

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE AKTARMA
YOLCULUKLARININ AKILLI ULAŞIM SİSTEMİ VERİLERİ İLE
ANALİZİ**

OKTAY KAYSERİLİOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ULAŞTIRMA PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. HALİT ÖZEN**

İSTANBUL, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE AKTARMA
YOLCULUKLARININ AKILLI ULAŞIM SİSTEMİ VERİLERİ İLE
ANALİZİ

Oktay KAYSERİLİOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 18.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Halit ÖZEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Halit ÖZEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Yavuz DELİCE
Yalova Üniversitesi

ÖNSÖZ

“*Mükâfatın büyüklüğü, sıkıntının büyüklüğü nispetindedir*” der Hazreti Peygamber. Dört yıllık lisansüstü eğitim hayatımda birçok engelle karşılaştım. Ama hiçbiri beni eğitimimden alıkoymaya yetmedi ve her engel bana yeni bilgiler ve yeni tecrübeler edinmemi sağladı. Şimdi iyi ki bu engellerle karşılaşmışım diyebilmekteyim.

Hayatımda ilk kez öğrenmenin keyfini aldığım lisansüstü eğitimim sırasında, şahsıma her türlü desteğini esirgemeyen, değerli danışmanım sayın Doç. Dr. Halit ÖZEN hocama en kalbî teşekkürlerimi sunar, akademik hayatında başarılarının devamını dilerim.

Lisansüstü eğitimimin bana katmış olduğu bir diğer fayda da iyi dostluklardır. Eğitimim sırasında tanıştığım, derslerimde ve tez çalışmamda bana yardımcı olan, akademik hayatlarının henüz ilk basamaklarını tırmanan ve iyi birer akademisyen olacaklarına inandığım Arş. Gör. Abdulsamet SARAÇOĞLU ve Arş. Gör. Abdullah MALTAŞ’a teşekkürlerimi sunar, akademik hayatlarının başarılarla geçmesini temenni ederim.

Ayrıca bu zamana kadar hayatımın her safhasında her zaman yanımda olduklarını hissettiğim çok kıymetli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Temmuz, 2019

Oktay KAYSERİLİOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	2
1.1.1 İstanbul’da Anket Çalışması.....	2
1.1.2 İstanbul’da Yapılan Modlar Arası Entegrasyon Konferansı	4
1.1.3 Krakow’da Entegrasyon Uygulaması ve Sonuçları.....	4
1.1.3.1 Mevcut Toplu Taşıma Ağı Haritası ve Özellikleri.....	5
1.1.3.2 Tasarlanmış Toplu Taşıma Ağı ve Özellikleri	6
1.1.3.3 Değişkenlerin genel karşılaştırması.....	8
1.1.4 Münih Örneği	10
1.1.5 İstanbul’da Örnek Çalışma	11
1.1.6 Aktarma sürelerinin Azaltılması İçin Yapılan Bir Çalışma	13
1.1.7 İzmir’de aktarma ücretlendirmesi.....	13
1.1.8 Akıllı Bilet Verileri İle Yapılan Bir Çalışma	14

1.2	Tezin Amacı	14	
1.3	Hipotez	14	
BÖLÜM 2			
ULAŞTIRMADA GENEL KAVRAMLAR			15
2.1	Otomobil Kullanımının Etkisi	15	
2.2	Toplu Taşıma Kullanımı.....	17	
2.3	Toplu Taşımada Hizmet Kalitesi Bileşenleri.....	18	
2.4	Kent içi Ulaşım Türleri.....	20	
2.4.1	Yaya.....	20	
2.4.2	Bisiklet.....	20	
2.4.3	Otomobil.....	21	
2.4.4	Taksi	22	
2.4.5	Servis	22	
2.4.6	Minibüs.....	22	
2.4.7	Otobüs.....	22	
2.4.8	Metrobüs.....	23	
2.4.9	Metro	23	
2.4.10	Tramvay.....	24	
2.4.11	Deniz Araçları	24	
BÖLÜM 3			
TOPLU TAŞIMADA ENTEGRASYON VE AKTARMA MERKEZLERİNİN			
TASARIM KRİTERLERİ			25
3.1	Entegrasyon Kavramı	25	
3.2	Toplu Taşımada Entegrasyon Düzenlemeleri	26	
3.2.1	Aktarma Alanındaki Fiziksel Düzenlemeler	26	
3.2.2	Güzergâh düzenlemesi ve şebekelerin bütünleşmesi	27	

