite raporunda, Kabataş vapur iskelesinin işletme verimliliğini, dolayısıyla çektiği yolcu hacmini artırmak amacıyla Kadıköy ve Haydarpaşa'dan vapur seferlerine başlanması, Üsküdar ve Bostancı'ya yapılan seferlerin ise sıklaştırılması önerilmiştir. Ancak bu amaçla yapılması talep edilen düzenlemeler hayata geçmemiştir.
- Diğer taraftan, nüfus açısından yapılan öngörüler de gerçekleşmemiştir. Fizibilite raporunda, İstanbul'un yıllık nüfus artış oranı %3,65 olarak kabul edilmiştir ancak bu değer TÜİK verilerine göre 2000'li yıllar için % 2,5 seviyesinde kalmıştır. Yine, İstanbul'un 2010 yılı nüfusu 15.443.810 kişi olarak tahmin edilirken, 2009 da gerçekleşen rakam olan 12.782.960 kişi bu değerinde oldukça gerisinde kalmıştır.
- Bunula birlikte, Taksim-Kabataş funiküler hattının fizibilite çalışmasında kullanılan ulaşım modeli elde edilemediğinden, model yapısından kaynaklanan bir hatanın olup olmadığı değerlendirilememiştir. Bir başka deyişle, ulaşım modeline doğru veriler girilmiş olsa bile, model öngörülerinde ne kadarlık bir sapmanın oluşacağı bilinmemektedir.

Taksim-Kabataş funiküler hattı, Kabataş ve Taksim bağlantısını kolayca sağlaması açısından verimli bir raylı sistem projesidir. Bu hat ile Atatürk Havalimanı'ndan gelen bir yolcu yalnızca raylı sistem hattını kullanarak Maslak'a hatta Hacıosman'a ulaşabilecektir. Diğer taraftan gelecekte yapılması planlanan Kabataş-Mahmutbey metro projesini İstanbul metrosuna bağlaması açısından da önemli bir projedir. Ancak funiküler hattı, yukarıda sayılan nedenlerden dolayı fizibilite raporunda öngörülen yolculuk hacmini yakalayamamıştır. Dolayısı ile açılışından itibaren geçen

4 yıllık süre içerisinde, öngörülen yolculuk hacmi açısından başarılı bir proje olarak gösterilmemektedir.

4.3 Bursa Hafif Raylı Sistem Hattı

Bursa hafif raylı sistem hattı, Bursa'nın en önemli ana yollarından olan İzmir Yolu, Mudanya Yolu ve Ankara Yolu'nu birbirine bağlayan bir geçki üzerinde inşa edilmiş, önemli bir raylı sistem hattıdır.

Bursa hafif raylı sistem hattının bir ucu Mudanya Yolu'ndaki organize sanayi bölgesinden, diğer ucu ise İzmir Yolu Çalı Kavşağı'ndan başlamaktadır. Mudanya Yolu ile İzmir Yolu'nun kesiştiği noktada birleşip, Acemler, Merinos ve Şehreküstü'nden geçen hat Arabayatağı'na kadar gelmektedir. Bursa hafif raylı sistemi hiçbir şekilde hemzemin bir kavşak üzerinden geçmemektedir. Hat tümüyle karayolundan ayrılmış bir geçkide, sinyalizasyon sistemi ile işletilmektedir.

Bursa hafif raylı sistemi 23 km'lik bir uzunluğa sahiptir ve hat üzerinde 23 istasyon bulunmaktadır. 1998 yılında inşaatına başlanan hattın ilk aşaması 2002 yılında işletmeye açılmıştır. Şehreküstü – Arabayatağı arasında kalan B aşaması ise 2008 yılı ortasında tarifeli seferlerine başlamıştır.

Çizelge 4.10'da projenin geometrik ve işletme bilgileri verilmiştir. Şekil 4.5'te ise projenin geçkisi gösterilmektedir.

Çizelge 4.10 : Bursa hafif raylı sistemi geometrik ve işletme bilgileri.

