

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**ENTEĞRE OLMUŞ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN
YOLCULUK TALEBİNDEKİ DEĞİŞİMİNİN
İNCELENMESİ; ŞİŞHANE-ATATÜRK OTO
SANAYİ RAYLI SİSTEM HATTI ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi

MEHMET ÇAKIR

İSTANBUL, 2010

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

ENTEĞRE OLMUŞ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN
YOLCULUK TALEBİNDEKİ DEĞİŞİMİNİN
İNCELENMESİ; ŞİŞHANE-ATATÜRK OTO
SANAYİ RAYLI SİSTEM HATTI ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Tezi

MEHMET ÇAKIR

DANIŞMAN: PROF.DR. MUSTAFA ILICALI

İSTANBUL, 2010

T.C.

**BAHÇESEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**

Tezin Adı: Entegre Olmuş Ulaşım Sistemlerinin Yolculuk Talebindeki Değişiminin İncelenmesi; Şişhane-Atatürk Oto Sanayi Raylı Sistem Hattı Örneği

Öğrencinin Adı Soyadı: Mehmet ÇAKIR
Tez Savunma Tarihi: Haziran 2010

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Enstitümüz tarafından onaylanmıştır.

Yrd. Doç. Dr. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdürü
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü
İmza

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

Jüri Üyeleri

İmzalar

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Tez Danışmanı

Doç. Dr. Murat ERGÜN
Üye

Öğr.Gör. Nilgün CAMKESEN
Üye

Öncelikle bu programın açılmasında emeği geçen ve tez danışmanım sayın Prof.Dr. Mustafa ILICALI' ya, değerli bilgileri ile beni yönlendiren sayın Doç.Dr. Murat ERGÜN' e, lisans eğitimim boyunca ufkumu açan sayın Yrd. Doç.Dr. Çağlar M. MEŞHUR' a, çalışmam boyunca her türlü desteği veren İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Planlama Müdürlüğüne ve Müdür yardımcısı İhsan Hadi KARADENİZ' e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamda değerli katkılarından dolayı Serkan ŞİMŞEK' e, Serap ŞENGÜL ÇETİNKAYA' ya, Dilek ÇOL ve diğer çalışma arkadaşlarıma, aynı zamanda çok değerli lisans arkadaşlarım Ümit ÇOBAN ve Sinan LEVEND' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bugünlere gelmemde sonsuz emekleri olan AİLEM' e en içten dileklerle teşekkür ederim.

ÖZET

ENTEĞRE OLMUŞ ULAŞIM SİSTEMLERİNİN YOLCULUK TALEBİNDEKİ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ; ŞİŞHANE-ATATÜRK OTO SANAYİ RAYLI SİSTEM HATTI ÖRNEĞİ

Çakır, Mehmet

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Mart 2010, 141 sayfa

Tez Danışmanı: Prof.Dr.Mustafa ILICALI

Bu çalışmada entegre olmuş ulaşım sistemlerinin yolculuk talebindeki değişiminin incelenmesi yapılmıştır. Amaç mevcut bir ulaşım sisteminin entegre olması sonucunda yolculuk talebindeki değişiminin ortaya konulmasıdır. Çalışma kapsamında İstanbul'daki Şişhane-AOS raylı sistem hattı incelenmiştir.

Kullanılan yöntemde; 2006 yılında İstanbul Büyükşehir belediyesi Ulaşım Planlama Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen “Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyon(İUAP-UTM)” çalışmasından faydalanılmaktadır. Belirlenen senaryolar İUAP-UTM’ de test edilerek yolculuk sayılarındaki değişim ortaya konulmaktadır.

Model sonuçları ile gerçek yolculuk sayıları mukayese edilerek modelin tutarlılığı belirlenmektedir. Sonuç olarak entegre olmuş ulaşım sistemlerinin yolculuk sayıları hem gerçek değerlerle hem de İUAP-UTM modelinde test edilerek çalışılan hat üzerinde entegrasyonun çalışmalarının yolculuk talebindeki etkisi ortaya konulmaktadır. Ayrıca raylı sistem hattında düşünülen değişiklikler ulaşım planlama modelinde test edilerek ön fizibilite çalışmalarının yapılmasına olanak sağlayarak, entegrasyon ve ulaşım planlamasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Entegrasyon, Ulaşım planlaması, toplu taşıma türleri, Şişhane-AOS

ABSTRACT

THE ANALYSIS ABOUT THE EFFECT OF INTEGRATED TRANSPORTATION SYSTEMS ON TRAVEL DEMAND; CASE STUDY OF ŞİŞHANE-ATATÜRK OTO SANAYİ RAILWAY LINE

ÇAKIR, Mehmet

Urban Systems and Transportation Management

March 2010, 141 pages

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ILICALI

In this study the effect of integrated transportation systems on travel demand is analyzed. The main objective of the study is the introduction of the variation in travel demand as a result of integration of a present transportation system. Şişhane-AOS railway line in Istanbul is examined within the context of the study.

As part of the method used in the study, it is benefited from the data of “Transportation Master Plan 1st Stage Analytic and Model Calibration Study (IUAP-UTM)” that was prepared by Istanbul Metropolitan Municipality, Transportation Planning Directorate. By testing the specified scenarios in IUAP-UTM, the difference in number of trips is stated.

Comparing the difference between the number of real trips and model results, the consistency of the model is determined. As a result, by testing the number of trips in integrated transportation systems both with real values and IUAP-UTM model results, the effect of integration studies in travel demand on the case line is stated. Furthermore by testing railway line modifications in transportation planning model, pre-feasibility studies are provided; the requirement for integration and transportation planning is emphasized.

Keywords: Integration, Transportation Planning, Public Transport Modes, Şişhane-AOS

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TABLolar.....	viii
KISALTMALAR.....	xiii
1 GİRİŞ.....	1
2 KENTİÇİ TOPLU TAŞIMA TÜRLERİ.....	4
2.1 KENTİÇİ TOPLU TAŞIMA TÜRLERİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	4
2.2 KENTİÇİ TOPLU TAŞIMA TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	8
2.2.1 Teknolojik Özellikler Açısından Karşılaştırma.....	8
2.2.2 Ekonomik Özellikler Açısından Karşılaştırma.....	12
2.2.3 Hizmet Sunum Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	14
2.2.4 Çevre Etkileri Açısından Karşılaştırma.....	17
2.3 TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE ENTEGRASYON.....	17
2.4 İSTANBUL İLİNİN ULAŞTIRMA ALTYAPISI.....	20
2.4.1 Karayolu Taşımacılığı.....	20
2.4.2 Demiryolu Taşımacılığı.....	27
2.4.3 Denizyolu Taşımacılığı.....	36
3 ULAŞIM PLANLAMASI.....	41
3.1 ULAŞIM PLANLAMASININ TARİHSEL GELİŞİMİ.....	41
3.2 TÜRKİYEDEKİ ULAŞIM PLANLAMA ÇALIŞMALARI.....	43
3.2.1 1970 Öncesinde Yapılan Çalışmalar.....	44
3.2.2 1970-1985 Yılları Arasında Yapılan Çalışmalar.....	44
3.2.3 1985 Sonrası Yapılan Çalışmalar.....	46
3.3 İSTANBUL' DAKİ ULAŞIM PLANLAMA ÇALIŞMALARI.....	52
3.4 KLASİK 4 AŞAMALI ULAŞIM PLANLAMA MODELİ.....	55
3.4.1 Yolculuk Üretim-Çekim Modelleri.....	56
3.4.2 Yolculuk Dağılım Modelleri.....	61
3.4.3 Türel Seçim Modellemesi.....	65
3.4.4 Şebeke Ataması.....	67
3.5 İSTANBUL ULAŞIM ANA PLANI ÇALIŞMASI.....	71
3.5.1 Veri Tabanının Oluşturulması.....	71
3.5.2 Yolculuk Üretim-Çekim Modelleri.....	87
3.5.3 Yolculuk Dağılım Modeli.....	89
3.5.4 Türel Seçim.....	89
3.5.5 Karayolu Şebeke Ataması.....	91
3.5.6 Toplu Taşıma Şebeke Ataması.....	92
4 ŞİŞHANE - ATATÜRK OTO SANAYİ RAYLI SİSTEM HATTININ İNCELENMESİ.....	94
4.1 TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ.....	94
4.1.1 1.Aşama Taksim-4.Levent Raylı Sistem Hattı.....	94
4.1.2 2.Aşama Şişhane-Taksim Ve 4. Levent-Aos Raylı Sistem Hatları.....	97
4.1.3 3.Aşama Şişhane-Aos Raylı Sistem Hattı.....	99
4.2 ŞİŞHANE-AOS RAYLI SİSTEM HATTININ YOLCULUK SAYILARI.....	99
4.3 İUAP TOPLU TAŞIMA ŞEBEKE ATAMA SONUÇLARI.....	104
4.3.1 1.Aşama Taksim-4.Levent Raylı Sistem Hattı Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları.....	105

4.3.2 2.Aşama Şişhane-Taksim, Taksim-4.Levent, 4.Levent-Aos Raylı Sistem Hatları Ve Yakın Çevresi Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları.....	111
4.3.3 3.Aşama Şişhane-Aos Raylı Sistem Hattı Ve Yakın Çevresi Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları	117
4.3.4 4.Aşama Şişhane-Aos Raylı Sistem Hattında İşletme Sisteminin Geliştirilmesi Durumunun Toplu Taşıma Şebeke Ataması Sonuçları	124
4.3.5 Model Sonuçlarına Göre Aşamaların Karşılaştırılması	130
5 SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	132
KAYNAKÇA.....	136
ÖZGEÇMİŞ	141

TABLÖLAR

Tablo 2.1 Ulaşım türlerinde fiziksel özerklik ve trafik esnekliği	9
Tablo 2.2 Taşıma türlerine ait kapasiteler	10
Tablo 2.3 Ulaşım türlerinin güvenlik açısından karşılaştırılması	11
Tablo 2.4 Bazı toplu taşıma türler için yatırım maliyetleri(milyon \$)	12
Tablo 2.5 Bazı toplu taşıma türler için işletme maliyetleri(US cent)	13
Tablo 2.6 Toplu Taşıma Türlerinin Araç Sıklığı	15
Tablo 2.7 Bazı toplu taşıma türlerinde konfor özellikleri	16
Tablo 2.8 Ulaşım türlerine göre günlük ortalama taşınan yolcu sayıları	20
Tablo 2.9 Karayolu taşımacılığı istatistikî bilgileri	21
Tablo 2.10 Belirli yıllardaki otomobil sayısı.....	22
Tablo 2.11 Raylı sistemlerin türlerine göre işletmecî, güzergah ve hat uzunluk bilgileri	28
Tablo 2.12 Maçka-Taşkışla teleferik hattının işletme özellikleri	29
Tablo 2.13 Eyüp-Piyerloti teleferik hattının işletme özellikleri	30
Tablo 2.14 Taksim-Kabataş fûniküler hattının işletme özellikleri	31
Tablo 2.15 Kadıköy-Moda nostaljik tramvay hattının işletme özellikleri	31
Tablo 2.16 Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattının işletme özellikleri	32
Tablo 2.17. Bağcılar-Güngören tramvay hattının işletme özellikleri	33
Tablo 2.18 Topkapı-Habipler tramvay hattının işletme özellikleri.....	33
Tablo 2.19 Aksaray-Havaalanı Hafif Metro Hattının İşletme Özellikleri.....	34
Tablo 2.20 Şişhane-Atatürk Oto Sanayi Metro Hattının İşletme Özellikleri	35
Tablo 2.21 Banliyö hatları özellikleri	35
Tablo 2.22 İDO tarafından taşınan yolcu ve araç sayıları(2009).....	36
Tablo 2.23 Denizotobüsü iç hat yolcu sayıları(2009)	37
Tablo 2.24 Denizotobüsü dış hat yolcu sayıları(2009)	37
Tablo 2.25 Hızlı feribot hatlarında taşınan yolcu ve araç sayıları(2009).....	38
Tablo 2.26 Şehir hatlarında taşınan günlük yolcu sayıları(2009)	39
Tablo 2.27 Şehir hatlarında taşınan günlük yolcu ve araç sayıları(2009)	39
Tablo 2.28 Denizyolu toplu taşımanın işletme özellikleri(2009)	40
Tablo 3.1 1970-1985 arasında dönemde gerçekleşen çalışmalar.....	44

Tablo 3.2 1970- 1985 Arası dönem değerlendirme özellikleri.....	46
Tablo 3.3 1985 sonrası dönemde toplu taşıma ve trafik iyileştirme etütleri	47
Tablo 3.4 1985 sonrası dönemde raylı sistem etütleri.....	48
Tablo 3.5 1985 sonrası dönemde kentsel ulaşım etütleri	49
Tablo 3.6 1985 Sonrası dönem değerlendirme özellikleri.....	51
Tablo 3.7 İstanbul'da Yapılan 4 Ulaşım Çalışmalarının Karşılaştırılması	54
Tablo 3.8 Parametrelerin veri tabanında gösterim şekli.....	74
Tablo 3.9 Ulaştırma türleri durak kayıp süreleri.....	75
Tablo 3.10 Ulaşım türleri için kalkış aralığı hesabında kullanılan yöntemler.....	76
Tablo 3.11 Ulaşım türleri kapasite değerleri	77
Tablo 3.12 Ulaşım türleri hızlarının elde edilmesi	78
Tablo 3.13 Yol tiplerine göre hız değerleri	80
Tablo 3.14 Taşıt türleri.....	85
Tablo 3.15 Trafik ve Doluluk Sayımları İçin Araç Türleri	86
Tablo 3.16 Ev bazlı iş yolculuklarının türel seçim modeli.....	91
Tablo 4.1 Taksim-4. Levent Raylı sistem hattının genel karakteristik özellikleri.....	96
Tablo 4.2 İstasyonlardaki yürüyen merdiven ve asansör sayıları	97
Tablo 4.3 Şişhane-AOS raylı sistem hattında taşınan günlük yolcu sayılarının yıllara göre değişimi	101
Tablo 4.4 Yıllara göre hafta içi günlerde istasyonlardaki günlük yolculuk sayıları	102
Tablo 4.5 Yıllara göre hafta sonu günlerde istasyonlardaki günlük yolculuk sayıları.	103
Tablo 4.6 Yıllara göre genel ortalama ile istasyonlardaki yolculuk sayıları	104
Tablo 4.7 1.Aşama Taksim-4.levent raylı sistem hattının model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları	106
Tablo 4.8 Taksim-4.levent raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları.	107
Tablo 4.9 Taksim-4.Levent hattını etkileyen otobüs hatlarının model sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	108
Tablo 4.10 Taksim-4.Levent Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	108
Tablo 4.11 1.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları .	109
Tablo 4.12 1.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları	110

Tablo 4.13 2.Aşama Şişhane-Taksim. Taksim-4.Levent. 4.Levent-AOS Raylı Sistem Hatları model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları	112
Tablo 4.14 2. Aşama 2009 Yılı Şişhane-AOS raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları	113
Tablo 4.15 2. Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Otobüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	114
Tablo 4.16 2.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	114
Tablo 4.17 2.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları .	115
Tablo 4.18 2.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları	116
Tablo 4.19 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hatları model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları	118
Tablo 4.20 3.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları.....	119
Tablo 4.21 3. Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Otobüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	120
Tablo 4.22 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	121
Tablo 4.23 3.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları .	122
Tablo 4.24 3.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları	123
Tablo 4.25 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hatları model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları.....	124
Tablo 4.26 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları.....	126
Tablo 4.27 4.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Otobüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	127
Tablo 4.28 4.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları	127
Tablo 4.29 4.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları .	128
Tablo 4.30 4.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları	129
Tablo 4.31 Model sonucu yolcu sayılarının belirlenen türlere göre dağılımı	131

ŞEKİLLER

Şekil 2.1 Fiziksel özerlik-güvenirlilik ilişkisi(Türkmen, 2001, 31)	9
Şekil 2.2 Ulaştırma altyapılarına göre günlük ortalama yolcu sayılarının dağılımı	20
Şekil 2.3 Karayolu taşıma türlerine göre ortalama günlük yolcu sayılarının dağılımı ...	21
Şekil 2.4 Otobüs Hatlarının Dağılımı,(İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2007)	23
Şekil 2.5 Mevcut Metrobüs Hattı(İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2009)	24
Şekil 2.6 Minibüs hatlarının dağılımı(İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2007)	25
Şekil 2.7 Dolmuş hatlarının dağılımı (İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2007).....	26
Şekil 2.8 Raylı sistem türlerinde ortalama günlük taşınan yolcu payları	28
Şekil 2.9 Deniz hatlarının dağılımı(İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2007).....	40
Şekil 3.1 Kent bazında ulaşım etütleri	52
Şekil 3.2 Dört Aşamalı Klasik Ulaştırma Modeli (Ortuzar ve Willumsen, 1994, s. 23)	55
Şekil 3.3 Yolculuk Amaç Türlerinin Gösterilmesi(Ortuzar ve Willumsen, 1994, s. 95)	57
Şekil 3.4 İUAP-UTM Karayolu şebekesi(İBB, ulaşım planlama müdürlüğü-2006)	72
Şekil 3.5 İUAP-UTM toplu taşıma şebekesi.....	74
Şekil 3.6 Zaman sayacı(İBB, İUAP-UTM)	79
Şekil 3.7 Yolculuk süresi ölçümü yapılan linkler	80
Şekil 3.8 İUAP-UTM Trafik analiz bölgeleri	81
Şekil 3.9 Dış istasyon anketleri ve taşıt sayım kesitleri.....	84
Şekil 3.10 Perde ve kordon hatları(İBB, Ulaşım planlama müdürlüğü-2006).....	85
Şekil 3.11 İUAP-UTM Karayolu şebeke ataması	92
Şekil 3.12 İUAP-UTM Toplu taşıma şebeke ataması	93
Şekil 4.1 1. Aşama Taksim-4. Levent Raylı Sistem Hattı	95
Şekil 4.2 2. Aşama Şişhane-Taksim. Taksim-4.Levent ve 4. Levent-AOS Raylı Sistem Hatları.....	98
Şekil 4.3 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı.....	99
Şekil 4.4 Günlük taşınan yolcu sayıları	101
Şekil 4.5 Hafta içi günlerde günlük yolculuk sayılarının istasyonlara dağılımı gösterimi	102

Şekil 4.6 Hafta sonu günlerde günlük yolculuk sayılarının istasyonlara dağılımının gösterimi.....	103
Şekil 4.7 Genel ortalamalar ile günlük yolculuk sayılarının istasyonlara dağılımının gösterimi.....	104
Şekil 4.8 Model sonuçları ile gerçek yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı.....	106
Şekil 4.9 Taksim-4. Levent raylı sistem hattının hacim/kapasite oranları.....	107
Şekil 4.10 1. Aşama senaryolarına göre model sonucu yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı.....	109
Şekil 4.11 1. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları.....	110
Şekil 4.12 2009 Yılı Model sonuçları ile gerçek yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı	112
Şekil 4.13 Şişhane-Taksim. Taksim-4.Levent. 4.Levent-AOS Raylı sistem hatlarının hacim/kapasite oranları	113
Şekil 4.14 2. Aşama senaryolara göre model sonucu taşınan yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı	115
Şekil 4.15 2. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları.....	116
Şekil 4.16 3.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının model sonuçları ve gerçek yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılım	119
Şekil 4.17 3.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının hacim/kapasite oranları.....	120
Şekil 4.18 3. Aşama senaryolarına göre model sonucu taşınan yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı	122
Şekil 4.19 3. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları.....	123
Şekil 4.20 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının model sonucu yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılım	125
Şekil 4.21 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının hacim/kapasite oranları.....	126
Şekil 4.22 4. Aşama senaryolarına göre model sonucu taşınan yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı	129
Şekil 4.23 4. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları.....	130
Şekil 4.24 Model sonucu yolcu sayılarının belirlenen türlere göre dağılımının grafiksel gösterimi.....	131

KISALTMALAR

Atatürk Oto Sanayi(İstasyonu)	:AOS
Başlangıç Bitiş	: OD
Birincil Örneklem Birimi(Primary sampling unit)	: PSU
Bureau of public Road	: BPR
Ev Bazlı/Uçlu Yolculuklar	: HB
Ev Bazlı/Uçlu Diğer Yolculuklar	: HBO
Ev Bazlı/Uçlu İş Yolculuklar	: HBW
Ev Bazlı/Uçlu Okul Yolculuklar	: HBS
Ev Bazlı/Uçlu Olmayan Yolculuklar	: NHB
Hacim Kapasite Oranı	: V/C
İkincil Örneklem Birimi(Secondary samplinunit)	: SSU
İstanbul Büyükşehir Belediyesi	: İBB
İstanbul Deniz Otobüsleri Anonim Şirketi	: İDO
İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri	: İETT
İstanbul Teknik Üniversitesi	: İTÜ
Merkezi İş Alanı	: MİA
Özel Halk Otobüsü	: ÖHO
Trafik Analiz Bölgeleri	: Zon
Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları	:TCDD
Türkiye İstatistik Kurumu	: TÜİK
Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyon	: İUAP-UTM)
Ulaşım Koordinasyon Merkezi	: UKOME
Üretim-Çekim	: PA
Yolculuk Uzunluk Frekans Dağılımı	:YUFD

1 GİRİŞ

İnsanların ya da nesnelerin belli bir amaç doğrultusunda yer değiştirmesine ulaştırma denilmektedir. Amaç yer ve zaman faydası sağlamaktır. Diğer bir deyişle belirli bir yere belirli bir zamanında ulaşamazsak o yerden faydalanamayız.

Ulaştırma temel bir ihtiyaç olmayıp ara hizmettir. Bir toplumdaki ekonomik, sosyal ve kùltürel etkinliklerin bir türevi olarak ortaya çıkmaktadır. İhtiyaç olduğu yerde ihtiyaç kadar ortaya çıkmaktadır.

Kentin bir bölgesinde kurulan yerleşim bölgeleri ulaşım ihtiyaçını doğurmaktadır. Yeni bir ulaşım yatırımı da yerleşim yerlerinin şekillenmesinde etkin bir rol oynayarak kent makroformunun değişmesine sebep olmaktadır.

Ulaştırma yatırımları son derece pahalı yatırımlardır. Her ÷lkede kamu kaynaklarının önemli bir kısmı ulaştırmaya ayrılmaktadır. Her hangi bir ulaştırma yatırımına karar verilirken karar vericilere büyük sorumluluklar düşmektedir. Bu durumda karar verilen yatırımların doğruluğunu ortaya koymak ihtiyaç olmaktadır.

İşte bu nedenlerden dolayı planlama ulaştırmanın olmazsa olmaz gereğidir. Yapılan ulaştırma yatırımlarının bilimsel olarak incelenerek, ulaştırma davranışlarının tespit edilerek belli zaman da ortaya konulması ve önceliklerin belirlenmesi gerekliliği ulaştırma planlamasının doğmasına sebep olmuştur. Ulaştırma planlamasında ilk iş talep tahmin araştırmasıdır. Bu aşamada mevcut ulaşım talebi belirlenmeye çalışılır. Bir sonraki aşama ise kapasite analizidir. Mevcut ulaşım sistemlerinin kapasite değerleri hesaplanarak talebi karşılama potansiyeli belirlenir. Böylelikle Bir sonraki aşama olan yatırım gereği de ortaya konulabilir. Daha sonra doğru yatırımın belirlenir ve bilimsel değerlendirmelere tabi tutularak planlama süreci tamamlanır.

Ulaşım planlamasında kullanılan araçlardan bir tanesi de ulaşım sistemlerinin entegrasyonudur. Daha çok toplu taşıma türleri için geçerli olan entegrasyonda otomobilleri ihmal etmemek gerekmektedir. Zira günümüz trafiğinde, düşük doluluk oranına sahip olarak çok sayıda otomobil bulunmaktadır. Bu duruma bir çare olarak ta

bu otomobillerin şehir merkezine girmesini engellemeye yönelik “park and ride” istasyonları yapılmaktadır.

Toplu taşıma türleri arasında entegrasyon farklı şekilde yapılmaktadır. Hat ve zaman tarifesi bazında, fiziki düzenleme ve ücret sisteminde entegrasyondur. Hat ve zaman tarifeli entegrasyonda bir kentteki toplu taşıma sistemi bir bütün olarak ele alınmakta ve her tür kapasitesi ölçüsünde, kentteki koridorlarda kendine yer bulmalıdır. Yüksek kapasiteli türler şehir merkezinde, düşük kapasiteli türler ise daha çok ara yollarda çalışarak besleyici hatlar olarak çalışmalıdır. Hat bazında bütünleşmenin sağlanmasından sonra da türlerin sefer aralıkları birbiriyle uyumlu hale getirilerek zaman bazında entegrasyon sağlanmalıdır. Ücret bazında entegrasyon ise; türler arasında ortak bir dilin kullanılarak yolcunun gerektiğinde aktarma yapmasına olanak sağlamasıdır. Son olarak Fiziki düzenleme ise; Kullanıcıların aktarma yapmasını kolaylaştırmak için aktarma alanlarında yapılabilecek, ihtiyaca göre kentsel tasarım çalışmalarını ifade etmektedir.

Farklı şekillerde toplu taşıma türleri bulunmaktadır. Bu ulaşım türleri birbirleriyle karşılaştırıldığında avantaj ve dezavantajları çok değişkenlik göstermektedir. Bu durum tür seçiminde etkin bir rol oynamaktadır. Toplu taşıma tür seçiminde etkili olan parametreler işletmeciler ve kullanıcılar için farklılık göstermektedir. Örneğin işletmeci için maliyet unsuru ön plana çıkarken kullanıcı için ise yolculuk süresi veya konfor ön plana çıkabilmektedir. Bu nedenle karar vericiler her hangi bir koridora bir ulaşım yatırımı getirirken kullanıcıların katılımını da sağlayarak kapsamlı bir analiz yapmalıdır.

Bu çalışma da; Toplu taşıma türlerinin hat bazında entegrasyon olgusu dikkate alınmış ve ulaşım planlamasına bağlı olarak yolculuk talebindeki değişim ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, 2006 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Planlama Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen “Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyon(İUAP-UTM)” çalışması baz alınmıştır. Örnek seçilen Şişhane-AOS raylı sistem hattının 4 farklı durumu(kendi içerisinde 2 senaryo) İUAP-UTM’ de test edilmiştir. İlk durum İUAP-UTM gözlem yılı olan 2006 yılındaki mevcut Taksim-4.Levent raylı sistem hattı modelde test edilmiştir. İkinci durumda ise, 2009 Şubat ayında mevcut hatta, yeni hatların/istasyonların(Şişhane-Taksim ve 4.Levent-AOS raylı sistem hatları) eklenmesi ilave edilerek, bu üç hat arasında aktarma durumu

test edilmiştir. Üçüncü durumda ise; 2010 Nisan ayında hat bazında bütünleşmenin(Şişhane-AOS raylı sistem hattının tek hat olması-aktarmaların ortadan kalkması) sağlanması durumu test edilmiştir. Bu üç durum için gerçek yolcu sayılarına bakılarak İUAP-UTM sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. 4.durumda ise; yine hat bütünleşmenin sağlanması durumu dikkate alınmış ve uzmanlar tarafından hattın işletmesine bağlı olarak yeni teknolojiyle birlikte sefer sıklıklarının arttırılabileceği durumu göz önüne alınmıştır. Bu durumu denemek içinde hattın kalkış aralığının yarıya düşürülerek yolculuk talebinde oluşacak değişim ortaya konulmaya çalışılmıştır. Kısaca ulaşım planlamasının gereği ile birlikte entegrasyonun yolculuk talebinde getirdiği faydalar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde çalışma hakkında genel bilgiler verilerek GİRİŞ bölümü anlatılmıştır.

İkinci bölümde; Toplu taşıma türleri ve özelliklerinin karşılaştırılması yapılarak toplu taşıma tür seçiminde etkili olan parametreler ile ayrıca toplu taşıma türleri arasında entegrasyon türleri anlatılmıştır. Devamında ise İstanbul'un mevcut ulaşım alt yapısı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde; ulaşım planlamasının dünyadaki tarihsel süreci, ülkemizdeki ulaşım planlama çalışmaları ve İstanbul'da gerçekleştirilen ulaşım planlama çalışmaları anlatılmıştır. Bunlara ilaveten klasik 4 aşamalı ulaşım planlama süreci ve 2006 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Planlama Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen "Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyon(İUAP-UTM)" çalışması anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde; Şişhane-AOS raylı sistem hattı İAUP-UTM' de test edilerek sonuçları incelenmiştir.

Beşinci bölümde; çalışmanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

2 KENTİÇİ TOPLU TAŞIMA TÜRLERİ

Ulaştırma amaç; Kentte yaşayan insanların sosyal ekonomik, kültürel isteklerine yönelik belirli bir hacim ve nitelikteki ulaşım ihtiyaçlarının zaman ve ücret gibi uygun şartlarda karşılanmasıdır. Bunun içinde kentlerde yaşayan insanlar hızlı, güvenli, konforlu ve temiz ulaşım sistemlerine ihtiyaç duyduklarından alternatif ulaşım sistemlerinin sunulması gerekmektedir(Gökdağ, 1999). Bu sistemler seçiminde, bulunduğu yerin arazi yapısı ve yöneticilerin tavırları etkili olmaktadır.

Kentsel alanlarda göçün etkisi ile nüfusun çoğalması yeni yerleşim yerlerinin açılmasına sebep olmuştur. Beraberinde otomobil sayısının artması ve yapılan yatırımların yetersiz kalması kentlerde trafik sıkışıklığına sebep olmuştur. Bu yüzden dolayı yapılan bir ulaşım yatırımın kendi talebini doğurduğu ve trafik sıkışıklığına kısa bir zaman için çözüm olduğu ancak belli bir zaman sonra tekrar trafik sıkışıklığını oluşturduğu anlaşılmaktadır. Günümüzde artık bireysel olarak değil de toplu taşıma(kitlesele) araçlarının kullanılması bir zorunluluk haline gelmektedir. Toplu taşıma türlerinin sahip olduğu özellikleri ve üstünlükleri birbirlerinden farklıdır. Aşağıda konu başlıkları altında toplu taşıma türlerinin sınıflandırılması, karşılaştırılması ile toplu taşıma sistemlerinde entegrasyon anlatılmaktadır.

2.1 Kentiçi Toplu Taşıma Türlerinin Sınıflandırılması

Altyapılarına göre karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılığı bulunmaktadır.

Karayolu Taşımacılığı

Lastik tekerlekli toplu taşıma türleridir. Otobüs, trolleybüs, minibüs, dolmuş ve metrobüsler bu gruba girmektedir.

Otobüs; Dünyadaki en yaygın kullanılan ulaşım türüdür. Daha çok kamu tarafından hali hazırda bulunan karayolunu kullandığı için yatırım maliyeti düşük ve uygulaması kolay bir türdür. Yolculuk taleplerine göre gerek güzergahta gerekse kapasite bakımından düzenleme yapılabildiğinden esnek bir ulaşım türüdür. Ancak fiziksel özerklik bakımından tam esnek değil yarı esnektir. Genelde durak bazlı çalışmaktadır.

Çevre kirliliği açısından otomobillerden daha iyi olmasına karşılık yoğun kullanılan arterlerde hem çevresel etki hem de gürültü bakımından olumsuz etkileri vardır.

Karma bir trafikte standart otobüslerle, bir otobüs 80 kişi ve her bir hatta saatte yaklaşık 10.000 kişi taşınabilir. Karma bir trafikte yolculuk hızı yaklaşık olarak saatte 12 km' dir(durmalar dahil). Otobüslerin hızları ve yolculuk veriminin artırılması için özel otobüs şeritleri yapılabilir. Buna bağlı olarak da hız ve taşınan yolcu sayısı artırılabilir.

Trolleybüs; Sabit bir enerji hattına bağlı oldukları için tramvay sistemine benzetilmektedir. Ancak raya bağlı olarak çalışmadıkları için az da olsa esnektir. Kavşak köşelerinde ve kurbalarda trafiği zorlaştırırlar. Elektrik sistemi ile çalıştıkları için elektriğin kesilmesinden dolayı son derece olumsuz etkilenirler ve trafiğin sıkışmasına sebep olurlar. Ayrıca işletim tertibatları havada olduğu için kötü bir görünüme sahip ve pahalı bir sistemdir. Ancak diğer bir yandan çevreye karşı daha az zarar verirler. İşletim tertibatları havada olduğu için kötü bir görünüme sahip ve pahalı bir sistemdir(Karacasu, 1996, s.33)

Minibüs; Ülkemize ait diğer toplu taşıma türlerinden biridir. Araç içi yolcu kapasitesi 15-20 kişi arasında değişmektedir. Durak bazlı olarak çalışmamaktadır. Yolcunun isteği üzerine durabilmektedir. Ücret sisteminde mesafe baz alınarak ücret tarifesi belirlenir. Ticari hızı 20-40 km arasında değişmekte ve saatlik yolcu kapasitesi 1000-4000 arasında değişmektedir.

Dolmuş; Dolmuşlarda ülkemize ait bir toplu taşıma türüdür. Araç içi yolcu sayıları 5-9 kişi arasındadır ve ayakta yolcu almadığı için ücreti diğer türlere göre daha pahalıdır. Dolmuşların ticari hızı 13-25 km arasında değişmektedir. Saatte yolcu kapasitesi 1000-4000 kişi arasında değişmektedir.

Servis Taşımacılığı; Kentiçi toplu taşıma sistemlerinin yeterli hizmeti sunamaması üzerine ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma sistemlerinde yaşanan sorunlardan ötürü iş yerlerine geç kalan personelin ulaşım talebinin karşılanması üzerine ortaya çıkmış bir ara çözümdür. Servis taşımacılığının özellikle sanayi kuruluşlarında uygulamaya başlamasının ardından kamu kuruluşlarında ve eğitim alanlarında kullanımı artmıştır. Ancak servis araçlarının belirli bir kurum tarafından denetlenmemesi ve kamu toplu

taşıma araçlarıyla rekabet etmelerinden ötürü kent merkezlerinde tıkanıklıklara yol açmakla birlikte kamu toplu taşıma araçlarında da verimsizliğe yol açmaktadır(Eryiğit, 2005, s.19)

Metrobüs: Son yıllarda otobüs sisteminin işletmesini, kapasitesini ve hizmet kapasitesini yükseltmek için son yıllarda geliştirilmiş bir sistemdir. Sadece kendine özgü bir yolda akıllı ulaşım sistemleri ile hizmet planlamasını birleştiren yüksek kapasiteli lastik tekerlekli toplu taşıma türüdür. Araç içi yolcu kapasiteleri diğer otobüslerin yaklaşık olarak iki katına yakındır. Kendine özgü bir yol üzerinde gittiği için diğer trafiklerden etkilenmemektedir. Buna bağlı olarak hız ve kapasitesi otobüs sistemlerine göre daha yüksektir. Temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Diğer trafikten fiziksel olarak ayrılmış yol.
- Geliştirilmiş istasyonlarda kolay iniş ve biniş.
- Çağdaş teknolojili, yüksek kapasiteli araçlar.
- Akıllı ulaşım sistemi kullanımı.
- Araç dışında ücret ödeme sistemi.

Dünyadaki metrobüs uygulamalarının çok azında (örneğin, Brezilya'da Curitiba ve Kolombiya'da Bogota'daki TransMilenio hattı) bu özelliklerin tümü uygulanmıştır(Gerçek-Demir, 2007, s.9)

Demiryolu Taşımacılığı; Toplu taşıma türleri arasında en yüksek yolcu kapasiteli türdür. Genel olarak kendilerine özgü bir koridoru vardır ve diğer türlerle trafiğe karışmamaktadır(tramvay hariç). Esnekliği yoktur. Belli bir hat üzerinde çalışması gerekmektedir. Ticari hızı raylı sistem türlerine göre farklılık göstermekte olup 20-50 km/sa arasında değişmektedir. Yolcu kapasiteleri de 20.000-70.000 yolcu/sa' dir.

Üstünışık(1996) Raylı sistemleri genel hatlarıyla sekiz ana başlık altında incelemiştir.

Cadde tramvayı; Karayolu vasıtaları ile aynı alanı kullanan, yol ve trafik durumuna göre bir sürücü tarafından kumanda edilen, elektrik enerjisini katanerden alan, daha çok bir adım atılarak binilebilen alçak zeminli araçların kullanıldığı yolcu taşıma kapasitesi düşük olan raylı toplu ulaşım sistemidir. Ortalama 25/35 km/sa hızla işletilebilen

tramvaylar olup yolcu indirmek ve bindirmek için yaklaşık her 300 –500 metre civarında duraklar mevcuttur.

Hafif raylı sistem; Ray açıklığı genellikle 1435 mm olan 750 V DC veya 1500 V AC ile 3. raydan veya katanerden enerji alan, bir sürücü tarafından sinyalizasyon sistemine uygun olarak kumanda edilen, her 600 – 1000 metre mesafede özel istasyonlarda yolcu indirip bindiren, ortalama 60 – 80 km/sa süratle kendine ait hatlarda işletilen raylı toplu taşıma sistemidir.

Hafif Metro; Genellikle 1435 mm ray açıklındaki hatlarda, 600-750 V DC veya 1500V AC ile 3. raydan veya kataner hattından beslenen, tek yönlü olarak çalışan 4-6 araçtan diziler halinde sinyalizasyon sistemine tabi olarak işletilen çoğunlukla yer altında açılan tünellerde döşenen hatlarda ortalama 70-90 km/sa hızla gidebilen raylı toplu taşıma sistemidir.

Metro; Hafif metrodan daha fazla yolcu taşıma kapasitesine sahiptir. Dünyada en yaygın olarak büyük şehirlerde kullanılan toplu taşıma aracıdır.

Banliyö; Büyük şehirlerde çoğunlukla şehir dışındaki yerleşim yerlerine yolcu taşımada kullanılan banliyölerde hat genişliği 1435 mm olup 15 - 25 kv besleme enerjisini katanerden almaktadır. İşletme giderleri ve enerji tüketimi oldukça düşüktür.

Üst Yollu Elektrikli Taşıt; Gelişmiş bazı ülkelerde kullanılmaya başlanılan bu sistemde araçlar yukarıda bulunulan yola bir askı kolu ve kılavuz vasıtası ile işletilmektedir. Dikdörtgen şeklindeki kapalı kutu yola raylar, enerji ünitesi ve tahrik ünitesi yerleştirilmektedir. Tahrik DC veya lineer motorlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Bu sistem yaygın olarak henüz kullanılmamaktadır.

Bölgesel Demiryolu; Demir yolu üzerinde çalışan en fazla 80 m² lik araçların oluşturduğu sistemlerdir. Hızlı raylı sistemin daha büyük ölçeklisi olup, uzun mesafeli güzergahlarda hızlı raylı toplu taşımacılıkta daha verimli çalışır.

Lastik Tekerlekli Raylı Sistem; Lastik tekerlekle desteklenmiş ve yönlendirilmiş tahta, Çelik veya beton bir zemine büyüklüğü 36 - 53 m² arasında değişen 5 - 9 araçlardan oluşan katarlardır.

Deniz Taşımacılığı: Adından anlaşılacağı gibi daha çok denize kıyı olan şehirlerde görülen türdür. Deniz ulaşımında kullanılan türlerin taşıma kapasiteleri diğer tüm türlere oranla daha fazladır. Ancak bu türlerin kalkış aralığı geniştir. Çünkü araçların kıyıya yanaşması ve manevra kabiliyetlerinin kısıtlı olması kalkış aralığını genişletmektedir. Bu durum saatlik taşıma kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Altyapısı deniz olduğu için işletme maliyetleri diğer türlere göre düşüktür. Ancak ilk yatırım maliyeti yüksektir. Tür seçiminde bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Denizyollarında farklı boyutlarda ve teknik özelliklerde araçlar vardır. Bazıları sadece yolcu taşımacılığı yaparken, bazıları araç taşımacılığı yapabilir. Kullanan araçların hızları ve teknik özellikleri kullanım özelliklerine göre değişmektedir.

2.2 Kentiçi Toplu Taşıma Türlerinin Karşılaştırılması

Karşılaştırma yapılırken bazı ölçütler belirlenmiştir. Bu ölçütlerde; yolcuları etkileyen ölçütler(bilet fiyatları, yolculuk süresi, vb.), kentte yaşayan diğer insanları etkileyen ölçütler(enerji gereksinimi, çevre kirliliği, vb.), şehir ve trafiği etkileyen ölçütler(kent yapısına uygunluk) ve işletmeciyi(maliyet) etkileyen ölçütlerdir. Bu ölçütler genel olarak teknolojik özellikler, ekonomik özellikler, hizmet sunum ve çevresel özellikler olarak 4 başlık altında incelenmektedir.

2.2.1 Teknolojik Özellikler Açısından Karşılaştırma

Fiziksel Özerklik

Bir türün diğer türlerden bağımsız olarak işletmesi demektir. İşletmeci açısından kolaylık sağlamaktadır. Kullanıcı bakımından ise düzenlilik sağlamaktadır. Ortak alt yapı kullanan düşük kapasiteli araçlar için özerklik yoktur. Tramvay ve otobüsler için özel şeritli yolların ayrılmasıyla yarım özerklik sağlanabilir. Metro tren ve vapurda tam özerklik vardır. Ancak esneklik bakımından ise sadece otomobillerin izlemesi gereken güzergah kişinin tercihine kaldığı için tam esneklik vardır. Diğer lastik tekerlekli karayolu taşıma türlerinde yarım esneklik vardır. Ekstrem durumlarda bu türler az da olsa esnek davranabilirler. Ancak tramvay, metro ve trenler içinse izlemesi gereken sabit bir hat olmasından dolayı esneklik yoktur. Vapurlar ise yarım esnekliğe sahiptir.

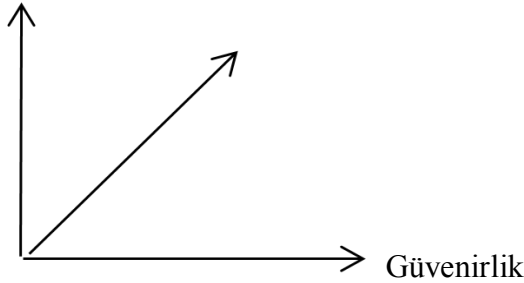
Son olarak ortak altyapı kullanan türler için fiziksel özerklik düşük olduğundan dolayı güvenilirlik de düşük olmaktadır. Diğer bir anlamla, fiziksel özerkliği yüksek olan türler trafik sıkışıklığından etkilenmeyeceklerinden güvenilirlikleri tamdır. Tablo 2.1’de ulaşım türlerine göre fiziksel özerklik ve trafik esneklik özellikleri ile şekil 2.1’de fiziksel özerklik güvenilirlik ilişkisi verilmektedir.

Tablo 2.1 Ulaşım türlerinde fiziksel özerklik ve trafik esnekliği

Ulaşım Türü	Fiziksel Özerklik	Esneklik
Otomobil	Yok	Tam
Dolmuş	Yok	Yarım
Minibüs	Yok	Yarım
Otobüs	Yok	Yarım
Tramvay	Yarım	Yok
Metro	Yarım	Yok
Tren	Tam	Yok
Vapur	Tam	Yarım

Kaynak: (Öğüt, 1995, s. 32).

Fiziksel Özerklik



Şekil 2.1 Fiziksel özerklik-güvenirlik ilişkisi(Türkmen, 2001, 31)

Ticari Hız ve Kapasite

Bir sürücünün uygun hava ve hakim trafik koşulları altında önceden belirlenmiş proje hızını aşmamak koşulu ile sağlayabileceği en yüksek hız ticari hızdır(Yayla, 2004, s. 49).

Duraklarda ve kavşaklardaki beklemelemlerle, yavaşlanmaları ve bu hızları içeren sistemin ticari hızı çeşitlilik göstermektedir. Bu bakımdan ulaşım sistemlerinin ticari hızı, sistemin fiziksel özelliklerinin, taşıtların yolcu kapasitelerinin, taşıtlara giriş ve çıkış

kapasitelerinin, durak aralıklarının, taşıtların ivme ve serbest hızlarının işlevidir(Öğüt, 1995, s. 32).

Dikkate alınan bir zaman dilimi içerisinde, hakim yol, trafik ve denetim koşullarında geçebilen saatlik en yüksek taşıt sayısı bir yol kesiminin kapasitesi olarak tanımlanmaktadır(Yayla, 2004, s. 49).

Bir sistemin yolcu kapasitesi; o sistemdeki her bir taşıtın yolcu kapasitelerinin, taşıtların zirve saatteki doluluk oranının, işletilen iki taşıt arası süresinin işlevidir. Ancak karayolu alt yapısını ortaklaşa kullanan sistemlerde(otomobil, otobüs, dolmuş, minibüs), karşılıklı etkileşme nedeniyle bu taşıtlar arası süresi kuramsal değerlere erişmeyebilir. Dolayısıyla bu sistemlerinin kapasitelerine kesin değer gözü ile bakılmaması gerekmektedir. Ulaşım sistemlerinin yolcu kapasitelerinin hesaplanmasında, taşıtların doluluk oranlarındaki varsayımlar belirleyici rol oynamaktadır(Öğüt, 1995, s. 32).

Tablo 2.2’de ulaşım türlerine göre ticari hız, en büyük sıklıktaki taşıt sayısı, kapasite ve alan tüketimi özellikleri verilmektedir. Yolcu kapasiteleri belirlenirken belirli bir taşıt oranı kabul edilmiş ve buna bağlı olarak hesaplamalar yapılmıştır. En büyük sıklıkta araç sayısı özel oto için görünmesine rağmen taşınan yolcu sayısı bakımından ise en az taşıyan türdür. Diğer yandan ise sayıda otomobil olduğu için en fazla alan kaplayan türdür. Raylı sistem türleri ise saatlik en fazla yolcu taşıyan tür olarak göze çarpmaktadır. Özellikle bölgesel demiryolları en fazladır. Genel bir değerlendirme yapacak olursak karayolu bazlı türler daha az yolcu taşımaya karşılık, raylı sistem türleri daha fazla yolcu taşımakta ve buna karşılık olarak daha az alan kapsamaktadır.

Tablo 2.2 Taşıma türlerine ait kapasiteler

Ulaştırma Türü	Ticari Hız (km/sa)	En büyük sıklık (taşıt/sa)	Kapasite(yolcu/saat/yön)			Alan Tüketimi(M2/yolcu)		
			Taşıt doluluk Oranı(%)			Taşıt doluluk Oranı(%)		
			1	0,67	0,33	1	0,67	0,33
özel oto	20-50	1,500	6.000	4,000	2,000	17,5	20,3	52,5
otobüs	10-30	120	9.600	6,400	3,200	6,3	9,4	18,8
tramvay	20	120	12,000	6,700	3,300	5	9	18,2
hafif metro	30	90	20,000	13,400	6,600	4,5	6,7	13,6
metro	40	40	40,000	26,800	13,200	3	4,5	9,1
bölgesel demiryolu	50	30	50,000	33,500	16,500	3	4,5	9,2

Kaynak: İstanbul 1. Kentiçi ulaşım şurası raporu

Geçiş Üstünlüğü

Ulaşım türünün kapasitesi, hızı ve düzenliliğine göre değişmektedir. Evren(1978)'e göre. Geçiş üstünlükleri bakımından toplu taşıma türlerini üç grupta sınıflandırmıştır.