3.2.3	Bisiklet Kullanımının Teşviki	28
3.2.4	Zaman tarifesi uyumu	29
3.2.5	Yolcu bilgilendirmesi, ücret ve ücretlendirme sistemleri.....	29
3.3	Aktarma	30
3.3.1	Erişilebilirlik.....	31
3.3.2	Bilgilendirme	33
3.3.3	Güvenlik	33

BÖLÜM 4

VERİ MADENCİLİĞİ VE BÜYÜK VERİ KAVRAMI	34	
4.1	Veri Madenciliği.....	34
4.1.1	Veri Temizleme	35
4.1.2	Veri Bütünleştirme	35
4.1.3	Veri Seçme	36
4.1.4	Veri Dönüştürme	36
4.1.5	Veri Madenciliği.....	36
4.1.6	Döngü Değerlendirme	36
4.1.7	Bilginin Sunumu.....	36
4.2	Büyük Veri (Big Data)	36
4.3	Akıllı Bilet Verilerinin Depolanması ve İşlenmesi	37

BÖLÜM 5

İSTANBUL'DA TOPLU TAŞIMA VERİLERİNİN İNCELENMESİ	39	
5.1	Çalışma Kapsamı.....	39
5.2	Verilerin incelenmesi.....	41
5.3	İstanbulkart Bilet Tipleri	43
5.4	Aylık Toplu Taşıma Kullanımının İncelenmesi	44

5.5	Ulusal Ve Uluslararası Etkinlik Günlerinde Toplu Taşıma Kullanımının İncelenmesi.....	47
5.5.1	29 Ekim Cumhuriyet Bayramı.....	47
5.5.2	24 Ekim Galatasaray- FC Schalke 04 futbol müsabakası	48
5.6	Operatörlerin kullanım sayılarının hesabı	48
5.7	Tekrarlı İstanbulkart verilerinin hesabı	50
5.8	Yapılan aktarma sayılarının incelenmesi.....	51

BÖLÜM 6

İSTANBUL TAKSİM BÖLGESİ AKTARMA SÜRELERİNİN İNCELENMESİ		52
6.1	Çalışma Kapsamı	52
6.2	Çalışma Alanı.....	52
6.3	Taksim Bölgesinde Bulunan Toplu Taşıma Hatları.....	53
6.3.1	F1 Taksim-Kabataş Finüküler Hattını Kullanan Yolcular	53
6.3.2	M2 Yenikapı-Hacıosman Hattına Yenikapı İstasyonundan Binip F1 Taksim-Kabataş Finüküler Hattına Aktarma Yapan Yolcular	60

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....		70
KAYNAKLAR		75
ÖZGEÇMİŞ		78