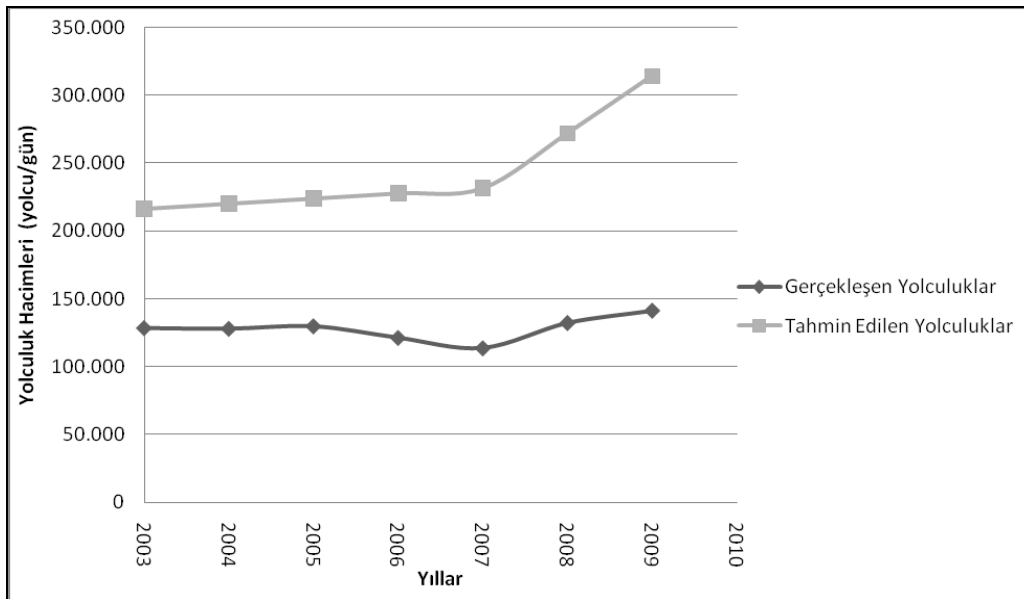
Hat Bilgileri	Değerler
Hattın Uzunluğu (km)	23
Ray Açıklığı (mm)	1435
İstasyon Sayısı	23
En küçük dönemeç yarıçapı (m)	110
En büyük boyuna eğim (m)	%50
Peron Boyu (m)	120
Araç Sayısı	48
Araç Kapasitesi (6 yolcu/m ²)	287
Sunulan Kapasite (yolcu/saat/yön)	10.000
Araç Genişliği (m)	2,65
Araç uzunluğu (m)	27,7
En Büyük Hız (km/sa)	70
İşletme Hızı (km/sa)	34

Bursa hafif raylı sisteminin fizibilite etüdü 2001 yılında Yapı Merkezi - ICF Kaiser Konsorsiyumu tarafından yapılmıştır. Bu rapora göre öngörülen yolculuk hacimleri ve işletme sırasında gerçekleşen yolculuk hacimleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.4'te gösterilmektedir.