- Genel trafik içinde hareket eden ulaştırma türleri(Kontrolsüz); Karayolunu diğer araçlarla paylaştıkları için ticari hızları, düşük yolculuk süreleri uzun ve kapasiteleri de düşüktür. Otobüs, dolmuş, minibüs örnek olarak verilebilir.
- Kısmen özel yola sahip ulaştırma türleri(Yarı kontrollü); Tramvay, hafif raylı sistemler örnek olarak verilebilirler.
- Özel yola sahip ulaştırma türleri(Tam Kontrollü); Ağır raylı sistemler ve banliyö örnek olarak verilebilirler(Türkmen, 2001, s.31).

Güvenlik

Kullanıcının araç içinde kendisini emniyette hissetmesi kastedilmektedir. Sadece yolculuk esnasındaki değil duraklarda ve istasyonlarda beklemeleri de ilgilendirir. Bir takım kaza olasılıklarınının karayolu kullanan türler için fazla olması bu türlerin güvenlik hizmetini tehdit etmektedir. Tablo 2.3'de Diğer raylı sistem türlerinde kendilerine özgü bir güzergahın olması kaza riskini azalttığı için güvenlik hizmeti daha iyi olarak görülmektedir. Ancak bu türde gerçekleşecek bir kaza sonucunda diğer türlere göre daha tehlikeli sonuçlar oluşabilmektedir. Bu durum kullanıcılar için de tür seçiminde etkili olmaktadır.

Tablo 2.3 Ulaşım türlerinin güvenlilik açısından karşılaştırılması

Ulaşım Türü	Güvenlik
Otomobil	Çok Düşük
Dolmuş	Düşük
Minibüs	Düşük
Otobüs	Düşük
Tramvay –Hrs	Yüksek
Metro	Çok Yüksek
Tren	Çok Yüksek

Kaynak: Türkmen, 2001,s. 36

2.2.2 Ekonomik Özellikler Açısından Karşılaştırma

Tür seçiminde daha çok işletmeciler tarafından göz önüne alınmaktadır. Maliyet ve enerji tüketiminden oluşmaktadır.

Maliyet

Farklı türde maliyetler vardır. Bu maliyetler yatırım maliyeti, ekipman maliyeti, taşıt maliyeti ve işletme maliyetidir. Bu maliyetler daha çok işletmeciler tarafından dikkate alınmaktadır. Ancak birde kullanıcılar tarafından dikkate alınması gereken genelleştirilmiş maliyet vardır.

Yatırım maliyeti: Seçilen toplu taşıma türüne ilişkin olarak proje kriterlerine, seçilen inşaat yöntemine ve yerel şartlara göre önemli farklılıklar göstermektedir(İstanbul 1. Kentiçi ulaşım şurası raporu). Aşağıdaki tablo bazı türlere ilişkin yatırım maliyetleri verilmektedir. Otobüs dışındaki diğer tüm türlerde araçlar yatırım maliyetine dahil edilmektedir. Tablo 2.4'den anlaşılacağı gibi metro ve hafif metronun yatırım maliyeti çok yüksektir. Karayolunu kullanan otobüsler ise yatırım maliyeti en azdır. Eğer otobüsler için özel bir şerit yapılırsa yatırım maliyeti biraz daha artmaktadır. Tramvay ise bazı yerlerde karayolunu karışmaktadır. Yatırım maliyeti otobüs dışındaki diğer türlerden daha azdır.

Tablo 2.4 Bazı toplu taşıma türler için yatırım maliyetleri(milyon \$)

	Otobüs Normal Şeriti	Özel Otobüs Şeriti	Tramvay	Hafif Metro	Metro
Km Başına Yatırım Maliyeti	< 0,5	2-10	5-15	10-30	40-90

Kaynak: İstanbul 1. Kentiçi ulaşım şurası raporu

Ekipman Maliyetleri: Araçların üzerinde işletildiği yollar, sinyalizasyon işaretleri, güç iletim sistemleri, istasyonlar, depolar ve atölye maliyetlerinden oluşmaktadır(Öğüt, 1995, s. 38)

Taşıt Maliyetleri: Araçların modellerine, teknolojik özelliklerine, üretildikleri yere ve markalarına göre çeşitlilik gösterirler.

İşletme Maliyetleri: Günlük hizmetleri devam ettirebilmek için gerekli olan personel giderleri, enerji harcamaları, araçların ve yolların bakım-tamir giderleridir. Ayrıca

belirli bir örgütlenme ve kurumsal yapıya bağlı olarak yönetim ve uzmanlaşma giderleri de işletme maliyetine dahildir.

İşletme maliyetleri 3 ana gruba ayrılmaktadır.

- Mesafeye bağlı işletme giderleri; Araçların harcamış olduğu enerji, yakıt, bakım ve onarım masraflarıdır.
- Zamana bağlı işletme giderleri; İlgili zaman diliminde çalıştırılan personel giderleridir.
- Yola bağlı işletme maliyetleri; Toplu taşıma türünün kullandığı yol üzerindeki sinyal işaretleri, enerji iletim hatları ile yol bakım onarım masraflarını içermektedir.

Tablo 2.5’de bazı türler için işletme maliyetleri verilmektedir. En ucuz işletme maliyeti tramvay ve normal şeridi kullanan otobüstür. Hafif metro ve metro ise işletme maliyeti yine en pahalı olanıdır. Ancak türlerin kendi içinde bir kıyaslama yapıldığında; otobüsler için işletme maliyeti daha çoktur. Tramvay, hafif metro ve metro da ise ilk yatırım maliyeti daha fazla olarak görünmektedir. Özetle maliyetler toplu taşıma türlerine göre değişkenlik göstermektedir.

Tablo 2.5 Bazı toplu taşıma türler için işletme maliyetleri(US cent)

	Otobüs Normal Şeriti	Özel Otobüs Şeriti	Tramvay	Hafif Metro	Metro
Yolcu Km Başına	3-8	8-12	3-12	12-15	15-23

Kaynak: İstanbul 1. Kentiçi ulaşım şurası raporu

Yukarıda anlatılanlar ışığında toplu taşıma maliyetleri çok değişkendir. Bütün toplu taşıma türleri için farklılık göstermektedir. Raylı sistemlerde kendi içinde yatırım maliyeti işletme maliyetine göre çok fazla iken, otobüslerde işletme maliyeti yatırım maliyetine göre çok daha fazladır.

Ulaşım Maliyeti / Kullanıcının Genelleştirilmiş Maliyeti

Evren(1978)’e göre genelleştirilmiş maliyet şu şekilde tanımlamıştır; “Genelleştirilmiş maliyet, bir kullanıcının ulaşım gereksinmesini karşılamak üzere katlandığı parasal ve

parasal olmayan yüklerin toplamı olarak tanımlanabilir. Bilinçli bir kullanıcının seçimini bu ölçüte göre yapması gerekir.”

Parasal olan yük yolculuk için ödenen ücreti, parasal olmayan yükler ise yolculuk süresi boyunca katlanılan her türlü zorluğu tanımlamaktadır. Kişilerin duraklarda bekleme süresi, durağa erişme mesafesi vb. genelleştirilmiş maliyetin içine girmektedir.

Enerji Tüketimi

Enerji tüketiminde raylı sistemlerin diğer sistemlere göre üstünlüğü bulunmaktadır. Taşıma türlerin kullandığı enerji türleri farklıdır. Genellikle karayolunda petrole dayalı iken, raylı sistemler genellikle elektrik enerjisi ile çalışmaktadır.

Almanya yapılan bir çalışmada; yolcu taşımacılığında demiryolunda tüketilen enerji 1, otoyolda tüketilen enerji 3 ve hava yolunda 5,2 olduğu belirlenmiştir(Dengiz ve diğerleri, 1997, s.31-42)

2.2.3 Hizmet Sunum Özelliklerinin Karşılaştırılması

Kullanıcıları doğrudan olarak etkilemektedir. Tür seçiminde etkin olan bu parametreler; Sıklık, konfor, güvenilirlik, güvenlik, yolculuk süresi, ücrettir.

Sıklık

Araçların işletme frekansıdır. Diğer bir anlamla araçların gün içinde veya belirli bir saat diliminde sefere çıkma sayısıdır. Sıklık ne kadar fazla olursa yolcu açısından memnuniyette o kadar iyi olur. Bu durumunun sebeplerinden birisi de insanlar duraklarda bekleme süresine karşı duyarlı olmasıdır. Özellikle yağışlı, soğuk hava şartlarında duraklarda beklemek kullanıcılar açısından olumsuz olarak algılanmaktadır. Sıklık genellikle zirve saatlerde daha az iken zirve dışı saatlerde fazladır(sıklığın frekans olarak az olması sefer sayısının fazla olduğunu göstermektedir). Ayrıca büyük kapasiteli araçlar için sıklık her zaman küçük olarak alınmamaktadır. Tablo 2.6’da bazı toplu taşıma türlerine ait araç sıklıkları verilmektedir. Bu tablo da yukarıda anlatılanları desteklemektedir.

Tablo 2.6 Toplu Taşıma Türlerinin Araç Sıklığı

Sistem	Maksimum Araç Sıklığı (Zirve Saat) Kesim-Araç	Maksimum Araç Sıklığı(Diğer Saat) Kesim-Araç	Maksimum Araç/Saat
Otobüs	-	-	60
Tramvay	14	5-12	50
Hafif Raylı	40-120	5-13	30
Metro	20-40	5-14	30
Banliyö	Haz.30	1-4	-

Kaynak.. (Öğüt, 1995, s. 42)

Güvenirlilik

Buradaki güvenirlilikten kasıt zaman çizelgesi olan bir toplu taşıma türünün bu çizelgeye dikkat ettiği hassasiyettir. Çünkü kullanıcıların zaman önemli bir parametredir ve programlarını bu parametreye bağlı olarak gerçekleştirmektedir.

Güvenirliliği sağlamak kolay değildir. Özellikle otobüs ve tramvayların karayolu trafiğine karışması sebebi ile kaza yapma riskinin olması, herhangi bir kaza sonucunda trafik sıkışıklığının oluşması, araçların eski ve bakımsız olması sonucunda arıza yapması güvenirliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Raylı sistemlerde ise güvenirlilik daha fazladır. Çünkü bu sistemlere ait özerk bir alanın olması dışsal etkileri azaltmaktadır. Ancak yine bu sistemlerde bir takım teknolojik aksaklıkların yaşanması(vagon kapılarının kapanmaması, elektriklerin kesilmesi, otomasyon problemleri vb.) güvenirliliği etkilemektedir. Ayrıca bu sistemlerdeki bir aksaklığın oluşması diğer türlere göre daha maliyetli olmaktadır.

Özetle kullanıcılar önemli bir parametre olan güvenirlilik için; Araçların periyodik bakım ve onarımının yapılması, şoförlerin titizlikle seçilmesi ve elektrik kesilmelerine karşın önlemlerin alınması faydalı olmaktadır.

Konfor

Diğer önemli bir parametre de konfordur. Seçilen türün sağladığı rahatlık kullanıcılar üzerinde önemli bir etki yaratmaktadır. Aracın klimalı olması, koltukların rahat olması, araç içi oturma yerlerinin ayaktakilere oranla daha fazla olması, aydınlatma, araçlara inme ve binme kolaylıkları, gürültü-kalabalık olması ve araçların hızlanma ivmeleri önemli etmenlerdir. Tablo 2.7'de yolcu konforunun ve uygunluğunun ölçümünde

kullanılan ölçüm değerleri verilmektedir. Bu tabloya göre otobüsler oturan yolcuların tüm yolculara oranı bakımından en yüksek değere sahip iken hızlanma ivmesi en küçüktür. Ayrıca diğer özellikler bakımından da geride kalmaktadır. Raylı sistem türleri ise yüksek kapasiteli olmasına paralel olarak geniş vagonları sayesinde ayakta yolcu sayısı daha fazladır. Fakat diğer özellikleri açısından ise daha iyi olarak göze çarpmaktadır.

Tablo 2.7 Bazı toplu taşıma türlerinde konfor özellikleri

Özellikler	Otobüs	Hafif Raylı	Hızlı Raylı
Oturan Yolcuların Ayaktakilere Oranı	61%	50%	%45
Hızlanma İvmesi(M/Sn ²)	0,09-098	1,37-1,56	1,19-1,61
Kapı Açılma Aralığı	3,8	4,1	5,1
Havalandırma Tertibatı	Yok	Var	Var
Isıtma Tertibatı	Var	Var	Var

Kaynak.. (Ögüt, 1995,s. 44)

Ücret

Toplu taşıma türlerine göre değişiklik göstermektedir. Ücretin düşük olması tercih sebebinin arttırmaktadır. Diğer bir yandan türler arasında bir entegrasyonun sağlanması ve aktarmalar için bir ücret politikasının belirlenmesi kullanıcılar için önemlidir. Bu yüzden toplu taşıma türlerinde bir ücret belirlenirken mümkün olduğunca türler arasında geçiş yapabilmeye sağlamalı ve insanları bütçesine uygun olmalıdır.

Yolculuk Süresi

Yolculuk süresi; Durağa ve duraktan gidilecek yere yürüme zamanı, durak/istasyonda bekleme süresi ve taşıt içinde geçen süreden oluşmaktadır(Coşkun, 1978) Yürüme zamanı kişinin bireysel özelliklerine bağlı kalmakla birlikte, yeni teknolojilerin(yürüyen yollar, merdivenler) kullanımına göre değişmektedir. Durak veya istasyon da bekleme ise ulaşım türünün sefer sıklığı ve düzenine bağlıdır. Taşıt için geçen süre ise hem taşıtın ticari hızına hem de trafik koşullarına göre değişmektedir.

2.2.4 Çevre Etkileri Açısından Karşılaştırma

Bu karşılaştırmada kentte yaşayanların tamamını ilgilendiren ve tür seçimini etkileyebilecek gürültü ve kirlilik özellikleri anlatılmaktadır.

Gürültü

Gürültü; Gelişigüzel bir yapısı olan bir ses spektrumudur, subjektif olarak, istenmeyen ses biçimlerine gürültü denmektedir(Öztürk ve Arlı). Ulaştırma sistemlerinde konforlu bir seyahat için gürültü üst düzeyi 65 dBA, tahammül bölgesi 65-75 dBA, rahatsızlık bölgesi ise 75- 120 dBA olarak kabul edilmektedir. Gürültü insan sağlığı ile doğrudan ilgili olup, insan üzerinde olumsuz etkileri oldukça fazladır. Karayollarındaki gürültü şiddetinin 72-92 dBA arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ağır taşıtlar için bu değer 103 dBA'ya kadar çıkmaktadır. Havayollarında ise gürültü şiddeti 103-106 dBA seviyesindedir. Buna karşın saatte 150 km hızla giden bir trenin gürültü seviyesi ise 65-75 dBA arasında değişmektedir(Toprak, 2009,s.)

Kirlilik

En önemli çevresel özellik kirliliktir. Elektrik enerjisi ile çalışan raylı sistemler ile petrole dayalı çalışan ulaşım türlerinin çevreye bıraktığı kimyasal maddelerin oranı farklıdır. Tablo.. bu türlere ait istatistikler verilmektedir.

2.3 Toplu Taşıma Sistemlerinde Entegrasyon

Fransızca kökenli entegrasyon, daha çok sosyal bilimler dalında uyum, bütünleşme demektir. Ulaştırmadaki anlamlarından biriside farklı türdeki ulaşım sistemlerini birbiriyle uyumlu ve bütünleşmesi demektir. Bununla birlikte günümüz metropol kentlerindeki önemli ulaşım problemlerinden bir tanesidir. Bu sorunun çözümü için kentteki toplu taşıma işletmecileri tarafından sunulan hizmetlerin eşgüdüm içerisinde sunulması gerekmektedir. Ancak her bir işletmecinin kendi çıkarı doğrultusunda planlama ve projelendirme çalışmalarında bulunması sonucunda ulaştırma hizmeti bir bütün olarak değil, parça parça her türün kendi isteği doğrultusunda gelişmektedir. En sonunda kullanıcılar açısından hem maddi bir yük hem de zaman kaybı açısından(ayrıca

dışsal bir maliyet) dolaylı olarak ülke ekonomisine olumsuz etkisi olmaktadır. Bu bakımdan türler arasında entegrasyon sağlanması problemin çözümünde etkili bir rol oynayacaktır. Kamu ve özel işletmeciler arasında eşgüdümün sağlanması ile çözüme ulaşılabilir.

Ulaşım sistemleri arasında 3 farklı entegrasyon bulunmaktadır. Bunlar hat ve zaman bazında, ücret ve bilet bazında, fiziki düzenlemeler bazında entegrasyonlardır(İstanbul 1. Kentiçi ulaşım şurası raporu).

Hat ve Zaman Bazında Bütünleşme

Elker(2002)'e göre "Bütünleşmiş bir şebekede; tüm ulaşım türleri ve işletmecileri talebin yüksek olduğu alanlara ve koridorlara girmeye çalışmamalı, her ulaşım türü kendi kapasitesine ve diğer özelliklerine uygun koridorlarda üzerine düşene yapmak zorundadır. Yüksek kapasiteli türler merkez alanlarda hizmet vermeli, düşük kapasiteli türler ise bu hatları besleyici nitelikteki koridorlarda çalışmalıdır" demektedir. Genelde otobüs, minibüs ve dolmuşlar ana hat olan raylı sistemleri besleyici bir şekilde düzenlenerek entegrasyon süreci sağlanır.

Gereksiz rekabet ve hizmet kayıplarının önüne geçmek için mevcut ve gelecekteki ulaşım talebi belirlenerek arzu hatları çıkarılmalıdır. Ayrıca sistemde yeralan bütün türler için kapasite ve hizmet özellikleri dikkate alınarak uygun bir şebeke oluşturulmalıdır. Buradaki püf nokta tek bir hattın öne çıkması değil sistemin bir bütün olarak ele alınmasıdır(Eryiğit, 2005, s.32)

Kesintisiz olarak toplu taşıma hizmeti sunmak için diğer önemli değişken zamandır. Zaman bazında entegrasyon; güvenirliliği yüksek olan ve sadece kendilerine has güzergahları kullanan raylı sistem hatları ile denizyolu taşımacılığında daha etkindir. Ancak karayolu taşımacılığında trafik sıkışıklığından veya trafik kazalarının(en fazla kazanın gerçekleştiği ulaşım alt yapısı karayoludur) yaşanmasına paralel olarak aktarma yada duraklarda bekleme süresinin artması entegrasyonu sekteye uğratabilir.

Fiziki Bütünleşme

Birbirine değen ulaşım sistemleri arasında kolay ve konforlu aktarmayı sağlayan çekici, aktarmayı sıkıntı haline getirmeyen canlı, dinamik fiziki aktarma mekanlarını tanımlamaktadır. Buradaki önemli olan aktarma alanlarının; iyi planlanmış, insanların bekleme süresinde iyi bir vakit geçirebilecekleri, hatta alışveriş yapmasına imkan verecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.(İstanbul 1. Kentiçi ulaşım şurası raporu). Yapılacak olan aktarma alanlarının kötü hava koşullarına karşı kapalı mekanlar olması tercih edilmelidir. Ayrıca otomobil kullanıcıları için gerekli park alanlarının ve yayalar için yürüme mesafesinde olması gerekmektedir,

Bilet ve Ücret Tarifesi Bütünleşmesi

Toplu taşıma sisteminde verimliliğin artmasında etkili olan bir parametre de ücret ve bilet tarifesinde uyumun sağlanmasıdır. Türler arasında farklı ücret sistemlerinin olması bir yandan aktarmaların gerçekleşmesini olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan ise kullanıcı açısından maddi bir külfet oluşturmaktadır. Ülkemizde özellikle ara toplu taşıma araçlarında(minibüs, dolmuş) ücret tarifesi bakımından henüz bir entegrasyon sağlanamamıştır. Ücret bazında entegrasyonun sağlanmamasının bir diğer önemli etkisi de türleri kullanan yolcu sayıları hakkında bilimsel nitelikte olmayan her hangi verinin kaydı olmamasıdır. Özellikle ulaşım planlama yazınında verilerin doğruluğu çok önemli bir yer tutmaktadır.

Entegrasyon sağlanırken hem sayısal ortamda veriyi kayıt edebilecek hem de türler arasında transfer yapmaya imkan verecek özellikte bütünleşme sağlanmalıdır.

Kurumsal Bütünleşme

Öncelikle kamu yararı dikkate alınmalı, sonrada taşımacılık içinde yer alan işleticilerinin çıkarları doğrultusunda çözümler üreten ve kararlar veren, işletmeler arasında öncelikle kamu lehine çıkar dengelerini sağlayan, bütünleşik hizmet sistemini yöneten bir kamu kurumu oluşturulmalıdır.(İstanbul 1. Kentiçi ulaşım şurası raporu).

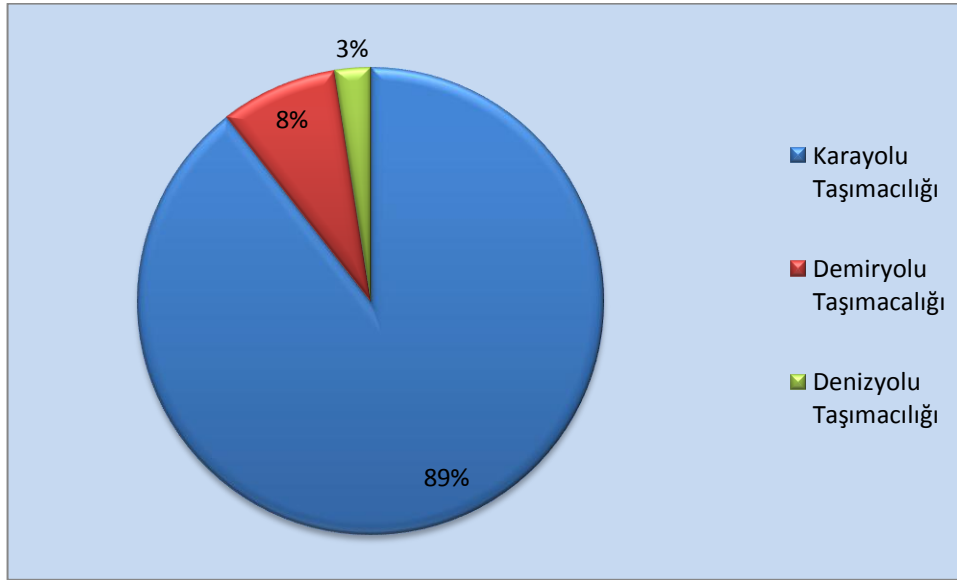
2.4 İstanbul İlinin Ulaştırma Altyapısı

İstanbul'da yolcu taşıma türleri altyapılarına göre 3 gruba ayrılmıştır. Bunlar karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılığıdır. Tablo 2.8'de bu üç türün günlük taşıdığı yolcu sayıları verilmiştir. Buna göre karayolu toplu taşımacılığı yüzde 89, demiryolu yüzde 8 ve denizyolu toplu taşımacılığı yüzde 3'dür.

Tablo 2.8 Ulaşım türlerine göre günlük ortalama taşınan yolcu sayıları

	Ortalama Günlük Taşınan Sayısı	Genel İçindeki Pay
Karayolu Taşımacılığı	10.974.335	89%
Demiryolu Taşımacılığı	989.548	8%
Denizyolu Taşımacılığı	303.669	3%
Toplam	12.267.552	100

Kaynak: İBB 2009 faaliyet raporu, İDO(2009), İstanbul İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009), TCDD(2009)



Şekil 2.2 Ulaştırma altyapılarına göre günlük ortalama yolcu sayılarının dağılımı

2.4.1 Karayolu Taşımacılığı

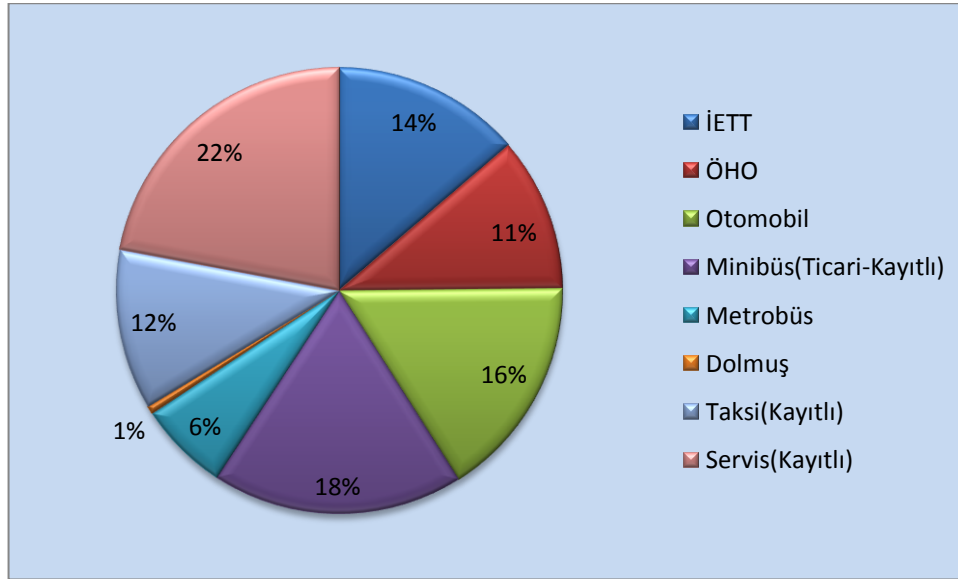
Yukarıdaki tablodan anlaşılacağı gibi yolcu taşıma sistemi en çok karayolu bazlı gelişmiştir. Karayolu taşımacılığında 8 tane ulaşım türü vardır. Otomobil, belediye otobüsleri, metrobüs, özel halk otobüsleri, minibüs, dolmuş, servis ve taksilerdir. Belediye otobüsleri ve metrobüs kamu tarafından sağlanan bir hizmet iken, diğer ulaşım türleri özel sektör tarafından karşılanmaktadır. Bu ulaşım türlerine ait istatistiki bilgiler

Tablo 2.9’da verilmektedir. Türler'e ait açıklayıcı bilgiler alt başlıklar halinde anlatılmıştır.

Tablo 2.9 Karayolu taşımacılığı istatistikî bilgileri

Taşıma Türü	Hat Sayısı	Araç Sayısı	Günlük Ortalama Taşıma	Türü İçerisindeki Payı (%)
İETT	436	2.501	1.500.000	14%
ÖHO	274	2.057	1.225.000	11%
Otomobil		1.775.335	1.775.335	16%
Minibüs(Ticari-Kayıtlı)	136	5.860	2.000.000	18%
Metrobüs	3	334	715.000	7%
Dolmuş	243	590	70.000	1%
Taksi(Kayıtlı)		17.840	1.270.000	12%
Servis(Kayıtlı)		36.902	2.419.000	22%
Toplam	1.092	66.084	10.974.335	100%

Kaynak: TÜİK ve İBB 2009 faaliyet raporu



Şekil 2.3 Karayolu taşıma türlerine göre ortalama günlük yolcu sayılarının dağılımı

Otomobil

Trafik sıkışıklığının en önemli sebeplerinden biri de otomobildir. Diğer ulaşım türlerine göre daha konforlu olması sebebiyle tercih edilen otomobil en fazla yolcu taşıyan türdür. Karayolu taşımacılığının %16’sı otomobil ile sağlanmaktadır. Araç içi doluluk oranı alınan kaynağa göre 1 kabul edilmiştir. Tablo 2.10’da İstanbul’daki otomobil

sayısı verilmektedir. Tablodan da anlaşılacağı gibi otomobil sayısı sürekli olarak artmaktadır. Ancak artış oranı ise giderek azalmaktadır.

Tablo 2.10 Belirli yıllardaki otomobil sayısı

Yıl	Otomobil Sayısı	Değişim Oranı
2005	1.590.283	
2006	1.657.320	4%
2007	1.711.773	3%
2008	1.758.745	3%
2009	1.779.377	1%

Kaynak: TÜİK

İETT ve Özel Halk Otobüsleri

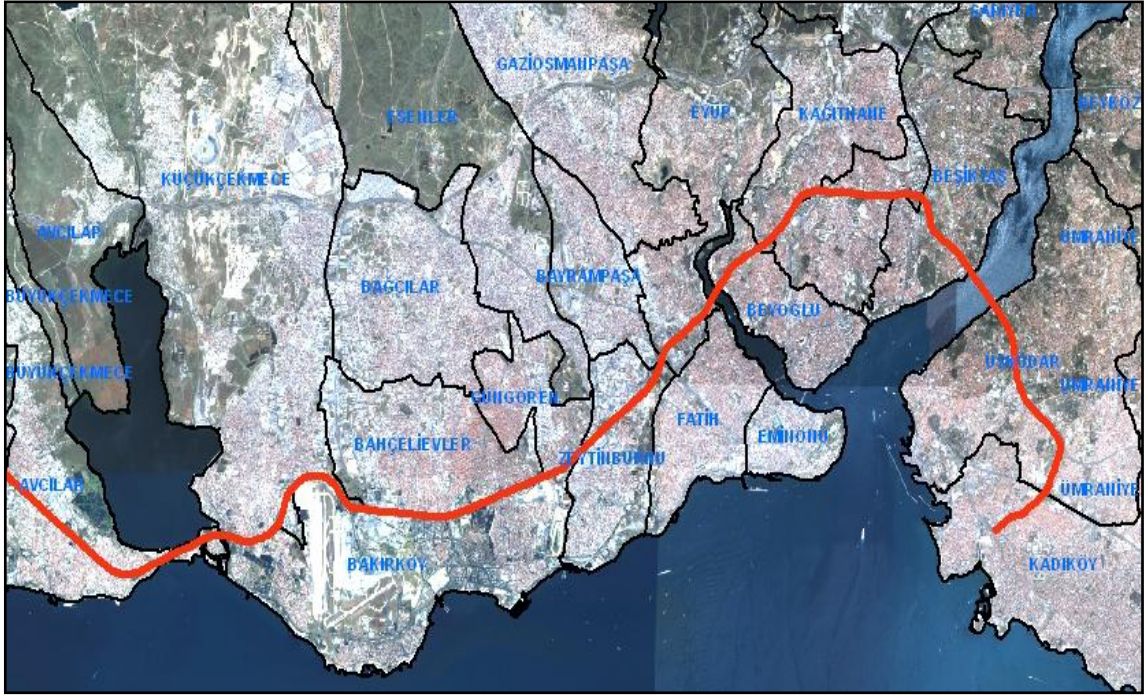
Kamu otobüs taşımacılığı, 3645 sayılı kanun uyarınca Büyükşehir Belediyesi adına İETT Genel Müdürlüğü'nce yürütülmektedir. Özel halk otobüsleri ise UKOME kararı ile İETT'nin yönetim ve denetimine bırakılmıştır. Son olarak 2004 senesinde 5216 sayılı kanun ile Büyükşehir Belediyesi sınırının genişlemesiyle, daha önce 52 sınırlar dışında kalan belde ve ilçelere ait taşımacılık görev ve yetkileri bu ilçe ve beldelerden tüm otobüs ve midibüsleriyle birlikte Büyükşehir Belediyesi'ne devrolmuş ve İETT bünyesinde hizmet vermeye başlamıştır(Şengül, 2006, s. 51).

Özel Halk otobüsleri ise; 1927 yılında hizmet vermeye başlamış ve ilk kez 1960 yılında ruhsatlandırılmıştır. Büyükşehir Belediyesince 1982 yılında yapılan düzenleme ile sayıları giderek artmıştır(İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası, 2002).

Yukarıdaki Şekil 2.4'e göre en önemli karayolu toplu taşıma türü İETT otobüsleri ve Özel Halk Otobüsleridir. Karayolu toplu taşımacılığında yolcuların yüzde yirmibeşi otobüsler tarafından taşınmaktadır. Gerek hat sayısı bakımından gerekse kapasite açısından diğer türlere göre avantajlı olması otobüsleri bu anlamda ön plana çıkarmıştır.

metrobüs 11 km uzunlukta ve 7 duraklı olarak inşa edilmiştir. Zirve saatlerde en fazla 6 dakika da köprü geçişi yapan metrobüs için ortalama yolculuk süresi 25 dakikadır.

Tablo 2.9'a göre. karayolu toplu taşımacılığının yüzde yedisi metrobüs ile yapılmaktadır. Kısa bir zaman diliminde önemli bir toplu taşıma türü haline gelen metrobüs yüksek bir kapasiteye sahiptir. Aynı zamanda arzu hatları üzerinde olması ve sefer sıklığının yaklaşık 2 dakika da bir olması metrobüsü ön plana çıkarmıştır.

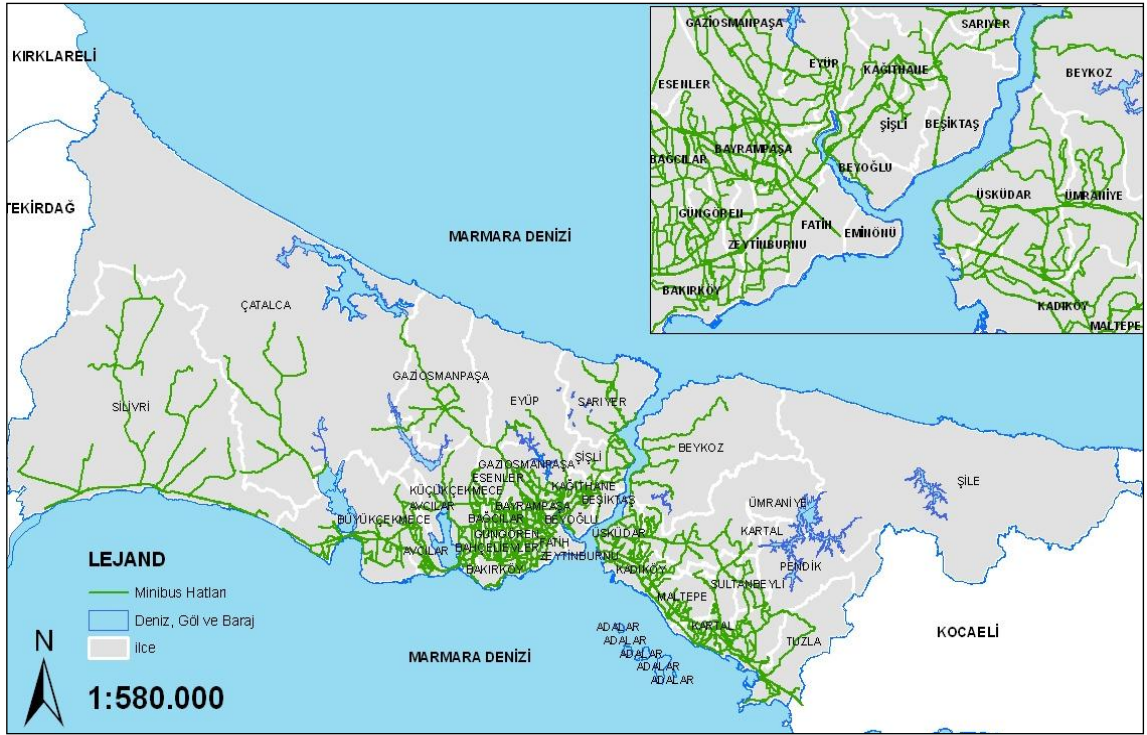


Şekil 2.5 Mevcut Metrobüs Hattı(İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2009)

Minibüs

İstanbul için bir diğer önemli toplu taşıma türü de minibüslerdir. Yaklaşık 14-20 kişi kapasiteli ve kısa mesafeli bir toplu taşıma türüdür. Özel olarak durakları yoktur ve yolcu isteği üzerine dur-kalk yapabilmektedir. Bunun sonucunda da hem sürücüler açısından tehlikeli durumlar oluşmakta, hem de trafik sıkışıklığının artmasında önemli bir sebep oluşturmaktadır.

Günümüzde yaklaşık 5860 tane minibüs bulunmakta birlikte karayolu bazlı yolcu taşımacılığının yüzde onsekizi minibüslerle taşınmaktadır(İETT). Ancak yolcular için bilet bazında ya da elektronik olarak herhangi bir kayıt tutulmadığı için yolcu sayısının belirlenmesinde daha çok tahmin değerleri etkili olmaktadır.



Şekil 2.6 Minibüs hatlarının dağılımı(İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2007)

Dolmuş

Yollarda dolaşarak yolcu aldıkları için uzun yıllar İstanbul'daki trafik sıkışıklığının baş nedenlerinden biri olarak gösterilen dolmuşların sayıları azalmış ve buna paralel olarak taşımadaki payları da küçülmüştür(İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası, 2002). Günümüzde ise artık dolaşarak çalışan dolmuş kalmamıştır. Daha çok merkezi iş alanları etrafında belirli güzergahlarda çalışmaktadırlar. Ancak durak bazlı çalışmadıkları için trafiğe olumsuz etkileri hala vardır. İstanbul da 590 adet dolmuş olup 243 hatta çalışmaktadırlar. En az yolcu taşıyan karayolu toplu taşıma türüdür. Yolcu kapasitesi 5-9 kişi arasında değişmektedir.



Şekil 2.7 Dolmuş hatlarının dağılımı (İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2007)

Servis Araçları

36.402 adet servis aracı bulunmakta olup karayolu toplu taşımacılığının yüzde yirmi ikisi servisler araçlarıyla sağlanmaktadır. Servis araçlarının bir kısmı okul araçları olmakla birlikte bir kısmı da personel servisidir. Sağlıklı bir kayıt düzeni bulunmayan ve çalışma statüsü oluşturulamayan servis araçları, diğer toplu taşıma türleri ile kıyaslandığında çoğunun kapıdan kapıya hizmet sunması, zaman tarifelerine uyması ve araç içi oturma şansı bulunduğu için diğer türlere göre daha konforludur. Ancak günün belli saatlerinde çalışmaları ve kalan saatlerde yol kenarı parklanma trafiği olumsuz olarak etkilemektedir. Ayrıca servis araçlarının bir kısmının yaşlı ve standart dışı olması önemli sorun olarak görünmektedir.

Taksi

Kentin büyüklüğü, sosyal ve ekonomik durumu, turistik ve ticari amaçla gidip gelenlerin sayısı, topografik koşullar ve sunulan toplu taşıma hizmeti bir kentteki taksi ihtiyacını belirleyen faktörlerdir. Sabah ve akşam zirveleri ile yağışlı zamanlarda taksi bulmak zorlaşırken zirve dışı saatlerde boş dolaşan taksi sayısı fazladır(İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası, 2002). Günümüz itibarıyla İstanbul'da 17.840 taksi bulunmaktadır. Günlük taşınan yolculuk payı ise yüzde onikidir.

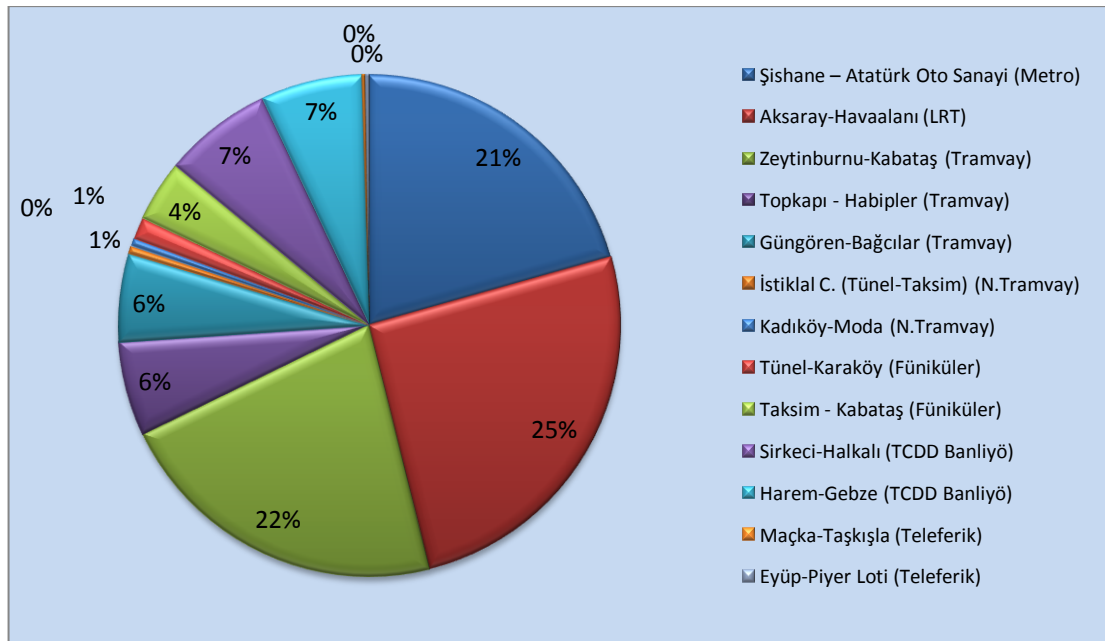
2.4.2 Demiryolu Taşımacılığı

İstanbul da 3 ayrı işletmeye ait demiryolu hatları bulunmaktadır. Toplam 146,5 km'lik demiryolu ağı mevcuttur. İstanbul'daki günlük yolculukların yüzde sekizi demiryolu taşımacılığı gerçekleşmektedir. Bu türe ait günlük taşınan yolcu sayılarını aşağıdaki Tablo 2.11'de verilmektedir. Tabloya göre en fazla yolcu taşıyan demiryolu türü Aksaray-Havaalanı hafif metrosudur. Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattı da önemli bir yolcu taşımacılığına sahiptir. İki banliyo hattı da birbirine yakın yolcu taşımaktadır. Nostaljik tramvay ve teleferik hatları en az yolcu taşıyan demiryolu türleridir.

Tablo 2.11 Raylı sistemlerin türlerine göre işletmeci, güzergah ve hat uzunluk bilgileri

Taşıma Türü	İşletmeci	Hat Uzunluğu	Araç Sayısı	Günlük Ortalama Taşıma	Tür İçerisindeki Payı (%)
Şişane – Atatürk Oto Sanayi (Metro)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	14,5	32	203.895	21%
Aksaray-Havaalanı (LRT)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	19,3	80	252.289	25%
Zeytinburnu-Kabataş (Tramvay)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	14,1	52	215.484	22%
Topkapı - Habipler (Tramvay)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	15,3	14	60.000	6%
Güngören-Bağcılar (Tramvay)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	5,2	14	55.923	6%
İstiklal C. (Tünel-Taksim) (N.Tramvay)	İETT	1,6	2	5.000	1%
Kadıköy-Moda (N.Tramvay)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	2,6	4	5.000	1%
Tünel-Karaköy (Füniküler)	İETT	0,6	2	14.000	1%
Taksim - Kabataş (Füniküler)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	0,6	4	39.193	4%
Sirkeci-Halkalı (TCDD Banliyö)	TCDD	27	82	69.379	7%
Harem-Gebze (TCDD Banliyö)	TCDD	45	82	65.285	7%
Maçka-Taşkılla (Teleferik)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	0,3	2	2.000	0%
Eyüp-Piyer Loti (Teleferik)	İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)	0,4	2	2.100	0%
Toplam (km)		146,5	372	989.548	100%

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)



Şekil 2.8 Raylı sistem türlerinde ortalama günlük taşınan yolcu payları

Teleferik

Maçka-Taşkışla Teleferik Hattı

11 Nisan 1993 tarihinde hizmete giren ve Taksim Taşkışla ile Maçka arasında hizmet vermekte olan teleferik, Demokrasi Parkı ve Beyoğlu Evlendirme Dairesi üzerinde bulunmaktadır. Her biri 6 kişilik tek yönde 2 kabinli ara direksiz ve iki istasyonlu havai hat taşıma sistemi ile çalışmaktadır(ulaşım aş). Tablo.2.12'ye göre raylı sistemler türleri arasında en az yolcu taşıyan türdür. Tablo 2.12'de teleferiğin işletme özellikleri verilmektedir. İki istasyonlu teleferik hattında sefer sıklığı 5 dakika olup günde 90 sefer yapılmaktadır. Ayrıca günlük taşınan yolcu sayısı 2000 kişidir.

Tablo 2.12 Maçka-Taşkışla teleferik hattının işletme özellikleri

Hat Uzunluğu	347 m.
İstasyon Sayısı	2
Araç Sayısı	4
Yolculuk Süresi	3,5
İşletme Saatleri	08:00 / 20:00
Günlük Yolcu Sayısı	2.000 yolcu / gün
Günlük Sefer Sayısı	90
Sefer Sıklığı	5 dk.

Kaynak: İstanbul İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009).

Eyüp-Piyerloti Teleferik Hattı

Bulunduğu bölge nedeniyle, yerli ve yabancı turistlerin bölgeye erişiminde kolaylık sağlanması ile birlikte hem ulaşım hem de otopark sıkıntılarının giderilmesi amacıyla 2005 yılında Büyükşehir Belediyesi tarafından hizmete açılmıştır. Tablo 2.13'te hatta ait işletme özellikleri verilmektedir. Hattın iki istasyonu bulunmaktadır. 4 araca sahip hatta kabin kapasitesi 8 kişiliktir. Ayrıca sefer sıklığı 5 dakika olup günlük 270 sefer yapmaktadır. Günlük taşınan yolcu sayısı yaklaşık 2000 kişidir.

Tablo 2.13 Eyüp-Piyerloti teleferik hattının işletme özellikleri

Hat Uzunluğu	384
İstasyon Sayısı	2
Araç Sayısı	4
Yolculuk Süresi	2,5
İşletme Saatleri	08:00 / 20:00
Günlük Yolcu Sayısı	2.100
Kabin Kapasitesi	8 kişilik
Günlük Sefer Sayısı	270
Sefer Sıklığı	5 dk.

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)

Füniküler

Karaköy-Tünel Füniküler Hattı

1874 yılında hizmete giren Tünel, Karaköy ve Beyoğlu arasında önemli bir işlev görmektedir. İki yönde iki vagona sahiptir. İki vagonunun kapasitesi 175 kişidir. Sefer süresi 1,5 dakika olan tünel, günde ortalama 175 sefer yapmakta ve 11.000 yolcu kapasitelidir(İETT 2009 faaliyet raporu). İşletmecisi kurum İETT'dir.

Taksim-Kabataş Füniküler Hattı

29 Haziran 2006 tarihinde hizmete açılmıştır. Bu funiküler hattı; Kabataş' da yer alan denizyolları, tramvay hattı ve otobüs durakları ile Taksim meydanında yer alan Şişhane-Atatürk Sanayi metrosu, nostaljik tramvay ve otobüs durakları arasında entegrasyon sağlamaktadır. Tablo 2.14'te bu hata ait özellikler verilmiştir. İki istasyonlu çalışan hatta yolculuk süresi 2,5 dakikadır. Zirve saatte 3 dakikada bir sefer yapan hat günde 400 defa sefer yapmakta ve günlük 39.000 yolcu taşımaktadır. Ayrıca yoğun merkezler arasında çalışmasından dolayı hafta sonu günlerde gece 01.20'ye kadar hizmet vermektedir.

Tablo 2.14 Taksim-Kabataş föniküler hattının işletme özellikleri

Hat Uzunluğu	0,6 km
İstasyon Sayısı	2
Araç Sayısı	4
Yolculuk Süresi	2,5 dk.
İşletme Saatleri	Hafta İçi : 06:15 / 00:50
	Hafta Sonu : 06:15 / 01:20
Günlük Yolcu Sayısı	39.000 yolcu / gün
Günlük Sefer Sayısı	400
Sefer Sıklığı	Zirve saatte 3 dk.

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009).

Nostaljik Tramvay

Tünel-Taksim Nostaljik Tramvayı

Tamamen nostaljik düşünceyle Taksim-Tünel arasında hizmet vermektedir. Hat uzunluğu 1.640 m ve 3 istasyon bulunmaktadır. Ayrıca günde 2.500 yolcu taşımaktadır. Sefer sıklığı 15 dakikadır.