KISALTMA LİSTESİ

AKBİL	Akıllı bilet
AUS	Akıllı Ulaştırma Sistemleri
B+R	Bisiklet Park Et ve Devam Et
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İETT	İstanbul Elektrikli Tren ve Tramvay İşletmesi
ÖHO	Özel halk otobüsü
MİA	Merkezi iş alanı
P+R	Park and Ride(Park et ve devam et)
TT	Toplu taşıma
TUHİM	Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1	Trafik sorunlarıyla ilgili İstanbul’da yapılan anket sonuçlarının dağılımı	3
Şekil 1. 2	Trafik sorunlarına ait çözümlerin dağılımı	3
Şekil 1. 3	Mevcut toplu taşıma sistemi	6
Şekil 1. 4	Yeniden tasarlanan toplu taşıma sistemi	8
Şekil 2. 1	Taşımacılık ile ilgili çevre bozulmalarına kadar giden süreç	16
Şekil 2. 2	CO ₂ salınımının sektörel dağılımı	17
Şekil 2. 3	Araç Türlerine Göre CO ₂ Emisyon Oranı Dağılımları	17
Şekil 2. 4	Bisiklet bütünleşmeli otobüs	21
Şekil 3. 1	Örnek bir aktarma alanı	27
Şekil 3. 2	Güzergâh düzenlemesi ve aktarma istasyonu eklenmesi	28
Şekil 3. 3	Güzergâh düzenlemesi sonucunda farklı kapasiteli araçların kullanımı	28
Şekil 3. 4	Akıllı bir durağın özelliklerinin gösterimi	30
Şekil 3. 5	Kazlıçeşme Marmaray İstasyon girişi minibüs durağı	31
Şekil 3. 6	Ayrılıkçeşme Marmaray istasyonu otobüs durağı ve istasyon girişi	32
Şekil 3. 7	Kazlıçeşme Marmaray istasyonu İSPARK otoparkı ve istasyon girişi	32
Şekil 4. 1	Bilgi keşfi sürecinde veri madenciliği adımları	35
Şekil 4. 2	Akıllı bilet sistemi	37
Şekil 5. 1	İstanbul karayolu ağ haritası	39
Şekil 5. 2	İstanbul raylı sistemler ağ haritası	40
Şekil 5. 3	İstanbul’da deniz toplu ulaşımında kullanılan iskeleler	40
Şekil 5. 4	Ham İstanbulkart verileri	43
Şekil 5. 5	Toplu taşıma kullanımının saatlik değişimi grafiği	46
Şekil 6. 1	İstanbul Taksim bölgesi	53
Şekil 6. 2	F1 Taksim-Kabataş funiküler hattı	53
Şekil 6. 3	Güzergâh istasyonları	61
Şekil 6. 4	Güzergâh ve istasyonlar	62

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. 1	Trafik sorunlarıyla ilgili İstanbul’da yapılan bir anket ve sonuçları	2
Çizelge 1. 2	VISUM makro-simülasyon programında üretilen varyantların genel karşılaştırması	8
Çizelge 1. 3	VISUM makro-simülasyon paketinin uygulanmasıyla hesaplanan mevcut ve tasarlanmış sistemler için yolcu hızı, ortaya çıkan modal bölme ve ortalama yolcu hızı parametreleri.....	9
Çizelge 1. 4	Münih’te Toplu Taşıma Hatlarının Özellikleri.....	10
Çizelge 1. 5	Ham akbil verisi.....	12
Çizelge 1. 6	E-51 hattına ait duraklar arası süreler.....	12
Çizelge 1. 7	Koordinat bilgisi girilen İstanbulkart veri tabanı	13
Çizelge 1. 8	Bir yolcu için zincirleme yolculuk metodu ile bir günlük yolculuğun izlenmesi.	13
Çizelge 2. 1	2016 yılında İstanbul’da toplu taşıma araçlarının kullanım oranları.....	18
Çizelge 2. 2	Parasuraman’a Göre Hizmet Kalitesi Bileşenleri	19
Çizelge 5. 1	İstanbulkart kullanımı yapılan yerler.....	41
Çizelge 5. 2	Bilet tipleri	43
Çizelge 5. 3	Veri tipleri ve açıklamaları	44
Çizelge 5. 4	Toplu taşıma kullanımının saatlik değişimi.....	45
Çizelge 5. 5	29 Ekim günü, hafta içi, pazartesi, haftasonu ve tüm günlerin ortalama kullanımı	47
Çizelge 5. 6	24 Ekim 2018 günü 20:00-00:00 saatleri arasındaki toplu taşıma kullanım sayıları	48
Çizelge 5. 7	Operatörlerin kullanım sayıları (1-31 Ekim 2018)	49
Çizelge 5. 8	Kullanılan operatör sayıları	49
Çizelge 5. 9	Tekrarlı İstanbulkart basımları	50
Çizelge 5. 10	Yapılan aktarma ve normal yolculuk sayıları.....	51
Çizelge 6. 1	F1 hattının Taksim istasyonunda aktarma yapan yolcular	54
Çizelge 6. 2	Taksim’de aktarma yapan yolcuların bir önceki yolculukları	55
Çizelge 6. 3	Taksim’de aktarma yapan yolcular ile bir önceki yolculuklarının eşleştirilmesi.....	58
Çizelge 6. 4	Kabataş ve Taksim İstasyonlarından Binen Yolcuların Saatlik Dağılım Grafiği	58
Çizelge 6. 5	Mevcut Aktarmaların Ücret Dağılımı.....	59
Çizelge 6. 6	Aktarmalı Yolculuklardan Normal Ücret Alınması	59
Çizelge 6. 7	Taksim’de aktarma yapan yolcuların bir önceki yolculukları	62
Çizelge 6. 8	Taksim’de aktarma yapan yolcuların bir önceki M2 yolculukları	63