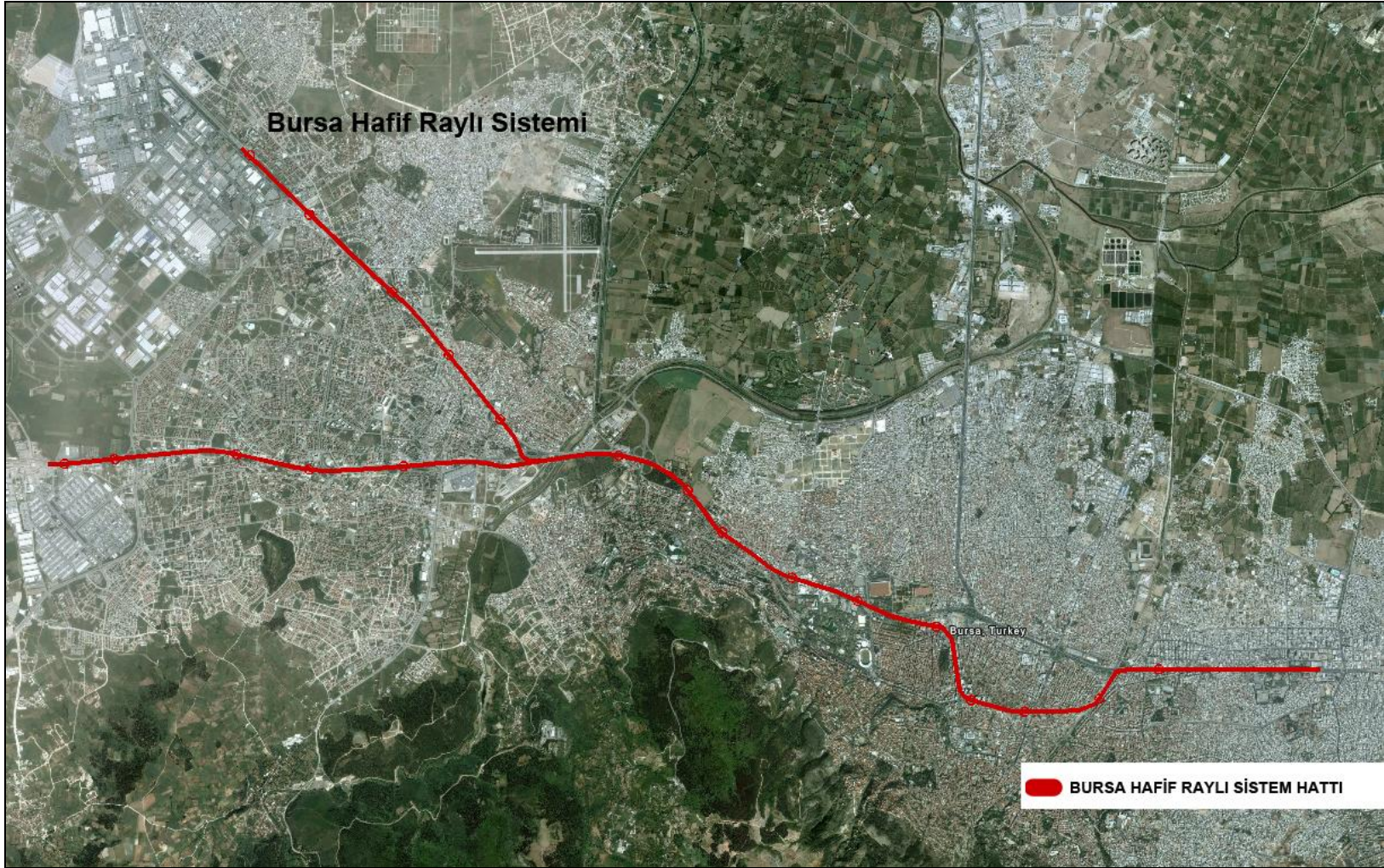
2001 yılında yapılan ve Bursa hafif raylı sisteminin fizibilite etüdünü de içeren Bursa Ulaşım Programı Kesin Raporu'nda öngörülen raylı sistem geçkisi, işletilmekte olan Bursa hafif raylı sisteminin geçkisi ile aynıdır. Bu açıdan, Bursa hafif raylı sisteminin yolculuk öngörülerindeki gerçekliğin irdelenmesinde herhangi bir engel bulunmamaktadır.

Çizelge 4.11 : Bursa hafif raylı sistemi öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk hacimleri.

Yıllar	Günlük Yolculuk Sayıları		Öngörülerdeki Hata Oranları (%)	
	Öngörülen (yolcu/gün)	Gerçekleşen (yolcu/gün)	Öngörülene Göre	Gerçekleşene Göre
2003	216.334	128.260	-41	-69
2004	220.119	127.762	-42	-72
2005	223.908	129.609	-42	-73
2006	227.701	121.117	-47	-88
2007	231.497	113.522	-51	-104
2008	271.863	132.013	-51	-106
2009	314.064	140.997	-55	-123



Şekil 4.4 : Bursa hafif raylı sistemi öngörülen ve gerçekleşen günlük yolculuk hacimleri.



Şekil 4.5 : Bursa hafif raylı sistemi geçkisi.