Kadıköy-Moda Nostaljik Tramvay

1 Kasım 2003 tarihinde hizmete giren Kadıköy-Moda Tramvayı; Kadıköy meydanından hareket edip, otobüs özel yolu ve Bahariye Caddesini takip ederek Moda caddesi üzerinden tekrar Kadıköy meydanına gelmektedir. Tablo 2.15’de hatta ait istatistiki özellikler verilmiştir. On istasyonu bulunan hatta 8 araç mevcuttur. Yolculuk süresi 20 dk. Sefer sıklığı ise zirve saatte 10 dakika da birdir. Ayrıca günlük 82 sefer yapmakta ve 2.500 yolcu taşımaktadır.

Tablo 2.15 Kadıköy-Moda nostaljik tramvay hattının işletme özellikleri

Hat Uzunluğu	2,6 km
İstasyon Sayısı	10
Araç Sayısı	8
Yolculuk Süresi	20 dk.
İşletme Saatleri	Hafta İçi : 07:00 / 21:20
	Hafta sonui : 08:30 / 21:20
Günlük Yolcu Sayısı	5.000 yolcu / gün
Günlük Sefer Sayısı	82
Sefer Sıklığı	Zirve saatte 10 dk.

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009).

Tramvay

Zeytinburnu-Kabataş Tramvay Hattı

Zeytinburnu-Kabataş arasında hizmet veren tramvay hattının Sirkeci-Aksaray-Topkapı bölümü 1992 tarihinde, Topkapı - Zeytinburnu bölümü Mart 1994 ve Sirkeci-Eminönü bölümü ise Nisan 1996 tarihinde hizmete açılmıştır. 30 Ocak 2005 tarihinde yapılan törenle hat Kabataş'a uzatılmış ve aynı gün hizmete alınan Taksim-Kabataş Füniküler hattı ile entegre peron yapısı sayesinde Tramvay-Metro ve deniz ulaşımı Kabataş bölgesinde birbirine bağlanmıştır. Bu bağlantı sayesinde Taksim metro yolcuları Füniküler hattı ile ulaştıkları Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattı aracılığı ile Aksaray-Havalimanı metrosuna dolayısı ile Otogar ve Havalimanı istasyonlarına sadece raylı sistemleri kullanarak erişebilmektedirler(İstanbul Ulaşım A.Ş.2009).

Tablo 2.16'da hatta ait istatistiki bilgiler verilmiştir. Hat üzerinde 24 istasyon bulunmakta olup, yolculuk süresi 50 dakikadır. Zirve saatte 3 dakikada bir sefer yapmakta ve günlük sefer sayısı 389'dur. Ayrıca hatta taşınan günlük yolcu sayısı 215.000'dir.

Tablo 2.16 Zeytinburnu-Kabataş tramvay hattının işletme özellikleri

Hat Uzunluğu	13,2
İstasyon Sayısı	24
Araç Sayısı	52
Yolculuk Süresi	50 Dk.
İşletme Saatleri	06:00 / 23:50
Günlük Yolcu Sayısı	215.000 Yolcu / Gün
Günlük Sefer Sayısı	389
Sefer Sıklığı	Zirve Saatte 3 Dakika

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009).

Güngören-Bağcılar Tramvay Hattı

14 Eylül 2006 tarihinde hizmete açılmıştır. Zeytinburnu bölgesinde Zeytinburnu-Kabataş tramvayı ve Aksaray-Havalimanı Metro hattı ile entegre olacak şekilde tasarlanmıştır. 5,2 km uzunluğunda olup üzerinde 587 metre viyadük, 4 bin 35 metre hemzemin bulunmaktadır(İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)). Tablo 2.17'de hatta ait istatistiki bilgiler verilmektedir. 14 istasyonu bulunan hatta yolculuk süresi 18

dakikadır. Zirve saatte 5 dakikada bir sefer yapan tramvay günde 289 sefer yapmakta ve 55.000 yolcu taşımaktadır.

Tablo 2.17. Bağcılar-Güngören tramvay hattının işletme özellikleri

Hat Uzunluğu	5,2 Km.
İstasyon Sayısı	9
Araç Sayısı	14
Yolculuk Süresi	18 Dk.
İşletme Saatleri	06:00 / 00:20
Günlük Yolcu Sayısı	55.920 Yolcu/Gün
Günlük Sefer Sayısı	289
Sefer Sıklığı	Zirve Saatte 5 Dakika

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009).

Topkapı-Habibler Tramvayı

17 Eylül 2007 tarihinde hizmete giren ve Şehitlik-Mescid-i Selam arasında hizmet veren T4 tramvayı 18 Mart 2009 tarihinde Edirnekapı-Topkapı uzatmasının hizmete alınmasıyla birlikte 15,3 km lik hatta hizmet vermektedir. Hattın 7 si yer altı olmak üzere toplam 22 istasyon bulunmaktadır. Topkapı-Edirnekapı tramvay hattı Şehitlik istasyonunda Avcılar-Söğütlüçeşme Metrobüs hattıyla, Vatan istasyonunda Aksaray-Havalimanı Metro hattıyla, Topkapı istasyonunda ise Zeyinburnu-Kabataş Tramvay hattı ve Avcılar-Söğütlüçeşme Metrobüs hattıyla entegre durumdadır(İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)). Tablo 2.18 ilgili hat için istatistiki bilgiler vermektedir. Hattın yolculuk süresi 46 dakika ve günlük sefer sayısı 372'dir. Ayrıca günlük taşınan yolcu sayısı da 60.000'dir.

Tablo 2.18 Topkapı-Habibler tramvay hattının işletme özellikleri

Hat Uzunluğu	15,3 Km
İstasyon Sayısı	22
Araç Sayısı	46
Yolculuk Süresi	42 Dk.
İşletme Saatleri	06:00 / 00:00
Günlük Yolcu Sayısı	60.000 Yolcu / Gün
Günlük Sefer Sayısı	372
Sefer Sıklığı	Pik Saatte 6 Dakika

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009).

Hafif Metro

Hafif metro olarak İstanbul da sadece Aksaray-Havaalanı hattı bulunmaktadır. Eylül 1989 yılında Aksaray - Kartaltepe arasında ilk defa hizmet vermeye başlayan hat, Aralık 2002 yılında havaalanına kadar uzamıştır. Böylelikle önemli bir fonksiyon olan havaalanını raylı sistem ile kent merkezine bağlantısı kurulmuştur. Tablo 2.19’da hattın işletme özelliklerini göstermektedir. 18 istasyonu bulunan hattın yolculuk süresi 32 dakikadır. Günlük 416 sefer yapılan hatta 250.000 yolcu taşınmaktadır.

Tablo 2.19 Aksaray-Havaalanı Hafif Metro Hattının İşletme Özellikleri

Hat Uzunluğu	19,6 Km
İstasyon Sayısı	18
Araç Sayısı	80
Yolculuk Süresi	32 Dk.
İşletme Saatleri	06:00 / 00:30
Günlük Yolcu Sayısı	250.000 Yolcu / Gün
Günlük Sefer Sayısı	416
Sefer Sıklığı	Zirve Saatte 5 Dakika

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)

Metro

Yapımına 1992 yılında başlanan ve Taksim - 4.Levent arasında hizmet veren metro, 16 Eylül 2000 tarihinde hizmete girmiştir. 31 Ocak 2009 da hattın kuzeyinde Atatürk Oto Sanayi ve güneyinde Şişhane uzantıları hizmet vermeye başlamıştır. Şubat 2010 yılından sonra ise tek bir hat olarak işletilmiştir. Hatta ait istatistikler Tablo 2.20’de verilmektedir. On istasyona sahip olan hatta 72 araç bulunmaktadır. Toplam yolculuk süresi 22 dakika olup Taksim-Atatürk Oto Sanayi istasyonları arasında 327 sefer yapılmaktadır. Ayrıca hatta taşınan günlük yolcu sayısı 195.000’dir.

Tablo 2.20 Şişhane-Atatürk Oto Sanayi Metro Hattının İşletme Özellikleri

Hat Uzunluğu	14,5 Km
Istasyon Sayisi	10
Araç Sayisi	72
Yolculuk Süresi	Şişhane-Taksim: 2dk./Taksim-Aos:20 Dk
İşletme Saatleri	Hafta İçi - 06:15 / 00:30
	Cuma / Cumartesi - 06:15 / 01:00
Günlük Yolcu Sayisi	200.000 Yolcu / Gün
Günlük Sefer Sayisi	Taksim-Aos: 327 / Şişhane Taksim: 248
Sefer Sıklığı	Zirve Saatte 6,5 Dakika

Kaynak: İstanbul Ulaşım A.Ş.(2009)

Banliyö Hatları

İstanbul da raylı sistem hatlarından biri de banliyö hatlarıdır. TCDD bünyesinde hizmet etmektedir. Haydarpaşa-Gebze hattı ve Sirkeci-Halkalı hatlarından oluşmaktadır. İki hatta sahile paralel bir güzergah izlemektedir. Ayrıca Haydarpaşa, Sirkeci ve Halkalı ana istasyonlarından oluşan banliyö hatları uluslar arası, şehirlerarası ve şehiriçi bağlantılıdır. Tablo 2.21’de banliyö hatlarının işletme özellikleri verilmektedir. Bu tabloya göre iki hattın kapasitesi ve sefer sayıları birbirine yakındır. Haydarpaşa hattı daha uzun bir hat olduğu yolculuk süresi de uzundur. Ancak bu hatta taşınan yolcu sayısı diğer hatta göre daha azdır.

Tablo 2.21 Banliyö hatları özellikleri

	Haydarpaşa-Gebze	Sirkeci-Halkalı
Hat Uzunluğu	44,7	27,6
İstasyon Sayısı	28	18
Araç Sayısı	35	24
Yolculuk Süresi	70 Dk.	50 Dk.
Günlük Yolcu Sayısı	65.000	69.000
Günlük Sefer Sayısı	Zirve Saatlerde 15 Dk., Zirve Saatlerde 20 Dk.	Zirve Saatlerde 15 Dk., Zirve Saatlerde 20 Dk.
Sefer Sıklığı	116(Geliş-Gidiş)	114(Geliş-Gidiş)
Hat Kapasitesi	178 Tren/Gün(Yolcu-Yük-Banliyö)	180 Tren/Gün(Yolcu-Yük-Banliyö)

Kaynak: İBB, Ulaşım Planlama Müdürlüğü ve TCDD(2009)

2.4.3 Denizyolu Taşımacılığı

İstanbul'daki yolcu taşıma türleri arasında denizyollarının payı yüzde 3'dür. Günlük ortalama yaklaşık 300.000 yolcu taşımaktadır.

İstanbul'un deniz ulaşımı, 1987 yılına kadar büyük ölçüde Türkiye Deniz İşletmeleri Şehir Hatları İşletmesi tarafından sağlanmaktaydı. Bu tarihte Büyükşehir Belediyesi tarafından İstanbul Ulaşım ve Ticaret A.Ş. kurularak deniz ulaşımını sağlayan ikinci bir kuruluş ortaya çıkmıştır. Daha sonra 1988 yılında şirkette ünvan değişikliği yapılmış işletme, İDO A.Ş. - İstanbul Deniz Otobüsleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. adını almıştır.

2005 Şubat ayında ise İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı ile Özelleştirme Yüksek Kurulu (ÖYK) arasında bir protokol yapılarak Türkiye Şehir Hatları İşletmesi İstanbul Büyükşehir Belediyesine geçmiştir. Devralma işlemleri İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı adına İDO A.Ş. tarafından yürütülmüştür. Devralma işlemiyle birlikte İstanbul'da deniz ulaşımından sorumlu tek otorite İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı olmuş ve bu otorite de büyük ölçüde İDO A.Ş.'ne devredilmiştir. Hızlı feribot, deniz otobüsü, yolcu vapuru, araba vapuru, mavi marmara yolcu vapuru ve deniz taksi İDO A.Ş.'nin hizmetleri arasındadır. Tablo 2.22'de İDO tarafından taşınan yolcu ve araç sayıları verilmiştir. Eskihisar ve Topçular hattı çıkarılarak İstanbul için değerler oraya konulmuştur. Buna göre en fazla yolcu taşıyan tür yüzde 54 ile şehir hatlarıdır. Denizotobüsleri ise özellikle dış hatlarda en az yolcu taşıyan türdür. Taşınan araç sayısı bakımından ise yine şehir hatları en önemli tür olarak göze çarpmaktadır(İDO).

Tablo 2.22 İDO tarafından taşınan yolcu ve araç sayıları(2009)

Ulaşım Türü	Günlük Taşınan Yolcu Sayıları	Genel İçindeki Oranı	Günlük Taşınan Araç Sayıları	Genel İçindeki Oranı
Denizotobüsleri - İÇ HAT	17.597	8%	-	
Denizotobüsleri - DIŞ HAT	1.856	1%	-	
Hızlı Feribot	17.697	8%	3.254	17%
Şehirhatları	172.928	82%	8.272	43%
TOPLAM	211.435	100%	19.054	100%

Kaynak: İDO, 2009

Tablo 2.23’de Denizotobüs hatları için 2009 yılında taşınan yolcu sayıları verilmektedir. Bu tabloya göre denizotobüslerinde iç hat yolcu sayısı en fazla Bostancı-Bakırköy hatları arasında taşınmaktadır. En az yolcu taşıyan hatlar ise boğaz hattı gidiş ve dönüş hatlarıdır.

Tablo 2.23 Denizotobüsü iç hat yolcu sayıları(2009)

Hat Adı	Günlük Taşınan Yolcu Sayısı	Yüzde
Bostancı-Kabataş	1.603	9%
Kabataş-Bostancı	1.214	7%
Bostancı-Kadıköy-Yenikapı-Bakırköy	4.790	27%
Bakırköy-Yenikapı-Kadıköy-Bostancı	5.027	29%
Kartal-Yalova	1.092	6%
Yalova-Kartal	1.065	6%
Bos-Hada-Bada-Bur-Kın-Kab	297	2%
Kab-Kın-Bur-Bada-Hada-Bos	1.694	10%
Boğaz Hattı Gidiş	421	2%
Boğaz Hattı Dönüş	395	2%
Toplam	17.597	100,00%

Kaynak: İDO, 2009

Denizotobüslerinde dış hatlarda taşınan yolcu sayıları Tablo 2.24’te verilmiştir. Bu tabloya göre de en fazla yolcu sayıları Bostancı-Armutlu arasında gerçekleşmektedir. En az yolcu taşıyan hat ise Kabataş-Bursa hattıdır.

Tablo 2.24 Denizotobüsü dış hat yolcu sayıları(2009)

Hat Adı	Günlük Taşınan Yolcu Sayısı	Yüzde
İstanbul-Çınarcık-Esenköy	236	13%
Esenköy-Çınarcık-İstanbul	239	13%
Bostancı-Yenikapı/Marmara-Avşa	189	10%
Avşa-Marmara/Yenikapı-Bostancı	185	10%
Bostancı-Yenikapı/Armutlu T.K-Armutlu	440	24%
Armutlu-Armutlu T.K/Yenikapı-Bostancı	431	23%
Kabataş-Kadıköy / Bursa	63	3%
Bursa / Kadıköy- Kabataş	72	4%
Toplam	1.856	100%

Kaynak: İDO, 2009

Aşağıdaki Tablo 2.25’de hızlı feribotla taşınan yolcu ve araç sayıları verilmektedir. En fazla yolcu taşıyan hat Pendik-Yalova iken, en az yolcu taşıyan hat ise Yenikapı-

Bandırmadır. Günlük taşınan araç sayısına bakıldığında ise yolcu sayısına paralel olarak Pendik-Yalova hatlarında en fazla, Yenikapı-Bandırma hatları arasında en az sayıda araç taşınmaktadır.

Tablo 2.25 Hızlı feribot hatlarında taşınan yolcu ve araç sayıları(2009)

Hat Adı	Günlük Taşınan Yolcu Sayısı	Oran	Günlük Taşınan Araç Sayısı	Oran
Yenikapı/Yalova	2.000	11%	90.328	8%
Yalova/Yenikapı	2.000	11%	107.488	9%
Yenikapı/Bandırma	1.384	8%	95.639	8%
Bandırma/Yenikapı	1.259	7%	81.157	7%
Pendik/Yalova	3.367	19%	255.626	22%
Yalova/Pendik	3.372	19%	271.684	23%
Yenikapı/Bursa	2.140	12%	139.892	12%
Bursa/Yenikapı	2.176	12%	145.779	12%
Toplam Araç Sayısı	17.697	100%	1.187.594	100%

Kaynak: İDO, 2009

Şehir hatlarına ait yolcu sayıları Tablo 2.26’da verilmiştir. Buna göre en fazla yolcu Kadıköy-Karaköy ile Eminönü-Kadıköy hatları arasında taşınmaktadır. Bazı hatlar ise neredeyse hiç yolcu taşımaktadır. Özellikle boğaz keyif hatları, Mehtap gezisi hatları çok düşük değerlerde yolcu taşımaktadır.

Bu hatlar içersinden Sirkeci-Harem ve Eskişehir-Topçular hattında yolcu ile birlikte araç taşımacılığı yapılmaktadır. Ancak Tablo 2.26’da bu hatlara ait yolcu değerleri verilirken araç içi yolcu sayıları dikkate alınmamış, sadece yaya yolcular dikkate alınmaktadır. Tablo 2.27’de bu hatlara ait hem taşınan araç sayıları hemde araç içindeki yolcu sayıları verilmektedir. Tablo 2.27’den de anlaşılacağı gibi Harem-Sirkeci arası daha fazla araç taşımakta iken araç içi yolcu taşınması bakımından ise Eskişehir-Topçular hattı daha fazla yolcu taşımaktadır.

Tablo 2.26 Şehir hatlarında taşınan günlük yolcu sayıları(2009)

Hatlar	Günlük Taşınan Yolcu Sayısı	Genel İçindeki Payı
Eminönü-Üsküdar	14.144	10%
Üsküdar-Eminönü	14.493	10%
Kadıköy/Eminönü-Karaköy	24.591	17%
Haydarpaşa/Eminönü-Karaköy	1.938	1%
Eminönü/Haydarpaşa-Kadıköy	17.200	12%
Karaköy/Haydarpaşa-Kadıköy	11.538	8%
Kabataş-Kadıköy	1.273	1%
Kadıköy-Kabataş	2.065	1%
Üsküdar-Beşiktaş	376	0%
Beşiktaş-Üsküdar	176	0%
Kadıköy-Beşiktaş	9.538	6%
Beşiktaş-Kadıköy	9.702	7%
Emirgan-Kanlıca-A.Hisarı-Kandilli-Bebek-A.Köy	1.186	1%
Sarıyer-Rumelikavağı-Anadolukavağı-Poyrazköy	684	0%
Eminönü-Kasımpaşa-Fener-Balat-Ayvansaray-Sütlüce-Eyüp(Haliç Hattı)	3.162	2%
Kabataş-Kadıköy-Bostancı/Adalar-Yalova-Çınarcık	17.795	12%
Boğaz Hattı	4.862	3%
Boğaz Hattı (Özel)	1.086	1%
Duraksız Boğaz Keyfi	6	0%
Sarayburnu-Marmara-Avşa (Mavi Marmara)	137	0%
Mehtap Gezisi (Bst-E.Kdk-Emn-Üsk-Bşt-Ort-Çen-R.K.-A.K.)	10	0%
Sirkeci-Harem	6.083	4%
Harem-Sirkeci	5.383	4%
Toplam	147.428	100%

Kaynak: İDO, 2009

Tablo 2.27 Şehir hatlarında taşınan günlük yolcu ve araç sayıları(2009)

Hatlar	Günlük Taşınan Yolcu Sayısı	Oran	Günlük Taşınan Araç Sayısı	Oran
Sirkeci-Harem (Araç İçi Taşınan Yolcu)	13.825	15%	4.490	28%
Harem-Sirkeci (Araç İçi Taşınan Yolcu)	11.676	13%	3.783	24%
Eskihisar-Topçular (Araç İçi Taşınan Yolcu)	30.655	34%	3.720	24%
Topçular-Eskihisar (Araç İçi Taşınan Yolcu)	33.458	37%	3.808	24%
Genel Toplam	89.614	100%	15.800	100%

Kaynak: İDO, 2009

3 ULAŞIM PLANLAMASI

Bu bölümde ulaşım planlamasının tarihsel gelişimi, ülkemizdeki ulaşım planlama çalışmaları, İstanbul için yapılan ulaşım planlama çalışmaları ve 2006 İUAP-UTM' i anlatılmaktadır.

3.1 Ulaşım Planlamasının Tarihsel Gelişimi

1950' lilerde nüfus artışına paralel olarak otomobil sahipliğinin artması beraberinde karayolu ulaşım yatırımlarının(yeni karayolu yapma, yol genişletme vb.) yapılmasına doğurmuştur. Daha sonra bu doğrultuda otomobil odaklı ulaşım planlaması kendini göstermektedir. Başta ABD ve İngiltere ulaşım planlama çabaları olmuştur(Kaplan, 1996).

1960'lı yıllarda gelecekteki ulaşım talebini tahmin etmek için klasik model tanımlanmıştır. Bilgisayarların gelişmesi sonucunda büyük veri setlerini kolayca analiz edilebilmesi imkanını doğurmuştur. Böylelikle bilgisayara dayalı ulaşım planlama modelleri gelişmeye başlamıştır. Bilgi toplama aşaması ile başlayıp uygun yatırım kararlarının alınması ile sonuçlanan bir dizi işlem ile uygulamaya konulmuştur. Bu yıllarda ulaşım planlaması kapsamında "noktasal çözümler" yapılmıştır. Bu çözüm yöntemine göre; Kentiçi ulaşımında sorunların ortaya çıkışı önce kavşaklardaki sıkışıklıklar olarak görülmüş ve buna bağlı olarak da yapılan ulaşım planlama çalışmaları çok dar bir görüşle kavşaklardaki sıkışıklığı gidermeye yönelik olmuştur. Bunun sonucunda da Trafik mühendisleri tıkanan kavşakları çeşitli yöntemlerle aşmaya çalıştıkça ilave kapasite yaratılarak çözülen her kavşaktaki tıkanıklık bir sonraki diğer kavşaklara taşınmış, mühendisler tıkanan kavşakların peşinden koşar hale gelmiştir(Çelik, 1999).

Noktasal çözümlerle etkin bir sonuç alınmadığı anlaşıldığında, altmışlı yılların sonlarından itibaren "koridor çözümleri" arayışına girilmiş, kentte tanımlanan ana ulaşım koridorlarının bir bütün olarak ele alınması ve bu koridorda trafik talebinin gerektirdiği arzın yaratılarak kesintisiz akımın sağlanmasına çalışılmıştır. Ancak bir koridorda sağlanan akışkanlık, ya o koridorun dışında kalan diğer kavşakları ve

koridorları olumsuz yönde etkileyerek koridorun dışındaki kavşak ve koridorların tıkanmasına yol açmış, ya da koridorda yaratılan yeni kapasite ve akışkanlık beklenenin çok üstünde bir talebi bu koridora çekerek düzenlenen koridorun aşırı talepler altında tekrar tıkanmasına sebep olmuştur. Yetmişli yıllara gelindiğinde koridor etütlerinin uygulanmasıyla ortaya çıkan sonuçlar, sına ma yanılma yöntemi ile uygulanan bu yaklaşımın da yetersiz kaldığını göstermiştir.

Nokta ya da koridor olarak çözülemeyen ulaşım sistemlerinin bir şebeke olarak ele alınması gereği anlaşıldığında plancıların yardımına yetişen teknoloji, yetmişli yıllarda ana bilgisayarların ve seksenli yıllarda ise kişisel bilgisayarların vazgeçilmez bir planlama aracı olmasını sağlamıştır. Ulaşım sistemlerinin bütünleşik bir ağ olarak ele alınarak "Şebeke çözümleri " geliştirilmesine imkan veren bu yaklaşım sonucunda kentiçi ulaşım sistemlerinin bilgisayarlarda benzetim modelleri yaratılarak, sistemin davranışları daha uygulamaya geçilmeden bilgisayar üzerinde sına nmaya başlanmış ve dolayısıyla günümüzde uygulamadaki yanılmalar azalmıştır(Çelik, 1999).

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, sadece 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.

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 rağmen, hiçbirinin trafik tıkanıklığı ve çevresel problemleri çözmede tam olarak başarılı olmadıkları değerlendirilmiştir(Özalp ve Öcalır, 2008, s.72-73)

Seksenli yılların sonlarında bilgisayarlara dayalı benzetim modellerinin de belirli noktalarda yetersiz kaldığı anlaşılmış, yaratılan modellerin yaya ve bisikletlileri yeterince dikkate almadığı, yaya ve sürücü davranış ve alışkanlıklarının, dolaylı ve

dolaysız maliyetlerin, mekansal ve görsel bozulmaların, yasal çerçevenin ve yaptırım sisteminin modele yeterince yansıtılmadığı ortaya çıkmıştır.

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 tedbirler ve ücretlendirme politikalarıyla desteklenen trafik durultma uygulamalarının, toplu taşıma, yürüme ve bisiklet gibi ulaşım türlerinin türel ayırım içindeki payını artıracakları öngörülmekteydi.

Ulaşım planlamasında günümüzde kullanılan modelleme sistemi 1950’lerde ve 1960’larda kullanılanlardan temelde farklılıklar göstermektedir. Geçmişteki modeller altyapı sağlamada maliyet verimliliği üzerine odaklanmışken, günümüzde çalışmalar erişebilirlik, makro-ekonomik etki, çevresel etki, sosyal eşitlik, arazi kullanımı ve gelişmenin yönetimi üzerinedir. Ulaşım planlama metodolojisindeki bazı ilerlemelere rağmen, modelleme de ulaşım planlama süreci de eleştirilmeye devam etmektedir.

Artık talebe cevap vermeye odaklanan geleneksel yaklaşımın yerine talebi yönlendiren sürdürülebilir ulaşım planlaması yaklaşımı gündeme gelmiştir. Ulaşım sorunlarının çözümünde yüksek maliyetli büyük ulaşım yatırımlarının tek başına yeterli olamayacağı, bunun yanında trafik yönetim ve işletme önlemlerinin alınması gereği de tartışılmaktadır(Özalp ve Öcalır, 2008, s.72-73).

3.2 Türkiye’deki Ulaşım Planlama Çalışmaları

Bu kısımda Türkiye’de yapılan ulaşım plan çalışmaları değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler yapılırken proje çalışmalarının tek tek ele alınması yerine ülkemizdeki ulaşım planlama çalışmaları dönemsel olarak ayrılmış ve belirlenen kriterler üzerinde bu dönemlerin özellikleri anlatılmıştır. Özalp ve Öcalır (2008, s. 74-75) ülkemizdeki planlama çalışmalarını 1970 öncesi, 1970-1985 dönemi ve 1985 sonrası olarak üç dönemde değerlendirmiştir. Bu dönemlerden 1970 öncesi için genel bir değerlendirme yapılırken, diğer 2 dönem; arazi kullanım kararları, kenti kapsama durumu, ulaşım türlerini ilgilendirme durumu, bilgi toplama türü, talep yöntemi, getirilen öneri tipi, yeşil tür önerilerine göre değerlendirilmiştir.

3.2.1 1970 Öncesinde Yapılan Çalışmalar

Bu dönemdeki çalışmalar ülkemizde ulaşım planlama çalışmalarının ilk kez denendiği zamanlardır. Gelişmiş ülkelerde otomobil kullanımının yaygınlaşması ve beraberinde getirdiği trafik problemleri neticesine ulaşım planlama çalışmalarında bu ülkelerde daha yaygınlaşmıştır. Bunun sonucunda teknik olarak hem ileri gitmişler hemde gelişmekte olan trafik problemlerinin doğması ile bu ülkelerde danışmanlık yapmaya başlamışlardır. Ülkemizde özellikle bu dönemde yapılan ulaşım planlama çalışmaları yabancı uzmanlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda o dönemin ulaşım planlama koşullarına paralel giderek kısa süreli ve dar kapsamlı çalışmalar olmuştur. Öncü (1993), Bu dönemdeki çalışmalar kentin genel ulaşım yapısını irdelemekten çok belirli bir ulaşım yatırımının (örneğin Boğaz Köprüsü'nün) gerekliliğinin saptanması ve savunulması amacıyla gerçekleştirildiğini söylemiştir.

3.2.2 1970-1985 Yılları Arasında Yapılan Çalışmalar

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ulaşım planlama çalışmaları ilerlemiştir. Bu dönemde kamu kurumları daha etkin bir rol oynamıştır. Aşağıdaki Tablo.3.1'de bu dönemde yapılan ulaşım planlama çalışmaları yer almaktadır. Bu tabloya göre çalışmalar büyük şehirlerimizde gerçekleşmektedir. Özellikle İstanbul'da hızlı artan nüfus ve otomobil sahipliği neticesinde ulaşım planlama çalışmaları daha fazla olarak göze çarpmaktadır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir özellikte çalışmaların daha çok raylı sistem projeleri üzerine yoğunlaştığını görmekteyiz.

Tablo 3.1 1970-1985 arasında dönemde gerçekleşen çalışmalar

Yıllar	Çalışma İli	Çalışma Adı
1970	İstanbul	İstanbul İstanbul Şehri Metrosu İçin Fizibilite Çalışması
1975		Trafik Mühendisliği ve Kontrol Etüdü
1978		İstanbul Metrosu Fizibilite Çalışması
1983		Kentiçi Ulaşım Planı
1984		Süratli Tramvay Projesi Ön Fizibilite Etüdü
1972	Ankara	Ankara Ulaşım Etüdü
1980		Kentiçi Raylı Toplu Taşıma Projesi
1983		Raylı Toplu Taşıma Sistemi Fizibilite Etüdü
1974	İzmir	İzmir Ulaşım Etüdü
1980		Toplu Taşıma Sisteminin Optimizasyonu Etüdü

Kaynak. (Özalp ve Öcalır, 2008, s.74).

Aşağıdaki Tablo.3.2’de bu dönemde gerçekleştirilen çalışmaların değerlendirilmesinde dikkat edilen özellikler verilmiştir. Buna göre;

Arazi Kullanım Kararları

Bu dönemdeki çalışmaların 5 tanesinde arazi kullanım kararlarının dikkate alındığını görmekteyiz. Diğer bir deyişle şehir planlama çalışmaları ile kente biçilen rolde ulaşım faktöründe dikkate alınmış, ulaşım planlama çalışmalarında da şehir planları dikkate alınarak bir planlama anlayışının geliştiğini görmekteyiz. Öncü (1993), bu durumu ulaşım ve nazım plan açısından önemli bir gelişme olarak kabul etmektedir.

Kenti Kapsama Durumu

Bu dönemde ki çalışmaların 6’sı sadece belli bir bölgeye hitap ederken, diğer dört çalışma kent bütününe kapsamaktadır. Aslında bu durum ulaşım planlamasının dünyadaki tarihsel gelişiminde olduğu gibi ulaşım planlama çalışmalarının belli koridorlarda çözüm arayışları ile örtüşmektedir.

Ulaşım Türlerini İlgilendirme Durumu

Gerçekleştirilen çalışmaların sadece 2’si bütün ulaşım türlerini ilgilendirirken, kalan 8 tanesi de belli başlı ulaşım türlerini ilgilendirmektedir.

Bilgi Toplama Türü

Ulaşım planlamasında çalışma alanının ulaşım karakteristiğini ortaya koymada bilgi toplama türleri çok önemlidir. Ancak bu dönem çalışmalarında bu hassasiyet görünmemektedir. Sadece 2 çalışmada hem konut hem de trafik sayımları yapılmış, 1 çalışmada ise sadece trafik sayımı yapılmıştır.

Talep Yöntemi

Bu dönemde bilgisayar destekli talep tahmin yöntemlerinin henüz tam yaygınlaşmaması sebebi ile çalışmaların tamamında basit tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Talep tahmini yapılmayan bir çalışma bulunmamaktadır.

Getirilen Öneri Tipi

Daha önce söylediğimiz gibi bu dönemdeki çalışmaların 6 tanesi raylı sistem projesi önermekte, 1 tanesi raylı sistem ile otobüs önermekte, 3 tanesi de uzun dönemli olmayan pratik çalışmalardır.

Yeşil Tür Önerisi(Yaya veya Bisiklet)

Bu dönemdeki çalışmaların hiçbirinde yayalar veya bisiklet kullanıcıları için bir öneri getirilmemiştir. Bu durum bize yapılan çalışmaların daha çok motorlu taşıtlar için yapıldığını göstermektedir.

Tablo 3.2 1970- 1985 Arası dönem değerlendirme özellikleri

Dikkat Edilen Özellikler		1970-1985 Arası Dönemi
Gerçekleşen Çalışma Sayısı		10
Arazi Kullanım Kararları	Dikkate alınan	5
	Dikkate alınmayan	5
Kenti Kapsama Durumu	Kentin tamamı	4
	Kentin bir bölümü	6
Ulaşım Türlerini İlgilendirme Durumu	Bütün türleri ilgilendiren	2
	Sadece belli türleri ilgilendiren	8
Bilgi Toplama Türü	Konut anketi ve trafik sayımı yapılan etütler	2
	Konut anketi ve trafik sayımı yapılmayan etütler	7
	Sadece konut anketi yapılan etütler	-
	Sadece trafik sayımı yapılan etütler	1
Talep Yöntemi	Bilgisayar benzetim modeli ile talep tahmini	-
	Basit tahmin yöntemleri ile talep tahmini	10
	Her ikisi birlikte	-
	Talep tahmini yapılmayan	-
Getirilen Öneri Tipi	Sadece raylı sistem önerisi	6
	Raylı sistemle birlikte otobüs önerisi	1
	Sadece otobüs önerisi -	-
	Uzun dönem önerisi getirilmeyen	3
Yeşil Tür Önerisi(Yaya veya Bisiklet)	Yeşil türleri geliştirme önerisi getiren çalışmalar	-
	Yeşil türleri geliştirme önerisi getirmeyen çalışmalar	10

Kaynak: Özalp ve Öcalır, 2008

3.2.3 1985 Sonrası Yapılan Çalışmalar

Bu dönemde özellikle büyük kentlerimizde nüfus artışının hızla artması ve buna paralel olarak kent makroformlarının büyümesi sonucunda yolculuk talepleri de önemli

bir derecede yükselmiştir. Bunun sonucunda da bu yolculuk talebini karşılayabilmesi anlamında raylı sisteme projeleri merkezi yönetimin politikalarıyla ivme kazanmıştır.

Bu dönemde merkezi yönetim raylı sistem projelerine kaynak tahsisinin değerlendirmeye alınması için ulaşım etüdü hazırlanmasını bir ön koşul olarak belirlemiştir. Aynı zamanda raylı sistem projeleri üreten ülkelerin kendi teknolojilerini ülkemize tanıtmak ve özellikle büyük kentlerimizde ortaya çıkan raylı toplu taşıma pazarından pay almak amacıyla kredi ve hibe olarak sağlanan parasal kaynaklar ve yabancı uzman katkısı bu dönemdeki en belirgin özelliklerden biridir.(Özalp ve Öcalır, 2008, s.74)

Bu dönemde yapılan projeler 3 ayrı tabloda gösterilmiştir. Bu projeler toplu taşıma ve trafik iyileştirme etütleri, raylı sistem etütleri ve kentsel ulaşım etütleridir.

Tablo 3.3’de bu dönemde yapılan toplu taşıma ve trafik iyileştirme etütlerini göstermektedir. Sadece toplu taşıma etütleri 6 kentimizde yapılmıştır. Bu kentlerden yine İstanbul ve ayrıca Bursa şehirleri en fazla çalışmaların yapıldığı kentler olarak göze çarpmaktadır.

Tablo 3.3 1985 sonrası dönemde toplu taşıma ve trafik iyileştirme etütleri

Yıllar	Çalışma İli	Çalışma Adı
1987	İstanbul	İstanbul Otobüs Etüdü
1998		Ulaşımında Acil Eylem Planı
1998	Ankara	Ankara Trafik ve Ulaşım İyileştirme Etüdü
1994	Bursa	Bursa Kentiçi Toplu Taşıma Etüdü
1997		Kentsel Gelişme Projesi
1990	Eskişehir	Eskişehir Kentsel Ulaşım Projesi

Kaynak: Özalp ve Öcalır, 2008

Tablo.. bu dönemde gerçekleştirilen raylı sistem etütlerini göstermektedir. Toplam 13 proje gerçekleştirilmiştir. Özellikle 1990-2000 arasında raylı sistem projeleri daha yoğun olarak göze çarpmaktadır. Çalışma alanı açısından ise yine İstanbul ve Bursa şehirleri en dikkat çekici şehirlerdir. Bununla birlikte anadolu şehirlerinde de bu projelerin yapılması ülkemizdeki raylı sistem projelerinin önem kazandığını göstermektedir.

Tablo 3.4 1985 sonrası dönemde raylı sistem etütleri

Yıllar	Çalışma İli	Çalışma Adı
1987	İstanbul	İstanbul Boğaz Demiryolu Tüneli Geçışı ve İstanbul Metrosu Fizibilite Etütleri ve Avan Projeleri
1996		Avrupa Yakası Raylı Sistem Stratejik Şebeke Planlama Çalışması
2001	İzmir	İzmir Banliyö Demiryolu Ulaşım Etüdü
1986	Bursa	Bursa HRS Fizibilite Etüdü
2001		HRS Sistem Planı ve Ulaşım Planlama Programı
1991	Kayseri	Kayseri Ulaşım Etüdü
1997	Konya	Konya Kentsel Ulaşım Etüdü ve Raylı Sistem Fizibilite Çalışması
1999	Gaziantep	Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Etüdü ile Raylı Sistem Fizibilite Etüdü ve Fikir Projesi
1994	İzmit	İzmit Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Etüdü ve Toplu Taşım Fizibilite Etüdü
1995	Eskişehir	Eskişehir Ulaşım Master Planı
2001		HRS Projesi Ekonomik ve Mali Değerlendirme Etüdü
2004	Trabzon	Trabzon Hafif Raylı Sistem Fizibilite Çalışması
1998	Isparta	Isparta Kentiçi Raylı Sistem Etüdü

Kaynak. Özalp ve Öcalır, 2008.

Tablo 3.5’de ülkemizdeki kentsel ulaşım etütleri gösterilmiştir. Bu çalışmalar genelde ulaşım ana planlarından oluşmaktadır ve 2000 yılından sonra daha fazla yapılması bir anlamda kentler için ulaşım planlarının zamanla önem kazandığı ve bir mecburiyet olduğunu göstermektedir. En çok ulaşım ana planı başta İstanbul olmak üzere büyükşehirlerde yapılmıştır.

Tablo 3.5 1985 sonrası dönemde kentsel ulaşım etütleri

Yıllar	Çalışma İli	Çalışma Adı
1988	İstanbul	İstanbul Büyükşehir Ulaşım Nazım Planı
1997		Ulaşım Ana Planı
2006		İstanbul Ulaşım Ana Planı
1986	Ankara	Ankara Kentsel Ulaşım Çalışması
1994		Ulaşım Ana Planı
1992	İzmir	İzmir Ulaşım Master Planı
1997		Ulaşım Master Planı Güncelleştirme Etüdü
1987	Bursa	Bursa Ulaşım Master Planı
1991		Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Etüdü ve Toplu Taşım Fizibilite Etüdü
1992	Adana	Adana Kentiçi ve Yakın Çevresi Ulaşım Etüdü
2001	Konya	Konya Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı
2005	Antalya	Antalya Ulaşım Ana Planı
2003	Eskişehir	Eskişehir Ulaşım Ana Planı
2006	Gaziantep	Gaziantep Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı
2001	Mersin	Mersin Kentsel Ulaşım Etüdü ve Projesi
2003	Denizli	Denizli Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı
2001	Kayseri	Kayseri Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım Etüdü ile Raylı Sistem Avan Projesi ve Fizibilite Etüdü
2002	Samsun	Samsun Kentiçi Ulaşım Ana Planı, Ulaşım Etüdü ve Toplu Taşım Fizibilite Etüdü
1994	Trabzon	Trabzon Kentiçi Ulaşım Etüdü

Kaynak: Özalp ve Öcalır, 2008.

Aşağıdaki Tablo 3.6 bu dönemde gerçekleştirilen çalışmaların değerlendirilmesinde dikkat edilen özellikler verilmiştir. Buna göre;

Arazi Kullanım Kararları

Bu dönemdeki çalışmalardan 30 tanesinde arazi kullanım kararları dikkate alınmıştır. Bir önceki döneme göre yüksek bir oranda olan bu uyumluluk bize ülkemizdeki ulaşım planları ile arazi kullanım kararlarının öneminin artık herkes tarafından bilindiğine ve planlamanın olmazsa olmaz bir olgusuna işaret etmektedir. Aynı zamanda plan uygulayıcıları tarafındanda önemin farkedildiğini göstermektedir.

Kenti Kapsama Durumu

Bu dönemdeki çalışmaların 35 tanesi kentin tamamına hitap ederken, 5 tanesi ise sadece bir bölgeye hitap etmektedir. Bir anlamda noktasal veya koridor çözümlerinin artık eskidiğini ve yeni yaklaşımların önem kazandığını göstermektedir.

Ulaşım Türlerini İlgilendirme Durumu

Gerçekleştirilen çalışmaların 26 tanesi bütün ulaşım türlerini ilgilendirirken, kalan 14 tanesi de belli başlı ulaşım türlerini ilgilendirmektedir. Bu durumun oluşmasında raylı sistem projelerinin yaygın olması etkili olmuştur.

Bilgi Toplama Türü

Bilgi toplama türlerinden konut anketleri ve trafik sayımı yapılan çalışma sayısı 27, konut anketi ve trafik sayımı yapılmayan 7, sadece konut anketi 7, sadece trafik sayımı yapılan 3'dür. Burada halen bilgi toplama çalışmalarında eksik olduğumuzu göstermektedir. Bu durumun önemli sebeplerinden biri bilgi toplama çalışmasının hem maliyet açısından pahalı hemde uzun bir zamana ihtiyaç olduğu için karar vericiler açısından dezavantaj olarak görülebilmektedir.

Talep Yöntemi

Bu dönemdeki çalışmalardan sadece 2 tanesinde talep tahmini yapılmamıştır. Buna karşın 24 çalışmada bilgisayar destekli modellerden faydalanılmış, 11 tanesinde basit talep tahmini yapılmış ve 4 tanesi içinde hem bilgisayar destekli modellerden hemde basit talep tahminleri birlikte yapılmıştır. Özellikle bilgisayar destekli modellerin fazla olması, bir önceki döneme göre ülkemizin, ulaşım planlamadaki yeni yaklaşımları takip ettiğini göstermektedir.

Getirilen Öneri Tipi

Getirilen öneri tipi açısından raylı sistem projeleri 20 tane, iki alternatifli(raylı sistem ile birlikte otobüs) 12, sadece otobüs önerisi 2 ve uzun dönemli önerisi getirilmeyen 6 adet proje bulunmaktadır. 1990'lı yıllarda raylı sistem projelerinin yaygınlaşması bu durumda etkili olmuştur.

Yeşil Tür Önerisi(Yaya veya Bisiklet)

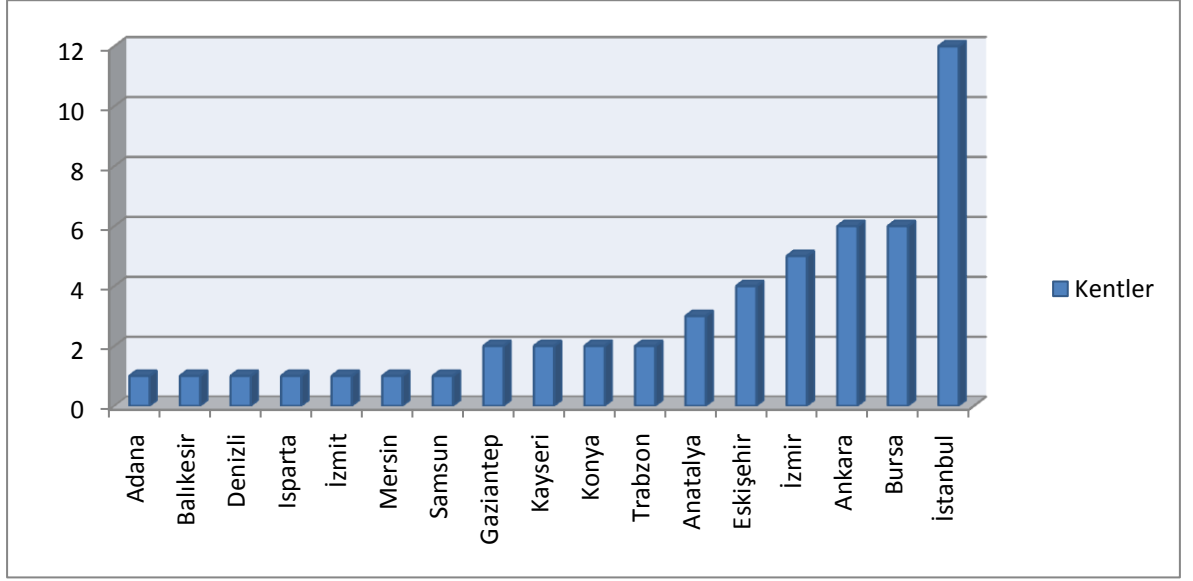
Bir önceki dönemde dikkate alınmayan yeşil tür önerisi 2000 yılından sonra önem kazanan çevre sağlığı ile beraber yeşil türleri öne çıkarmıştır. Bu dönemde yapılan çalışmalar genellikle motorlu taşıtlar için olmakla beraber 8 projede yeşil tür önerisi getirilmiştir.

Tablo 3.6 1985 Sonrası dönem değerlendirme özellikleri

Dikkat Edilen Özellikler		1985 Sonrası Dönemi
Gerçekleşen Çalışma Sayısı		40
Arazi Kullanım Kararları	Dikkate alınan	30
	Dikkate alınmayan	10
Kenti Kapsama Durumu	Kentin tamamı	35
	Kentin bir bölümü	5
Ulaşım Türlerini İlgilendirme Durumu	Bütün türleri ilgilendiren	26
	Sadece belli türleri ilgilendiren	14
Bilgi Toplama Türü	Konut anketi ve trafik sayımı yapılan etütler	27
	Konut anketi ve trafik sayımı yapılmayan etütler	7
	Sadece konut anketi yapılan etütler	3
	Sadece trafik sayımı yapılan etütler	3
Talep Yöntemi	Bilgisayar benzetim modeli ile talep tahmini	25
	Basit tahmin yöntemleri ile talep tahmini	11
	Her ikisi birlikte	2
	Talep tahmini yapılmayan	2
Getirilen Öneri Tipi	Sadece raylı sistem önerisi	20
	Raylı sistemle birlikte otobüs önerisi	12
	Sadece otobüs önerisi -	2
	Uzun dönem önerisi getirilmeyen	6
Yeşil Tür Önerisi(Yaya veya Bisiklet)	Yeşil türleri geliştirme önerisi getiren çalışmalar	8
	Yeşil türleri geliştirme önerisi getirmeyen çalışmalar	32

Kaynak: Özalp ve Öcalır, 2008.

1970 yılından günümüze kadar yapılan ulaşım etütü çalışmalarının kentlere göre bir grafiğini çıkardığımızda başta İstanbul olmak üzere büyükşehirlerde ulaşım etütlerinin daha fazla yapıldığı görülmektedir.