Bursa hafif raylı sisteminin günlük yolculuklarının yıllara göre değişiminde üç durum göze çarpmaktadır. Bunlar, gerçekleşen yolculuk sayısının 2005 yılından sonra azalarak 2007 yılında en düşük seviyeye inmesi, 2007 yılından sonra ise tekrardan artış eğilimine geri dönmesi ve öngörülen yolculuk sayısının 2008 yılından sonra olağan dışı olarak artmasıdır.

Gerçekleşen yolculuk sayısının 2005 yılından sonra azalışa geçmesinin sebebi birkaç sebebi vardır. İlk olarak kentin batı yakasında yer alan ve aynı zamanda raylı sistem geçkisine paralel olarak çalışan otobüs hatlarına yenilerinin eklenmesi ile otobüs sefer sayıları artmıştır, buna bağlı olarak bu otobüs hatlarının çekiciliği de artmıştır. Dolayısı ile raylı sistem yolculuklarının bir bölümü otobüs hatlarına yönelmiştir. İkinci olarak ise toplu taşıma bilet fiyatlarının o yıllarda artış göstermesidir. Toplu taşıma bilet fiyatların artması ve karayolu ağının gelişmesi ile birlikte özel araçların kullanımı o yıllarda artış göstermiştir. Dolayısı ile hem raylı sistemin hem de tüm toplu taşıma sisteminin yolculuk talebi azalmıştır. Son olarak, Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından ana yollarda yapılan katlı kavşakların 2005 yılında tamamlanmaya başlaması ile birlikte, lastik tekerlekli toplu taşıma araçlarının ve özel araçların çekiciliğinin artması söylenebilir. Katlı kavşaklar nedeniyle lastik tekerlekli araçlarla yapılan yolculukların kolaylaşması ve yolculuk sürelerinin azalması raylı sisteme olan talebi azaltmıştır.

Ayrıca, Bursa hafif raylı sistem hattının fizibilite çalışmasında kullanılan ulaşım modeli elde edilemediğinden, model yapısından kaynaklanan bir hatanın olup olmadığı değerlendirilememiştir. Bir başka deyişle, ulaşım modeline doğru veriler girilmiş olsa bile, model öngörülerinde ne kadarlık bir sapmanın oluşacağı bilinmemektedir

Gerçekleşen ve öngörülen yolcu sayısının 2008 yılı ile birlikte artışa geçmesinin sebebi ise, hafif raylı sistemin B aşamasının 2008 yılında işletmeye açılması olarak gösterilmektedir. Hattın uzaması ile birlikte taşıdığı yolcu sayısında artış meydana gelmiştir. Diğer taraftan fizibilite raporunda öngörülen yolculuklar da, hattın B aşamasının açılmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Ancak Şekil 4.5'ten, hattın B aşamasının açılmasından sonra yolcu sayısında ortaya çıkan artışın, öngörülen artış oranında gerçekleşmediği görülmektedir.

Bursa hafif raylı sisteminin gerçekleşen yolculuk hacimlerinin, öngörölene göre düşük olmasının en önemli sebebi, raylı sistem geçkisine paralel olarak çalışan otobüs hatlarının seferden kaldırılmamasıdır. Birbiri ile rekabet halinde olan Bursa hafif raylı sistem hattı ile ona paralel olarak çalışan otobüs hatları geçki üzerindeki yolculukları paylaşmaktadırlar. Dolayısı ile raylı sistemin ektiğı yolculuk hacmi azalmaktadır.

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, raylı sistem hatları için yapılan fizibilite etütlerinde öngörülen yolculuk hacimleri ile hattın işletmeye açıldığı dönemden sonra gerçekleşen yolculuk hacimleri kıyaslanmıştır.

Ulaşım yatırımları için yapılan yolculuk öngörülleri, proje açısından hayati öneme sahip değişkenlerden biridir. Projenin yapım kararının verilmesi, projenin boyutlandırılması, proje için ayrılacak maddi ve insani gücü kaynaklarının belirlenmesi, yıllar içinde gerçekleşecek gelirlerin ve işletme maliyetlerinin hesaplanması büyük ölçüde yolculuk hacmi ile doğrudan ilgilidir. Bu bakımdan yolculuk sayısının belirlenmesi ile ilgili süreçte dikkatli ve titiz bir çalışma yapmak gerekmektedir.

Çalışmada, Türkiye’de işletilmekte olan raylı sistem hatlarının yolculuk öngörülerindeki güvenilirliğin irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kent içi raylı sistem hatlarının fizibilite etütleri ile ilgili Çizelge 4.1’de gösterilen 15 durum incelenmiştir. Buna göre 3 raylı sistem hattında yani Türkiye’de işletilmekte olan raylı sistem hatlarının %20’sinde fizibilite etüdünün yapılmadığı görülmüştür. Çalışma kapsamındaki 6 hattın yani Türkiye’deki raylı sistem hatlarının %40’ının, işletme altındaki geçkisi ile fizibilitede öngörülen geçkisi uyuşmadığı için çalışmaya dahil edilememiştir. Başka bir deyişle, işletilmekte olan bu 6 raylı sistem hattının fizibilite etütlerinin olmadığı söylenebilir. Çalışma kapsamında, yapıldığı bilinen 2 fizibilite etüdüne ulaşılammış, 1 tane fizibilite etüdü de, hattın 2009 yılında işletmeye açılması sebebiyle gerçekleşen yolculuk hacimleri dikkate alınarak değerlendirme yapılamamıştır. Türkiye’de işletilmekte olan raylı sistem hatlarından ancak 3 tanesi yani tüm raylı sistemlerin % 20’si, tez çalışması kapsamında yolculuk öngörüsünün güvenilirliği açısından irdelenebilecek temsil düzeyinde yer almıştır.

Bu tez çalışmasında, İstanbul ve Bursa’da işletilmekte olan üç raylı sistem hattı yolculuk hacimleri açısından incelenmiştir.

Yapılan öncesi ve sonrası çalışmasında, bu raylı sistem hatlarının yolculuk hacimleri açısından öngörülen düzeyin oldukça gerisinde kaldığı görülmüştür. Üçüncü bölümde açıklandığı gibi, dünyaki tüm raylı sistemlerin yaklaşık olarak yarısında %50'den fazla talep öngörü hataları olduğu düşünülürse, bu sonucun yalnızca ülkemize özel bir durum olarak algılanmaması gerekmektedir. Raylı sistem yatırımlarında yapılan en büyük hatalar, yolculuk öngörüsü sonucunla ortaya çıkan değerler olarak ele alınmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen ve İstanbul'un kuzey-güney yolculuk aksında yer alan İstanbul Metrosu, Taksim- 4.Levent hattı, İstanbul Metrosu'nun işletmeye açılan ilk kesimidir. 2000 yılında işletmeye açılan hattın günlük olarak taşıdığı yolcu sayısı 64.877 yolcu/gün değerinden 2009 yılında 169.425 yolcu/gün değerine ulaşmıştır. Yolcuların zamanla metro hattına alışmaları, tramvay hattının Eminönü-Kabataş kesimi ile Taksim-Kabataş funiküler hattının inşa edilerek metroya entegre edilmesi ve metroya rakip olarak çalışan otobüs hatlarında yapılan geçki düzenlemeleri, başlangıçta -%69 ve -%210'lar mertebesinde olan hata oranlarını, 9 yıl içerisinde -%33 ve -%50'ler seviyesine indirmiştir. Ancak Taksim- 4.Levent hattının işletmeye açıldığı zamandan bu tarafa geçen 9 yıl içerisinde fizibilitede öngörülen yolculuk hacmi açısından başarılı bir verim sergileyememiştir.