Şekil 3.1 Kent bazında ulaşım etütleri

3.3 İstanbul' daki Ulaşım Planlama Çalışmaları

Bu bölümde; İstanbul'da son 25 yıl içinde yapılmış ulaşım planlama çalışmalarını kısa değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre ilk olarak 1985 yılında boğaz tüp geçişi kapsamında "IRTC Konsorsiyum'u" tarafından ulaşım etütleri yapılmıştır. Bu çalışmada bir anlamda model kalibrasyon çalışmalarını içermektedir. Çalışma alanı geniş bir büyüklüğe sahip olup 97 trafik analiz bölgesine ayrılmıştır. Ancak yapılan hane halkı anketi çalışması düşük örneklem büyüklüğü ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada TRANSPLAN modeli kullanılmıştır.

Diğer ulaşım planlama çalışması ise 1987 yılında Temel Mühendislik tarafından İstanbul Ulaşım Nazım Planı çalışmasıdır. Bu plan da çalışma alanı bir önceki çalışmaya oranla azalsada, çalışma alanı daha çok bölgeye ayrılmıştır. Çalışmada 108 tane trafik analiz bölgesi oluşturulmuş ve 2400 hane ile görüşülmüştür. Bu çalışmada TRANPLAN/TRANSPORT modelleri kullanılmıştır.

Ulaşım ana planı olarak yapılan ve diğerlerine göre hem daha kapsayıcı hemde daha hassas olan çalışma 1996 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile İstanbul Teknik Üniversitesi'nin birlikte çalışmasıyla yapılan İstanbul Ulaşım Ana Planı'dır. Bu çalışmada; çalışma alanı 208 bölgeye(zon) ayrılmıştır. Yaklaşık 12. 000 hane halkı ile görüşülmüştür. Bu çalışmadaki diğer önemli bir özellik ise 1995 yılında yapılan

İstanbul Nazım Plan çalışmasında ön görülen plan kararları İstanbul Ulaşım Ana Planı çalışması için de dikkate alınarak gelecek için senaryolar ve projeksiyonlar yapılmıştır. Diğer bir anlamda ulaşım planlarının başarıya ulaşmasında önemli bir etken olan arazi kullanım planları ile ulaşım planı bir arada yürütülmüştür.

Bu 3 çalışmada ortak özellikleri bulunmaktadır. Bu ortak özellikler;

- Zaman ve bütçe kısıtı altında çalışıldığından, hem örneklem oranı düşük olmuş hemde trafik analiz bölgelerinin sayısı az olduğundan çalışmanın hassasiyeti yeterince derin olamamıştır.
- Daha çok raylı sistemler yatırımları üzerinde yoğunlaşıldığından bu ulaşım türüne ait modelleme çalışmaları yapılmıştır.
- Diğer toplu taşıma türlerine yönelik politika değişkenleri test edilmemektedir.
- Karayolu şebekesine yönelik ilave yatırım ve iyileştirmeler kategorik olarak ihmal edilmektedir
- Toplu taşıma kullanım oranları plan yılındaki oranlarda veri olarak alınmakta, toplu taşıma kullanım oranını arttıracak politika analizlerine girilmemektedir.
- Geniş katılımı belirlenmiş kamuoyu beklentileri planlarda yansıtılmamaktadır(İUAP-UTM, 2006)

Son olarak 2006 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından İstanbul Ulaşım Ana Planı çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada örneklem oranı Dünyadaki standartlara uygun olarak yaklaşık %2,2'dir. Bununla birlikte İstanbul tamamının kapsayan ve ilgisi dolayısıyla Kocaelinin Gebze İlçesini içeren 451 trafik analiz bölgesinden oluşmaktadır. Bu çalışmayla ilgili olarak detaylı bilgi ilerleyen bölümlerde anlatılacaktır.

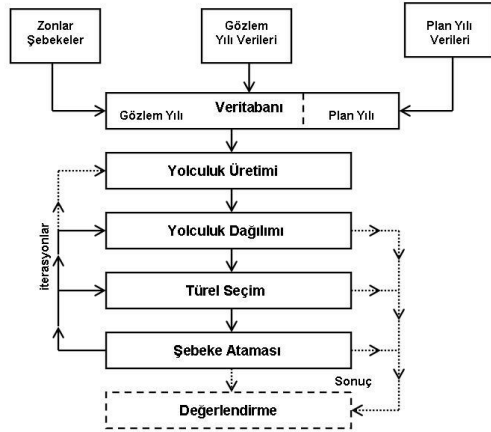
Tablo 3.7 İstanbul'da Yapılan 4 Ulaşım Çalışmalarının Karşılaştırılması

Yapan Kuruluş	IRTC Konsorsiyum		Temel Müh. A.Ş.		İTÜ - İstanbul Büyükşehir Belediyesi		İstanbul Büyükşehir Belediyesi	
Yapılış Yılı	1985		1987		1997		2007	
Kullanılan Model	TRANSPLAN		TRANPLAN/ TRANSPORT		TRANPLAN		TRANSCAD	
Çalışma Alanı(Ha)	97.637				86.962			
Bölge Sayısı	97		108		154.733		539.000	
Ulaştırma Ağındaki Bağlantı Sayısı					209		451	
Karayolu	1.835		2.200					
Toplu Taşıma	1.544		4.000		5.323		15.586	
Çalışma Alanı Nüfusu	5.784.160		5.760.000		6.423		10.338	
Doğu Yakası	1.917.000	(%32)	1.850.000	(%35)	9.057.747		12.006.999	
Batı Yakası	3.867.160	(%68)	3.910.000	(%65)	3.170.211	(%35)	4.422.418	(%37)
İstihdam	1.924.000		2.035.000		5.887.536		(65%) 7.584.581	
Doğu Yakası	446.800	(%22.5)	457.800	(%27)	2.532.211		3.957.336	
Batı Yakası	1.477.200	(%77.5)	1.577.200	(%73)	676.738	(%26)	1.179.884	(%30)
Ev Anketleri Sayısı	Ev	1.200	2.400		1.885.473	(%74)	2.777.452	(%70)
	Kişi	4.779	9.456		11.795		70833/90000	
Örneklem Oranı (%)	0,08		0,16		37.843		263.768	
Gelir Grupları (YTL)					0,42		2,2	
Düşük (0 -1000)	% 24.4		% 28.5					
Orta (1000 -2000)	% 61.5		% 63.4		% 27.1		% 69.0	
Yüksek (2000+)	% 14.1		% 8.1		% 65.4		% 23.5	
Trafığe Kayıtlı Özel Otomobil Sayısı	297.693		375.200		% 7.5		% 7.5	
Otomobil Sahipliği(1/1000 Kişi					889.342		1.522.521	
Düşük	10		4					
Orta	52		73		7		71	
Yüksek	125		283		79		143	
Ortalama	51		71		208		277	
Kişi Başına Ortalama Hareketlilik					76		103 / 111	
Motorlu Araçlarla	0,69		0,87					
Yaya Dahil	1,03		1,44		1,00		0,88	
Yaya Yolculuk Oranı (%)	33		40		1,54		1,74	
Ortalama Yolculuk Uzunluğu (Dakika)	46		52,8		35		49,3	
Ev - İş	48,5		55,6		41		48,9	
Ev - Okul	46,3		50,9		43		51,2	
Ev - Diğer	43,4		51,2		37,4		43,6	
Ev Uçlu Olmayan	36,7		44,6		42		48,1	
Yolculuk Amaçları (%)					34		44,9	
Ev - İş	60		53					
Ev - Okul	9		16		55,0		32,3	
Ev - Diğer	20		19		14,5		21,4	
Ev Uçlu Olmayan	11		12		18,3		37,2	
Toplam	100		100		12,2		9,1	
Türel Dağılım (%)					100		100	
Özel Taşıma	32,5		30					
Toplu Taşıma	67,5		70		40		29	

3.4 Klasik 4 Aşamalı Ulaşım Planlama Modeli

İnsanların veya eşyaların faydalı bir amaç doğrultusunda yer değiştirmesine” Ulaşım” denir. Yer değiştirmede söz konusu insan olursa bu duruma seyahat veya yolculuk denir(Yayla, 2004, s.8) Ulaşım Planlaması ise; Kentsel bölgeler içinde gerçekleşmesi muhtemel olan ulaşım talebinin arazi kullanım koşullarına bağlı olarak belirlenmesi ve ekonomik sosyal çevresel ve finansal açıdan en uygununu bulmaya yönelik çalışmaları kapsar. Dinamik bir süreçtir ve kentlere bağlı olarak kalıcı değildir. Ulaşım planlama çalışmalarında; Ulaşım talep modelleri altlık olarak kullanılır. Klasik ulaşım talep modelleri dört alt modelden oluşur. Bunlar; yolculuk üretim/çekim modelleri, yolculuk dağılım modelleri, türel seçim modelleri ve şebeke ataması.

Bu modeller, bir kentsel alandaki yolculuk hareketlerinin sistem davranışlarının makro benzetimidir (simülasyon). Buna göre, gelecek yıla ait arazi kullanım ya da şebeke bilgileri modele dışsal olarak verildiğinde sistemin gelecekteki davranışının ne olabileceği tahmin edilebilecektir. Klasik talep modellemesi, kentsel ulaştırma politikalarından çok, kentsel arazi kullanım ve ulaştırma sistemi stratejik kararlarına duyarlıdır(Çelik, 2007, s.2)



Şekil 3.2 Dört Aşamalı Klasik Ulaştırma Modeli (Ortuzar ve Willumsen, 1994, s. 23)

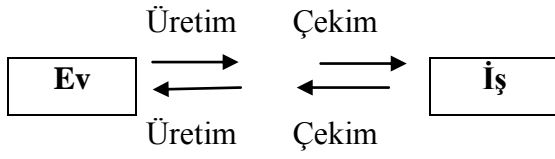
3.4.1 Yolculuk Üretim-Çekim Modelleri

Bu aşamada; Çalışma alanı içinde belirlenen zonlardan üretilen veya her bir zon tarafından çekilen yolculukların toplam sayılarını bulmak amaçlanır. Kısacası her bir zondaki başlangıç ve bitiş yolculuklarıyla ilgilidir. Bunlar, ya başlangıç-bitiş (Origin-Destination, OD) ya da üretim-çekim (Production-Attraction, PA) olarak hesaplanır. OD hesaplamalarında, spesifik bir yolculuk nereden başlayıp nerede bitmişse, başladığı zon başlangıç zonu, bittiği zon ise bitiş zonedir. Ancak, üretim çekimlerde ise, hareket yönüne bakılmaksızın, bir yolculuk nerede üretilmiş ise o zonun üretimi olarak kaydedilir.

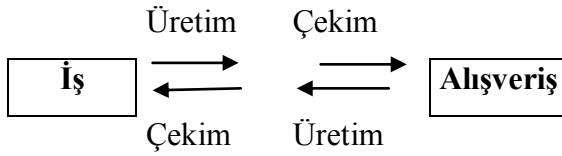
Bu çalışması sırasında yapılması gereken işlerden biri de elde edilen yolculukların amaçlarına göre sınıflanmasıdır. Çünkü bireyler yolculuklarını farklı amaçlarla yapmaktadır. Mesela eğitim alan bir öğrencinin yapacağı yolculuk amacı ile düzenli olarak bir işte çalışan bireyin yolculuk amacı farklı olacaktır. Diğer bir deyişle 1. Aşamadan 4. Aşamaya kadar olan süreçte yapılacak olan modelleme çalışmalarında kullanılan parametreler(bireyin yolculuk yapmasında etkili olan değişkenler; yaş, gelir durumu, otomobil sahip vs.) yolculuk amaçları için farklı olarak değişmektedir.

Temelde yolculukları ev bazlı ve ev bazlı olmayan diye ikiye ayırmak mümkündür. Ev bazlı olan yolculuklar, yolculuk başlangıç ya da son noktasının ev olduğu yolculuklardır. Ev bazlı olmayan yolculuklarda ise yolculuk her iki ucunda da ev yoktur(Ortuzar ve Willumsen, 1994, s. 95).

Ev bazlı yolculuklar (HB)



Ev bazlı olmayan yolculuklar (NHB)



Şekil 3.3 Yolculuk Amaç Türlerinin Gösterilmesi(Ortuzar ve Willumsen, 1994, s. 95)

Genel olarak yolculuk amaçları 4 gruba ayrılmaktadır.

- Ev bazlı İş yolculukları-HBW
- Ev bazlı okul yolculukları-HBS
- Ev bazlı diğer yolculuklar-HBO
- Ev bazlı olmayan yolculuklar-NHB

Ev bazlı iş yolculukları; Evden ve iş amaçlı yapılan yolculukları kapsamaktadır.

Ev bazlı okul yolculukları; Evden ve okul amaçlı yapılan yolculukları kapsamaktadır

Ev bazlı diğer yolculuklar; Evden ve diğer amaçlı(sosyal amaçlı yapılan etkinlikler, hastane ziyareti vb.) yapılan yolculukları kapsamaktadır.

Ev bazlı olmayan yolculuklar; Evde dışındaki bir yerden yapılan yolculukları kapsamaktadır(Otellerde veya mecburi olarak iş yerinde yatılı olarak kalan insanların yolculukları olabilir).

Yolculuk üretiminde; Gelir durumu, otomobil sahipliği, hane halkı yapısı ve büyüklüğü, arazi kullanımı, konut yoğunluğu ve erişebilirlik etkili olan faktörlerdir. İlk 4 değişken daha çok hanehalkı yolculuk üretimleri ile ilgilidir. Arazi kullanımı, konut yoğunluğu ve erişebilirlikte zon bazlı yolculuk üretimleri ile ilgilidir(Ortuzar ve Willumsen, 1994, s. 97).

Bu aşama da hesaplanması gereken temel parametrelerden bir de yolculuk oranıdır. Brüt ve net olmak üzere ikiye ayrılır. Brüt yolculuk çalışma alanı içindeki yolculuk sayısının çalışma alanı nüfusuna bölünerek hesaplanırken, net yolculuk oranı ise; çalışma alanındaki yolculuk sayısının çalışma alanında yolculuk yapan kişi sayısına bölünmesi olarak hesaplanır.

Yolculuk Üretim Modellemesi

Her bir trafik analiz bölgesinin arazi kullanım tipine bağlı olarak ne kadar yolculuk ürettiği hesaplanır. Yolculuk üretiminde; Gelir durumu, otomobil sahipliği, hane halkı yapısı ve büyüklüğü, arazi kullanımı, konut yoğunluğu ve erişebilirlik etkili olan faktörlerdir. İlk 4 değişken daha çok hanehalkı yolculuk üretimleri ile ilgilidir. Arazi kullanımı, konut yoğunluğu ve erişebilirlikte zon bazlı yolculuk üretimleri ile ilgilidir(Ortuzar ve Willumsen, 1994, s. 97).

Yolculuk üretim modellemesinde; yaygın olarak kullanılan üç yöntem mevcuttur: Çapraz Sınıflama Yöntemi, Regresyon Modelleri ve Olasılıklı Seçim Modelleridir.

Çapraz Sınıflandırma, Bu yöntemde hane halkı araştırma sonuçlarından faydalanılır. Öncelikle çalışma alanı trafik analiz bölgelerine bölünür ve her bölgede sosyo-ekonomik özellikler dikkate alınarak homojen alt sınıflar oluşturulur. Bu sınıflar için de hane halkı araştırmasından birey yada hane halkı bazında ortalama yolculuk üretimleri hesaplanır. Daha sonra hesaplanmış ortalamalardan yola çıkılarak, o trafik analiz bölgesindeki sosyo-ekonomik niteliklere sahip gruptaki hane ya da birey sayıları çarpılarak üretim ve çekimler hesaplanır.

Regresyon Modelleri

Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenlere arasındaki ilişkiyi fonksiyonel veya parametrik olarak hesaplar. Yolculuk üretim aşamasında bağımlı değişken yolculuk üretimi olurken bu değişkeni etkileyen faktörlerde bağımsız değişkenlerdir. İki farklı hesaplama türü vardır. Bunlardan biri hane halkı bazlı veya birey bazlı regresyon modelleri(disagrage), diğeri ise zonal bazlı regresyon modelleridir(agrage). Birey-hane halkı bazlı modellemede bağımsız değişkenler yaş, eğitim durumu, cinsiyet, gelir durumu, hane halkı büyüklüğü, hanedeki otomobil sayısı, hane geliri vb. olabilir. Zonal

bazlı modellemede ise arazi kullanım türü, zon nüfusu ve yoğunluğu, çalışan sayısı ve öğrenci sayısı vb. olabilir. Regresyon modelleri genel olarak daha çok zonal bazlı modellerde daha yüksek düzeyde tahmin imkanı sağlamaktadır. Çünkü birey yada hane halkı bazlı modeller kurulabilir ancak bu modellerde bağımlı değişken varyansının daha küçük olması yüzünden modellerin tahmin gücü daha düşüktür(Çelik, 2007, s.35). Burada diğer önemli olan önemli olan herhangi bir regresyon modelinin seçiminde belirleyici olan veri setlerinin hangi tür modellemeye uygun olabileceğinin saptanmasıdır.

Yukarı da anlatılan zonal bazlı regresyon modelini formülize etmek gerekirse;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_{1i} + \beta_2 * X_{2i} + \beta_3 * X_{3i} + \dots \dots \beta_k * X_{ki} + E_i$$

Kaynak: Ortuzar ve Willumsen, 1994, s.107

Burada Y bağımlı değişkeni Zonal üretim –i olurken X bağımsız değişkeni ifade eder. Bu değişkenlerde zon çalışan sayısı, zon oto sayısı, zon nüfusu gibi değişkenler olabilir. Sondaki epsilon, model hata terimini ifade eder, hesaplama pratiğinde herhangi bir kullanımı yoktur ve ihmal edilir.

Olasılıklı Seçim Modelleri

Bireysel olarak üretilen yolculukların hesaplanmasında kullanılan bir yöntemdir. Bireyin niteliklerine(cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve gelir gibi) bağlı olarak herhangi bir amaçla yolculuk yapıp yapmama olasılığı hesaplanır. Hesaplanan bu olasılık, yapılan yolculuk amacının ortalama yolculuk değeri ile çarpılarak bireyin teorik olarak yolculuk üretimi hesaplanabilir. Bu tür modellerin genel yapısı şu şekildedir:

P_i , 0 ile 1 arasında bir değer alır ve bu değer bireyin, söz konusu tip yolculuğu yapma olasılığını gösterir. Denklemden yer alan β 'lar ise modelin hesaplanması gereken parametreleridir(murat Çelik).

Bu şekilde hesaplanmış teorik üretimler, bireysel bazlı olup zonal olarak agregasyonu edilmesi (büyütülmesi) gereklidir. Bu tip modellerin, ulaştırma araştırmalarında eksik

yolculuk bildirimleri için düzeltme amaçlı kullanıldığı başarılı örnekleri de mevcuttur. Denek yorgunluğuna, yerine cevaplamaya ya da evde bulamamaya bağlı olarak bireylerin eksik olan yolculuklarını bu modeller aracılığıyla başarılı olarak tahmin etmek mümkün (Çelik, 2007, s.37).

Yolculuk Çekim Modellemesi

Bu model yardımıyla; Her bir trafik analiz bölgesinin arazi kullanım tipine bağlı olarak ne kadar yolculuk çektiği hesaplanır. Bu yüzden dolayı trafik analiz bölgesindeki ticari aktiviteler, istihdam, okul kapasitesi, sosyal etkinliklerin yolculuk çekimine önemli derecede etkisi vardır.

Modellemede kullanılan yöntemlerden biri de çekim oranıdır. Yolculuk çekim oranlarının bilinmesi için ilgili zondaki arazi kullanım fonksiyonlarının her birinde ne kadar kişinin istihdam edildiğinin bilinmesi gerekir. Gelişmiş ülkelerde bu verilere ulaşmakta problem olmadığı için bu yöntem kolayca uygulanabilir. Ancak ülkemizde böyle bir istatistiki veri setinin olmamasından dolayı bu veriler yapılacak çalışma kapsamında ayrıca hesaplanmalıdır; Bunun içinde ilgili trafik analiz bölgesindeki arazi kullanım fonksiyonlarının metrekaresi ve istihdam ettiği kişi sayıları, okul kapasiteleri ile o zonda biten toplam olarak yolculuk amaçlarına göre yolculuk sayılarının bilinmesi gerekir. Daha sonra yolculuk amaç sayıları bu arazi kullanım metrekaresine ya da istihdam sayılarına bölünerek birim çekim oranları bulunur ve bu oranlar hedef yıllar için de hesaplanır.

Bu model türü yolculuk üretim modellerine çok benzemektedir. Farkı ise ihtiyaç duyulan değişkenlerdir. Mesela yolculuk üretim modelinde bağımlı değişken o zondaki yolculuk üretimi iken yolculuk çekiminde ise o zonun çektiği yolculuklardır. Keza yolculuk çekimlerinde bağımsız değişkenlerde farklıdır. Bu modelde bağımsız değişken olarak yolculuğun bittiği zondaki okul kapasiteleri ya da eğitim tesisleri, ticari ve kentsel çalışma alanları çekim oranlarında etkili parametrelerdir. Burada önemli olan kentsel alandaki yolculuk üretimleri ile çekimlerinin birbirine eşit olmasıdır. Yolculuk dengelemesi iki şekilde yapılabilir. Eğer üretimler konusunda daha eminsek, üretimleri sabit tutarak, çekimlerde olan farkı, oransal olarak zonlara dağıtabilir. Çekimler konusunda eminsek, bu çekimleri sabit tutarak farkı oransal olarak zonal üretimlere dağıtabilir.

3.4.2 Yolculuk Dağılım Modelleri

Yolculukların üretim ve çekimlerinin belirlenmesinden yolculukların hangi trafik analiz bölgeleri arasında yapıldığını daha doğrusu bu trafik analiz bölgelerine nasıl dağıldığı bu aşamada hesaplanır. Bunun için yolculuk matrisleri oluşturulur. Bu matrislerde satırlar yolculuk üretimini sütunlar ise yolculuk çekimlerini göstermektedir.

İki farklı yolculuk dağılım modeli vardır. Bu modeller Gelişme Faktörü Modelleri ve Gravite (Çekim) Modelleridir(Çelik, 2007, s. 53).

Gelişme Faktörü Modeller

Mevcut yolculuk matrislerinin her bir hücresinin belirlenen bir çarpanla oluşturulmasıyla yapılır. Bu modeller, genellikle zonlar arası etkileşimin temel belirleyicisi olan, süre, mesafe ya da maliyet bilgilerinin olmadığı durumlarda yaygın olarak kullanılır. İki temel veri gerektirir. Bu veriler gözlem yılı tam matrisi ve gelişme faktörleridir. Büyüme faktörü metotlarının en büyük avantajı kullanımlarının kolay olmasıdır. Uygulama için ulaşım ağına dair herhangi bir veri gerekmemektedir. Bununla birlikte gelişme faktörü metotlarının en büyük dezavantajı da yolculuk süresi ve maliyeti gibi ulaşım ağı değişkenlerindeki değişimleri yansıtmamasıdır. Buna ek olarak büyüme faktörü metotları yolculuk davranışlarını da açıklamaya çalışmamaktadır. Üç farklı modeli vardır.

Homojen Büyüme Faktörü

Homojen büyüme faktörü modeli sahip olunan verinin tüm çalışma alanı için yalnızca büyüme oranı olduğunu kabul etmektedir. Örneğin matrisin oluşturulmasından tahmin yılına kadar olan sürede yolculukların %50 arttığı düşünülürken mevcut yolculuk matrisinin her hücresi 1,5 ile çarpılarak tahmin edilen yıl için yolculuk matrisi oluşturulur(TransCAD” İle 4 Aşamalı Modelleme Süreci, 2007, s.10). Tabi bunu yapmak içinde mevcut bir yolculuk matrisi ve büyüme faktörünün önceden hesaplanması gerekir.

Tek Kısıtlı Büyüme Faktörü

Her trafik analiz bölgesi için yolculuk üretim ve çekim tahminlerinin bulunduğu durumlarda kullanılan yöntemdir. Daha toplulaştırılmış düzeyde uygulanabilir. Belirtildiği gibi her zon için farklı bir büyüme oranı kullanılmaktadır.

Tek kısıtlı büyüme faktörü metodu, her zon için farklı bir büyüme oranı kullanmaktadır. Oranlar, her zonda üretilen yolculukların toplamı (satırların toplamı), her zon için tahmin edilen toplam yolculuk üretimine eşit olacak şekilde uygulanmaktadır. Aynı şekilde uygulanan oranlar, her zon için tahmin edilen toplam çekimleri de baz alabilir, bu durumda ise her zondaki yolculuk çekimleri toplamı (sütunların toplamı), her zon için tahmin edilen toplam yolculuk çekimine eşit olacak şekilde uygulama yapılmaktadır.

Çift Kısıtlı Büyüme Faktörleri

Tahmin edilen yolculuk üretim ve çekimleri eşleştirmek için mevcut yolculuk matrisini güncellemek yerine, büyüme faktörlerinin sonuç yolculuk matrisinin tahmini üretim ve çekimlerini tuttuğu çift kısıtlı büyüme faktörü modelidir.

$$T_{ij} = t_{ij} * a_i * b_j$$

$$\sum T_{ij} = P_{ij}$$

$$\sum T_{ij} = A_{ji}$$

T_{ij} = i zonunda üretilip j zonuna çekilen akım tahmini

t_{ij} = i zonunda üretilip j zonuna çekilen temel yıldaki akım

a_i = i satırı için dengeleme faktörü

b_j = j sütunu için dengeleme faktörü

P_i = i zonunda üretilen yolculuk sayısı

A_j = j zonuna çekilen yolculuk sayısı

Çift kısıtlı büyüme faktörünün (Fratar Balancing) uygulanabilmesi için gerekli olanlar:

- Temel yıla ait üretim-çekim matrisi
- Her zon için tahmini üretim ve çekimlerin bulunduğu zon tabakası
- Sonuç matrisinde olması istenen zonların seçim kümesi

Bunların sonucunda da Zonlar arası yolculuk matrisi oluşturulmuş olur(TransCAD” İle 4 Aşamalı Modelleme Süreci, 2007, 14).

Gravite (Çekim) Modelleri

Daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Zonlar arasındaki yolculuk akımı zonlar arasındaki sürtünme (maliyet, mesafe ve süre) faktörüyle ilişkilendirilir. Buna göre i zonunda üretilip, j zonuna çekilen yolculuk, i zonunda üretilen toplam yolculuğa, j zonuna çekilen toplam yolculuğa ve i zonu ve j zonu arasındaki sürtünmeye bağlı olarak oransal bir şekilde değişiklik göstermektedir. j zonu arasındaki sürtünmeye bağlı olarak oransal bir şekilde değişiklik gösterir. (Çelik, 2007, s.54)

Üç ana tip gravite modeli kullanılmaktadır. Bunlar, üretim kısıtlı, çekim kısıtlı ve hem üretim hem çekim kısıtlı gravite modellerdir: üretim kısıtlı gravite model de;

kısıtlı,

çekim kısıtlı gravite modelde;

kısıtlı gerçektir.

Bu fonksiyonlardaki

T_{ij} = i ve j zonları arasındaki yolculuk akımını

P_i = i zonunun ürettiği toplam yolculuğu

A_j = j zonunun çektiği toplam yolculuğu

d_{ij} = i ve j zonları arasındaki sürtünmeyi

$f(d_{ij})$ = i ve j zonları arasındaki sürtünme fonksiyonunu,

temsil etmektedir.

Bu modeller değişik durumlarda etkinlik göstermektedir. Mesela bir önceki aşamada anlatılan zonal bazlı yolculuk üretimlerinden emin olmadığımız durumlarda çekim kısıtlı gravite modeli kullanılırken, zonal bazlı yolculuk çekimlerden emin olmadığımız

durumlarda üretim kısıtlı gravite modeli kullanılır. Kısıtlar, modelin ürettiği akımların, toplam üretim ve çekimlere eşit olmasını sağlamaktadır. Üretim kısıtı, modelin ürettiği akımların satır toplamlarının toplam model üretimlerine, Çekim kısıtı ise sütun toplamlarının model çekimlerine eşit olmasını garanti etmektedir.

Öte yandan, eğer zonal üretimlerin ve çekimlerin her ikisi konusunda da her hangi bir tereddüt yoksa, o durumda çift kısıtlı gravite modelinin kullanılması önerilmektedir. Çift kısıtlı model, hem toplam üretimlerin hem de toplam çekimlerin modelin ürettiği akım toplamlarına eşit olmasını temin etmektedir.

Çift kısıtlı modelde

Şeklinde yazılır, ve kısıtını gerçekleştirir. Bu denklemde

_____ ve

_____ dir.

a_i ve b_j yukarıda belirtilen (yolculuğun korunumu) kısıtlarını yerine getiren dengeleme faktörleridir ve verilen her sürtünme fonksiyonu değeri için iteratif olarak hesaplanır.

Daha önce bu model için zonlar arasındaki sürtünme matrisinin kullanılacağı söylenmişti. Bunun içinde sürtünme matrisinde kullanılacak değişkene karar verilir buna göre uygun olan sürtünme fonksiyonu seçilir. 3 tür fonksiyon yaygın olarak kullanılmaktadır

Exponansiyel $c > 0,$

Üstel $b > 0,$

Gamma $a > 0$ ve $b, c \geq 0.$

Exponansiyel ve üstel fonksiyonlar, yolculuk uzunluğu frekans dağılımı (YUFD) sürekli azaldığı, gamma fonksiyonu ise YUFD önce artan daha sonra azalan durumlarda kullanılır(Çelik, 2007, s. 55).

3.4.3 Türel Seçim Modellemesi

Bu aşamada zonlar arasındaki yolculukların bulunmasından sonra gerçekleşen yolculukların hangi ulaşım türü ile yapılacağıın tespit edilmesi ve tahmin edilmesine yönelik hesaplamalar yapılır. Kısaca ulaşım türleri yolculuk paylarını ve sayıların bulunması hedeflenir. Burada asıl amaç otomobil ve toplu taşıma matrislerini oluşturarak ilgili şebekelere atanması işinin gerçekleştirilmesidir. Bu modeller birey/hane halkı veya zon bazlı düzeyde yapılabilir. Birey bazında verilerde anket sonuçlarında faydalanılır ve bireyin seçimi tam sayı olarak kabul edilir. Daha sonra buna bağlı olarak birey sunulan ulaşım alternatiflerinden yalnızca birini seçer. Zon bazlı modelde ise her bir ulaşım türünün alacağı muhtemel payların ne olacağı bulunur. Türel seçim genel olarak birey bazlı verilerle hesaplanarak, tipik/temsili birey nitelikleri itibariyle yapılan gruplamalardan zon bazlı toplulaştırılarak açıklayıcı değişkenlerle birlikte tür paylarının bulunması biçiminde kullanılır (Çelik, 2007, s. 60).

Türel seçim modellerinde kullanılan iki grup açıklayıcı değişken vardır. Bunlar yolculuk yapan bireyin sosyo-ekonomik özellikleri(cinsiyet, yaş, gelir, otomobil sahipliği) ile ulaşım türlerinin birbirlerine karşı avantaj veya dezavantajlarını tanımlayan değişkenlerdir(ulaşım süresi, konfor, maliyet, erişebilirlik). Bu değişkenler bağımsız değişken olarak modele girerken, bağımlı değişken ise bu değişkenlerin niteliklerine bağlı olarak bireyin ya da zonun söz konusu alternatifi seçip seçmeme olasılığıdır(İstanbul Ulaşım Ana Planı Hane Halkı Araştırması,2006).

Türel seçim modellerinin bazılarında otomobil ve toplu taşıma olmak üzere yalnızca iki tür ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra birden çok toplu taşıma türü bulunan büyük metropoliten alanlarda, türel seçim modeli otobüs ve raylı sistem gibi ana toplu taşıma türlerini kapsamaktadır. Buna ek olarak otomobil yalnız sürüş türü, paylaşımlı sürüş alternatiflerinden ayrı bir seçim olarak kabul edilebilir, kullanılan veri imkan verdikçe motorlu olmayan türler (yaya ve/veya bisiklet yolculukları) de dahil olabilir(ulaşım planlama müdürlüğü)

Türel seçim modelleri, eldeki verinin tipine bağlı olarak çok farklı şekillerde olmaktadır: Sabit Pay Modelleri, Regresyon Modelleri, Çapraz Sınıflama Modelleri ve

Olasılıklı (ya da Tam Sayı) Seçim Modelleridir (probit, logit ya da yuvalı logit gibi alt gruplara sahiptir).

Türel seçim modellerinin en basit tipi, sabit tür paylarının toplam yolculuk matrisine uygulanması ile elde edilebilir. Tüm çalışma alanı için bir tek sabit pay kullanılabilirdiği gibi zon çiftleri için değişik oranlar da kullanılabilir. Bir diğer tip, regresyon modelleri geçmiş yıllarda en yaygın olarak kullanılan model tipi olmaktadır. Bu modeller, tür payları ya da tür sayılarının, kullanıcı ve tür nitelikleri arasındaki matematiksel ilişkinin belirlenmesi şeklinde yapılır. Çapraz sınıflandırma modeli de, çok başarılı olmasa da, tür seçim modellemesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde nüfus homojen gruplara ve zonlara ayrılır ve bu homojen grup/zonların ortalama tür payları hesaplanarak, bu payların zaman içinde yaklaşık sabit kalacağı varsayılır (Çelik, 2007, 78).

Tam sayı modelleri tür seçim modellemesinde en yaygın olarak kullanılan modellerdir. Bu modellerin çok farklı çeşitleri bulunmaktadır. Ancak, bağımlı değişkenin sürekli bir değer yerine tam sayı değerinin aldığı (tür seçilmişse bağımlı değişken 1, seçilmemişse 0 değerini alır) durumlarda regresyon modellerinden çok daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Eğer iki ulaşım alternatifi varsa, ikili tam sayı modeli (probit logit model), birden çok ulaşım türü mevcutsa çok alternatifli logit modeli olarak adlandırılır. Çok alternatifli logit model, bir bireyin verili alternatif set içinden herhangi bir türü seçme olasılığını, tüm türlerin fayda fonksiyonlarıyla ilişkilendirir. Bu modellerin 4 ayrı şekilde kurulması mümkündür.

- Bireysel ve başlangıç/bitiş OD bazlı
- Bireysel ancak OD bazlı olmayan
- Zonal ve OD bazlı
- Zonal ve OD bazlı olmayan'dır (İstanbul Ulaşım Ana Planı Hane Halkı Araştırması, 2006).

3.4.4 Şebeke Ataması

Daha önceki aşamalarda hesaplanan yolculuk matrislerinin ilgili ulaştırma şebekesine atanarak saatlik veya günlük olarak sistemdeki davranışları tespit edilir. Tabi bunu yapabilmek için ilgili ulaştırma sisteminde gerekli bilgilerin yer alması gerekir.

Bunlar içerisinde ilk önce çalışma alanı içerisinde önemli görülen karayolu ağının oluşturulması gerekir. Daha sonra şebekede yer alan linklerin(yolların) yönlerinin, şerit sayılarının, serbest akım hızlarının, kapasitelerinin ve kapasiteye etki eden varsa sinyal sistemleri, sağa veya sola dönüşlerde verilecek ceza sürelerinin vb. bilgilerin gerçeğe uygun bir biçimde kodlanması gerekir. Aynı zamanda toplu taşıma ataması içinde bütün toplu taşıma sistemlerini olacağı bir şebekenin kurulması ve şebekede ilgili ulaşım türleri için hatların, durakların, yaya erişebilirlikleri ve bağlantı linklerinin kodlanması gerekir.

Üretim çekim matrisinin saatlik başlangıç bitiş matrisine dönüştürebilmemiz için, her amaç için saatlik olarak, ayrılanların ve dönenlerin yüzdelerinin bilinmesi gereklidir. Örneğin, 07-08 arası ev bazlı iş amaçlı yolculukların % kaçını işe gitmek için evden ayrılmakta, % kaçını ise işten eve dönmektedir. Üretim çekim matrisleri, bu yüzdelerle çarpılarak saatlik başlangıç bitiş matrislerini elde etmek mümkündür. Elimizde eğer doğrudan doğruya başlangıç-bitiş matrisleri varsa, o durumda da yolculukların saatlere yüzde dağılımı ile bu matrisler saatlik matrislere dönüştürülecektir. Son olarak, saatlik bu matrislerin araç doluluk oranlarıyla çarpılarak araç matrisine dönüştürülmesi gereklidir. Doluluk oranları eğer, saatlere göre değişmekte ise (ki çoklukla öyledir) her saat için ayrı bir doluluk oranı uygulanmalıdır. Toplu taşıma matrisi de aynı şekilde oluşturulur. Ancak toplu taşıma matrisinin araç matrisine dönüştürülmez. Zira toplu taşıma şebeke ataması kişi bazlı yapılmaktadır. Son aşamada, saatlik bu matrisler her saat için ayrı ayrı olmak üzere (ilgili şebekeye) atanır.

Şebeke atamasında kullanılan birçok atama algoritması bulunmaktadır. Bu algoritmalar

- Ya Hep Ya Hiç Ataması (All or Nothing Assignment)

- Olasılıksal Ataması
- Artışsal Atama (Incremental Assignment)
- Kapasite Kısıtlı Atama (Capacity Restraint Assignment)
- Kullanıcı Dengesi Ataması (User Equilibrium Assignment)
- Stokastik Kullanıcı Dengesi Ataması (Stochastic User Equilibrium Assignment)
- Sistem Optimum Ataması (System Optimum Assignment)

Ya Hep Ya Hiç Ataması (All or Nothing Assignment)

Karayolunda şebeke atamasında en basit atama ya hep ya hiç atamasıdır. Bu atamada kapasite kısıtı getirmeden akımlar en kısa mesafedeki zon çiftleri arasındaki en kısa yolu kullanırlar. Ancak bu atamada gerçeğe uygun bir atama değildir(Çelik, 2007, s.91).

Olasılıksal Atama

Bu atamada zon çiftleri arasındaki çoklu alternatifli yollara yolculuklar atanır. Logit route choice modeliyle alternatif yollar arasında seçim yapılarak bu orana göre yolculukların dağılımı gerçekleşir. Yolculuklar alternatif yolların tümüne atamamakta, yalnızca kabul edilebilir olan linkleri içeren yollara atamaktadır. Kabul edilebilir link, yolculuk yapan kişiyi yolculuk başlangıç noktasından uzağa, bitiş noktasına yakına götüren linktir. Bu atama da link yolculuk süresi sabit bir girdi verisi olup link hacmine bağımlı değildir. Bu nedenle bu metot bir denge metodu değildir(TransCAD İle 4 Aşamalı Modelleme Süreci, 2007, s 45).

Artışsal Atama (Incremental Assignment)

Artımlı atama, trafik hacim bölümlerinin aşamalar halinde atandığı bir atama türüdür. Her aşamada toplam talebin sabit bir oranı, “Ya Hep Ya Hiç Ataması”na dayanarak atanmaktadır. Her aşamadan sonra link yolculuk süreleri, link hacimlerine bağlı olarak tekrar hesaplanmaktadır. Birçok artımın kullanıldığı durumlarda akımlar denge atamasına benzeyebilmekte olup buna rağmen sonuçta bir denge çözümü vermemektedir. Bu nedenle link hacimleri ve yolculuk süreleri arasında, ölçümlerde hatalara neden olabilecek tutarsızlıklar olacaktır. Aynı zamanda artımlı atama,

sonuçlardaki sapma olasılığını arttırarak O-D çiftleri için atanan hacimlerden etkilenmektedir(TransCAD” İle 4 Aşamalı Modelleme Süreci, 2007, s. 45).

Kapasite Kısıtlı Atama (Capacity Restraint Assignment)

Kapasite kısıtlaması, “ya hep ya hiç” trafik yükleri arasında iterasyon yaparak ve link kapasitelerini yansıtan tıkanıklık fonksiyonunu temel alan link yolculuk sürelerini tekrar hesaplayarak bir denge çözümü tahmin etmeye çalışmaktadır. Bu metot maalesef yakınsama yapmamakta ve bazı linkler üzerindeki yüklerde ileri ve geri dönmektedir. Kapasite kısıtlama metodu bazı yazılım paketlerinde uygulandığı gibi yolculuk sürelerini düzelterek ve son iterasyon kümesindeki akımların ortalamasını alarak bu problemi azaltmaya çalışmaktadır. Bu metot bir denge çözümüne yakınsamamakta ve sonuçların, yapılan iterasyon sayısına yüksek oranda bağımlı olması gibi bir olumsuz yönü bulunmaktadır. Yapılacak iterasyon sayısının bir az ya da bir fazla olması genellikle sonuçları büyük oranda değiştirmektedir(TransCAD” İle 4 Aşamalı Modelleme Süreci, 2007, s. 46).

Stokastik Kullanıcı Dengesi Ataması (Stochastic User Equilibrium Assignment)

Olasılıksal Kullanıcı Dengesi, kullanıcıların ağ özellikleri ile veya yolculuk maliyetini farklı yollardan elde etmekle ilgili kesin bir bilgiye sahip olmadığı farz edilen, kullanıcı dengesinin geliştirildiği bir metottur. SUE atamaları deterministik UE modeline göre daha gerçekçi sonuçlar üretmektedir çünkü SUE en cazip güzergâhlar kadar daha az cazip güzergâhların kullanımına da izin vermektedir. Az cazip güzergâhlar daha az kullanıma sahip olacak fakat UE’de olduğu gibi sıfır akım değerine sahip olmayacaktır. SUE, TransCAD’de bilinen tek yakınsak metot olan “Method of Successive Averages (MSA)”-Ardışık Ortalamalar Yöntemi kullanılarak hesaplanmaktadır(TransCAD” İle 4 Aşamalı Modelleme Süreci, 2007, s. 46).

Sistem Optimum Ataması (System Optimum Assignment)

Sistem Optimumu Ataması, yol ağındaki toplam yolculuk süresini minimize eden atamanın hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu atama türünde hiçbir kullanıcı sistemdeki toplam yolculuk süresini arttırmadan güzergâh değiştirememekle beraber kendi yolculuk sürelerini azaltabilmektedir. SO ataması, kullanıcılara hangi güzergâhı

seçmeleri gerektiği söylendiği takdirde tıkanıklığın minimize edileceği bir model olarak düşünülebilir. Davranışsal gerçekçi bir model olmamakla birlikte SO ataması Akıllı Ulaşım Sistemleri senaryolarının incelenmesinde faydalı olabilir(TransCAD” İle 4 Aşamalı Modelleme Süreci, 2007, s.46).

Kullanıcı Dengesi Ataması (User Equilibrium Assignment)

Karayolu aşamasında en iyi performansı kullanıcı dengesi ataması verir. Bu atamanın davranışsal varsayımı, ulaşımın bir ara-talep olduğu ve sistemdeki her bireyin ulaştırma süresini minimize etme eğiliminde olduğudur. Bu atama, link performans fonksiyonlarını göz önüne alır.

—

Burada, t = Bağlantının tıkanıktaki yolculuk süresi

t_f = Bağlantının serbest akım hızındaki yolculuk süresi

v = Bağlantı Hacmi

c = Bağlantı Kapasitesi

α, β = Kalibrasyon parametreleri (bağlantı tipine göre değişebilecektir)

Burada görüldüğü üzere, bir bağlantıdaki akım hacmi arttıkça o bağlantıdaki yolculuk süresi artmaktadır. Böylece, kullanıcı dengesi, bir zon çifti arasındaki yolculuk süresi, o zon çiftini birbirine bağlayan tüm güzergahlarda eşit oluncaya kadar, güzergahlara dağıtır. Bu tüm zon çiftleri arasında gerçekleştirilir. Sonunda gerçekleşen atamada, hiçbir kullanıcı kullandığı güzergahı değiştirerek yolculuk süresini kısaltamaz. Bu atamaya da o nedenle kullanıcı dengesi denilmektedir. Bu atama yönteminin gerçeğe oldukça yakın sonuçlar verdiği değişik çalışmalarda yeterince kanıtlanmıştır (Çelik, 2007, s.92).

Bu aşama sonucunda arazi çalışmaları sonucunda elde edilen verilerle atama sonuçları mukayese edilerek aralarındaki tutarlık ölçülür. Modelin başarıya ulaştığı bu kalibrasyon sonucunda ortaya çıkar.

Toplu taşıma ataması, her zaman en zordur. Çünkü toplu taşıma ataması yapan algoritmaların, toplu taşıma sistemindeki tüm değişkenlerini içine alabilecek şekilde karmaşık olmasıdır. O nedenle, toplu taşıma atama algoritmaları halen üzerinde yoğun olarak çalışılan bir konudur. Öte yandan, kaçınılmaz olarak bu algoritmalar kullanıcıların mükemmel sistem bilgisi olduğunu varsayar ki, bu pratikte imkansızdır. Tüm koşullar, kent büyüdükçe ve toplu taşıma sistemi karmaşıklaştıkça toplu taşıma sistemi atamasındaki performans başarısını düşürmektir. O nedenle, şebeke atamasında önemli olan, eldeki program paketi ayarlarına bağlı olarak en doğru atamaya ulaşıncaya kadar sistem ayarlarının iyileştirilmesidir ve şebeke atamasının döngüsel olarak iyileştirilmesinden başka, kolay bir yolu bulunmamaktadır.

3.5 İstanbul Ulaşım Ana Planı Çalışması

Bu bölümde 2006 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı Ulaşım Planlama Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen “Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyon(İUAP-UTM)” çalışması anlatılacaktır.

Öncelikle ulaşım ana planlarının gerçekleştirilmesi için bir veri tabanına ihtiyaç vardır. Bu veri tabanı hem saha çalışmaları hem de ofis çalışmaları olabilir. Bu çalışmalar model için altlık oluşturmaktadır. Daha sonra bu model girdileri ile model oluşturulur ve sonunda model çıktıları sunulabilir.

3.5.1 Veri Tabanının Oluşturulması

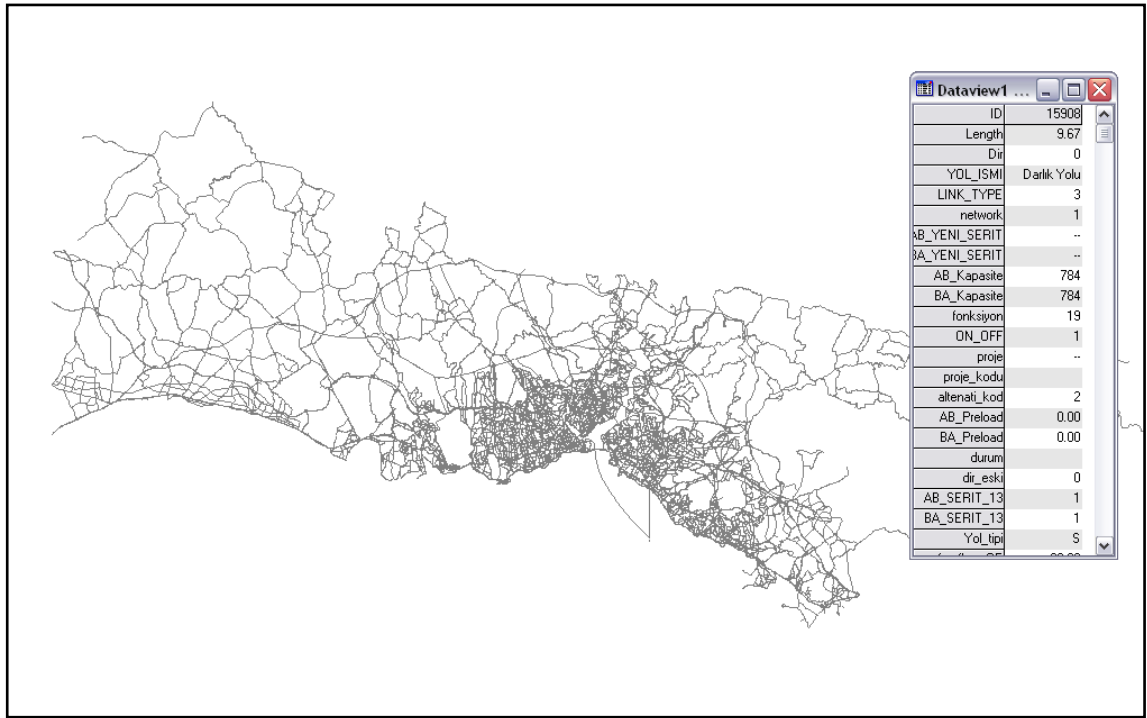
İUAP-UTM için gerekli veri tabanı oluşturulmasında aşağıdaki işler gerçekleştirilmiştir.

Karayolu Şebekesinin Oluşturulması

Amaç, model kalibrasyonun da kullanılacak karayolu şebekesinin İstanbul bütünündeki ulaşım altyapısını en iyi biçimde temsil edecek nitelikte olmasını sağlamaktır. Bu kapsamda İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kalan mevcut arterler, yol

kademelenmesi ve lastik tekerlekli toplu taşıma sistemi göz önünde bulundurularak karayolu şebekesi oluşturulmuştur.

Bu çalışma gerçekleştirilirken ilk olarak İstanbul için mevcut ulaşım ağı coğrafi bilgi sisteminde elde edilmiştir. Bu veri tabanına son güncel uydu fotoğrafı eklenerek şebeke üzerinde incelemeler yapılmıştır. Böylelikle ofis ortamında karayolu şebekesi oluşturulmuştur. Daha sonra bu şebekenin hem kontrolü hem de kodlanması için gerekli bilgileri toplamaya yönelik olarak arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Araziye çıkılmadan önce oluşturulan bir form ile tespit edilmesi gereken özellikler belirlenmiştir. Bu özellikler; Fonksiyonel Sınıf, Şerit Sayısı, Yolun Yön Bilgisi (tek yön(1), çift yön(0)), Yol Kenarı Arazi Kullanımı, Bölünmüşlük Durumu, Refüj Genişliği, Yolun Eğim Yönü (İniş eğimli(-1), Çıkış eğimli(+1), Düz arazi(0), İnişli-çıkışlı(+1), Yol Kenarı Parklanma Durumu, Kaplama Cinsi, Kaldırım Genişliği, Banket Genişliği vb. bilgilerdir. İstanbul'un tamamını kapsayan arazisi çalışmasında toplanan bu bilgiler Coğrafi bilgi sistemi tabanlı TransCAD adlı ulaşım planlama yazılımında derlenerek karayolu şebekesinin son hali oluşturulmuştur.



Şekil 3.4 İUAP-UTM Karayolu şebekesi(İBB, ulaşım planlama müdürlüğü-2006)

Toplu Taşıma Şebekesinin Oluşturulması

Toplu taşıma şebekesi oluşturulurken sorumlu bütün otoriteler ile bilgi alışverişi yapılmıştır. Bütün türler için hat bazında veri ihtiyacı bulunmaktadır. Ancak bu verilerin bir kısmı kolaylıkla bulunurken bir kısmı da çalışma ekibi tarafından oluşturulmuştur.

Otobüsler için hat bazında güzergah ve durak bilgileri sayısal ortamda elde edilmiştir. Daha sonra bu veriler TransCAD programında bir katman olarak eklenerek otobüs hatları çizilmiştir. Aynı zamanda bu hatlardaki durak bilgileri de şebekeye eklenmiştir.

Minibüs ve dolmuş hatları için hem güzergah hem de durak bilgisi coğrafi bilgi sistemi ortamında bulunmamaktadır. Ancak güzergahlara ait resim dosyaları temin edilmiş ve bunlara bakılarak TransCAD programında minibüs ve dolmuş hatları çizilmiştir.

Raylı sistemler ve deniz yolları hatları, Coğrafi Bilgi Sisteminde var olan güzergah bilgileri dikkate alınarak toplu taşıma şebekesine ilave edilmiştir. Deniz yollarındaki bağlantıların kullanımı çok çeşitlilik içerdiği için özellikle boğaz içinde yer alan kısım bir ana denizyoluna, iskelelerden tali bağlantı yapılması şeklinde tesis edilmiştir. Bu tali bağlantılarda hız ana omurgaya göre daha yavaştır. Bu çizim şekli ile hatların uğrak yerlerine göre değişen sisteme girişi sağlanmıştır.

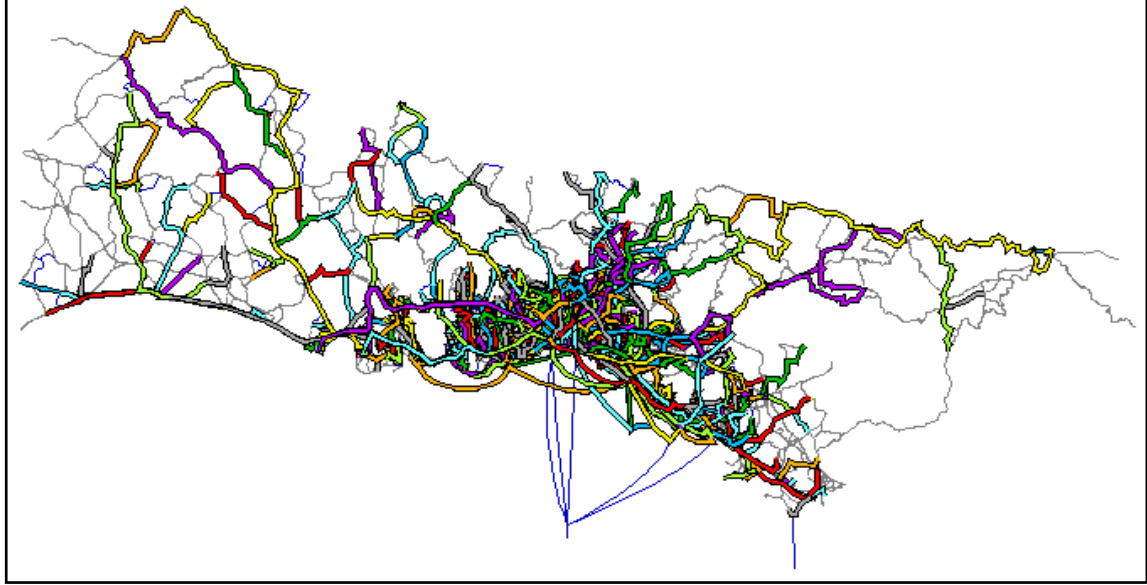
Uzak bölge hatlar, diğer kayıtlı hatların çizimi bittikten sonra çoğunlukla Çatalca, Silivri ve Şile ilçelerinde toplu taşıma hatlarına çok uzakta kalan zonların toplu taşıma sistemine bağlanmasıyla oluşan hatlardır.

Genel olarak İUAP-UTM çalışmasında toplu taşıma şebekesi farklı türlerle temsil edilmektedir. Bunlar İETT otobüsleri, halk otobüsleri, raylı sistemler, İDO şehir hatları, İDO deniz otobüsleri, deniz motorları, minibüsler, dolmuşlar ve uzak bölgeler için oluşturulmuş temsili hatlardır. Temsili hatların eklenmesi ile toplu taşıma şebekesi bütün zonlara ulaşmakta ve zonları birbirine bağlamaktadır. Durakta bekleme süresi, kapasite, ücret ve sefer aralığı gibi değerler hat bazında sisteme aktarılmıştır. Bu şekilde toplu taşıma sistemi içinde hat bazında detay bilgi yer almaktadır.

İstanbul genelindeki hat bazlı indi bindi sayıları akbil verisinden elde edilmektedir. Akbil verisi yolculukların zaman ve hatları hakkında bilgilerini içermektedir.

İUAP-UTM makro ölçekte bir model olduğu için İstanbul'daki durakların tümü kullanılmamıştır. Zon merkezlerinden şebekeye erişim ve hatlar arası aktarmaya olanak

sağlayacak şekilde durak yerleri belirlenmiştir. Otobüs, minibüs ve dolmuşlar aynı durakları kullanmaktadır. Raylı sistem istasyonları ve denizyolu iskeleleri için kendi şebekeleri üzerinde duraklar yerleştirilmiş olup erişilebilirliğin sağlanması için yaya linkleri ile tüm şebekeye bağlantıları sağlanmıştır. Aşağıdaki Şekil 3.5’ de toplu taşıma şebekesi gösterilmiştir.



Şekil 3.5 İUAP-UTM toplu taşıma şebekesi

Toplu taşıma şebekesi oluşturulurken veri tabanına girilen parametreler süre, kalkış aralığı, kapasite, durak kayıp süresi, ücret ve zamanın değeridir. Bunların her birinin modeldeki giriş tarzı farklıdır. Süre, kalkış aralığı, kapasite, durak kayıp süresi parametreleri hat bazında, zamanın değeri sabit ve zon bazında ve ücret ise ulaşım türleri, hat bazında ve başlangıç bitiş bazında gösterilmiştir. Tablo 3.8’de parametrelerin modeldeki giriş durumu gösterilmektedir.

Tablo 3.8 Parametrelerin veri tabanında gösterim şekli

Gerekli Parametreler	Parametrenin modeldeki giriş durumu				
	Sabit (tek değer)	Ulaşım Türüne Göre	Hat Bazında	OD Bazında	Zon Bazında
Süre			√		
Kalkış aralığı			√		
Kapasite			√		
Durak kayıp süre			√		
Ücret		√	√	√	
Zaman Değeri	√				√

Kaynak: İBB, İUAP-UTM

Durak Kayıp Süreleri Hesabı

İki farklı yöntem kullanılmıştır. Birincisi İETT akbil datası kullanılarak yapılan durak kayıp süresi hesabıdır. Akbil datasından çıkarımlar yapılmıştır. Kısa süreli üst üste akbil basışları dikkate alınmış ve aralarındaki süre fark toplanarak kayıp süre hesabı yapılmıştır. Bu bir fonksiyon olarak yazıldıktan sonra kontrol amaçlı olarak diğer yönteme geçilmiştir. Bu yöntem de yoğun iki durak gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda bu iki durak için 30,7 sn'lik durak kayıp süresi ve bütün duraklar içinde 10 sn olduğu elde edilen fonksiyon sonucunda hesaplanmıştır.

Tablo 3.9'da görüldüğü üzere gerçekteki bütün durakların modelde bulunmamasından dolayı elde edilen durak kayıp süreleri, gerçek durak sayısının modeldeki durak sayısına oranı büyüklüğünde büyütülerek hat bazında durak kayıp süreleri oluşturulmuştur. Hat bazında durak kayıp sürelerini hesaplamak için, bir hatta zirve saatte yapılan dur-kalk sayısına bakılmıştır. Dur kalk sayısı hesaplanırken de ilgili saatteki sefer sayısına bakılmıştır.

Tablo 3.9 Ulaştırma türleri durak kayıp süreleri

Tip	Tür	Durak Kayıp Süresi(Dwell)	Kaynak
Denizyolu	Hızlı Feribot	-	-
	Deniz Otobüsü	5dk	Gözlem
	Şehir Hatları	5dk	Gözlem
	Dentur	5dk	Gözlem
	Turyol	5dk	Gözlem
Raylı	Metro	20sn	Ulaşım A.Ş.
	Funikuler	20sn	Ulaşım A.Ş.
	Hızlı Tramvay	20sn	Ulaşım A.Ş.
	Tunel	-	-
	Lrt	20sn	Ulaşım A.Ş.
	Teleferik	-	-
	Banlıyo	20sn	Ulaşım A.Ş.
	Tramvaylar	-	-
Karayolu	İETT	(Ort.)	Ölçümler (2 Noktada) Ve Regresyon
	Halk Otobüsü	0.5dk	İett Ortalaması
	Dolmuş	0.5dk	İett Ortalaması
	Minibüs	0.5dk	İett Ortalaması

Kaynak: İBB, İUAP-UTM

Kalkış Aralığı Hesabı

Eldeki mevcut veri neticesinde 3 şekilde hesaplama yapılmıştır. Bunlar Tarifeli hatlar, tarifersiz ancak araç adeti belli hatlar ve diğer belirsiz hatlardır. Tablo 3.10’da hangi ulaşım türü için hangi yöntemin kullanıldığı gösterilmektedir. Tarifeli hatlarda kalkış hesabı kolayca bulunmuştur. Tarifersiz ancak araç sayısı belli hatlarda ise hat bazında araç sayısı bulunmuş ve modeldeki linkler üzerindeki hızlardan yola çıkılarak oluşturulan hat üzerindeki toplam süre, araç sayısına oranlanarak kalkış aralıkları bulunmuştur. Tarifesi belli olmayan hatlarda ise gelen yolcu sayısına bakılmıştır. Genelde yolcu sayısının az olduğu zaman diliminde sefer sayısı daha azdır. Diğer bir deyişle yolcu sayısı ve kalkış aralığı arasında ters orantı kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 3.10 Ulaşım türleri için kalkış aralığı hesabında kullanılan yöntemler

HEADWAY	YÖNTEM	KAYNAK
İETT-Halk otobüsü hatları	ORER’den (tarife)	İETT
Minibüs hatları	Hatların süreleri / UKOME araç adetleri	UKOME
Dolmuş hatları	Hatların süreleri / UKOME araç adetleri	UKOME
Raylı sistemler	Tarifelerden	Ulaşım A.Ş.
Denizyolu hatları	Tarife varsa tarifelerden Tarife yoksa yolcu orantılı veya araç orantılı	IDO, DENTUR, TURYOL

Kaynak: İBB, İUAP-UTM

Araç Kapasiteleri

Doğal olarak araç kapasiteleri ulaşım türlerine göre değişmiştir. Ulaşım türlerinin çoğu için resmi kurumlardan alınan değerler dikkate alınmıştır. Ancak minibüs ve dolmuşlar için yapılan gözlem sonuçları dikkate alınmıştır. Tablo 3.11’de ulaşım türlerine ait kapasite değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3.11 Ulaşım türleri kapasite değerleri

Tip	Tür	Araç Kap.	Kaynak
Denizyolu	Hızlı Feribot	626	İdo
	Deniz Otobüsü	420	İdo
	Şehir Hatları	1579	İdo
	Dentur	139	Dentur
	Turyol	560	Turyol
Raylı	Metro	936	Toplu Ulaşım
	Funikuler	375	Toplu Ulaşım
	Hızlı Tramvay	272	Toplu Ulaşım
	Tunel	50	Toplu Ulaşım
	Lrt	300	Toplu Ulaşım
	Teleferik	12	Toplu Ulaşım
	Tcdd Banlıyo	1082	Toplu Ulaşım
	Taksim Tramvay	30	Toplu Ulaşım
	Kadıköy Tramvay	30	Toplu Ulaşım
Karayolu	İett-Halk	107	İett
	Dolmuş	9	Gözlem
	Minibüs	24	Gözlem

Kaynak: İBB, İUAP-UTM

Fiyatlandırma

Fiyatlandırma minibüs ve dolmuşlar için mevcut durumlardan ötürü bir hesaplama yapılmıştır. Resmi kurumlardan alınan fiyat tarifesi ile mesafe arasındaki ilişki ortaya konularak OD bazlı fiyatlandırma yapılmıştır. Diğer ulaşım türleri için fiyatlandırma tarifesi hat bazındadır. Ayrıca bir hesaplama yapılmamıştır.

Hız

Ulaştırma şebekesinin her bir bağlantısının hızlarını tespit için şu yöntemler uygulanmıştır. Raylı sistemler için hızlar, kalkış varış tarifesiyle yola çıkılarak hesaplanmıştır. Karayolu ana arterlerde hızlar araç ile zaman ölçümleri yapılarak belirlenmiştir. Sabah öğlen akşam hızları ölçümlenmiştir. Deniz yollarında deniz otobüsleri için ayrı ve şehir hatları ve deniz motorları için ayrı hızlar kullanılmıştır. Bu hızların ölçülmesinde tarifelerden yararlanılmıştır ve fonksiyonu oluşturulmuştur. Üçüncü derece yollar ve hız ölçümü yapılmamış diğer arterlerde hız değerlerine kapasite ve şehir içinde olma durumuna göre değişen sabit ortalama değerler atanmıştır. Tablo 3.12’de ulaşım türlerinin hız-süre hesaplarında kullanılan değerlerinin hangi yöntemlerle elde edildiği görülmektedir.

Tablo 3.12 Ulaşım türleri hızlarının elde edilmesi

HIZ-SÜRE	YÖNTEM	KAYNAK
Otobüs-Halk otobüsü hatları	Hız ölçümleri (ana arterlerde)	Çalışma ekibi
Minibüs hatları	Hız Analizi (Otoyol, 1., 2., 3. tip yollar ve bağlantılarda)	
Dolmuş hatları	İETT hızları (Akbiil datası)	
Raylı sistemler	Tarifelerden	Ulaşım A.Ş.
Denizyolu hatları	Tarifelerden, Ortalamalardan	IDO,
		DENTUR,
		TURYOL

Kaynak: İBB, İUAP-UTM

Karayolu şebekesi üzerindeki yapılan hız ölçümleri temel oluşturmuştur. Daha sonra bu hesaptan ayrı olarak özel otomobil ataması yapılmış ve atamanın sonucu yol hızları olarak modelden elde edilmiştir. Ankette alınan verilere göre karayolu toplu taşımayla yapılan yolculukların ortalama süresinin, özel otomobille yapılan yolculukların ortalama süresine oranı 1,5'tur. Bu sebeple en son atanmış şebeke hızlarının %60'ı karayolu toplu taşıma şebekesinin hızları olarak alınmıştır.

Raylı sistemler ve deniz yolları için hızlar tarifelerden oluşturulmuştur. Deniz hatlarında, deniz otobüsleri şehir hatlarına göre daha hızlı olduklarından aynı deniz yolları üzerine iki farklı hız datası girilmiştir.

Tarifelerden gelen hızlarda hız ölçümleri durak-kayıp sürelerini (dwell) de içermekte olduğundan bu bağlantılarda durak bekleme sürelerini süreleri (dwell) çıkarılarak tekrar hız hesabı yapılmıştır. Bu sayede iki kere durak-kayıp sürelerini süresi (dwell) alma riski önlenmiştir.

Veri tabanında karayolu dışındaki demiryolu ve denizyolu için tek yön hız değeri vardır. Çünkü AB ve BA yönleri bu türler için aynıdır. Yöne göre olmasa da daha hızlı giden hatlar için (örneğin deniz yolunda deniz otobüsleri için) ayrı bir hız alanı daha oluşturulmuştur.

Yolculuk Süresi Etüdü Çalışması

Bu çalışma önemli görülen karayolu linkleri üzerinde yapılmıştır. Ölçüm yapılacak linkler çalışma ekibi tarafından belirlenmiş ve Microsoft Excell ortamında geliştirilen bir yazılım üzerine bu verileri işlemiştir. 2 kişilik bir saha ekibi ile bu çalışma

gerçekleştirmiştir. Saha ekibinden biri aracı kullanırken diğeri ise bilgisayara ilgili verileri girerek veri tabanını oluşturmuştur. Aşağıdaki Şekil 3.6'da çalışma ekibi tarafından hazırlanan zaman sayacı verilmektedir.

KRONOMETRE		4011		Başlangıç Belirle		İşaretle		<<SİL					
SAAT		10:04:13											
SABAH ZİRVESİ													
SEF													
AVRUPA YAKASI SAHİL BOYU		1.Ölçüm		2.Ölçüm		3.Ölçüm		4. Ölçüm		1.Ölçüm		2.Ölçüm	
6		Süre	Saat	Süre	Saat	Süre	Saat	Süre	Saat	Süre	Saat	Süre	Saat
TARİH :				24.05.2006									
ANADOLU YAKASI MİNİBÜS YOLU													
0		PENDİK ÇİÖDEM SOK		0		07:26:44							
1		KARTAL ESKİ ÇİMENTO FAB		122		07:28:46							
2		A. ŞİMŞEK İŞIKLAR		256		08:03:02							
3		KARTAL KIZILAY SAPAĞI İŞIKLAR		152		08:05:34							
4		DRAGOS KÖPRÜSÜ		446		08:13:00							
5		GÜLSUYU KÖPRÜSÜ SAPAĞI		165		08:15:45							
6		MALTEPE KÖPRÜSÜ SAPAĞI		391		08:22:16							
7		KÜÇÜKYALI KÖPRÜ SAPAĞI		398		08:25:54							
8		BOSTANCI KÖPRÜ SAPAĞI		296		08:33:20							
9		GÖZTFPF TREN İST. SAPAĞI		588		08:43:39							

Şekil 3.6 Zaman sayacı(İBB, İUAP-UTM)

Saha çalışması hafta içi günlerde Çalışma, Sabah 07:00- 10:00, Öğle 14:00-16:00 ve akşam 17:00-21:00 saatleri arasında üç ayrı zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm esnasında azami hassasiyette şerit değiştirilmemeye çalışılmış ve ölçüm yapmayı etkileyecek herhangi bir koşulda(Mesela hava koşullarında) tekrar ölçüm yapılarak güvenilir veri oluşturulmaya çalışılmıştır.

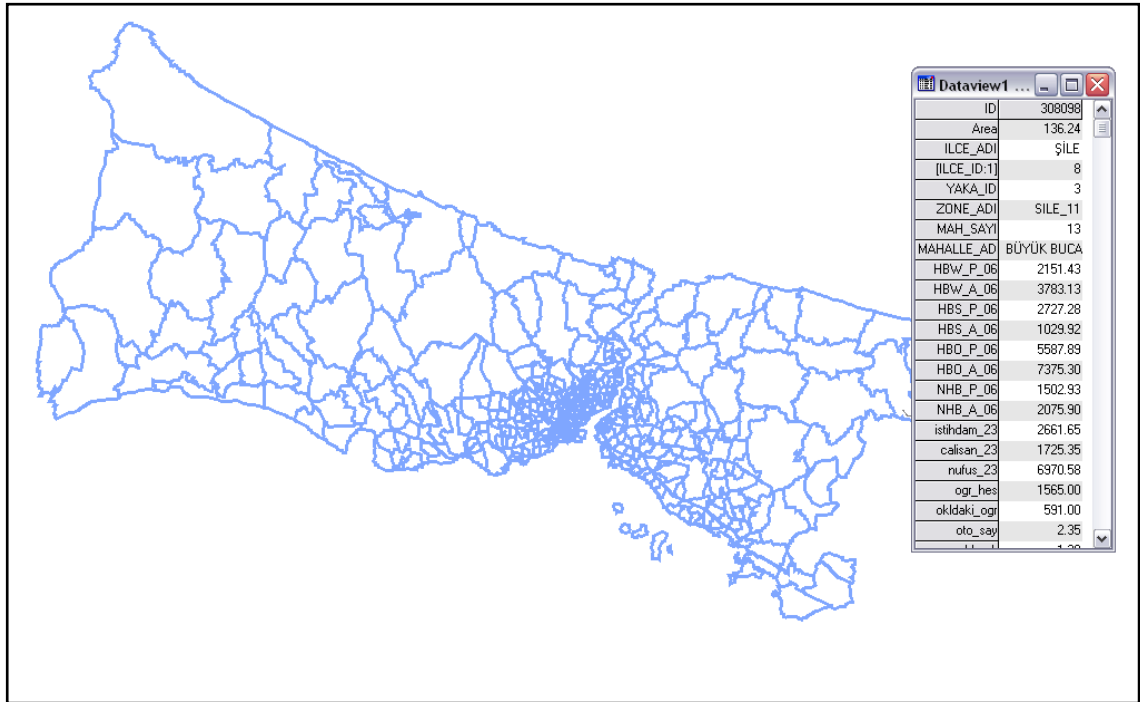
Yolculuk süresi ölçümü yapılan çalışma alanları; D100 karayolu ve TEM otoyolu, Asya ve Avrupa yakası sahil yolları, Barbaros Bulvarı, Dereboyu Caddesi, Vatan Caddesi, Millet Caddesi, Tarlabası Bulvarı, Piyalepaşa Bulvarı, Bağdat Caddesi, Asya yakası minibüs caddesi gibi önemli yollar ve bu yolların bağlantı yolları kullanılmıştır. Ölçüm yapılan yol güzergâhı Şekil 3.7'de gösterilmektedir. Toplam da 350 link parçasında ölçüm yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar ile bir takım parametreler oluşturularak analizler yapılmış ve bu doğrultuda yolların kapasite değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Trafik Analiz Bölgeleri

Trafik analiz bölgeleri oluşturulurken İstanbul il sınırları ve ilgisi dolayısıyla Kocaeli ili Gebze ilçesinin bir kısmı dikkate alınmıştır. Toplam 33 ilçe ve 958 mahalleyi kapsayan 451 trafik analiz bölgesi oluşturulmuştur. Çalışmada en temel birim olarak mahalle alınmıştır. Trafik analiz bölgeleri oluşturulurken de arazi kullanım yapısı, sosyo-ekonomik benzerlikler, doğal eşikler, nüfus büyüklüğü ve ulaşım bağlantıları dikkate alınmıştır.

Çalışma mahalle sınırları, arazi kullanımı ve karayolu bağlantılarının üst üste çakıştığı bir harita üzerinde mümkün olduğunca homojen bölgelerin oluşturulmasını sağlamaya yönelik olmuştur. Aynı mahalle sınırları içerisinde yoğun sanayi ve konut yerleşimlerinin iç içe olması ya da ana karayolu bağlantılarının mahalleyi ortadan bölmesi gibi durumlarda mahalle alanlarını bölmek olanağı elde edilse de, idari sınır olarak en küçük ölçeğin mahalleler olması ve bu ölçekte veri bulunamaması nedeniyle mahalleyi bölmekten kaçınılmıştır.



Şekil 3.8 İUAP-UTM Trafik analiz bölgeleri

Hane Halkı Anketi Çalışması

2006 yılı OD Hane halkı Araştırması'nda nasıl bir soru kağıdı uygulanacağı, cevaplama oranlarının hangi yaklaşımla daha yüksek bulunabileceği ve olasılıklı örneklem planı açısından hangi yaklaşımın daha iyi sonuç vereceği konusunda bir pilot çalışma yapılması gerekli görülmüştür. Yaklaşık 1500 anketin yapıldığı çalışmada en iyi neticenin yüz yüze olduğu ortaya çıkmıştır.

Örneklem planı kendinden ağırlıklı, çok aşamalı, tabakalı küme örnekleme yaklaşımıdır. İstanbul'daki bütün mahallelerin temsiliyeti dikkate alınmıştır.

Örneklem büyüklüğü için uluslar arası literatüre bakılmış ve dünya örnekleri incelenerek örneklem büyüklüğü hesaplanmıştır. yaklaşık %2 örneklem büyüklüğü ile 90.000 hanede görüşme yapılmıştır. Bu amaçla, İstanbul'da (ve Gebze de) 987 mahalle de toplam olarak 4081 küme belirlenmiştir. Yüzde 80 cevaplama oranı ile 90.000 hanede yapılacak olan çalışma iki etap halinde yapılmıştır. Çünkü büyük bir örneklem sayısının olmasına bağlı olarak dikkatli bir organizasyon yapısını zorunlu kılmakta ve ayrıca mevsimsel farklılıkları görmek için iki etaba ayrılmıştır. Bu kadar kapsamlı bir bilginin sağlıklı bir şekilde toplanıp işlenebilmesi içinde saha öncesi, saha uygulaması ve saha sonrası uygulama araçları geliştirilerek sürecin toplam kalite kontrolleri yapılmıştır.

Bu yapı altında Birincil Örneklem Birimleri (PSU¹) mahalle bazında seçilmiştir. Bunlar 90 hanelik listeleri içeren kümelerdir. Her mahalleden kaç küme seçileceği mahalle nüfuslarına orantılı olarak tayin edilmiştir. Bazı durumlarda bir mahallede görüşülecek hane sayısı 30'un altındadır. Bazı durumlarda ise görüşülecek hane sayısı 30'un katlarından farklıdır

Küme içinde sistematik seçim (SSU ların seçimi) için, her küme için bir başlangıç noktası belirlenmiştir. Başlangıç noktası belirlendikten sonra, yapı adası kavramı altında, tüm daire, dükkan, ev gibi iskan birimleri (meskenler ve işyerleri, sosyal donatılar) bir listeye yazılmış, bunlardan halihazırda içinde yaşanan meskenlere 1 den başlayarak 90'a kadar numara verilmiştir. (Küme büyüklüğü 30 dan az ise, küme büyüklüğünün üç katına ulaşmaya kadar numara verilmiştir.) Tesadüfi sayılar tablosu

¹ PSU : Birincil Örneklem Birimi (Primary Sampling Unit)

kullanılarak 1 den 3 e kadar bir numara seçilmiş, bu numaraya denk düşen hane ilk görüşme hanesi olmuştur. Bundan sonra 3 er atlayarak sistematik olarak 30 hane seçilmiş ve sadece bu hanelerde görüşme yapılmıştır. Örneğe çıkan her birimden sonra örneğe çıkmayan iki birim vardır.

Hazırlanan soru formunda sosyo ekonomik özelliklerle birlikte yolculuk davranışlarını öğrenmeye yöneliktir sorular bulunmaktadır. Anketin ilk bölümünde hane hakkında yaşayan kişilerin cinsiyet, yaş, eğitim, çalışma durumu gibi bilgiler alınırken bölüm 2 de artık kişisel bazlı yolculuk yapma durumu, yolculuk amacı, ulaşım türleri vb. bilgiler alınmıştır. Yolculuk bilgisi alınırken bir gün öncesine ve hafta içine ait yolculuk bilgisi alınmıştır. Son bölümde ise hane halkı gelir durumu tespit etmeye yönelik sorular sorulmuştur.

Dış İstasyon Anketleri

Çalışma alanının dışı ile ulaşım ilişkisinin tespiti için çalışma alanı sınırlarında trafik sayım ve anketlerine yapılmıştır. Bunun sonucunda “dış zon – dış zon” ve “dış zon – iç zon” taşıt yolculuk matrisleri oluşturulmuştur.

Çalışma; İstanbul’a, karayolu üzerinden D-100 ve TEM otoyolları ile Çerkezköy ve Saray – Vize yolları, denizyolu üzerinden ise Eskihisar – Topçular, Pendik – Yalova, Yenikapı – Yalova, Yenikapı – Bandırma feribot hatları ile toplam 10 kesitten giriş – çıkış yapıldığı kabul edilmektedir. Şekil.. bu kesitlerin yerleri gösterilmektedir.



Şekil 3.9 Dış istasyon anketleri ve taşıt sayım kesitleri

Karayollarında anketler; ilgili kesitte bir istasyon kurularak saha elemanları tarafından bu istasyona alınan araçlarda yapılmaktadır. Kesitten geçen her 20 araçla anket yapılmıştır. Denizyollarında ise; iskelelerde her iki yönde olmak üzere gişelerden önceki kuyrukta ve gişe sahasında gerçekleştirilmiştir. Anketör, seçilen taşıtın feribota binmesi durumunda plakasını alarak feribota binmiş ve sürücü taşıttan ayrılmadan anketi uygulamıştır. İskelede sıra olması durumlarında ise sıradaki her 20. taşıtla anket yapılmıştır. Taşıtlı yolcuların yanı sıra taşıtsız yolcularla da görüşme yapılmıştır.

Anketlerin içeriğinde, yolculuk başlangıç ve bitiş noktaları, bu noktaların türü, yolculuk amacı, taşıt doluluğu ve taşıt türü ile ilgili sorular bulunmaktadır. Anketler karayolu ve denizyollarında olmak üzere 2 farklı şekilde yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda ihtiyaca yönelik taşıt sayımı ve anket yapılmıştır.

Saha çalışması, hafta içi günlerde (Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe ve Cuma), sabah 07:00 – 10:00, öğle 12:00 – 14:00 ve akşam 17:00 – 20:00 saatleri arasında (toplam 8 saat) yürütülmüştür.

Taşıt sayımları ise, her iki yönde anketlerin yapıldığı günler ve saat aralıklarında gerçekleştirilmiştir. 15'er dakikalık dilimlerle yapılan sayımlarda, taşıtlar Tablo 3.14'de türlerine göre ayrılmıştır.

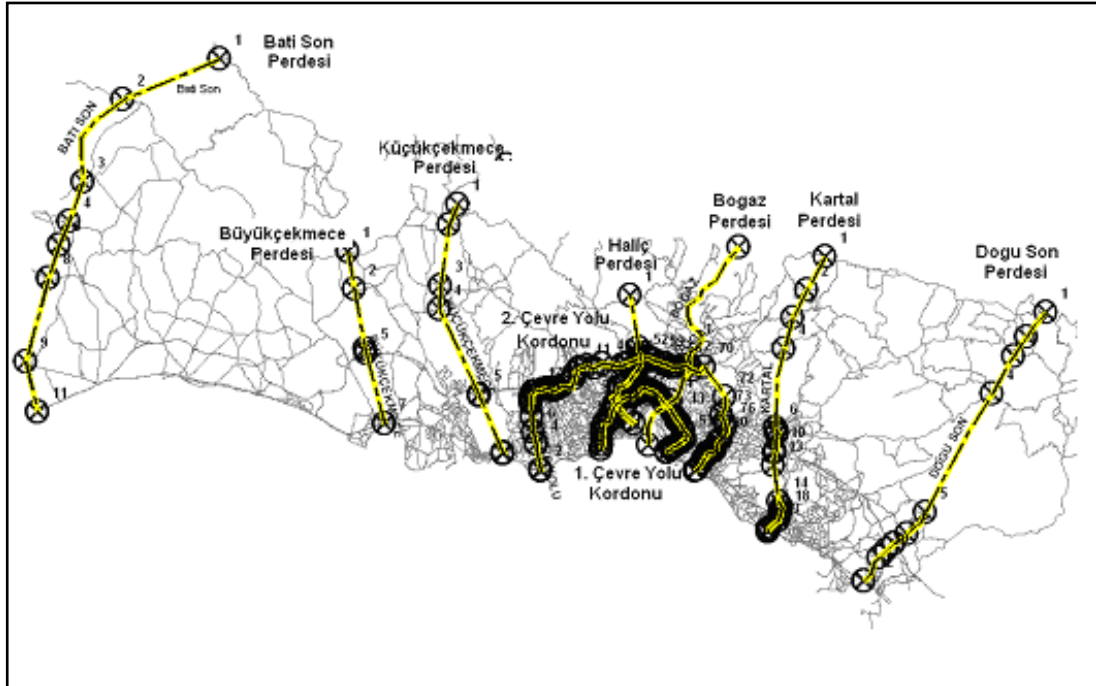
Tablo 3.14 Taşıt türleri

OTOMOBİL	Özel oto, taksi
TOPLU TAŞIMA	İETT Otobüsleri, Ö.H.O, Körüklü / Çift katlı, Minibüs
SERVİS	Otobüs, Midibüs, Servis Minibüsü
TİCARİ ARAÇ	TIR, Kamyon, Kamyonet, Panelvan /minibüs
ŞEHİRLERARASI	Otobüs, Midibüs
MOTOSİKLET	Motosiklet

Kaynak: İBB, İUAP-UTM

Perde Kordon Sayımları

İUAP-UTM model kalibrasyonunu gerçekleştirmek amacıyla İstanbul İli sınırları dâhilinde tesis edilen “Perde ve Kordonlar” üzerindeki trafik ve araç doluluk sayımları gerçekleştirilmiştir. Bu sayımlarda perde ve kordonların karayolu ulaşım ağını kestikleri noktalarda trafiğin her akım yönünde hareket eden araç ve kişi sayıları elde edilmiştir. Toplam 7 perde ve 2 kordon hattında çalışma yapılmıştır. Aşağıdaki Şekil 3.10’da perde ve kordon hatları gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Perde ve kordon hatları (İBB, Ulaşım planlama müdürlüğü-2006)

Çalışmada, perde ve kordonlarını kesen karayolu en kesitlerinde hafta içi günlerde bir gün boyunca saat 07:00 – 20:00 saatleri arasında araç ve doluluk sayımları gerçekleştirilmiştir. Taşıt türleri de tablo 3.15’de gösterilmektedir.

Tablo 3.15 Trafik ve Doluluk Sayımları İçin Araç Türleri

Birincil Türler	İkincil Türler
Otomobil	Özel oto
	Taksi/Taksi dolmuş
Toplu Taşıma Araçları	İETT Otobüsü
	Özel Halk Otobüsü (ÖHO)
	Körüklü / çift katlı İETT Otobüsü
	Minibüs/Dolmuş
Servis Araçları	Otobüs
	Midibüs
	Minibüs
Ticari Araçlar	TIR
	Kamyon
	Kamyonet
	Panelvan/Minibüs
Şehirlerarası Yolcu Araçları	Otobüs
	Midibüs
Motosiklet – Mobilet	Motosiklet – Mobilet

Kaynak: İBB, İUAP-UTM

Araç sayımları toplam 351 karayolu en kesitinden geçen araçların türlerine göre sahada gözlem yöntemi ile sayılması, araç doluluk sayımları da 351 nokta içinde yoğun yolcu hareketi olduğu düşünülen 72 karayolu en kesitinde araç tipi bazında, araçların içindeki kişi sayısının (sürücü dâhil olmak üzere) gözlemlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araç doluluk sayımları araç türlerine göre farklılıklar arz etmiştir. Tüm perde ve kordonlarda karayolu en kesitlerinden geçen özel oto, taksi, toplu taşıma ve servis araçları, şehirlerarası yolcu araçları ile TIR, kamyon, kamyonet, panelvan ve motosiklet için araçta bulunan kişi sayısı sayılmış ve bu rakamlarla ortalama araç doluluk oranları hesaplanmıştır.

Sahada gözlem yöntemi ile gerçekleştirilen trafik (araç) sayımlarının kontrolü için, seçilen 40 noktada hem kamera çekimi yapılarak ofis ortamında bu sayımların dökümü yapılmış, hem de kamera çekimleri esnasında sayım elemanları tarafından yine sahada gözlem yöntemi ile araç sayımları gerçekleştirilmiştir. Bu sayede sahada gözlem sonuçlarından ve kamera çekimlerinden gelen veriler karşılaştırılarak gerekli

düzeltilmeler yapılmıştır. Aynı zamanda toplu taşıma ve servis araçlarında yolcu sayımlarının doğruluğunun kontrolü amacıyla seçilen 40 noktada, sadece toplu taşıma ve servis araçlarındaki yolcular bu araçlarda ortalama doluluk oranlarının tespiti için yeniden gözlemlenmiştir.

3.5.2 Yolculuk Üretim-Çekim Modelleri

Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi amaç hangi zonun ne kadar yolculuk üretip çektiğinin hesaplanmasıdır. “araç ile yapılan her türlü hareketlilik ve yaya olarak 15 dakika içinde başladığı yere dönmeyen hareketlilikleri” yolculuk kapsamında kayıt altına alınmıştır. Yolculuklar amaçlarına göre 4 ayrılmıştır. Bunlar;

- Ev bazlı iş yolculukları(HBW).
- Ev bazlı okul yolculukları(HBS).
- Ev bazlı diğer yolculuklar(HBO).
- Ev bazlı olmayan yolculuklardır(NHB).

Çalışma sırasında bu yolculuk amaçları için de net ve brüt hareketlilik oranları hesaplanmıştır. Ev bazlı iş ve okul yolculuklarının üretimleri için sadece hareketlilik oranları kabul edilmemiş, diğer yolculuk amaçları için ise hareketlilik oranları kabul edilmiştir. Buna göre her zon için ev bazlı iş yolculuklarının üretimleri hesaplanırken:

$$\text{Zon bazlı Ev Uçlu İş Yolculuk Üretimi} = \text{Zondaki Çalışan Sayısı} * 0.88 * 1.94$$

bağıntısı kullanılmıştır. Buradaki 0.88 katsayısı; Anket sonuçlarından gelen bir değerdir. Çalışan insanların yüzde 88'nin işe gittiğini, diğerlerinin ise o gün için mazeretli olduğunu göstermektedir. 1,94 katsayısı ise ev bazlı iş yolculuklarının net hareketlilik oranıdır. Bu değer de anket sonuçlarından gelmektedir.

Ev bazlı okul yolculuklarının üretimi hesaplanırken de;

$$\text{Zon bazlı Ev Uçlu Okul Yolculuk Üretimi} = \text{Zondaki Öğrenci Sayısı} * 0.87 * 2.02$$

Bağıntısı kullanılmıştır. Anketlerden gelen sonuçlar neticesine öğrencilerin yüzde 87 sinin o gün için okula gittiğini, kalanının ise mazeretli olduğunu göstermektedir. Ayrıca 2.02 katsayısı da ev bazlı okul yolculuklarının net hareketlilik oranıdır.

Diğer iki yolculuk amacı için yolculuk üretimi hesaplanırken hareketlilik oranlarından faydalanılmıştır. Bu oranlar neticesinde zon bazlı olarak yolculuk üretimleri hesaplanmıştır.

Yolculuk amaçları için birde yolculuk çekimleri hesaplanmıştır. Burada önemli olan değişkenler zondaki istihdam ve öğrenci sayılarıdır. İstihdam değerleri hesaplanırken hane halkı anketi çalışmasından elde edilen değer kullanılmıştır. Anketler sonucu bulunan İstanbul toplam çalışan sayısının, ev-uçlu iş yolculuklarının bitiş frekansları oranında zonlara dağıtılmasıyla bulunmuştur.

Öğrenci sayısı hesabında ise Milli Eğitim Müdürlüğünden alınan okul öğrenci sayıları coğrafi bilgi sisteminde işlenerek zon bazlı olarak çıkarılmıştır.

Ev bazlı iş yolculuklarının yolculuk çekimleri hesaplanırken;

$$\text{Zon bazlı Ev Uçlu İş Yolculuk Çekimleri} = \text{Zondaki İstihdam Sayısı} * 0.88 * 1.94$$

Buradaki 0.88 katsayısı işe devam oranı, 1.94 katsayısı ise net ev-uçlu iş yolculuk oranıdır. Bu değerlerde hane halkı anket sonuçlarından gelmektedir.

Ev bazlı okul yolculuklarının üretimi hesaplanırken de;

$$\text{Zon bazlı Ev Uçlu Okul Yolculuk Çekimleri} = \text{Zon Yer Alan Okullardaki Öğrenci Sayısı} * 0.87 * 2.02$$

Bu bağıntıda 0.87 okula devam oranı, 2.02 ise net ev-uçlu okul hareketlilik oranıdır.

Ev-uçlu diğer ve ev-uçlu olmayan yolculuk çekimleri, yine ilgili amaçtaki toplam yolculuk sayılarının, anketlerde elde edilen yolculuk bitiş zonları frekanslarına oranlaması ile elde edilmiştir.

Buraya kadar anlatılanlar gözlem yılı için sonuçlarını bulmaya yönelik çalışmalardır. Ancak planlama hedef yılları için üretim ve çekim hesaplarının yapılmasına yönelik ayrıca modelleme çalışmaları yapmak gerekir. Bu modelleme çalışmalarında; Ev bazlı iş ve okul yolculukları için yukarıdaki bağıntılar aynen kullanılmaktadır. Ancak Ev bazlı diğer ve ev bazlı olmayan yolculuklar için zonlara göre toplulaştırılmış regresyon modelleri kullanılmıştır. Kullanılan açıklayıcı değişkenlerin de temel değişkenler olarak kabul edilebilecek, zonlara göre nüfus, çalışan sayısı, öğrenci sayısı, istihdam,

okullardaki öğrenci sayısı, otomobil sayısı ve ortalama hane halkı geliri gibi değişkenlerden oluşmaktadır. Kurulan model sonuçları ile gözlem yılı sonuçları mukayese edilerek modelin tutarlılığı kontrol edilmiştir.

Son olarak yolculuk üretim ve çekim değerlerini birbirine eşitlemek için dengeleme yapılmıştır. Bu çalışma hane halkı anketine dayanarak oluşturulduğu için yolculuk üretimleri sabit tutulmuştur. Buna göre yolculuk çekimleri dengelenerek üretim çekim dengeleri sağlanmıştır.

3.5.3 Yolculuk Dağılım Modeli

Gözlem yılı verilerinden gözlem yılı matrisi oluşturulmuştur. Çünkü her ne kadar büyük bir örneklem ile çalışılsa da 451'e 451'lik zon matrisinde toplam 203.401 hücre bulunmaktadır. Ancak gözlem sonuçlarında sadece 48.263 zon arasında gözlem değerleri bulunmuştur. Gözlem yılı matrisi oluşturulurken BPR (Bureau of Public Road) kalibrasyon algoritmasından faydalanılmıştır. Buna göre yolculuk uzunluğu frekans dağılımını çıkarılmıştır. Gözlenen yolculukların başlangıç ve bitiş zonları arasındaki en kısa karayolu sistem mesafeleri ve atanmış şebeke en kısa sistem süreleri bazında yapılmıştır.

Model denemelerinde PA ve OD bazlı iki matris oluşturulmuştur. Fonksiyonel biçim olarak; exponansiyel, üstel ve gama fonksiyonları dikkate alınmıştır. Sürtünme faktörü olarak da; (i) en kısa karayolu mesafesi, kuş uçuşu (oklit) mesafesi, serbest akım hızları ile en kısa süre ve atanmış şebeke hızları ile en kısa süre kullanılmıştır. Ayrıca iki farklı kısıt yöntemi kullanılmıştır (ilçe kısıtlı ve kısıtsız). Bu denemelerin hepsi yolculuk amaçlarının tamamı için yapılmıştır. Toplam 192 model denemesi yapılmıştır. Bütün modellerde de çift kısıtlı gravite modeli kullanılmıştır. Bunların içersinden iyi sonucu, üstel fonksiyonel form ile atanmış şebeke en kısa yolculuk süreleri ile herhangi bir ilçeler arası yolculuk değişim kısıtı konulmamış model vermiştir.

3.5.4 Türel Seçim

Türel seçim modellemesinde ağırlıklandırılmış OD bazlı toplulaştırılmış model kullanılmıştır. Bütün yolculuk amaçları için ulaşım türleri belirlenmiştir. Bu ulaşım

türleri yaya, oto, servis ve toplu taşımadır. Ancak ev bazlı diğer yolculuklarda servis kullanımının anketten gelen sonuçlarda düşük çıkmasından dolayı bu yolculuk amacı için 3 ulaşım türü kullanılmıştır. Sonuçta 4 ulaşım türü için fayda fonksiyonlarını belirleyen parametreler ortaya konmuştur. Türel seçim modelleri sonucunda elde edilen değerlerde anket sonuçlarıyla mukayese edilerek modellerin kontrolü yapılmıştır.

Bu parametreler aşağıdaki gibidir.

- ASC_OTO = otomobil tür sabiti,
- ASC_SRVS = servis tür sabiti,
- ASC_TRST = transit tür sabiti,
- DIST_KM = zon çifti arasındaki karayolu mesafesi,
- OTO_SAYI = zondaki oto sayısı (zondaki otomobil sayısı bine bölünecektir)
- HH_GLR = zon bazlı ortalama hane halkı geliri (binde),
- YAYA_TIME = yolculuk yaya yapıldığında geçen süre (dakika),
- OTO_TIME = yolculuk otomobil ile yapıldığında geçen süre (Atanmış şebeke üzerinden hesaplanan en kısa süre)
- SRV_TIME = yolculuk servis ile yapıldığında geçen süre ("OTO_TIME" süresinin % 30 fazlasına tekabül etmektedir. % 30 oranına ilişkin, hane halkı anketlerinden çıkarılmıştır)
- TRST_TIME = yolculuk toplu taşıma ile yapıldığında geçen süre (toplu taşıma şebekesinden üretilmiş en kısa süredir).
- OTO_COST = yolculuğun otomobille yapıldığındaki maliyeti (Zonda otomobili olan insan oranı * Otomobil Maliyeti + Zonda otomobili olmayan insan oranı * Taksi Maliyeti)
- SRVS_COST = yolculuğun servis ile yapıldığındaki maliyeti,
- FARE = yolculuğun toplu taşıma ile yapıldığındaki maliyeti,
- INTRA_D = yolculuğun başlangıç zonu ile bitiş zonu aynı ise 1 değilse 0.