Taksim-Kabataş funiküler hattı da tez çalışması kapsamında incelenen projelerden biridir. Hattın inşaatına 2002 yılında başlanmış ve 2006 yılında işletmeye açılmıştır. Taksim-Kabataş funiküler hattının 4 yıllık işletme verilerinden elde edilen gerçekleşmiş yolculuk hacimleri, öngörülen yolculuk hacimlerine göre oldukça geride kalmıştır. Açılışının ilk yılında günlük olarak taşıdığı yolcu sayısı 19.747 yolcu/gün iken bu değer 2009 yılı itibari ile 24.279 yolcu/gün'e yükselmiştir. Ancak açılış yılından itibaren öngörülen değerler açısından hata oranı -% 60 ve -%180'ler seviyesinde kalmıştır. Zirve saatte gerçekleşen yolculuk hacimleri ise günlük yolculuklara oranla daha az hatalı sonuçlar vermiştir. Zirve saatler açısından hata oranları -%50 ve -%110'lar seviyesinde yer almaktadır. Hattın işletme verilerine ve fizibilitede öngörülen yolculuk değerlerine göre hesaplanan bu yüksek hata oranı, Taksim-Kabataş funiküler hattının yolculuk hacmi açısından başarılı projeler listesine girmesini engellemiştir.

Tez çalışmasında incelenen son raylı sistem projesi ise Bursa hafif raylı sistem hattıdır. Bursa hafif raylı sistem hattının inşaatına 1998 yılında başlanmış ve ilk aşaması 2002 yılında, B aşaması ise 2008 yılında işletmeye açılmıştır. Bu hat için 2003 ile 2009 yılları arası değerlendirmeye alınmıştır. Hat açılışının ikinci yılı olan 2003 yılında günlük olarak 123.260 yolcu taşırken, 2009 yılında bu değer 140.997 yolcu/gün'e yükselmiştir. Bursa hafif raylı sisteminin yolculuk hacminde, işletmeye açılmasından sonra geçen 6 yıl içerisinde belirgin bir artışın olmadığı görülmektedir. Hattın açıldığı ilk yılda talep öngörüsündeki hata oranı -%41 ve -%69 iken bu değer zamanla artarak 2009 yılında -%55 ve -%120 seviyesine çıkmıştır.

Sonuç olarak, raylı sistem projelerinin öngörülen yolculuk hacmi, sistemin tüm yapısını etkileyen en önemli girdi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakımdan fizibilite etütlerinde ortaya çıkan öngörü hatalarının en düşük seviyeye indirmek için yeni yaklaşımlar geliştirilmelidir.

Ortaya çıkan böylesi fazla hatalı öngörülerin en az düzeye indirilebilmesi için, raylı sistem projelerinin fizibilite etütlerindeki yolculuk öngörülerini hesaplanırken, projenin çekim alanı içerisinde bulunan tüm ulaşım altyapılarının sisteme olan etkileri ayrı ayrı ele alınmalıdır. Projenin çekim alanı içerisinde yer alan ulaşım altyapılarının projeye olan etkileri ağırlıklandırılarak belirlenmeli, her bir ulaşım altyapısı değişikliğinin “yapılma” ya da “yapılmama” durumu ele alınarak projenin yolculuk hacimleri seçenekleriyle birlikte ortaya konulmalıdır. Böylece öngörülen yolculuk hacimleri daha gerçekçi olarak hesaplanması sağlanacak ve yapılması gereken altyapı çalışmalarının yapılmaması durumunda nasıl etkilerin ortaya çıkacağı öngörülmüş olacaktır. Buna bağlı olarak proje için ayrılan bütçe, yolculuk gelirleri, işletme giderleri, araç sayıları ve sistemin boyutları daha net olarak belirlenebilir. Dolayısıyla gereksiz, gereğinden fazla veya ihtiyaçtan daha düşük kapasiteli yatırımların yapılması önlenabilir hale gelebilir.