Aşağıdaki Tablo 3.16'da ev bazlı iş yolculuğu için hesaplanan fayda fonksiyonları gösterilmektedir. Her ulaşım türü için fayda fonksiyonları belirlenmiştir. Buna bağlı olarak parametre ve t testleri sonuçları ortaya konularak parametrelerin etkisi belirlenmiştir.

Tablo 3.16 Ev bazlı iş yolculuklarının türel seçim modeli

TÜRLER	TÜR FAYDA FONKSİYONLARI (MODAL UTILITIES)								
YAYA				DIST_K M			YAYA_T M E		INTRA_ D
OTOMOBİL	ASC_OT O				OTO_SAY I	HH_GL R	OTO_TIME	OTO_COST	
SERVİS		ASC_S R V S					SRV_TIME	SRVS_C O S T	
TRANSİT			ASC_TR S T				TRST_TIME	FARE	
parametre	- 2.116.899	-1.012.847	-0.453004	- 0.178738	0.020956	1.029.65 1	-0.003280	-0.027597	2.463.98 0

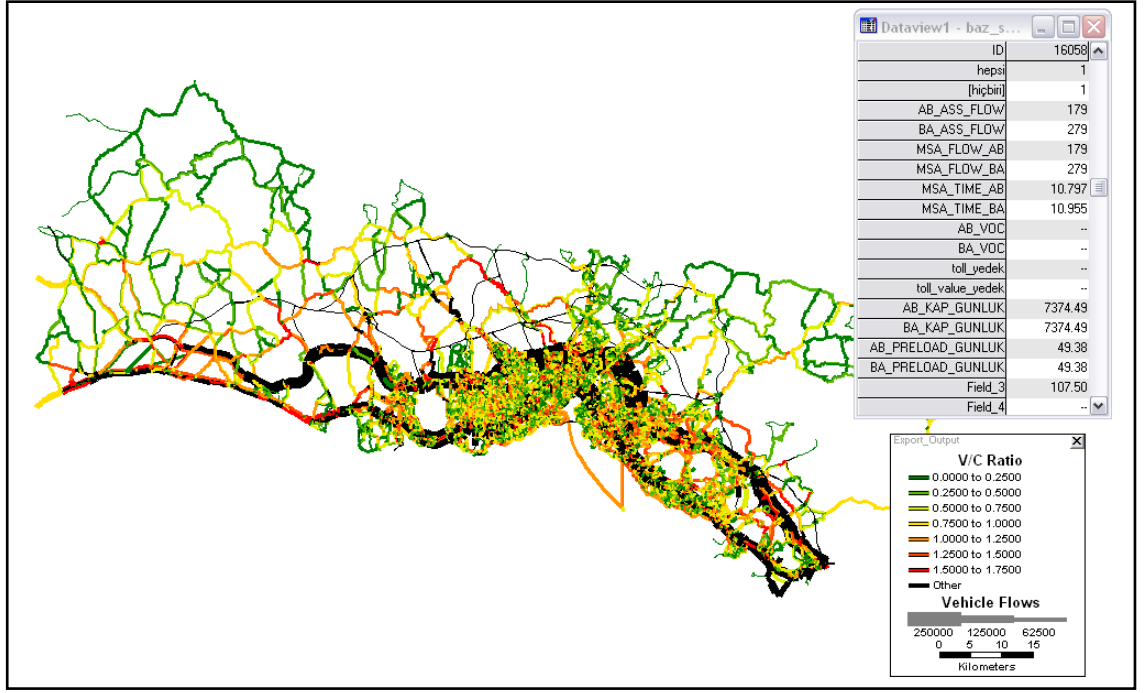
Kaynak: İBB, İUAP-UTM

3.5.5 Karayolu Şebeke Ataması

Dağılım modelinde oluşturulan ve türel seçim modelinde kullanılan PA(üretim-çekim) matris OD(başlangıç-bitiş) matrisine dönüştürülerek saatlik oranlar oluşturulmuştur. Bu saatlik oranlar çıkarılırken evden çıkan ve eve gelen yolculukların oranları tespit edilmiştir. Bu dağılımlara bakılarak atama yapılacak matris oluşturulmuştur. Yaya ve toplu taşıma matrisleri yapılmamıştır. Toplu taşıma için ayrıca bir atama yapılacaktır. Ancak toplu taşımanın karayolunda etkisini görmek için ilgili saatteki toplu taşıma araç sayısı şebekeye girilmiştir. Makro ölçekte bir çalışma için ise yaya atamasına gerek duyulmamıştır.

Atama yapılırken bütün araçlar birim otoyola çevrilmiştir. Otobüs ve minibüsler 3 alınırken servisler ise 2 birim otomobil olarak ele alınmıştır. Daha sonra otomobil için 1,57, servis için ise 10 kişi doluluk oranı olarak kabul edilmiştir. Düzeltilen bu matrisin karayolu şebekesine atanması ile gerçekleştirilerek şebeke üzerindeki hacim ve kapasite değerleri çıkarılmıştır.

Model sonuçlarının kalibrasyonunu yapmak için perde kordon noktalarında yapılan taşıt sayımları ile dış istasyon anketleri ve taşıt sayımları sonucunda elde edilen değerler kıyaslanmıştır. Aşağıdaki Şekil 3.11'de şebeke ataması sonucunda oluşan grafik verilmiştir.



Şekil 3.11 ÜAP-UTM Karayolu şebeke ataması

3.5.6 Toplu Taşıma Şebeke Ataması

Toplu taşıma şebekesinin nasıl kurulduğu önceki başlıklarda anlatılmıştır. Şimdi ise bu şebekede üzerinde aşağıdaki parametre değerleri kullanılarak atama yapılmıştır. Bu değerler;

Kullanılan Süresel Kısıtlar

- Maksimum ilk aracı bekleme süresi: 20 dakika
- Maksimum zon-durak erişim yürüme süresi: 20 dakika
- Maksimum durak-zon merkezi erişim yürüme süresi: 20 dakika
- Maksimum transfer süresi: 20 dakika
- Maksimum toplam yolculuk süresi: 360 dakika (limitsiz alındı)

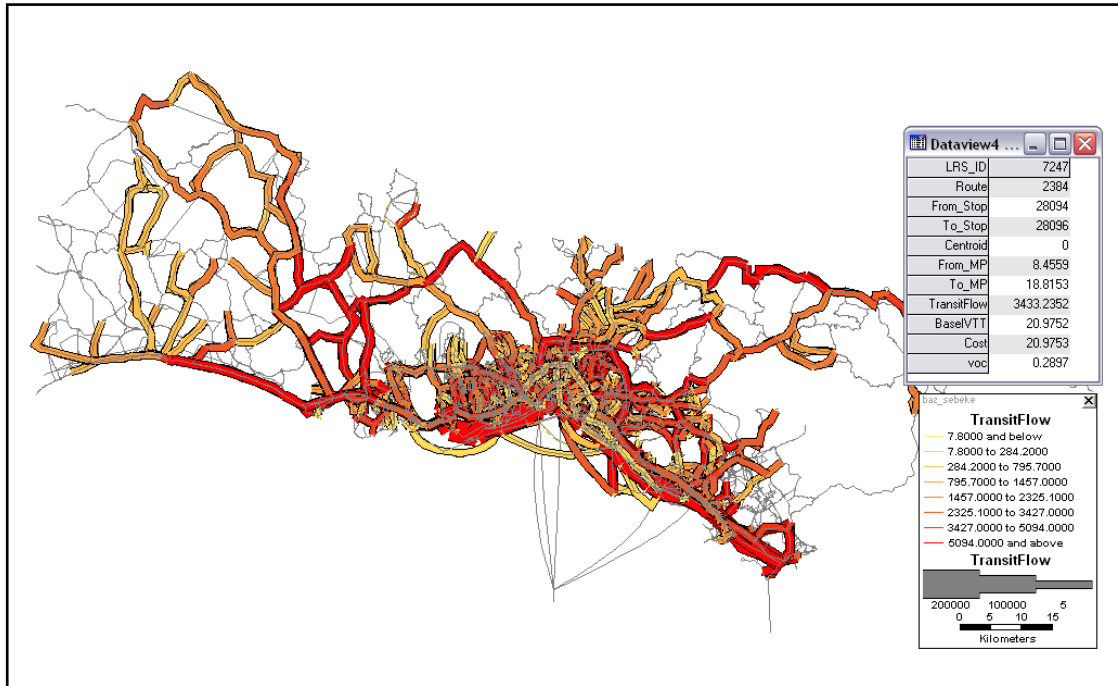
Diğer parametre ve kısıtlar

- Maksimum toplam yenilenmiş maliyet: 10000 (limitsiz alındı)
- Zamanın değeri: 0.045 TL/dk (2.7 TL/saat)
- Zaman ağırlıkları yürüme için 3 diğerleri için 1 alındı.
- Ödemesiz transfer adedi, İETT, Metro, Hafif metro ve hızlı tramvay için 1 ücretsiz transfer olarak girildi.

Hat süresi, kalkış aralığı ve transfer sefer aralığı için kullanılan standart sapma ve dağılımlar:

- Hattın sabah, öğlen akşam saatlerindeki hızlarına göre hattın sürelerinde standart sapma hesaplanmıştır. Bu süre için normal dağılım fonksiyonu kullanılmıştır.
- İlk beklenen hattın kalkış aralığının standart sağması 5 dakika ve dağılımı Normal dağılım olarak alınmıştır
- Transfer sefer aralığının standart sapması 5 dakika ve dağılımı normal dağılım alınmıştır(İBB, ulaşım planlama müdürlüğü).

Yapılan atama da olasılıksal yolcu denklemi ataması (stochastic user equilibrium) yapan algoritma seçilmiştir. 100 adımlı (iterasyon) gerçekleştirilmiştir. Elde edilen model sonuçları ilgili kurumlardan alınan verilerle mukayese edilerek modelin kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.12 İUAP-UTM Toplu taşıma şebeke ataması

4 ŞİŞHANE - ATATÜRK OTO SANAYİ RAYLI SİSTEM HATTININ İNCELENMESİ

Çalışmanın bu bölümünde; Şişhane-AOS raylı sistem hattının tarihsel gelişim süreci. yıllara göre yolculuk sayıları(2005 yılı ve sonrası) ile İUAP-UTM' i çalışmasında test edilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

4.1 Tarihsel Gelişim Süreci

16 Eylül 2000 yılında Taksim-4. Levent arasında hizmete açılan raylı sistem hattı. 2009 yılının şubat ayında Şişhane-Taksim ve 4.Levent-AOS hatlarının eklenmesi sonucunda kuzey ve güney doğrultusunda uzatılmıştır. Daha sonra Nisan 2010 yılında tek bir hat olarak işletilen metro hattında Şişhane-AOS arasında kesintisiz seferler yapılmaya başlanmıştır. Bu süre içerisindeki hattın özellikleri aşağıda anlatılmaya çalışılmıştır.

4.1.1 1.Aşama Taksim-4.Levent Raylı Sistem Hattı

Temel atma töreni 11 Eylül 1992 tarihinde gerçekleşen İstanbul metrosunun hizmete açılış tarihi 16 Eylül 2000 yılıdır. Bu zaman dilimi içerisinde hattın Şekil 4.1.1.1'deki gibi Taksim-4:Levent arasında çalışması uygun görülmüştür. Hattın Kronoloji sıralaması aşağıdaki gibidir.

Kronoloji

19 Ağustos 1992: Temel atıldı

12 Haziran 1994: Taksim-Şişli tünelleri birleştirildi

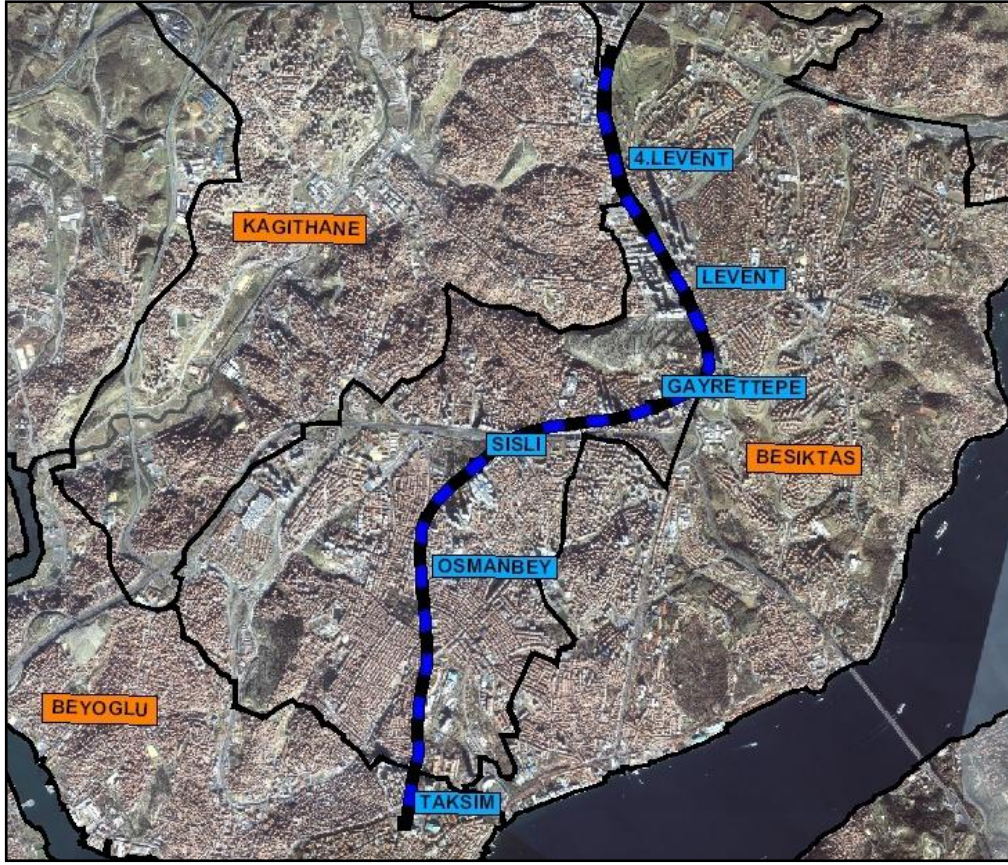
8 Temmuz 1994: Şişli - 4.Levent tünelleri birleştirildi.

30 Nisan 1995: Taksim - Şişli ve 4.Levent tünelleri birleştirildi.

11 Ocak 1999: Araçlar tünele indirildi.

25 Mart 1999: İlk deneme seferleri başlatıldı.

16 Eylül 2000: Hizmete açıldı.



Şekil 4.1 1. Aşama Taksim-4. Levent Raylı Sistem Hattı

Genel Karakteristik Özellikleri

Yaklaşık 8 km uzunluğundaki hatta toplam tünel boyu yaklaşık 18 km'dir. İstasyon derinlikleri 15 m ile 30 m arasında değişmekte olup. 6 istasyonu bulunmaktadır. İstasyon boyları 180 m'dir. Hatta 32 araç hizmet vermektedir. Araç vagonlarının eni 3.05 m. uzunluğu da 21.6 m'dir. Hafta içi günlerde tek yönde 295 sefer yapmakta ve günlük toplam 2.150 km yol yapmaktadır. Ayrıca işletme hızı 40 km/sa olan hatta sefer süresi 12 dakikadır. Tablo 4.1'de hattın genel karakteristik özellikleri verilmektedir.

Tablo 4.1 Taksim-4. Levent Raylı sistem hattının genel karakteristik özellikleri

Güzergah Uzunluğu	8349 m
Toplam Tünel Boyu	18.500 m
Tünel Çapı	6.50 m (En büyük çap: 13.7 m.)
İstasyon Derinliği	30 m – 15 m
İstasyon Sayısı	6
İstasyonlar	Taksim-Osmanbey-Şişli-Gayrettepe-Levent-4.Levent
Araç Sayısı :	32 (Vagonların eni: 3.05 m.. boyu: 21.6 m.'dir)
Sefer Sayısı	295 sefer/gün-hafta içi-tek yönde
Sefer Süresi	12 dakika
Sefer Saatleri	06.15-00.30
Günlük Toplam Km	2150 km.
İşletme Hızı	40 km/S
Maksimum Hız	80 km/S

Kaynak: www.ibb.gov.tr

Hattın sinyalizasyon. makas ve araç sistemi. tam otomatik olup ihtiyaç halinde manuel olarak ta çalıştırılabilmektedir.

İstanbul Metrosunda tüm sistemin enerji beslemesi iki ayrı noktada bulunan TEAŞ merkezlerinden yapılmaktadır. Her iki besleme noktası da devre dışı kalırsa 15 saniye içinde jeneratörler devreye girmekte ve tünel içerisinde kalan tüm trenler en yakın istasyona ulaşarak yolcularını tahliye edebilmektedir. Ayrıca TEAŞ enerji beslemelerinin kesilmesi ve jeneratörlerin arızalanıp devreye girememesi durumunda aydınlatma sistemi ve elektronik kontrol sistemleri 3 saat süreyle kesintisiz güç kaynakları vasıtasıyla beslenebilmektedir.

İstasyonların Genel Özellikleri

Taksim. toplam boyu 235 m olan cadde seviyesinden 35 m aşağıda bir uç istasyondur. Taksim meydanında 2. gezi parkında 1. Cumhuriyet Caddesi üzerinde 1 ve özürlü yolcu girişi 1 adet olmak üzere 5 girişi vardır. Yolcuların uzun tünelleri yorulmadan katedebilmeleri için yürüyen bantlar ve engelli vatandaşlarımız için özürlü asansörleri ve yürüyen merdivenler bulunmaktadır. Tablo 4.2'de İstasyonlardaki yürüyen merdiven ve asansör sayıları verilmiştir. Osmanbey istasyonu 6 girişi olan 231 m uzunluğunda ve cadde seviyesinden 23 m derinlikte bir ara istasyondur. Şişli istasyonu 6 girişi olan 235 m uzunluğunda ve cadde seviyesinden 28 m derinlikte bir ara istasyondur. Gayrettepe istasyonu. Gayrettepe-Zincirlikuyu arasında. Büyükdere caddesi altındadır. İçinde alışveriş merkezi de bulunan bu istasyonun 2 adet yaya girişi. 2 adet otopark girişi

mevcuttur. Ayrıca cadde seviyesinde 2 adet acil çıkış bulunmaktadır. 238 mt. Uzunluğun da olan bu istasyon cadde seviyesinden 27 m derinlikte bir ara istasyondur. Levent istasyonu. Levent. Büyükdere caddesi altında 4 adet girişi olan 240 mm. uzunluğunda ve cadde seviyesinden 27 m derinlikte bir istasyondur. 4.Levent istasyonu. Büyükdere caddesi altında 4 adet girişi olan 235 m uzunluğunda ve cadde seviyesinden 20 m derinlikte olan bir uç istasyondur(kaynak: <http://www.istanbulburda.com>).

Tablo 4.2 İstasyonlardaki yürüyen merdiven ve asansör sayıları

İstasyonlar	Yürüyen Merdiven	Asansör
Taksim İstasyonu	16	6
Osmanbey İstasyonu	15	2
Şişli İstasyonu	14	1
Gayrettepe İstasyonu	12	4
Levent İstasyonu	20	2
4.Levent İstasyonu	10	3

Kaynak: www.ibb.gov.tr

4.1.2 2.Aşama Şişhane-Taksim ve 4. Levent-AOS Raylı Sistem Hatları

Şekil 4.2.2.'de de gösterilen Şişhane-Taksim ve 4.Levent-Maslak metro hatları Şubat 2009 yılında hizmete açılmıştır. Böylelikle Şişhane-AOS bölgeleri arasında metro hizmeti başlamıştır. Ancak bu hatta sinyalizasyon sistemlerinin uyumu için bir süreliğine Taksim ve 4. Levent istasyonların aktarmalı olarak çalışmıştır.

Şişhane-Taksim hattı

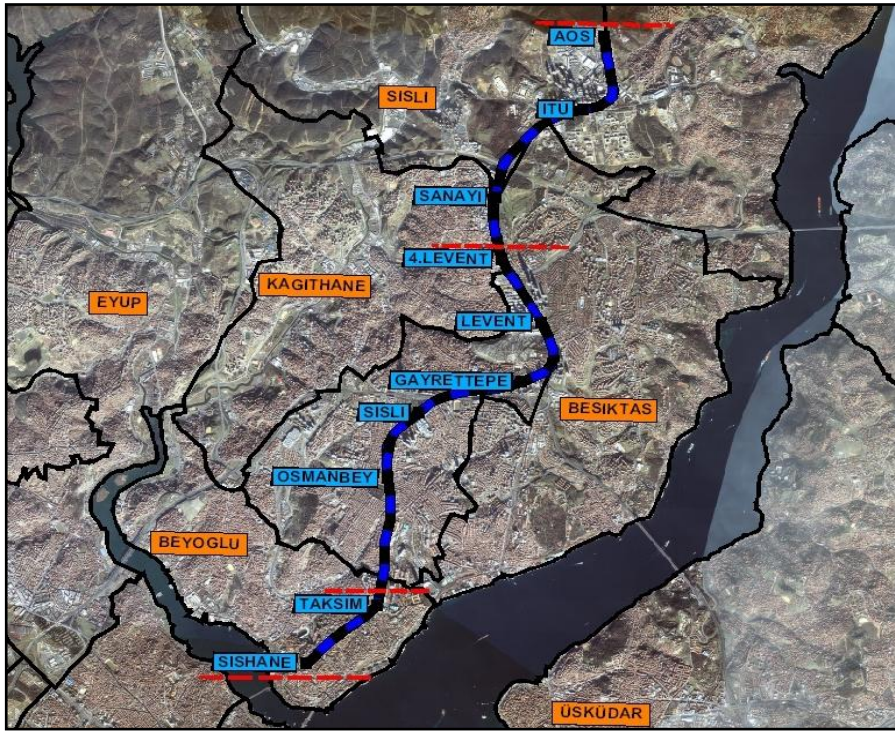
Hattın uzunluğu 1.650 m olup, sefer süresi 2 dakikadır. Şişhane-Maslak arası ise 21 dakikadır. İstasyon 20.000 m² lik bir alana sahiptir. Derinlik 30 ile 40 m arasında değişmektedir. İstasyona 5 ayrı noktadan giriş-çıkış yapılmaktadır. Şişhane istasyonunu kullanmak isteyen bir insan;

- Kasımpaşa yaya bağlantısı.
- Refik Saydam Caddesi
- Beyoğlu Vergi Dairesi
- Beyoğlu Belediyesi önü
- İstiklal Caddesi (Tarık Zafer Tunaya Kültür Merkezi önü)'ni kullanabilir.

4.Levent- AOS metro hattı

Hattın uzunluğu 5. 5 km'dir. Hat üzerinde 3 istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonlar; Sanayi. İTÜ Ayazağa ve AOS(Atatürk Oto Sanayi)'dir. Sanayi istasyonu 12.000m². İTÜ Ayazağa istasyonu 15 bin 350 m² ve AOS istasyonu 9600 m² alana sahiptir.

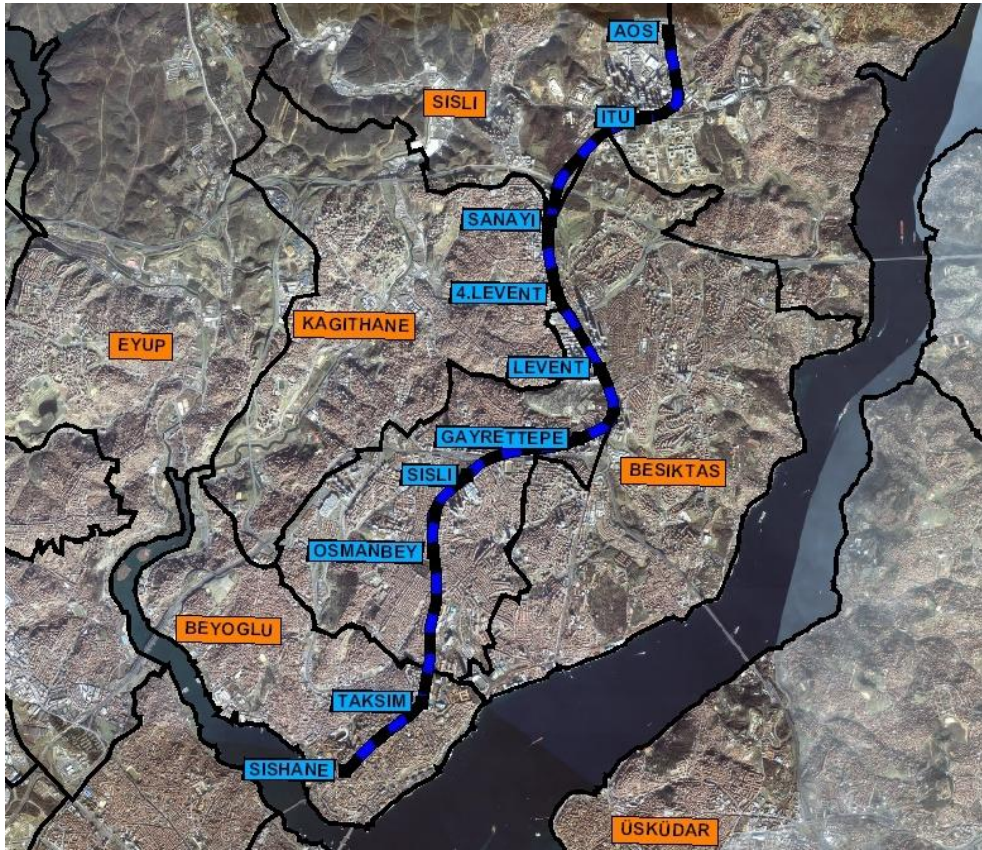
Bahsi geçen bu hatlar hizmete alındıklarında aktarmalı(Taksim ve 4. Levent istasyonlarında) olarak çalışmaktadır. Çünkü eski hatlar ile yeni hatların sinyalizasyon sisteminin(tren kontrol. kumanda. emniyet sistemleri) birbirlerine uyumlu olması gerekmektedir. Sinyalizasyon tüm araçları kontrol ve kumanda eden sistemdir. Sisteme yeni eklenen her vagon ancak mevcut sinyal sisteminin gerekli ekipmanları monte edildikten sonra mevcut sinyal sistemiyle birlikte çalışıp test edilerek sisteme entegre edilebilmektedir. Bu yüzden metro sistemimizde mevcut olan eski sinyalizasyon versiyonu yerine yeni sinyalizasyon sistemi getirildiği için belli bir süreliğine bu hatlar aktarmalı olarak çalıştılar. Başlangıçta 4. Levent istasyonunda bekleme süreleri 22 dakika iken. yapılan çalışmalar sonucunda 12 dakikaya kadar indirilmiştir. Ocak 2010 tarihinden itibaren de çalışmalar nedeniyle bu hatta saat 22.00 den sonra hizmet verilmemektedir.



Şekil 4.2 2. Aşama Şişhane-Taksim. Taksim-4.Levent ve 4. Levent-AOS Raylı Sistem Hatları

4.1.3 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı

Şubat 2009 yılında açılan yeni metro hatları arasında yapılan düzenlemeler neticesinde (entegrasyonun sağlanması) Şekil 4.3.3'de gösterilen hatta bir Nisan 2010 tarihinden Şişhane-AOS arasında kesintisiz olarak metro seferleri başlamıştır. Diğer bir deyişle hat bazında bütünleşme sağlanarak sistemin daha verimli çalışması/çalıştırılabilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu yeni sistem ile gerektiği zamanlarda sefer sıklığı 70-80 saniyeye indirilerek ihtiyaca yönelik kapasiteler arttırılabilmektedir. Yeni metro hattı şekil.. gösterilmektedir.



Şekil 4.3 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı

4.2 Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattının Yolculuk Sayıları

Yukarıda anlatılan tarihsel sürece bağlı olarak incelenen Şişhane-AOS raylı sistem hattının 2005 yılından günümüze kadar taşınan yolcu sayıları aşağıdaki Tablo 4.3'de verilmektedir. Elde edilen veriler Ulaşım A.Ş. tarafından alınmış olup, kullanıcıların istasyonda turnikeden geçerken kullanmış olduğu her türlü ödemeyi kapsamaktadır.

(akbil. jeton. kartlı. abonman. indirimli vs. ayrıca transferlerde içermektedir). Bu değerler verilirken bütün yıl boyunca hafta içi günleri. hafta sonu günleri ve genel ortalamalara bakılarak *günlük yolcu sayıları* çıkarılmıştır. Değerlendirme yapılırken iki kritere dikkat edilmiştir.

Birinci; ilgili hat üzerinde hiçbir çalışma. düzenleme yapılmadan doğal artışını görmek için 2005 ve 2008 arasını değerlendirmek doğru bir yaklaşım olacaktır. Çünkü doğal seyri ile hat üzerinde yapılan etkilerin farkını görebilmemiz açısından faydalı olacaktır. Buna göre ilgili hat üzerinde taşınan yolcu sayıları bütün yıllar için. doğal olarak en fazla hafta içi günlerinde görülmektedir. Çünkü iş ve okul yolculuklarının gerçekleşeceği günler hafta içi günleridir. Hafta sonu günleri ise daha çok dinlenme amaçlı ve herhangi mecburiyet içermeyen günler olduğu toplu taşımada düşük yolculukların olduğu günlerdir. Tabloya bakıldığında 2005-2008 arasında taşınan yolcu sayıları sürekli olarak artış göstermektedir. 2008 yılı için hafta içi günlerde yaklaşık 170.000 kişi taşındığı görülmektedir. Artış oranına bakacak olursak eğer. en fazla artış 2006 yılında gerçekleşmiştir. Özellikle hafta sonu günlerinde yüzde 14+lük bir artış söz konusudur. Ancak bu tarihten itibaren yolcu sayıları giderek azalmıştır. Hatta 2008 yılında hafta sonu günlerine negatif değere gerilemiştir. Özetle zaman içerisinde nüfusun artmasıyla beraber hat üzerinde taşınan yolcu sayıları artmıştır

İkincisi. 2009 yılında hattın uzaması ile 2010 yılında hattın bütünleşmesi sürecinden sonraki yolculuk sayılarındaki değişimi ortaya koymak önemli olacaktır. Bu iki yıl için tablo..ya bakıldığında 2009 yılında hattın uzaması ve ilave istasyonların açılmasına rağmen artış oranının gerilediği ve 2010 yılında ise maksimum artış oranının gerçekleştiğini görmekteyiz. 2009 yılında iki sebepten dolayı bu durum oluşmuştur. Birincisi ülke ve dünya genelinde görülen ekonomik krizin kullanıcılar üzerinde etkili olması. diğeri ise yeni hatların veya istasyonların açılmasıyla; eski hat ile yeni hat arasında entegrasyon sürecinin yaşanması ve buna bağlı olarak bu hatlarda işletme saatlerinin düşmesi etkili olmuştur diyebiliriz.

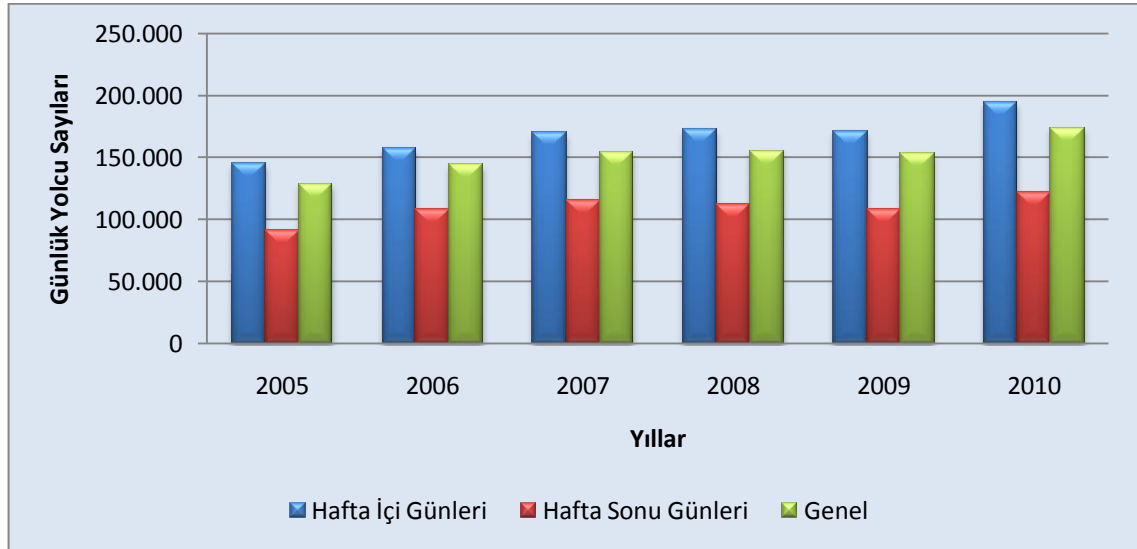
2010 yılını değerlendirecek olursak; 2010 yılında alınan veriler 4 aylık(ocak. şubat. mart. nisan) bir zamanı kapsamaktadır. Diğer bir deyişle 2010 yılı dışındaki değerler yıllık veriler üzerinde çalışılarak oluşturulmuştur. Bunun sonucunda da özellikle yaz aylarında insanların tatil yörelene akın etmesi. okulların tatile girmesi ve mevsimsel

farklılıklardan dolayı azalan yolculuk sayıları dikkate alındı için hat üzerinde taşınan yolcu sayılarını düşürmektedir. Ancak 2010 yılında henüz 4 aylık bir süreç bilgisi olduğu için özellikle yaz dönemini kapsamamaktadır. Bunun sonucunda da yolcu sayılarını etkilemeyen ara dönemler dikkate alınmamıştır. Burada önemli bir şeyde Nisan 2010 yılında hat bazında entegrasyon başlamıştır. Bu yüzden dolayı da 1 aylık bir sonuç datasını karşılaştırmak doğru olmayacaktır.

Tablo 4.3 Şişhane-AOS raylı sistem hattında taşınan günlük yolcu sayılarının yıllara göre değişimi

Yıllar	Hafta İçi Günleri	Değişim Oranı(%)	Hafta Sonu Günleri	Değişim Oranı(%)	Genel	Değişim Oranı(%)
2005	145.002		91.020		128.182	
2006	157.527	9%	107.718	18%	144.046	12%
2007	169.648	8%	115.185	7%	154.176	7%
2008	172.783	2%	111.640	-3%	155.253	1%
2009	171.170	-1%	108.027	-3%	153.179	-1%
2010	194.371	14%	121.389	12%	173.693	13%

Kaynak: ULAŞIM A.Ş.(2010)



Şekil 4.4 Günlük taşınan yolcu sayıları

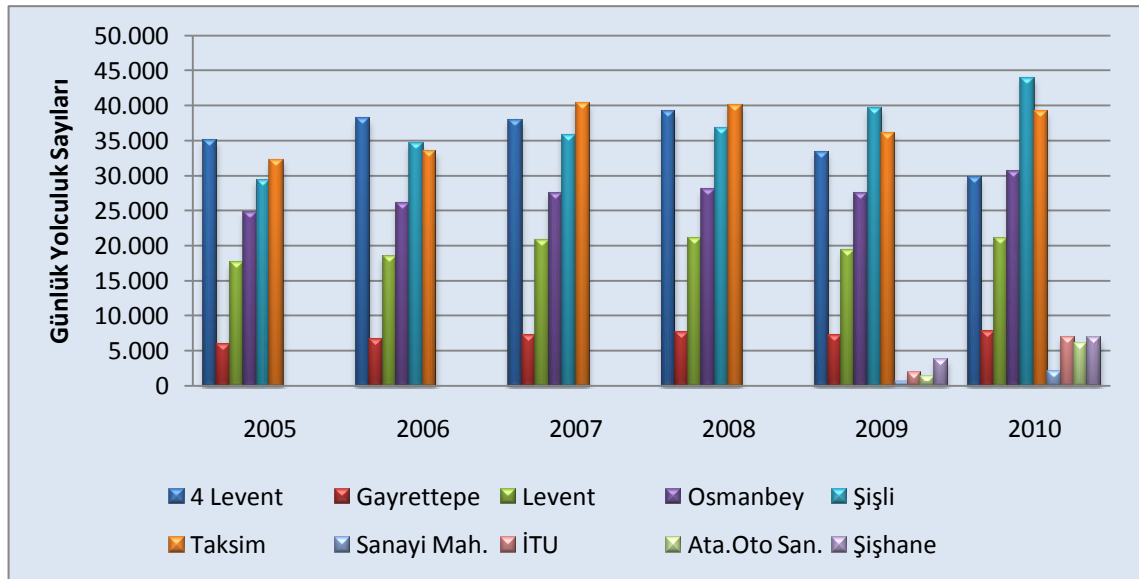
Günlük taşınan yolcu sayıları birde hat üzerindeki istasyonlar için yapılmıştır. Yine hafta içi günleri, hafta sonu günleri ve genel ortalamalarla oluşturan değerler tablo.. tablo.. verilmektedir. Hafta içi günleri için yapılan Tablo 4.4'de genel olarak en fazla yolculuk 4. Levent Taksim ve Şişli istasyonlarında gerçekleşirken. Gayrettepe istasyonu ise 2009 yılına kadar en az yolcu sayısının olduğu istasyondur. Dikkat çeken

özelliklerden biriside en çok yolcu sayısının olduğu istasyon 4. Levent istasyonudur. Ancak 2009 ve 2010 yıllarında çok ciddi yolcu sayılarında azalma olmuştur. Bunun en önemli sebeplerinden biri entegrasyon sürecinde 4.Levent istasyonunda beklemlerin çoğalması ve işletme saatlerinin azalması gösterilebilir. 2007 ve 2008 yıllarında Taksim istasyonu en fazla yolcu sayısının olduğu istasyon iken. 2009 ve 2010 yıllarında Şişli istasyonu en fazla yolcu sayısının olduğu hat olarak göze çarpmaktadır. Bunların dışında 2009 yılından sonra açılan yeni istasyonları incelediğimizde ise 4 istasyonda çok düşük sayıda yolcu sayısına sahiptir. Özellikle 2009 yılında entegrasyon süreci bu istasyonların verimli kullanılmasını da olumsuz etkilemiştir. Bütün istasyonlar içinde Sanayi istasyonları en az yolcu sayısına sahip istasyondur.

Tablo 4.4 Yıllara göre hafta içi günlerde istasyonlardaki günlük yolculuk sayıları

Yıl	4 Levent	Gayrettepe	Levent	Osmanbey	Şişli	Taksim	Sanayi Mah.	İTÜ	Ata.Oto San.	Şişhane
2005	35.010	6.003	17.552	24.784	29.465	32.189				
2006	38.151	6.632	18.497	26.072	34.643	33.532				
2007	37.973	7.208	20.815	27.508	35.793	40.350				
2008	39.186	7.575	20.981	28.034	36.876	40.132				
2009	33.382	7.237	19.336	27.517	39.711	36.107	602	1.996	1.451	3.831
2010	29.804	7.716	21.066	30.610	43.906	39.147	2.190	6.981	6.064	6.887

Kaynak: ULAŞIM A.Ş.(2010)



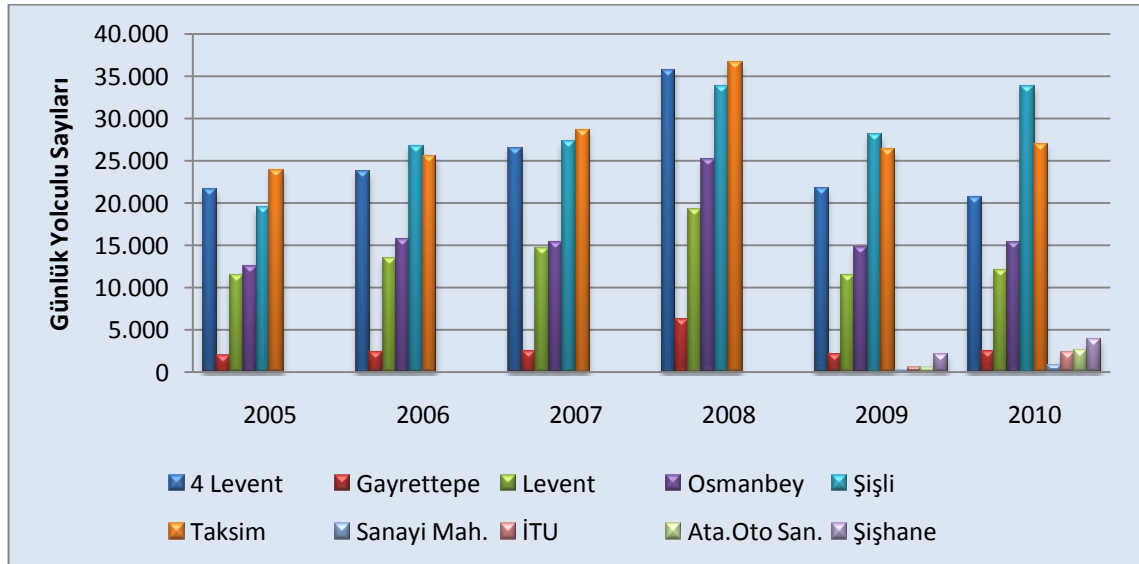
Şekil 4.5 Hafta içi günlerde günlük yolculuk sayılarının istasyonlara dağılımı gösterimi

Hafta sonu günleri için Tablo 4.5’de bakıldığında genel olarak Taksim hattı 2009 yılına kadar en fazla yolcu sayısına sahip hat olarak görülmektedir. Bu tarihten itibaren Şişli istasyonu en fazla yolcu sayısının olduğu istasyondur. Gayrettepe istasyonu ise yine 2009 yılına kadar en pasif yolcu sayısına sahip olan hat olarak göze çarpmaktadır. Yeni açılan istasyonlara bakıldığında ise hafta içi günlere göre yolculuk sayılarında yaklaşık yüzde elli oranında azalmakta olmaktadır. Yeni açılan istasyonlar arasında yine Sanayi istasyonu en az yolcu sayısına sahip iken. Şişhane istasyonu en fazla yolculuk sayısına sahiptir.

Tablo 4.5 Yıllara göre hafta sonu günlerde istasyonlardaki günlük yolculuk sayıları

Yıl	4. Levent	Gayrettepe	Levent	Osmanbey	Şişli	Taksim	Sanayi Mah.	İTÜ	Ata.Oto San.	Şişhane
2005	21.675	2.017	11.516	12.484	19.441	23.886				
2006	23.735	2.418	13.463	15.765	26.769	25.569				
2007	26.557	2.555	14.684	15.405	27.319	28.666				
2008	35.652	6.303	19.270	25.110	33.857	36.655				
2009	21.677	2.115	11.500	14.819	28.064	26.332	284	565	582	2.089
2010	20.752	2.555	12.102	15.366	33.803	27.012	890	2.382	2.621	3.906

Kaynak: ULAŞIM A.Ş.(2010)



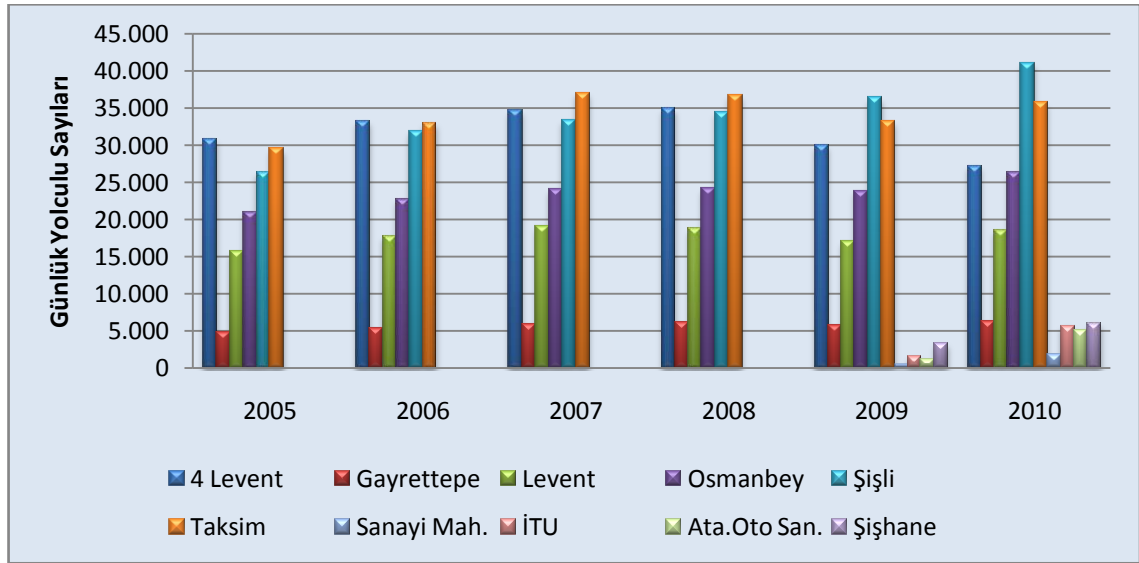
Şekil 4.6 Hafta sonu günlerde günlük yolculuk sayılarının istasyonlara dağılımının gösterimi

Genel ortalamalarla oluşturulan yolculuk sayıları ise Tablo 4.6’da verilmektedir. Bu tabloda diğer tablolara benzemektedir. Özellikle hafta içi günlerine artış ve azalışlar açısından çok benzemektedir. Genel olarak 2005-2006 yıllarında 4. Levent istasyonu en fazla yolcu sayısına sahiptir. 2007 ve 2008 yıllarında ise Taksim istasyonu. 2009 ve 2010 yıllarında da Şişli istasyonu en fazla yolcu sayısına sahip istasyonlardır. Yeni açılan istasyonlar ise yine düşük düzeyde yolcu sayısına sahiptirler. Kendi aralarında sanayi istasyonu en az. Şişhane istasyonu ise en fazla yolculuk sayısına sahiptir.

Tablo 4.6 Yıllara göre genel ortalama ile istasyonlardaki yolculuk sayıları

Yıllar	4. Levent	Gayrettepe	Levent	Osmanbey	Şişli	Taksim	Sanayi Mah.	İTÜ	Ata.Oto San.	Şişhane
2005	30.864	4.811	15.650	21.049	26.323	29.485				
2006	33.332	5.398	17.724	22.712	31.922	32.959				
2007	34.737	5.887	19.061	24.055	33.400	37.037				
2008	35.009	6.087	18.758	24.208	34.451	36.740				
2009	30.047	5.778	17.103	23.899	36.393	33.322	511	1.589	1.203	3.335
2010	27.239	6.253	18.526	26.291	41.043	35.709	1.822	5.678	5.088	6.042

Kaynak: ULAŞIM A.Ş.(2010)



Şekil 4.7 Genel ortalamalar ile günlük yolculuk sayılarının istasyonlara dağılımının gösterimi

4.3 İUAP Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

İUAP-UTM’ i kapsamında; Şişhane-AOS raylı sistem hattı test edilmeye çalışılmıştır. 1.aşama da İUAP-UTM çalışmasının gözlem yılı olan 2006 yılındaki Taksim-4.Levent raylı sistem hattı. 2. Aşamada Şişhane-Taksim, Taksim-4. Levent ve 4.Levent-AOS

raylı sistemleri. 3. Aşamada Şişhane-AOS raylı sistem hattı(bütenleşmenin sağlanmış olduğu durum) ve son olarak Şişhane-AOS raylı sisteminin kalkış aralığının değiştirilmesi durumu için **günlük** toplu taşıma şebeke atamaları gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte model ıktıları sonucunda günlük istasyon bazlı olarak yolculuk sayıları ile hacim kapasite oranları ortaya konulmuştur. Ayrıca ilk üç aşama için model sonucu taşıman yolcu sayıları gerçek yolculuk sayıları ile mukayese edilmiştir.