KAYNAKLAR

- Acar, İ. H.**, 1998a. Fiziki Sınırları Gözetken Yönlendirici Ulaşım Planlaması (Stratejik Planlama), 4. Ulaştırma Kongresi, Denizli; 25-37.
- Acar, İ. H.**, 1998b. Kent içi Trafik Sorunlarının Hafifletilmesinde Güncel Yöntemler ve İstanbul'un Durumu, 2. Kent içi Ulaşım Kongresi, İstanbul; 468-480.
- Babalık-Sutcliffe, E.**, 2002. Urban Rail Systems: Analysis of The Factors Behind Success, *Transport Reviews*, **22**(4), 415-447.
- Bertolini, L.**, 2007. Evolutionary Urban Transportation Planning: An Exploration Environment and Planning, **39**, No 8; 1998-2009.
- Evren, G.**, 1995. Ulaştırma Planlamasında Gelişmekte Olan Ülkelere Özgü Sorunlar, 3. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul; 11-24.
- Evren, G., Elmas, H.M. ve Akduman, S.**, 1997. Bursa Raylı Sistem Planlamasının Eleştirel Bir Gözle Tanıtımı, İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler, III. Teknik Kongre, ODTÜ, Ankara.
- Evren, G.**, 1999. Türkiye Ulaştırma Politikalarına Eleştirel Bir Bakış, II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Ankara; 3-14.
- Flyvbjerg, B., Holm, M.K.S. and Buhl, S. L.**, 2003. How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?, *Transport Reviews*, **23**(1), 71-88.
- Flyvbjerg, B., Holm, M.K.S. and Buhl, S.L.**, 2005a. How (in)accurate are demand forecasts in public works projects? The case of transportation. *Journal of the American Planning Association*, **71** (2), 131-146.
- Flyvbjerg, B., Holm, M.K.S. and Buhl, S.L.**, 2005b. Inaccuracy in traffic forecasts. Department of Development and Planning, Aalborg University, Aalborg, Denmark.
- Gerçek, H. ve Demir, O.**, 1997. İstanbul metrosu mali ve ekonomik fizibilite etüdünün güncelleştirme raporu-Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. adına İBB için hazırlanmıştır.

- Hart, T.**, 1994. Transport Choices and Sustainability: A Review of Changing Trends and Policies, *Urban Studies*, **31**(4/5), 705-727.
- İstanbul Metropolitan Planlama**, 2007. İstanbul Ulaşım Ana Planı, İBB Planlama Müdürlüğü adına hazırlanmıştır.
- Kahneman, D. and Tversky, A.**, 1979. Prospect theory: An analysis of decisions under risk, *Econometrica*, **47**, 313-327.
- Kahneman, D.**, 1994. New challenges to the rationality assumption, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, **150**, 18-36.
- Kane, L. and Del Mistro, R.**, 2003. Changes in Transport Planning Policy: Changes in Transport Planning Methodology ? *Transportation*, **30**, 113-131.
- Lawlor, M.J.**, 1995. Federal Urban Mass Transportation Funding and the Case of the Second Avenue Subway, *Transportation Quarterly*, **49** (4), 43-54.
- Litman, T.**, 2004. Evaluating Rail Transit Criticism, Victoria Transport Policy Institute, Canada.
- Manheim, M.L.**, 1979. Fundamentals of Transportation System Analysis, 3; 91-113.
- Mierzejewski, E. A.**, 1995. A New Strategic Urban Transportation Planning Process, Tampa: University of South Florida, Center for Urban Transportation Research.
- National Audit Office** ,1988. Department of Transportation, Scottish Development Department and Welsh Office: Road Planning (London: HMSO).
- Öncü, E.**, 1993. Ülkemiz Kentlerinin Ulaşım Yapısı ve Kentlilerin Yolculuk Özellikleri, 5. Toplu Ulaşım Kongresi, Ankara.
- Özalp. M. ve Öcalır. E. V.**, 2008. Türkiye’deki Kent içi Ulaşım Planlaması Çalışmaların Değerlendirilmesi
- Pickrell, D. H.**, 1990. Urban Rail Transit Projects: Forecast Versus Actual Ridership and Cost , Washington, DC: US Department of Transportation
- Semaly-Tçt Konsorsiyumu**, 2001. Taksim-Kabataş föniküler hattı, fizibilite etüdü raporu, İBB için hazırlanmıştır.
- Winston, C. and Maheshri, V.**, 2007. On the social desirability of urban rail transit systems, *Journal Of Urban Economics* , **62**(2), 362-382.
- Yapı Merkezi, Icf Kaiser Konsorsiyumu**, 2001. Bursa ulaşım planlama programı kesin raporu, Bursa Büyükşehir Belediyesi için hazırlanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Kâmil DEMİRCAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Konya / 24.07.1984

Adres: Ferhatpaşa Metro Tesisleri, Proje Müdürlüğü

34220 Esenler/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