Çalışmada mevcut raylı sisteme yakın olarak çalışan diğer ulaşım türlerinin de yolcu sayıları model sonuçlarında verilmeye çalışılmıştır. Bu toplu taşıma türleri belirlenirken şöyle bir kabul yapılmıştır. Mevcut raylı sistem hattının 2 km kuzey ve güneyinde kalan otobüs ve minibüs hatları dikkate alınarak yolculuk sayıları verilmiştir.

Son olarak her aşamada iki senaryo anlatılmıştır. Bunlardan birincisinde mevcut raylı sistem hattı ve yakın çevresindeki diğer ulaşım türleri anlatılırken, ikinci senaryoda mevcut raylı sistem hattına yakın çalışan diğer ulaşım türleri(otobüs ve minibüs hatları) göz ardı edilerek sadece mevcut raylı sistem hattına ilişkin elde edilen değerler birinci senaryo sonuçlarıyla mukayese edilerek anlatılmıştır. Daha sonra bütün senaryoların karşılaştırılması yapılarak bölüm değerlendirilmiştir.

4.3.1 1.Aşama Taksim-4.Levent Raylı Sistem Hattı Toplu Taşıma şebeke Atama Sonuçları

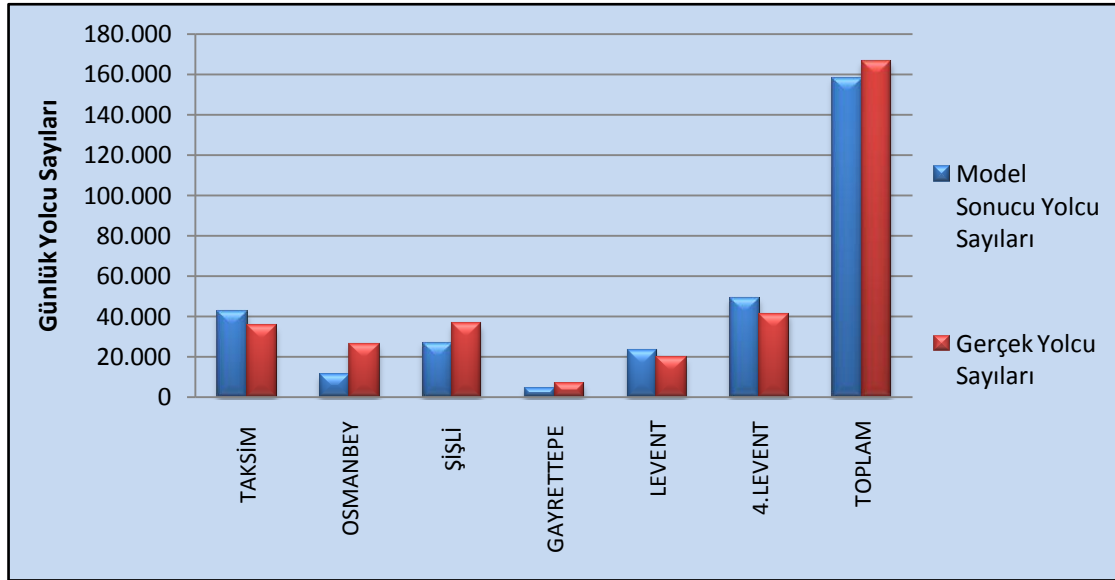
1. Senaryo: Taksim-4. Levent Raylı Sistem Hattı ve Yakın evresi Toplu Taşıma şebeke Ataması Sonuçları

Tablo 4.7'de Modele sonuçları ile gerçek günlük olarak taşıman yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı verilmektedir. İUAP-UTM modeli hafta içi günlerini kapsayan bir model olduğu için gerçek değerlerde hafta içi günler ele alınmıştır. Ayrıca seçilecek olan hafta içi değer okulların açık olduğu Mart ayı seçilerek modelin tutarlılığına bakılmıştır. Taşıman yolcu sayısı bakımından model sonuçları yüzde doksan beş tutarlılık sağlamaktadır. Bu değer kalibrasyon açısından son derece iyi bir değerdir. Ancak istasyon bazlı değerlendirmeler için bazı farklılık göstermektedir. Yine de model sonuçları özellikle önemli istasyon olan Taksim ve 4.Levent istasyonlarında kabul

edilebilir bir değer olarak görünmektedir. Buna karşılık Osmanbey ve Şişli istasyonlarında tutarlılık oranı düşmektedir. Bu durumun birçok sebebi olabilir.

Tablo 4.7 1.Aşama Taksim-4.levent raylı sistem hattının model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları

	Model Sonucu Yolcu Sayıları	Gerçek Yolculuk Sayıları	Tutarlılık Oranı
Taksim	42.405	35.306	120%
Osmanbey	11.367	26.597	43%
Şişli	27.095	36.225	75%
Gayrettepe	4.624	7.083	65%
Levent	23.232	19.934	117%
4.Levent	49.329	41.117	120%
Toplam	158.051	166.262	95%



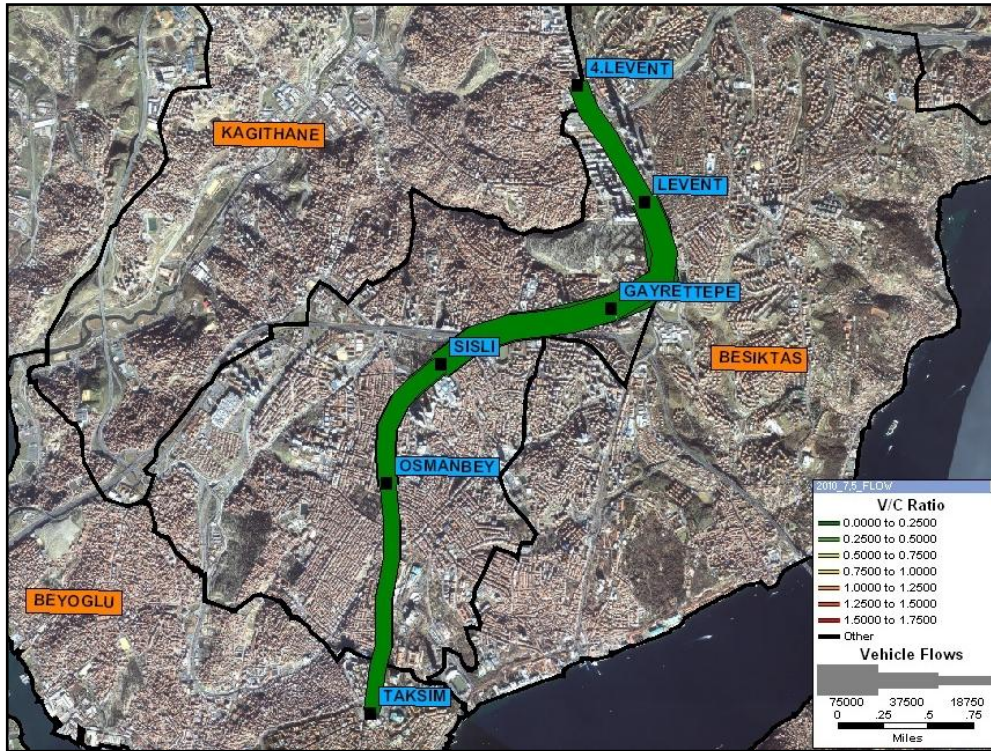
Şekil 4.8 Model sonuçları ile gerçek yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı

Taksim-4.Levent raylı sisteme hattındaki hacim/kapasite(V/C) oranları Tablo 4.8 ve Şekil 4.9'da gösterilmektedir. Her link üzerinde bu oranlar verilmektedir. Kalınlıklar link üzerindeki akımı diğer bir deyişle link üzerinde taşınan yolcu sayılarını temsil etmekte ve akım miktarlarıyla doğru orantılı olarak kalınlıklar artmaktadır. Bu raylı sistem hattı için akımlar Şişli ve Levent istasyonlarında diğer istasyonlara göre daha fazla olduğu görünmektedir. Hacim kapasite oranları ise bize sıklık hakkında bilgi vermektedir. Yani herhangi bir link üzerinde taşınan yolcu sayısının o linkin kapasitesine oranını göstermektedir. Hacim kapasite oranı 1 geçtikten sonra ilgili link üzerinde çok ciddi bir yolcunun taşındığını anlaşılır. 1'in altı ise makul görülebilecek

düzeyde taşımacılığın olduğunu gösterir. Şekil 4.9'a bakacak olursak bahsi geçen hat için hacim kapasite oranı 0 ile 0.25 arasında değişmekte olup oldukça düşüktür. Bu durum bize hattın taşıma kapasitesinin altında yolcu taşıdığını göstermektedir.

Tablo 4.8 Taksim-4.levent raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları.

TAKSİM-4.LEVENT RAYLI SİSTEM HATTI					
4.Levent Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı	Taksim Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı
Taksim-Osmanbey	42.405	14%	4.Levent-Levent	49.329	16%
Osmanbey-Şişli	51.088	17%	Levent-Gayrettepe	64.334	21%
Şişli-Gayrettepe	69.018	22%	Gayrettepe-Şişli	64.744	21%
Gayrettepe-Levent	68.206	22%	Şişli-Osmanbey	45.499	15%
Levent-4.Levent	49.579	16%	Osmanbey-Taksim	41.250	13%



Şekil 4.9 Taksim-4. Levent raylı sistem hattının hacim/kapasite oranları

Otobüs Hatları

2006 yılında mevcut Taksim-4.Levent hattını etkileyen otobüs hatları belirlenirken ilgili raylı sistem hattının 2 km altında veya üstünde kalan otobüs hatları seçilerek bu hatlar tespit edilmiştir. Buna göre toplam 9 adet otobüs hattının sistemi etkiledi belirlenmiştir. Tablo 4.9'da otobüs hatları ve toplam olarak model sonucunda çıkan yolculuk sayıları

verilmektedir. Model sonucunda otobüslerle taşınan yolcu sayılarının toplamı 81.073'dür.

Tablo 4.9 Taksim-4.Levent hattını etkileyen otobüs hatlarının model sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

Hat İsimler	Yolcu Sayısı		Hat İsimler	Yolcu Sayısı
27E	8.607		58S	23.528
27SE	1.333		66	1.141
29A	10.350		70FE	3.037
46K	12.474		70KE	3.505
54E	17.097			
Toplam			81.073	

Minibüs Hatları

Otobüsleri hatlarının belirlenmesinde uygulanan yöntem Minibüsler içinde uygulanmıştır. Buna göre Taksim-4.Levent raylı sistem hattını etkileyen üç adet minibüs hattı bulunmaktadır. Model sonucunda Minibüslerin taşıdığı yolcu sayıları Tablo 4.10'da verilmektedir. Minibüslerle taşınan yolcu sayısı toplam 44.086 kişidir.

Tablo 4.10 Taksim-4.Levent Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

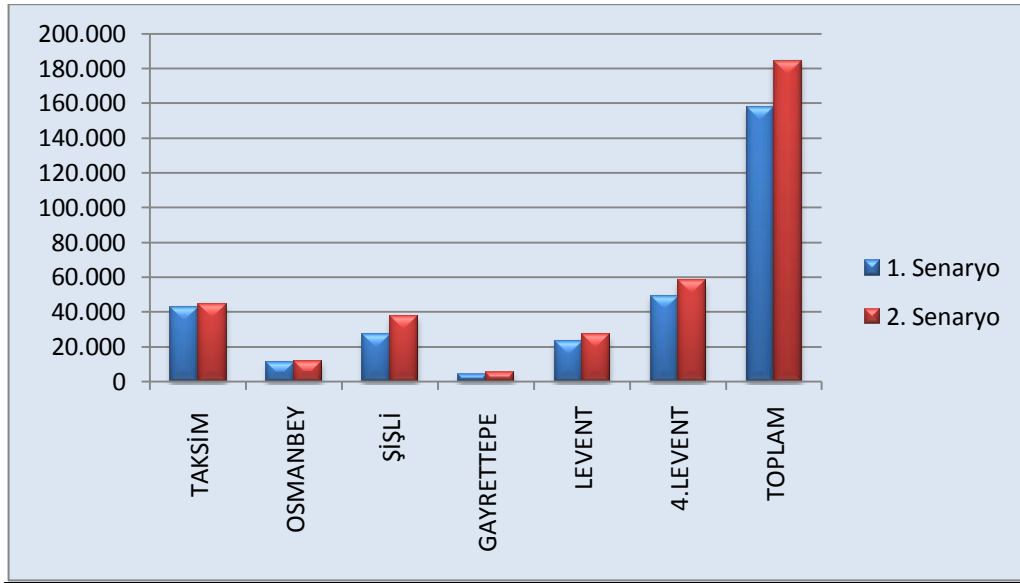
Hat İsmi	Yolcu Sayısı
Şişli-Zincirliidere	14.631
Şişli-Yahya Mahallesi	21.086
Yahya Mahallesi-4.Levent	8.689
Toplam	44.406

2. Senaryo: Taksim-4. Levent Raylı Sistem Hattı ve Yakın Çevresindeki Toplu Taşıma Hatlarının Gözardı Edilmesi Durumunun Toplu Taşıma Şebeke Ataması Sonuçları

Aşağıdaki Tablo 4.11' de ik senaryo içinde model sonucu günlük yolcu sayıları verilmiştir. Buna göre otobüs ve minibüs hatlarının iptal edilmesi ile yaklaşık 30000 yolcu raylı sistem hattına kaymaktadır. Özellikle 4.Levent ve Şişli istasyonlarında önemli artışlar görülmektedir.

Tablo 4.11 1.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları

	1. Senaryo	2. Senaryo
TAKSİM	42.405	44.243
OSMANBEY	11.367	11.783
ŞİŞLİ	27.095	37.795
GAYRETTEPE	4.624	5.374
LEVENT	23.232	26.958
4.LEVENT	49.329	58.005
TOPLAM	158.051	184.158

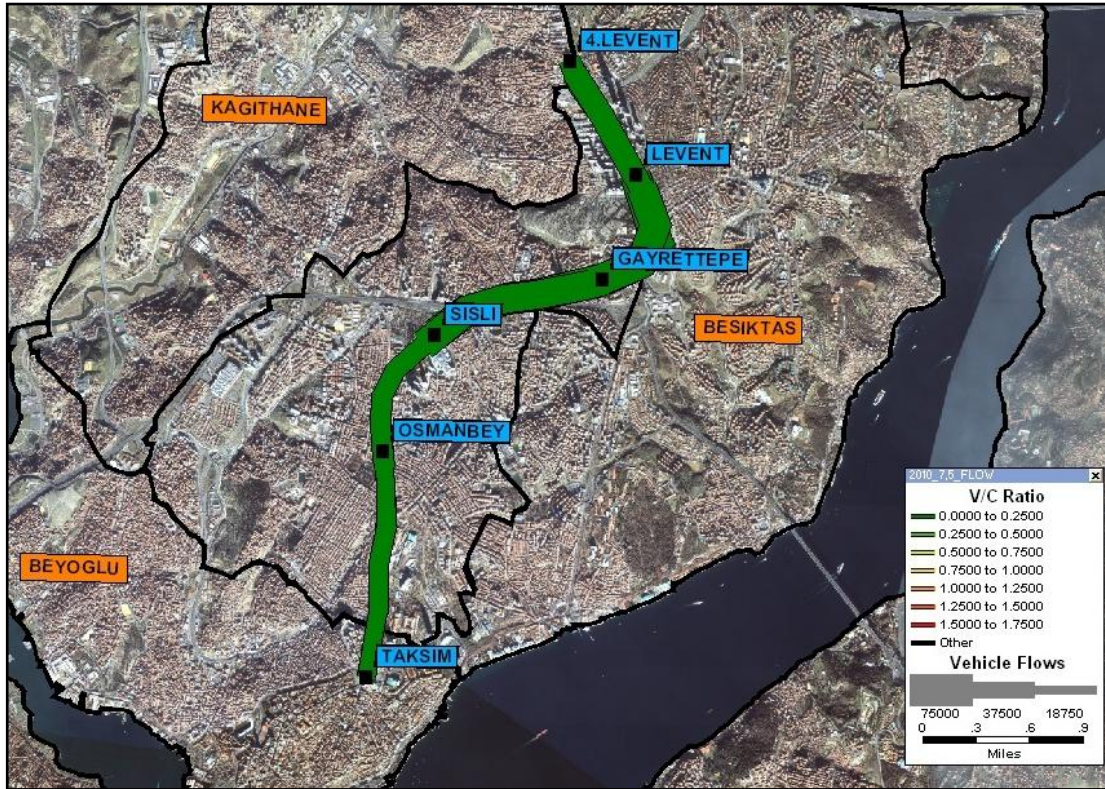


Şekil 4.10 1. Aşama senaryolarına göre model sonucu yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı

Taksim–4.Levent raylı sistem hattındaki hacim/kapasite(V/C) oranları Tablo 4.12 ve Şekil 4.11’de gösterilmektedir. Bu raylı sistem hattındaki hacim kapasite oranı bir önceki senaryoya göre artmasına rağmen genel olarak yinede 0-0,25 arasında değişmekte olup düşük bir değerdir. Taşınan yolcu sayıları ise Şişli ve 4. Levent istasyonlarında en yoğun olarak göze çarpmaktadır.

Tablo 4.12 1.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları

TAKSİM-4.LEVENT RAYLI SİSTEM HATTI						
4.Levent Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı		Taksim Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı
Taksim-Osmanbey	44.243	14%		4.Levent-Levent	58.005	19%
Osmanbey-Şişli	50.047	16%		Levent-Gayrettepe	73.256	24%
Şişli-Gayrettepe	74.552	24%		Gayrettepe-Şişli	72.458	24%
Gayrettepe-Levent	73.672	24%		Şişli-Osmanbey	49.410	16%
Levent-4.Levent	57.413	19%		Osmanbey-Taksim	47.411	15%



Şekil 4.11 1. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları

4.3.2 2.Aşama Şişhane-Taksim, Taksim-4.Levent, 4.Levent-AOS Raylı Sistem Hatları ve Yakın Çevresi Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

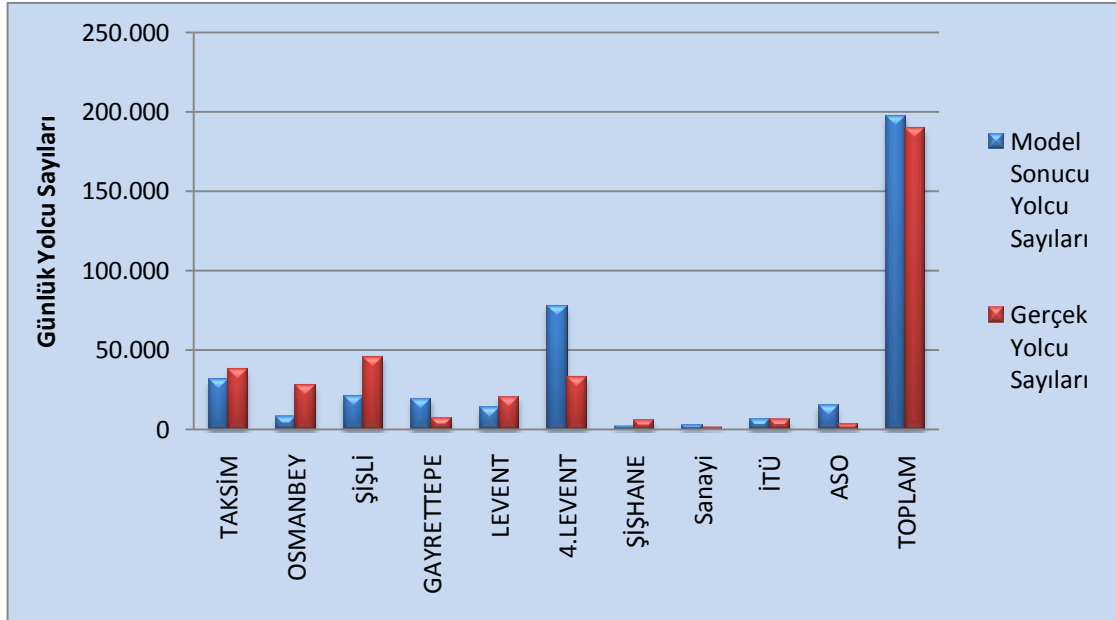
1. Senaryo: Şişhane-Taksim, Taksim-4.Levent, 4. Levent-AOS Raylı Sistem Hatları ve Yakın Çevresi Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

2009 yılının Şubat ayında Şişhane-Taksim ve 4. Levent-AOS hatlarının açılması durumu sisteme ilave edilerek günlük toplu taşıma şebeke ataması gerçekleştirilmiştir. Atama yapılırken Şişhane-Taksim, Taksim-4.Levent ve 4.Levent-AOS hatları ayrı ayrı ele alınmıştır. Taksim ve 4.Levent istasyonunda aktarma yapılarak diğer hatlara geçiş sağlanmıştır. Bu hatların açılmasıyla birlikte gerçekte toplam 10 istasyon bulunmaktadır.

Atama sonucunda ortaya çıkan istasyon bazlı yolcu sayıları Tablo 4.13'deki gibidir. Çıkan sonuçların gerçek değerlerle karşılaştırılması yapılırken Ekim ayının hafta içi günler dikkate alınmıştır. Buna göre toplam yolcu sayısı bakımından model sonuçları gerçek değerlere çok yakın sonuçlar vermiştir. Ancak istasyon bazlı bakıldığında ise bazı farklılıkların olduğu görülmektedir. Özellikle 4. Levent ve AOS istasyonunda çok büyük farklar oluşmuştur. Bunun en önemli sebebi entegrasyon süreci içerisinde 4.Levent-AOS raylı sistem hattının işletme saatlerinde azalma olması ve buna paralel olarak sefer sayılarındaki azalmalardan dolayı gerçek yolcu sayıları bu istasyonlarda düşük çıkmaktadır. Bu söylemi kuvvetlendiren etkenlerden biride 2009 yılından sonra 4. Levent istasyonunun gerçek yolcu sayılarının ciddi bir şekilde azaldığını hattın yolcu sayılarının verildiği bölümde görmekteyiz. Ayrıca modelde 4. Levent istasyonunun iki ayrı hatta alınması bu istasyonun yolcu sayılarını arttırmaktadır.

Tablo 4.13 2.Aşama Şişhane-Taksim. Taksim-4.Levent. 4.Levent-AOS Raylı Sistem Hatları model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları

	Model Sonucu Yolcu Sayıları	Gerçek Yolcu Sayıları	Tutarlılık Oranı
Taksim	31.116	37.802	82%
Osmanbey	8.077	27.894	29%
Şişli	21.165	45.455	47%
Gayrettepe	19.222	7.465	258%
Levent	13.538	20.304	67%
4.Levent	77.415	32.874	235%
Şişhane	1.968	6.206	32%
Sanayi	3.137	1.368	229%
İtü	6.745	6.373	106%
Aos	14.770	3.798	389%
TOPLAM	197.153	189.539	104%

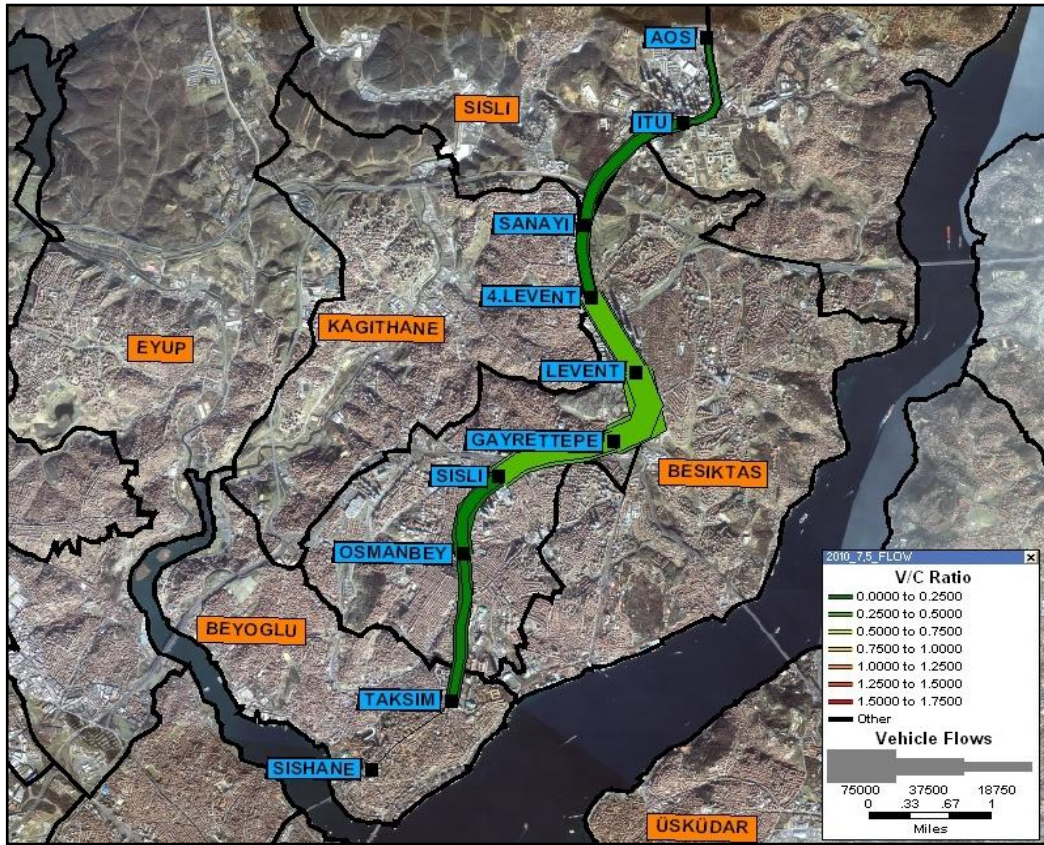


Şekil 4.12 2009 Yılı Model sonuçları ile gerçek yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı

Raylı sistem hattındaki model sonucunda oluşan hacim/kapasite(V/C) oranları Şekil 4.13'de gösterilmektedir. Şekil 4.13'e bakıldığı zaman Şişli ve 4. Levent istasyonları arasında linklerde hem akım yönünden hem de hacim kapasite oranları bakımından yoğunluğun en fazla yaşandığı bölgeler olarak görülmektedir. Ancak buna rağmen Tablo 4.14'de görüldüğü üzere bu linklerde hacim kapasite oranı 0.25-0.50 arasındadır ki bu durum linklerin kapasitesinin altında yolcu taşıdığını göstermektedir. Diğer istasyonlarda ise daha az akımın ve daha az yoğunluğun yaşandığı görülmektedir.

Tablo 4.14 2. Aşama 2009 Yılı Şişhane-AOS raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları

2.Aşama Şişhane-Taksim. Taksim-4.Levent. 4.Levent-AOS Raylı Sistem Hatları						
AOS yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı		Şişhane Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı
Şişhane-Taksim	1.968	1%		Aos-İtü	14.770	9%
Taksim-Osmanbey	29.165	18%		İtü-Sanayi	21476	13%
Osmanbey-Şişli	36.640	22%		Sanayi-4.LEVENT	22.286	13%
Şişli-Gayrettepe	55.359	33%		4.Levent-Levent	46.107	28%
Gayrettepe-Levent	69.740	42%		Levent-Gayrettepe	55.815	34%
Levent-4.Levent	55.170	33%		Gayrettepe-Şişli	43.366	26%
4.Levent-Sanayi	31.308	19%		Şişli-Osmanbey	26.956	16%
Sanayi-İTÜ	30.357	18%		Osmanbey-Taksim	22.143	13%
İtü-Aos	20.371	12%		Taksim-Şişhane	1.951	1%



Şekil 4.13 Şişhane-Taksim. Taksim-4.Levent. 4.Levent-AOS Raylı sistem hatlarının hacim/kapasite oranları

Otobüs Hatları

2009 yılında mevcut yeni uzantıları ile Şişhane-AOS raylı sistem hattını etkileyen otobüs hatları ve taşıdığı yolcu sayıları Tablo 4.15’de verilmektedir. Buna göre toplam 26 adet otobüs hattının sistemi etkiledi belirlenmiştir. Bu hatların taşıdığı yolcu sayıları da yaklaşık 242.000’dir.

Tablo 4.15 2. Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Otobüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

Hat İsimler	Yolcu Sayısı	Hat İsimler	Yolcu Sayısı	Hat İsimler	Yolcu Sayısı
26	12.063	29GM	16.393	58UL	3.618
26A	11.964	29P	2.407	59B	1.435
26B	4.046	41SM	21.958	59S	15.009
27E	10.004	43	12.273	66	1.731
27SE	2.084	46K	16.508	66Z	12.093
27T	972	52	2.405	70FE	2.841
29	10.991	54E	20.922	70KE	6.516
29A	14.280	58A	529	74	1.336
29B	9.411	58S	28.122		
Toplam			241.912		

Minibüs Hatları

2009 yılında mevcut yeni uzantıları ile Şişhane-AOS raylı sistem hattını etkileyen Minibüs hatları ve taşıdığı yolcu sayıları Tablo 4.16’de verilmektedir. Buna göre toplam 4 adet otobüs hattının sistemi etkiledi belirlenmiştir. Taşıdığı yolcu sayıları da 222.374’dür.

Tablo 4.16 2.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

Hat İsmi	Yolcu Sayısı
Şişli-Zincirli-dere	17.375
Şişli-Yahya Mahallesi	22.686
Yahya Mahallesi-4.Levent	12.786
İMKB-4.Levent	5.449
Toplam	58.296

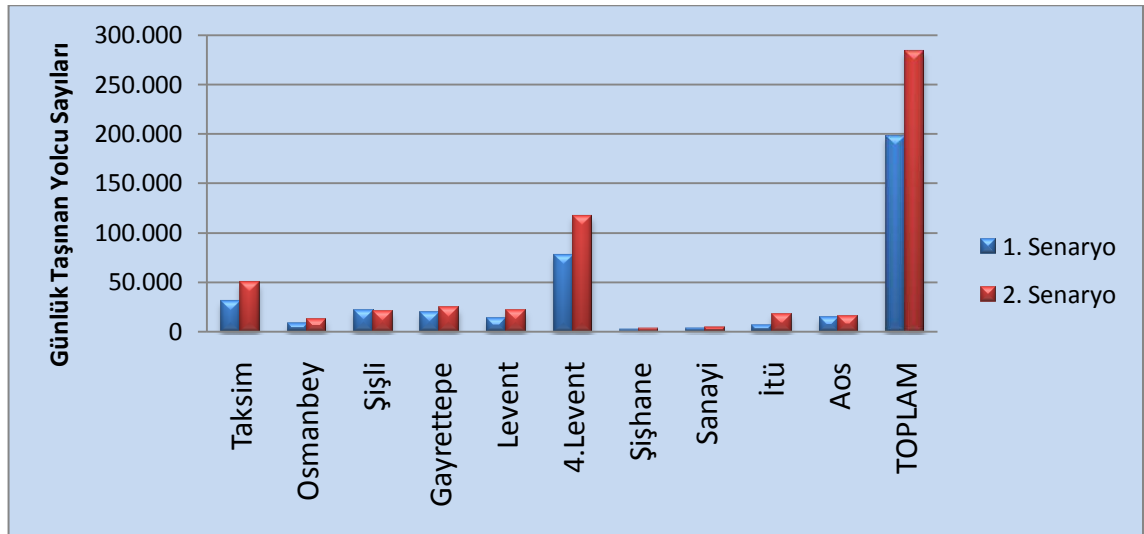
2. Senaryo: Şişhane-Taksim, Taksim-4.Levent, 4. Levent-AOS Raylı Sistem Hatları ve Yakın Çevresindeki Toplu Taşıma Hatlarının Gözardı Edilmesi Durumunun Toplu Taşıma Şebeke Ataması Sonuçları

Bu senaryoda hattın yakın çevresindeki otobüs ve minibüs hatları(1. Senaryodaki otobüs ve minibüs hatları) iptal edilerek bir toplu taşıma şebeke ataması gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.17’de bir ve ikinci senaryoya göre model sonucu günlük yolcu sayıları verilmiştir. Buna göre otobüs ve minibüs hatlarının iptal edilmesi sonucunda raylı sistem hattında taşınan yolcu sayıları yaklaşık 85.000 kişi artmaktadır. Başka bir

anlamla otobüs ve minibüs hatlarında taşınan 85.000 kişinin raylı sistem hattına kaydığı bu hatlarda taşınan diğer yolcu sayılarının ise başka toplu taşıma hatlarına kaydığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4.17 2.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları

	1. Senaryo	2. Senaryo
Taksim	31.116	49.070
Osmanbey	8.077	12.193
Şişli	21.165	20.327
Gayrettepe	19.222	23.650
Levent	13.538	21.401
4.Levent	77.415	116.583
Şişhane	1.968	2.795
Sanayi	3.137	4.343
İtü	6.745	17.617
Aos	14.770	15.588
TOPLAM	197.153	283.566



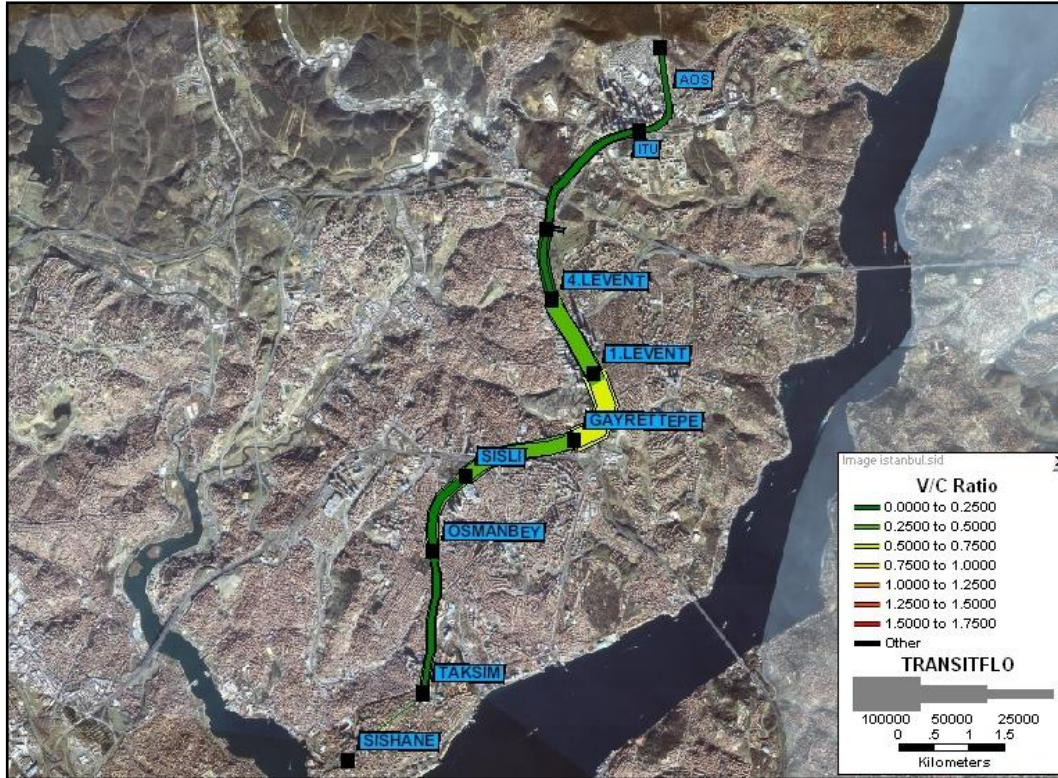
Şekil 4.14 2. Aşama senaryolara göre model sonucu taşınan yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı

Raylı sistem hattındaki hacim/kapasite(V/C) oranları Tablo 4.18 ve Şekil 4.15’de gösterilmektedir. Bu raylı sistem hattındaki hacim kapasite oranı bir önceki senaryoya göre artmıştır. En en yüksek hacim kapasite oranı 0,5-0,75 arasında değişmekte olup

Gayrettepe-Levent istasyonları arasında görülmektedir. Taşınan yolcu sayıları ise Şişli ve 4. Levent istasyonlarında en yoğun olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca yeni açılan istasyonlarda hem hacim kapasite oranı hem de taşınan yolcu sayıları düşük görülmektedir.

Tablo 4.18 2.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları

Şişhane-Taksim, Taksim-4.Levent, 4. Levent-Aos Raylı Sistem Hattı						
4.Levent Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı		Taksim Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı
Şişhane-Taksim	2,795	2%		Aos-İtü	15,588	9%
Taksim-Osmanbey	46,233	28%		İtü-Sanayi	33,150	20%
Osmanbey-Şişli	54,868	33%		Sanayi-4.Levent	35,348	21%
Şişli-Gayrettepe	66,254	40%		4.Levent-Levent	81,311	49%
Gayrettepe-Levent	83,206	50%		Levent-Gayrettepe	85,389	52%
Levent-4.Levent	73,351	44%		Gayrettepe-Şişli	60,963	37%
4.Levent-Sanayi	35,272	21%		Şişli-Osmanbey	32,340	20%
Sanayi-İtü	32,032	19%		Osmanbey-Taksim	27,936	17%
İtü-Aos	20,010	12%		Taksim-Şişhane	2,837	2%



Şekil 4.15 2. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları

4.3.3 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı ve Yakın Çevresi Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

1. Senaryo: Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı ve Yakın Çevresi Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

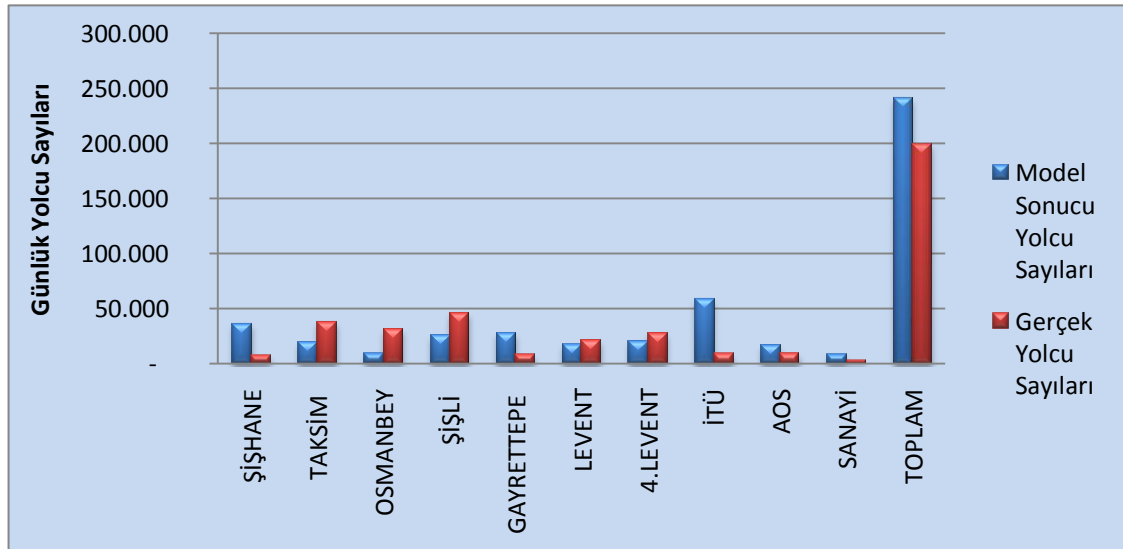
Bu duruma ilişkin atama da. Nisan ayında hat bazında bütünleşmenin gerçekleşmesi İUAP-UTM' de test edilmiştir. Yani Şişhane-AOS raylı sistem hattı tek bir hat olarak ele alınarak toplu taşıma şebeke ataması gerçekleştirilmiştir ve sonuçları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Şişhane istasyonundan binen bir yolcu AOS istasyonuna gitmek için Taksim veya 4.Levent istasyonlarında aktarma yapmayacak şekilde yolculuğunu tamamlayabilecektir. Böylelikle aktarma sırasında oluşan bekleme süreleri ortadan kalkmış ve gerektiğinde hattın sefer sıklığı(kalkış aralığı) arttırılarak kapasiteyi daha yoğun kullanmak mümkün hale gelmiştir.

Tablo 4.19'da model sonucunda taşınan yolcu sayıları ile hat bazında bütünleşmenin başladığı Nisan ayına ait gerçek yolculuk bilgileri verilmektedir. Buna göre toplam yolculuklar bakımından model sonuçları ile gerçek yolcu sayıları makul sayılabilecek düzeydedir. Ancak diğer istasyonlarda mukayese etmekten uzak değerler göze çarpmaktadır. Özellikle İTÜ istasyonunda taşınan yolcu sayıları çok farklıdır. Bu durumun birçok nedeni olabilir. Tespit edilmesi içinde detaylı incelemeler yapılmalıdır. Ancak aklımızda bir soru işareti kalmaması için İTÜ istasyonunun bulunduğu zon ve yakın çevresindeki iş alanlarının özelliklerine bakılmıştır. Öncelikle İTÜ istasyonu alansal olarak büyük bir zon olup iki farklı arazi kullanım türünü içermektedir. Zonlar oluşturulurken arazi kullanım türleri dikkate alınan bir kriterdir. Ancak en fazla mahalle ölçeğine inildiğinden dolayı bu zondaki üniversite ve konut alanları bir mahalle içinde dolayısıyla da bir zonda beraber görünmektedir. Bununla birlikte sadece üniversite öğrenci sayısı yaklaşık 15.000 kişidir. Yaklaşık 7.000 kişilikte istihdam sayısı bulunmaktadır. Etrafındaki iş alanlarında da oldukça yüksek sayıda istihdam barındırmaktadır. Model sonuçlarında elde edilen yolculuklar tüm bu çevreye yayılırken mevcut kullanımı daha çok üniversiteye hizmet vermektedir. Bu nedenle model sonucu gerçek değerinde oldukça üzerindedir.

Tabloyu yorumlarken dikkat edilmesi gereken diğer bir özellik ise; hat bazında bütünleşme sonrasındaki sadece 1 aylık data alınarak böyle bir karşılaştırma yapılmıştır. Ancak insanların yolculuk davranışlarındaki değişim kısa bir zaman da olamayacağından dolayı sağlıklı bir çalışma için en azından 6 aylık bir süreye ihtiyaç bulunmaktadır. Burada maksat yolculuk davranışlarının matematiksel bir modelle simüle edilerek yolculuk karakteristiklerini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda model zaman içerisinde yeni açılan istasyonların özellikle İTÜ istasyonunun taşıdığı potansiyel nedeniyle(öğrenci sayısı bakımından) ilerleyen zamanlarda etkin bir rol oynayacağını bize göstermektedir.

Tablo 4.19 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hatları model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları

İstasyonlar	Model Sonucu Yolcu Sayıları	Gerçek Yolcu Sayıları	Tutarlılık Oranı
Şişhane	19.962	7.474	267%
Taksim	36.502	37.573	97%
Osmanbey	9.311	31.160	30%
Şişli	26.042	45.618	57%
Gayrettepe	27.674	8.038	344%
Levent	17.471	21.081	83%
4.levent	20.323	27.254	75%
İtü	58.616	8.938	656%
Aos	17.056	9.394	182%
Sanayi	8.552	3.108	275%
TOPLAM	241.509	199.638	121%

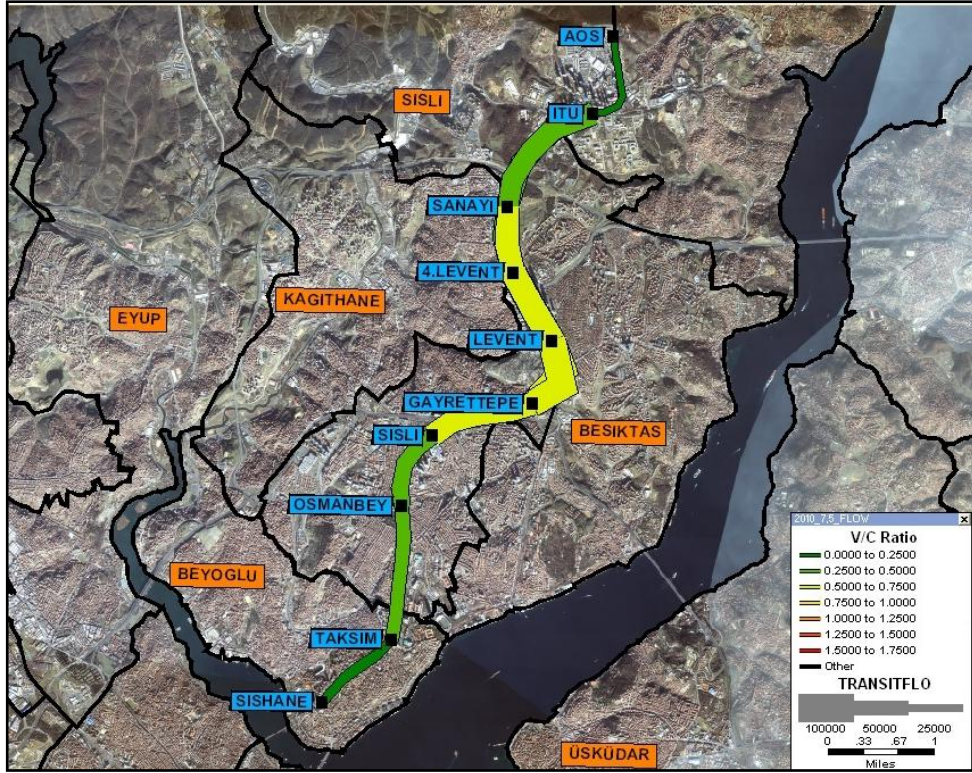


Şekil 4.16 3.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının model sonuçları ve gerçek yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılım

Raylı sistem hattındaki model sonucunda oluşan hacim/kapasite(V/C) oranları Tablo 4.20 ve Şekil 4.17’de gösterilmektedir. Şekle bakıldığı zaman Şişli ve Sanayi istasyonları arasındaki linklerde hem akım yönünden hem de hacim kapasite oranları bakımından yoğunluğun en fazla yaşandığı bölgeler olarak görülmektedir. Bu linklerde hacim kapasite oranı 0.5-0.75 arasındadır ki bu durum makul bir değerdir. Diğer istasyonlarda ise daha az akımın ve daha az yoğunluğun yaşandığı görülmektedir. Bunun dışında AOS-İTÜ istasyonları ve Şişhane-Taksim istasyonları arasındaki linklerde hem akım hem de hacim kapasite oranı oldukça düşüktür. Bu istasyonlarda hacim kapasite oranı 0-0.25 arasında değişmektedir.

Tablo 4.20 3.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları

3. Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı						
AOS yönü	yolculuk hacmi	doluluk oranı		Şişhane yönü	yolculuk hacmi	doluluk oranı
Şişhane-Taksim	19.962	22%		Aos-İtü	17.056	10%
Taksim-Osmanbey	54.980	33%		İtü-Sanayi	75.633	46%
Osmanbey-Şişli	62.108	38%		Sanayi-4.Levent	82.599	50%
Şişli-Gayrettepe	82.920	50%		4.Levent-Levent	93.839	57%
Gayrettepe-Levent	104.825	63%		Levent-Gayrettepe	97.593	59%
Levent-4.Levent	91.531	55%		Gayrettepe-Şişli	70.469	43%
4.Levent-Sanayi	86.687	52%		Şişli-Osmanbey	46.295	28%
Sanayi-İtü	78.507	47%		Osmanbey-Taksim	42.324	26%
İtü-Aos	24.512	15%		Taksim-Şişhane	26.694	16%



Şekil 4.17 3.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının hacim/kapasite oranları

Otobüs Hatları

2010 yılında hat bazında bütünleşen Şişhane-AOS raylı sistem hattını etkileyen otobüs hatları ve taşıdığı yolcu sayıları Tablo 4.21’de verilmektedir. Buna göre toplam 26 adet otobüs hattının sistemi etkilediği belirlenmiştir. Bu hatların taşıdığı yolcu sayıları da yaklaşık 226.000 kişi taşımaktadır.

Tablo 4.21 3. Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Otobüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

Hat İsimler	Yolcu Sayısı	Hat İsimler	Yolcu Sayısı	Hat İsimler	Yolcu Sayısı
26	11.875	29GM	14.010	58UL	3.829
26A	10.526	29P	1.017	59B	1.399
26B	3.022	41SM	20.668	59S	15.172
27E	10.670	43	11.515	66	2.185
27SE	1.279	46K	14.061	66Z	11.750
27T	681	52	1.509	70FE	2.446
29	12.736	54E	17.749	70KE	6.505
29A	14.660	58A	414	74	1.905
29B	9.339	58S	25.242		
Toplam			226.165		

Minibüs Hatları

2010 yılında hat bazında bütünleşen Şişhane-AOS raylı sistem hattını etkileyen Minibüs hatları ve taşıdığı yolcu sayıları Tablo 4.22’de verilmektedir. Buna göre toplam 4 adet otobüs hattının sistemi etkiledi belirlenmiştir. Taşıdığı yolcu sayıları da 54.246’dır.

Tablo 4.22 3.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

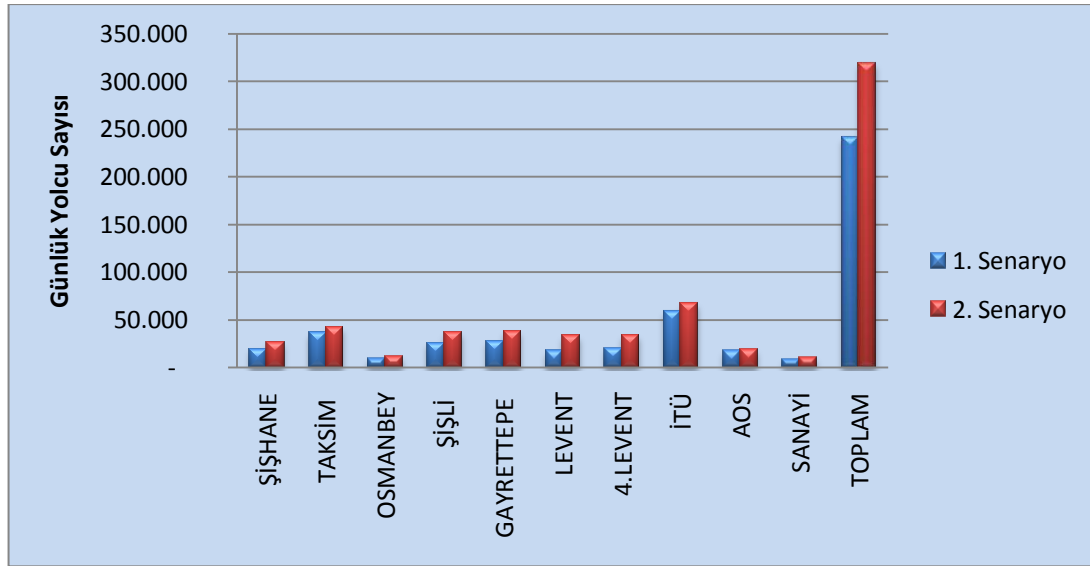
Hat İsmi	Yolcu Sayısı
Şişli-Zincirli	15.913
Şişli-Yahya Mahallesi	22.679
Yahya Mahallesi-4.Levent	11.419
İMKB-4.Levent	4.235
Toplam	54.246

2. Senaryo: Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı ve Yakın Çevresindeki Toplu Taşıma Hatlarının Gözardı Edilmesi Durumunun Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

Bu senaryoda hattın yakın çevresindeki otobüs ve minibüs hatları(1. Senaryodaki otobüs ve minibüs hatları) iptal edilerek bir toplu taşıma şebeke ataması gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.23’de bir ve ikinci senaryoya göre model sonucu günlük yolcu sayıları verilmiştir. Buna göre otobüs ve minibüs hatlarının iptal edilmesi sonucunda raylı sistem hattında taşınan yolcu sayıları yaklaşık 80.000 kişi artmaktadır. Başka bir anlamla otobüs ve minibüs hatlarında taşınan 80.000 kişinin raylı sistem hattına kaydığı, göz ardı edilen bu hatlarında taşınan diğer yolcu sayılarının ise başka toplu taşıma hatlarına kaydığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4.23 3.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları

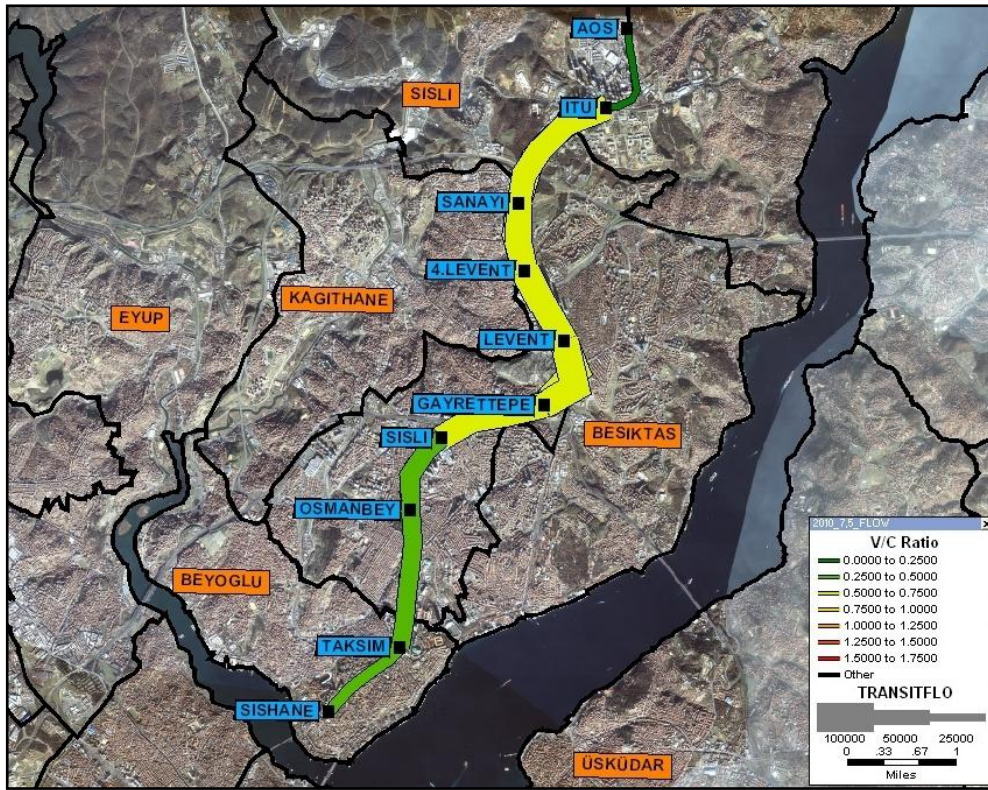
İstasyonlar	1. Senaryo	2. Senaryo
Şişhane	19.962	26.487
Taksim	36.502	41.868
Osmanbey	9.311	11.826
Şişli	26.042	36.895
Gayrettepe	27.674	37.939
Levent	17.471	33.191
4.Levent	20.323	34.157
İtü	58.616	67.181
Aos	17.056	18.912
Sanayi	8.552	10.362
Toplam	241.509	318.817

**Şekil 4.18 3. Aşama senaryolarına göre model sonucu taşınan yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı**

Hattın hacim kapasite oranları Tablo 4.24 ve Şekil 4.19’da gösterilmektedir. Buna göre yolcu sayılarındaki artış hacim kapasite oranlarını da arttırmaktadır. Birinci senaryoya göre en yüksek hacim kapasite oranı Şişli-Sanayi istasyonlarında görülmekteyken bu senaryoda Şişli-İTÜ istasyonuna arasında görülmektedir. 0,5-0,75 arasında görülen hacim kapasite oranı bu hat için makul görülmektedir. Aynı şekilde bu istasyonlar arasında taşınan yolcu sayısı da en yüksek seviyedir.

Tablo 4.24 3.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları

3. Aşama Şişhane-Aos Raylı Sistem Hattı					
Aos Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı	Şişhane Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı
Şişhane-Taksim	19,962	25%	Aos-İtü	18,912	11%
Taksim-Osmanbey	65,590	40%	İtü-Sanayi	86,012	52%
Osmanbey-Şişli	71,336	43%	Sanayi-4.Levent	94,025	57%
Şişli-Gayrettepe	92,563	56%	4.Levent-Levent	115,270	70%
Gayrettepe-Levent	120,152	73%	Levent-Gayrettepe	122,617	74%
Levent-4.Levent	105,119	64%	Gayrettepe-Şişli	84,174	51%
4.Levent-Sanayi	97,880	59%	Şişli-Osmanbey	62,471	38%
Sanayi-İtü	88,632	54%	Osmanbey-Taksim	59,406	36%
İtü-Aos	24,897	15%	Taksim-Şişhane	38,217	23%



Şekil 4.19 3. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları

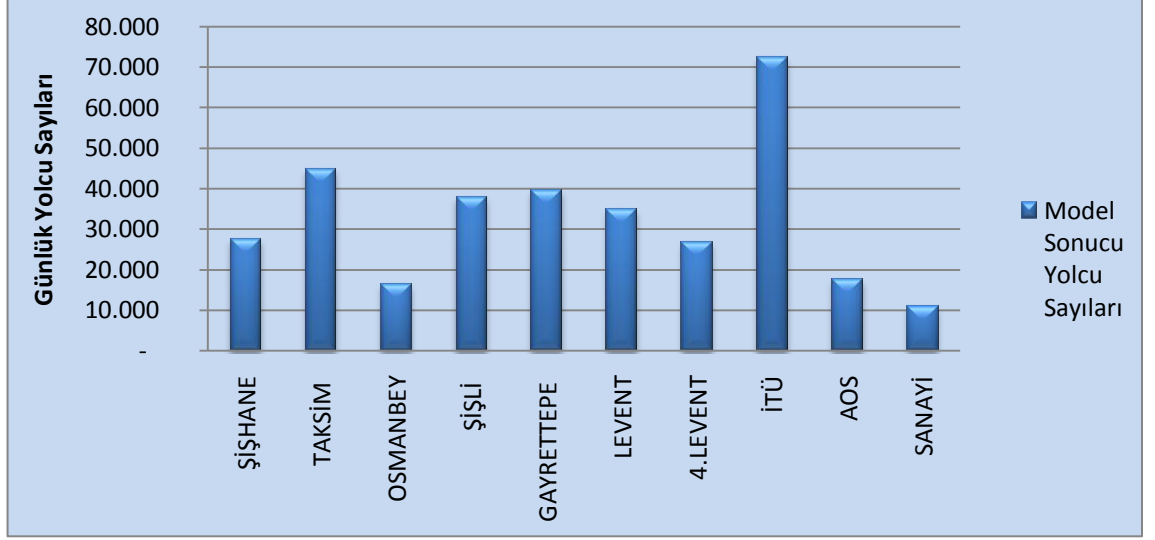
4.3.4 4.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattında İşletme Sisteminin Geliştirilmesi Durumunun Toplu Taşıma Şebeke Ataması Sonuçları

1. Senaryo: Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattında İşletme Sisteminin Geliştirilmesi Durumunun Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

Bu kısımda Şişhane-AOS raylı sistem hattının işletme sisteminde farklılığa gidilmesinin model de test edilmesi gerçekleştirilmiştir. Hat bütünleşme sağlandıktan sonra uzmanlar tarafından yapılan açıklama da; ihtiyaç olması durumunda hattın yaklaşık 70-80 saniye arasında bir sefere çıkabileceğini ve kapasiteyi arttıracığı beyan edilmiştir. Bu durumu düşünerek hattın sefer sıklığını 13 dakikadan 7 dakikaya indirilerek modelde test çalışması yapılmıştır. elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 4.25’de gösterilmektedir. Ancak bu değerleri mukayese edebilecek herhangi bir kayıt olmadığı için sadece model sonuçları verilmektedir. Buna göre Şişhane –AOS raylı sistem hattı günde ortalama 7 dakikada bir sefer yapmaya başlarsa günlük 328.000 kişinin bu hatta taşınacağı görülmektedir. Hattın hem bütünleşmesi hem de kalkış aralıklarının dar tutulmasının yolculuklar üzerinde inanılmaz bir etki yaptığı görülmektedir.

Tablo 4.25 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hatları model sonuçları ve gerçek yolcu sayıları

İstasyonlar	Model Sonucu Yolcu Sayıları
Şişhane	27.526
Taksim	44.787
Osmanbey	16.490
Şişli	37.896
Gayrettepe	39.581
Levent	34.894
4.Levent	26.776
İtü	72.287
Aos	17.594
Sanayi	10.950
TOPLAM	328.782

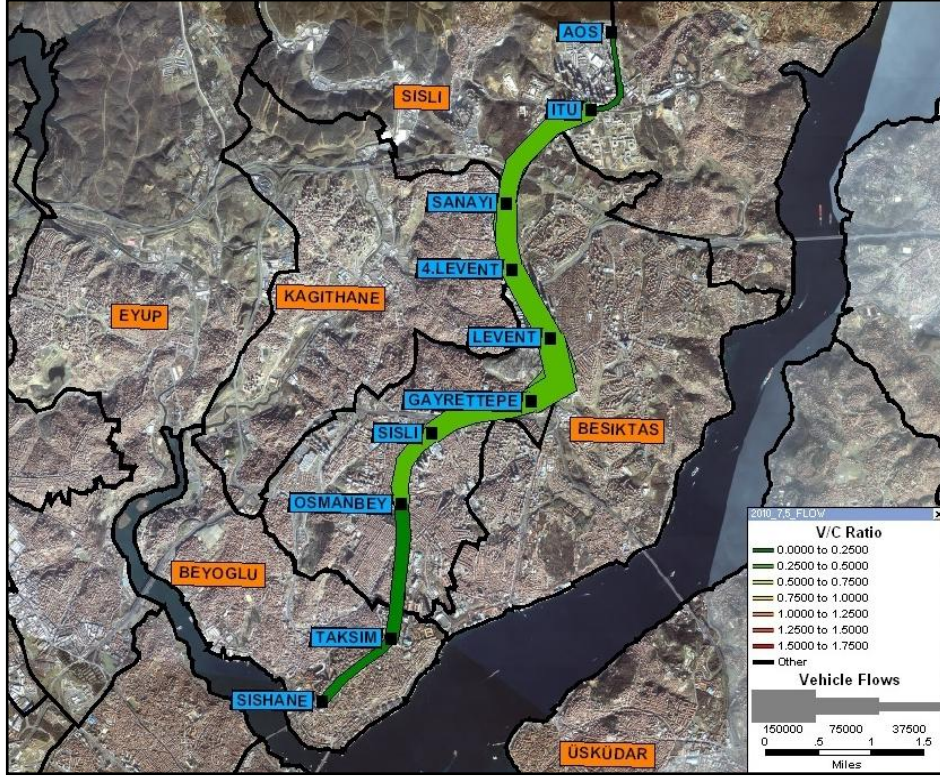


Şekil 4.20 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının model sonucu yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılım

Model sonucunda oluşan hacim/kapasite(V/C) oranları Tablo 4.26 ve Şekil 4.21’de gösterilmektedir. Şekle bakıldığı zaman Gayrettepe ve Levent istasyonları arasındaki linklerde hem akım yönünden hem de hacim kapasite oranları bakımından yoğunluğun en fazla yaşandığı bölgeler olarak görülmektedir. Bu linklerde hacim kapasite oranı 0.5-0.75 arasındadır. Genel olarak Şişli ve Sanayi istasyonları hacim kapasite oranlarının en fazla olduğu linklerdir. Diğer istasyonlarda ise daha az akımın ve daha az yoğunluğun yaşandığı görülmektedir. Özellikle AOS-İTÜ arası linklerde hacim kapasitesi oranı 0-0,25 arasında değişmektedir.

Tablo 4.26 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları

4. Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı					
Aos Yönü	yolculuk hacmi	doluluk oranı	Şişhane yönü	yolculuk hacmi	doluluk oranı
Şişhane-Taksim	27.526	15%	Aos-İtü	17.594	6%
Taksim-Osmanbey	68.159	22%	İtü-Sanayi	89.782	29%
Osmanbey-Şişli	79.035	26%	Sanayi-4.Levent	97.921	32%
Şişli-Gayrettepe	101.019	33%	4.Levent-Levent	112.760	37%
Gayrettepe-Levent	129.398	42%	Levent-Gayrettepe	122.940	40%
Levent-4.Levent	108.532	35%	Gayrettepe-Şişli	88.881	29%
4.Levent-Sanayi	100.138	33%	Şişli-Osmanbey	65.240	21%
Sanayi-İtü	91.118	30%	Osmanbey-Taksim	60.480	20%
İtü-Aos	24.867	8%	Taksim-Şişhane	39.819	13%



Şekil 4.21 4.Aşama Şişhane-AOS raylı sistem hattının hacim/kapasite oranları

Otobüs Hatları

Sistemi etkileyen otobüs hatları ve taşıdığı yolcu sayıları Tablo 4.27’de verilmektedir. Buna göre toplam 26 adet otobüs hattının sistemi etkiledi belirlenmiştir. Bu hatların taşıdığı yolcu sayıları da yaklaşık 216.393 kişi taşımaktadır.

Tablo 4.27 4.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Otobüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

Hat İsimleri	Yolcu Sayısı	Hat İsimleri	Yolcu Sayısı	Hat İsimleri	Yolcu Sayısı
26	12.736	29GM	12.641	58UL	3.503
26A	10.287	29P	961	59B	1.231
26B	2.970	41SM	19.814	59S	14.906
27E	9.997	43	10.835	66	2.163
27SE	1.260	46K	13.312	66Z	11.293
27T	426	52	2.018	70FE	2.316
29	11.456	54E	16.463	70KE	5.919
29A	13.950	58A	445	74	1.733
29B	9.239	58S	24.517		
Toplam			216.393		

Minibüs Hatları

Sistemi etkileyen hatların taşıdığı yolcu sayıları Tablo 4.28’de verilmektedir. Buna göre toplam 4 adet otobüs hattının sistemi etkiledi belirlenmiştir. Taşıdığı yolcu sayıları da 64.177’dir.

Tablo 4.28 4.Aşama Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattını Etkileyen Minibüs Hatlarının Model Sonuçlarına göre taşıdığı yolcu sayıları

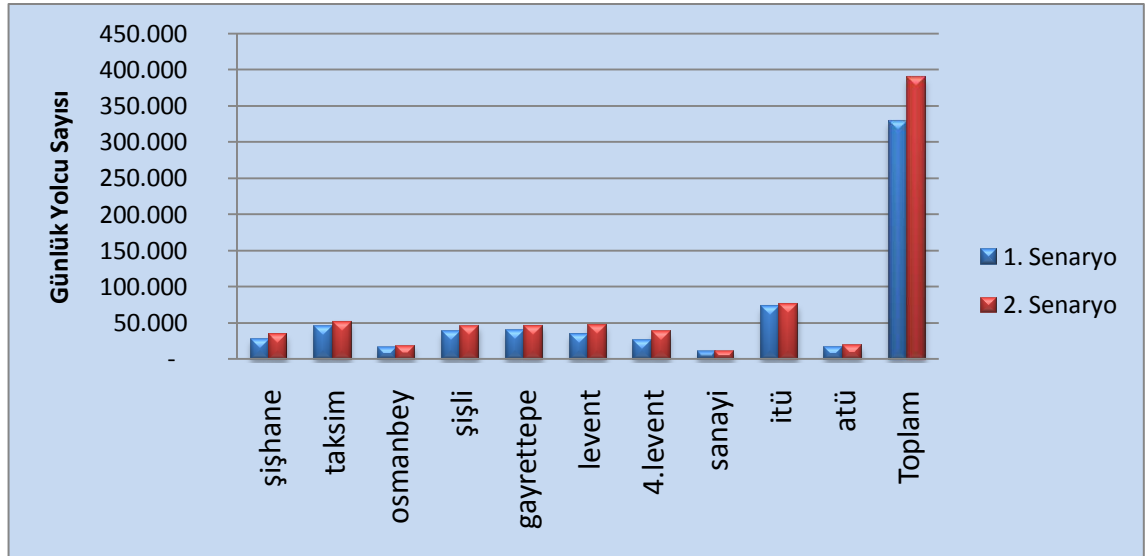
Şişli-Zincirli dere	15.475
Şişli-Yahya Mahallesi	22.431
Yahya Mahallesi-4.Levent	11.051
İMKB-4.Levent	3.765
Toplam	52.721

2. Senaryo: Şişhane-AOS Raylı Sistem Hattı ve Yakın Çevresindeki Toplu Taşıma Hatlarının Gözardı Edilmesi Durumunun Toplu Taşıma Şebeke Atama Sonuçları

Bu senaryoda hattın yakın çevresindeki otobüs ve minibüs hatları(1. Senaryodaki otobüs ve minibüs hatları) iptal edilerek bir toplu taşıma şebeke ataması gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.29'da bir ve ikinci senaryoya göre model sonucu günlük yolcu sayıları verilmiştir. Buna göre otobüs ve minibüs hatlarının iptal edilmesi sonucunda raylı sistem hattında taşınan yolcu sayıları yaklaşık 60.000 kişi artmaktadır. Başka bir anlamla otobüs ve minibüs hatlarında taşınan 60.000 kişinin raylı sistem hattına kaydığı, göz ardı edilen bu hatlarında taşınan diğer yolcu sayılarının ise başka toplu taşıma hatlarına kaydığı anlaşılmaktadır

Tablo 4.29 4.Aşama Senaryolarının Model Sonucu Günlük Taşınan Yolcu Sayıları

İstasyonlar	1. Senaryo	2. Senaryo
Şişhane	27,526	34,896
Taksim	44,787	51,658
Osmanbey	16,490	18,924
Şişli	37,896	45,962
Gayrettepe	39,581	46,359
Levent	34,894	47,701
4.Levent	26,776	37,801
Sanayi	10,950	11,653
İtü	72,287	75,383
Atü	17,594	19,018
Toplam	328,782	389,356

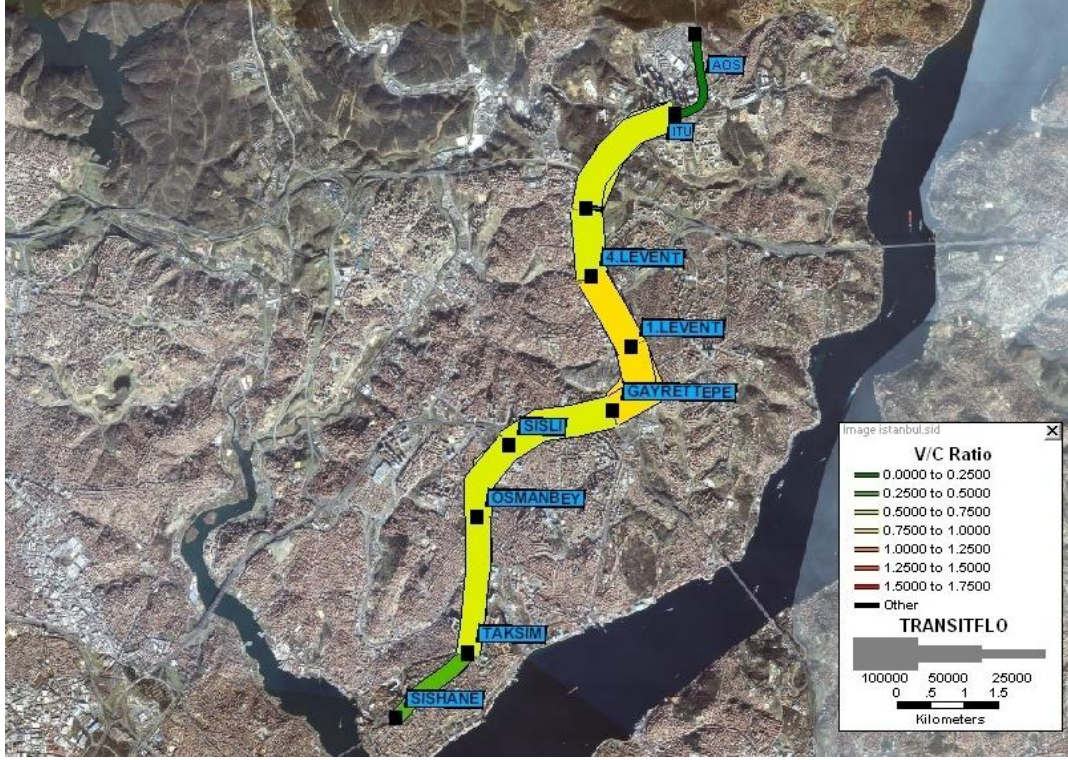


Şekil 4.22 4. Aşama senaryolarına göre model sonucu taşınan yolcu sayılarının istasyonlara göre dağılımı

Hattın hacim kapasite oranları Tablo 4.30 ve Şekil 4.23'de gösterilmektedir. Buna göre yolcu sayılarındaki artış hacim kapasite oranlarını da arttırmaktadır. Gayrettepe-4.Levent istasyonlarında hacim kapasite oranı 0,75-1 arasında değişmekte olup, en yoğun istasyonlardır. Genel olarak hacim kapasite oranı artmaktadır. Bu durumda hattın yavaş yavaş kapiteye yakın bir değerde çalıştığını göstermektedir.

Tablo 4.30 4.Aşama 2. Senaryo yolcu hacim değerleri ve doluluk oranları

Şişhane-Aos Raylı Sistem Hattı						
Aos Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı		Şişhane Yönü	Yolculuk Hacmi	Doluluk Oranı
Şişhane-Taksim	29,792	33%		Aos-İtü	19,018	13%
Taksim-Osmanbey	78,290	55%		İtü-Sanayi	94,281	66%
Osmanbey-Şişli	87,209	61%		Sanayi-4.Levent	102,885	72%
Şişli-Gayrettepe	104,994	73%		4.Levent-Levent	125,367	88%
Gayrettepe-Levent	135,768	95%		Levent-Gayrettepe	138,383	97%
Levent-4.Levent	115,062	80%		Gayrettepe-Şişli	96,614	67%
4.Levent-Sanayi	103,823	72%		Şişli-Osmanbey	77,590	54%
Sanayi-İtü	93,676	65%		Osmanbey-Taksim	72,941	51%
İtü-Aos	25,011	17%		Taksim-Şişhane	47,396	33%



Şekil 4.23 4. Aşama 2. Senaryo hacim/kapasite oranları

4.3.5 Model Sonuçlarına Göre Aşamaların Karşılaştırılması

İUAP-UTM çalışması makro ölçekte bir simülasyon çalışmasıdır. Bu yüzden dolayı çalışma da Raylı sistem hattı için istasyon sonuçları değil de hattın toplam yolcu sayıları dikkate alınmıştır. Bununla birlikte otobüs ve minibüsler için durak bilgisi net olmadığından dolayı toplam yolcu sayılarına bakılmıştır. Daha sonra bu türler için yukarıdaki aşamaların model sonucu **günlük** yolcu sayıları aşağıdaki Tablo 4.31’de özetlenerek değerlendirme yapılmıştır.

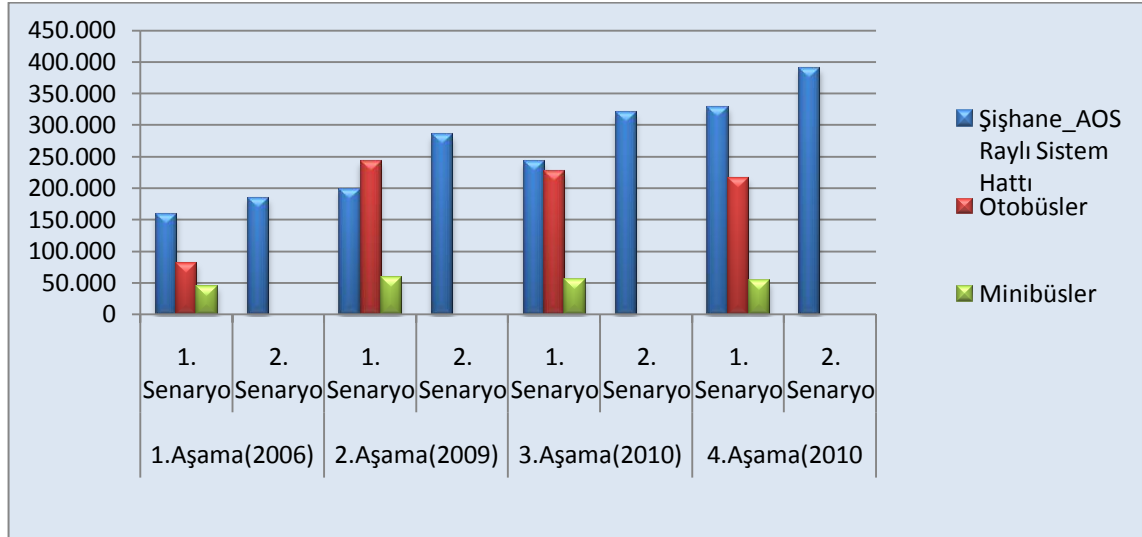
Teze konu olan raylı sistem hattının aşamalara ve senaryolara göre yolcu sayılarına bakıldığında birden dörde kadar olan aşamalarda sürekli olarak taşınan yolcu sayısı arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle 3. Aşama ve 4. Aşamada hat ve zaman bazında bütünleşmenin sağlanması ile yolculuk sayılarını önemli ölçüde arttırmıştır. Bunun yanında otobüs ve minibüslerin çıkartılması durumunda raylı sistemin taşıyacağı yolcu sayısını tahmin etmek için her aşama içinde 2.senaryoya ilişkin toplu taşıma şebeke ataması yapılmıştır. Buna göre her aşamada 2.senaryoda taşınan yolcu sayısı daha

fazladır. Özellikle 2 ve 3. Aşamada yaklaşık 80.000'in üzerinde yolcu sayısı artmıştır. Diğer bir deyişle 1. Senaryoda otobüs ve minibüs hatlarında taşınan yolcuların 80.000'ini raylı sistem hattına kaymıştır.

Raylı sistem hattında otobüs ve minibüs hatlarının yolcu sayılarındaki değişimini incelediğimizde 2. Aşamadan sonra sürekli olarak yolcu sayılarının azaldığı görülmektedir. Çünkü raylı sistem hattının uzaması ve sonrasında hat ve zaman bazında bütünleşmenin sağlanması sonucunda raylı sistem hattı otobüs ve minibüs hatlarına karşı avantajlı hale gelerek insanların tercih etmesine sebep vermiştir.

Tablo 4.31 Model sonucu yolcu sayılarının belirlenen türlere göre dağılımı

	1.Aşama(2006)		2.Aşama(2009)		3.Aşama(2010)		4.Aşama(2010)	
	1. Senaryo	2. Senaryo	1. Senaryo	2. Senaryo	1. Senaryo	2. Senaryo	1. Senaryo	2. Senaryo
Şişhane_AOS Raylı Sistem Hattı	158.051	184.158	197.153	283.566	241.509	318.817	328.782	389.356
Otobüsler	81.073		241.912		226.165		216.393	
Minibüsler	44.406		58.296		54.246		52.721	



Şekil 4.24 Model sonucu yolcu sayılarının belirlenen türlere göre dağılımının grafiksel gösterimi

5 Sonuç ve Değerlendirmeler

Yapılan çalışma neticesinde sonuç ve değerlendirmeler aşağıdaki gibidir.

- Metropoliten kentlerde nüfusun sürekli olarak artması beraberinde yeni yerleşim yerlerinin iskana açılmasına veya göç alan yerlerin özelliklerine göre emsalin artmasına sebep olmaktadır. Buna karşılık ulaştırma altyapısının nüfus artışına paralel olarak gelişmemesi sonucunda trafik sıkışıklığı giderek kronik bir hal almaktadır.
- Ulaştırmadaki temel düşüncelerden biri de yapılan yeni ulaşım yatırımının kendi talebini doğuracağı gerçeğidir. Bu yüzden kent genelinde yeni karayolları inşa etmek ile trafik sorununu çözümenin mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca bu durum otomobil kullanıcılığını teşvik ederken diğer yandan da trafikte yer alan özel otomobil sayısının artmasına neden olmaktadır.
- Geliştirilecek çözümler belli bir kavşak veya koridor için noktasal çözümler olmamalıdır. Kentteki insanların tamamı kapsayan, ulaşım sistemlerinin bir bütün olarak ele alan bir sistem içerisinde, ulaşım planlaması başlığı altında sorunlara çözümler aranmalıdır.
- Günümüzde özellikle büyük kentler için ulaşım planlaması zorunluluğu giderek artmaktadır. Ayrıca dinamik bir özelliği olan kentlerin gelecek için öngörülen arazi kullanım kararları neticesinde oluşturacağı yolculuk talebinin etkisini tahmin edilmesi ve buna bağlı olarak da olası ulaşım yatırımlarını yönlendirmesi için ulaşım planlaması önemli bir ihtiyaçtır. Bu yüzden kentin mevcut ihtiyacına yönelik olarak ulaşım planları üretilmelidir.
- Büyük metropollerde daha çok kişiyi bir yerden başka bir yere taşımaya yönelik yüksek kapasiteli raylı sistemlere ihtiyaç duyulduğu açıktır. Bu nedenle İstanbul'da da yoğun yolculuk talebinin bulunduğu hatlarda metro hatlarının inşa edilmesi önemli bir çözüm olacaktır.
- Ulaşım planlamasında bir araç olarak toplu taşıma türleri arasında entegrasyonun önemli bir etkisinin bulunduğu bilinen bir gerçektir. Yapılan

örnek çalışma neticesinde entegrasyon sonucunda elde edilen değerlendirmeler aşağıdaki gibidir.

- Buna göre 2, 3, ve 4. Aşamalar entegrasyon açısından önemli bulgular sunmaktadır. Özellikle yolcu sayılarındaki değişim hem gerçek yolcu sayıları ile hem de İUAP-UTM’ de ortaya konulmuştur.
- İkinci aşamada 3 ayrı raylı sistem hattı olarak Şişhane-Taksim, Taksim-4. Levent ve 4.Levent-AOS hatları ayrı ayrı modelde oluşturularak toplu taşıma şebeke ataması gerçekleştirilmiştir. Bu raylı sistem hatlarında taşınan gerçek yolcu sayıları ile model sonuçları mukayese edilmiştir. Günlük taşınan yolcu sayısı bakımından model çıktıkları bu durum içinde gerçek değerlere yakın bir sonuç çıkarmıştır. Böylelikle bir raylı sistem hattının uzatılması ve yeni istasyonların açılması sonucunda nasıl bir etki oluşturduğu modelde test edilebilmektedir. Ancak bahsi geçen raylı sistem hattında entegrasyon sürecinin yaşanması ve buna bağlı olarak işletme saatlerinin azaltılması sonucunda bu etkiyi tam olarak görmek mümkün olmamıştır. Ayrıca hatlar arasında aktarma yapmak için beklemek zaman kaybı olarak görünmektedir.

Günümüz insanı için zamanın değeri giderek artmaktadır. Kaldı ki kullanıcılar açısından tür seçiminde etkili olan parametrelerin başında yolculuk süresi gelmektedir. Yolculuk süresinde ise; yapılan araştırmalar sonucunda, kullanıcıların, araç içinde geçen süreden çok durak veya istasyon da kaybedilen süreye karşı daha duyarlı davrandıkları ortaya konulmuştur. Bu nedenle bazı istasyonlarda(4. Levent) bekleme sürelerinin 22 dakikaya kadar çıkması sonucunda yolcu sayılarında ciddi azalmalar görülmüştür. Bunun dışında medyada çıkan haberlerde insanları doğal olarak etkilemektedir. Örneğin entegrasyon süreci içerisinde ülkedeki önemli gazetelerden birinin haber başlığı şu şekilde olmuştur. “Taksim-4.Levent arası karayolunda 5 dakika, metroda 25 dakika”. Tabi ki bu durum kullanıcılar üzerinde olumsuz etki yaratmıştır. Yerel yöneticiler bu konuda halkı bilgilendirmeli ve görsel medyayı kullanmalıdır.

- 3. Durumda ise uzatılan metro hatlarının entegrasyon sürecini tamamladığı dikkate alınarak(tek bir hat olarak) toplu taşıma şebeke ataması gerçekleştirilmiştir. Böylelikle hat ve zaman bazında entegrasyonun

sağlanmasının nasıl bir etki yapacağı model de test edilmiş ve 1 aylık gerçek değerle karşılaştırılması yapılmıştır. Günlük taşınan yolcu sayılarının model sonuçları ile gerçek yolcu sayıları diğer durumlarda olduğu gibi bu durumda da birbirine yakındır. Ancak istasyon bazlı yolcu sayılarında ise dikkate değer farklılıklar görülmektedir. Bu durumun birçok sebebi olabilir. En belirgin sebep ise hat bazında bütünleşme verileri 1 aylık zaman dilimini kapsamaktadır. Bu durumda istasyon bazlı detay bir karşılaştırma için yeterli bir zaman dilimi değildir. Mantıklı bir karşılaştırma yapmak için en 6 aylık bir zamanın geçmesini beklemek gerekir. Çünkü hem bulunduğumuz ay itibari ile yaz dönemi girilmesi hem de hattın potansiyelinin bir anda ortaya çıkmasının mümkün olmamasından dolayı geniş bir zamana ihtiyaç bulunmaktadır.

- 4.Aşamada raylı sistem hattının işletme sisteminin geliştirilmesi durumu modelde test edilmiştir. Zira şu anda yaklaşık 13 dakika da bir hareket eden Şişhane-AOS raylı sistem hattında uzmanlar tarafından ihtiyaca yönelik olarak 70 veya 80 sn'de bir kalkış aralığında çalışmasının mümkün olduğu beyan edilmiştir. Buna göre çalışmada kalkış aralığı 7,5 dakikada bir ele alınarak bir toplu taşıma ataması gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda bir önceki durumu göre önemli bir artış gerçekleşerek günlük yolcu sayısı yaklaşık 75.000 artmıştır. Diğer ulaşım türlerinin yolcu sayıları ise(Minibüs ve otobüs) azalmıştır. Bu durum da yolculuk talebine göre işletme sisteminin geliştirilmesinin raylı sistemde hattında olumlu bir etki yaptığı ve önceden düşünülen senaryoların model tarafından test edilerek(ulaşım planlaması gerekliliği) ön fizibilite sonuçlarının ortaya konulmasının yöneticiler tarafından karar vermesinde etkili olacağı görülmektedir.
- Otobüs ve minibüs hatları içinde bir değerlendirme yapılmıştır. Ancak bu değerlendirme de otobüslerin(özel halk otobüslerinde para karşılığı ücret ödeme) ve minibüslerin hat bazında taşıdıkları yolcu sayıları net olmadıkları için gerçek değerlerle mukayese edilememektedir. Bunun yerine İUAP-UTM sonuçları dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda raylı sistem hattının bütünleşmesi sonucunda bu hattın yolcu sayısı artmaktayken, otobüs ve minibüs hatlarının yolcu sayıları azalmaktadır. Bu durumu daha iyi anlayabilmek için raylı sistem hattını etkileyen otobüs ve minibüs hatlarını göz

ardı ederek bütün aşamalarda bir toplu taşıma ataması yapılmıştır. Model sonucunda 2 ve 3. Aşamalarda hattın taşıdığı yolcu sayısı 80.000 kişi artış göstermektedir. Otobüs ve minibüs hatlarında taşınan yolcuların 80.000'ni raylı sistem hattına yönelmiştir. 1. Aşamada hattın kısa olması nedeniyle 30.000 kişilik yolcu sayısı artmaktenken 4. Aşamada ise zaten yüksek yolculuk taşıyan hatta yaklaşık 60.000 kişilik artış gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar sonucunda raylı sistem hattına paralel çalışan otobüs veya minibüs hatlarının yolculuk sayılarına bakılarak az yolcu taşıyan hatların güzergahları raylı sistem hattını besleyici şekilde(raylı sistem hattına paralel değil dikene olacak şekilde insanların raylı sisteme erişmesini kolaylaştırıcı) hat güzergahlarında değişikliklere gidilmelidir. Böylelikle bu ana koridor üzerinde lastik tekerlekli toplu taşıma türlerinin sayısı azaltılarak trafik sıkışıklık azaltılmış ve lastik tekerlekli toplu taşıma sistemlerinin yaratmış olduğu olumsuz çevresel etkilerde azaltılmış olur.

Sonuç olarak; hat ve zaman bazında bütünleşme, hem gerçek yolculuk sayıları ile hem de İUAP-UTM' de test edilerek yolcu sayılarındaki değişim ortaya konulmaktadır. Test sonuçlarında elde edilen veriler de hat ve zaman bazında entegrasyonun sağlanarak verimliliğin arttırılabileceğini göstermektedir. Aktarmalarda kaybedilen zaman ve kişilerin aktarmalardan duyduğu rahatsızlık nedeniyle güzergah seçimini etkilediği görülmektedir. Şişhane-AOS hattında uzatılan kesimlerdeki verimliliğin artması bunun en önemli sonucudur. Ayrıca otobüs ve minibüs hatlarını kaldırılması sonucunda raylı sistem hattının daha verimli olarak kullanıldığı ortaya çıkmaktadır Bu nedenle raylı sistem hatlarında verimliliğin artırılması için hat ve zaman bazında entegrasyonun diğer ulaşım türlerini de kapsayacak şekilde sağlanmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Anonim, İstanbul 1. Kentiçi Ulaşım Şurası Raporu, 2002

Elker C. 2002. Ulaşımında Politika Ve Pratik, Gölge Ofset Matbaacılık, Ankara

Eryiğit, S., 2005, Bütünleşik Planlama Yaklaşımı İle Hrs'lerin Diğer Ulaşım Sistemleri İle İlişkisinin İrdelenmesi Konya Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Şehir Ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Gerçek, H, Demir, O. 2007, Topkapı - Avcılar Metrobüs Projesi Ve Yeni Otobüs Alımı- Ekonomik Ve Mali Fizibilite Etüdü

Gökdağ, M.,1999, Kentsel Ulaşımında Karayolu Ve Raylı Taşıma Sistemlerinin Bazı Önemli Faktörlere Göre Karşılaştırılması , II. Ulaşım Ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara

İ.B.B. Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2006, İstanbul Ulaşım Ana Planı Hane Halkı Araştırması,

İ.B.B. Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2006, İstanbul Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyon raporu

Kaplan, H., 1996, "Kentsel Ulaşım Planlama Süreci", Kentsel Ulaşım Planlaması-1, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Ankara

Karacasu, M. 1996, Eskişehir Kentiçi Ulaşımında Trafik Türlerine Göre Dağılımın Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Ortuzar J D ve Willumsen L. G., 1994, Modelling Transport, John Wiley & Sons, New York, N.Y.

- Ögüt S, 1995, Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması Ve İstanbul Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı
- Şengül, S., 2006, İstanbul'da Arazi Kullanımındaki Değişimlerin Ulaşım Talebi Üzerindeki, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- Türkmen, M. 2001, Kentiçi Toplu Taşımada Raylı Sistemlerin Yeri Ve Ankara Metrosu İle Ankaray Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yayla, N. 2004 Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayın Evi, İstanbul 2008

Sürelî Yayınlar

Öztürk, Z ve Arlı, V, Kentiçi Raylı Sistemlerde Çevresel Gürültünün Azaltılması,
Doç.Dr. Zübeyde Öztürk-İnş Yük. Müh. Veysel Arlı, 2008, İ.B.B. Raylı
Sistemler Bülteni 2008, Sayı: 10

Toprak, R. 2009, Raylı Ulaşım Sistemlerinin Çevresel Etkileri, İ.B.B. Raylı
Sistemler Bülteni(Nisan, Mayıs, Haziran 2009 Sayı:12, S.29),

Diğer Yayınlar

Çelik, F. 1999, Geçmişte Ülkemizde Uygulanan Yolculuk Talep Yönetimi Yaklaşımları Ve Bu Yaklaşımların Kalıcılığına İlişkin Alınması Gereken Önlemler, 2. Ulaşım Ve Trafik Kongresi,

Çelik, H, 2007, Metropolitan Ulaşım Planlamasının Transcad Uygulamaları Eğitim Dokumanı

Coşkun, E, 1978, Kentiçi Ulaşımında Raylı Sistemlere Toplu Bir Bakış, 1.Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi Ego Genel Müdürlüğü, Ankara

Dengiz, B., Kutay, F. Ve Duman, İ, "Türkiye'de ve Avrupa Birliği Ülkelerinde Demiryolları", 2. Ulusal Demiryolu Kongresi, İstanbul, 1997

Dentur

Evren, G, 1978, Kentsel Ulaşımında Raylı Sistemler, 1.Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi Ego Genel Müdürlüğü, Ankara

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Faaliyet Raporu, 2009

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, 2007, TransCAD ile 4 Aşamalı Modelleme Süreci,

İstanbul Deniz Otobüsleri Anonim Şirketi faaliyet Raporu, 2009

İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü

İstanbul Ulaşım Anonim Şirketi Faaliyet Raporu, 2009

ÖNCÜ, E. (1993) Ülkemiz Kentlerinin Ulaşım Yapısı ve Kentlilerin Yolculuk Özellikleri, 5. Toplu Taşıma Kongresi, Ankara.

Özalp, M., ve Öcalır, E.V.(2008) Türkiye'deki Kentiçi Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Turyol

Türkiye İstatistik Kurumu

www.ibb.gov.tr

www.istanbul-ulasim.com.tr

www.iETT.gov.tr

www.ido.com.tr

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet ÇAKIR 02.02.1982 tarihinde Ankara’ da doğdu. İlköğretimini sırasıyla Edirne’de Şükrü Paşa İ.Ö.O, Kayseri 60.Yıl İ.Ö.O., İskenderun 50.Yıl İ.Ö.O’da ve Kurtuluş İ.Ö.O tamamladı. Lise eğitimine İskenderun Şemsettin Mursaloğlu Lisesinde başladı ve İstanbul Mevlana Lisesinde tamamladı. 2000 yılında Selçuk Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümünü kazandı ve Haziran 2004 tarihinde mezun oldu. Mayıs 2005 yılında Ankara/Mamak ilçesinde askerlik görevini yerine getirdikten sonra aynı yıl Haziran ayında İstanbul Büyükşehir Belediyesi İştiraki olan BİMTAŞ şirketinde “İstanbul Ulaşım Ana Planı 1. Aşama Analitik Etüt ve Model Kalibrasyonu İşi’ni`gerçekleştirmek üzere kurulan Ulaşım grubunda çalışmaya başladı. 2007 yılında Ulaşım grubunun Ulaşım Planlama Müdürlüğüne bağlanmasına paralel olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi personeli oldu. Aynı yıl içerisinde JICA(Japonya Uluslararası İş birliği Ajansı) ile birlikte çalışılan İstanbul Metropolitan Alanı Entegre Kentsel Ulaşım Master Planı çalışma ekibinde bulundu. 2008 yılında Bahçeşehir Üniversitesi Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi programına kabul edildi. Halen İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Planlama Müdürlüğü Ulaşım Ana Planı Çalışma ekibinde görev yapmaktadır.