Çizelge 6. 9	Taksim’de aktarma yapan ve bir önceki yolcuğu M2 Yenikapı istasyonundan binen yolcuların yolculuk süreleri.....	64
Çizelge 6. 10	M2 Yenikapı-F1 Taksim aktarmalı yolculuklarının saatlik dağılımı	67
Çizelge 6. 11	Mevcut Aktarmaların Ücret Dağılımı.....	68
Çizelge 6. 12	Mevcut Aktarmaların Ücret Dağılımı.....	68



**TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE AKTARMA
YOLCULUKLARININ AKILLI ULAŞIM SİSTEMİ VERİLERİ İLE
ANALİZİ**

Oktaç KAYSERİLİOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Halit ÖZEN

Ülkemizin en kalabalık ve en önemli şehri olan İstanbul, dünyanın en büyük metropolleri arasında yer almaktadır. Şehir, nüfus açısından büyükşehir belediye sınırları göz önüne alınarak yapılan sıralamaya göre Avrupa'da 1, Dünya'da ise 5. sırada yer almaktadır. Bu nüfus büyüklüğü, insanların bir noktadan başka bir noktaya ulaşımında trafik sıkışıklıklarını beraberinde getirmekte ve insanların ulaşımında harcadıkları zaman kayıplarını önemli bir sorun olarak ortaya çıkarmaktadır. Artan ulaşım talebinin karşılanmasında toplu taşıma sistemleri önemli bir rol oynamaktadır.

İstanbul'da toplu taşıma hizmeti, lastik tekerlekli toplu taşıma sistemleri, raylı toplu taşıma sistemleri ve deniz toplu taşıma sistemleri olarak sağlanmakta ve günlük ortalama 6 milyonun üzerinde yolculuğa hizmet vermektedir. Bu çalışma kapsamında İstanbul'da 1-31 Ekim 2018 tarihleri arasında toplu taşıma sistemlerinde yolcular tarafından kullanılan "istanbulkart" akıllı bilet verileri temin edilmiş, bu veriler analiz edilerek toplu taşıma kullanımının türel dağılımları ve gün bazında değişimleri incelenmiştir. Ayrıca, Taksim bölgesinde yapılan aktarma tipindeki yolculuklar için aktarmada harcanan süreler dikkate alınarak aktarma tanımı kapsamına dâhil olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda Taksim bölgesinde aktarma yapan yolcuların aktarma esnasında harcadığı sürenin değişken olduğu ve birçok yolcunun da optimum süreden daha fazla süre harcayarak aktarma yaptığı tespit edilmiştir. Bu sürenin, Taksim bölgesinde farklı iş ve aktiviteler için harcadığı düşünüldüğünde, bu yolculukların aktarma tanımına uygun olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Entegrasyon, aktarma, bilet fiyatlandırma, toplu taşıma



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANALYSIS OF TRANSFER TRIPS BY INTELLIGENT
TRANSPORTATION SYSTEM DATA IN PUBLIC
TRANSPORTATION SYSTEMS**

Oktaý KAYSERİLİOĐLU

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assis. Prof. Dr. Halit ÖZEN

Istanbul, the most crowded and important city in our country, is one of the largest metropolises in the world. In terms of population, the city is the 1st one in Europe and 5th one in the World according to the rankings of the metropolitan municipalities. This population size is a kind of important traffic jam problem for people from one point to another and the time losses, people spend on transportation. Public transport systems play an important role in supplying the increasing transportation demand.

In Istanbul, public transport services are provided by wheeled public transportation systems, railway public transportation systems and seaway public transportation systems, and serve over 6 million journeys per a day on average. Within the scope of this study, “*istanbulkart*” smart ticket data used by passengers in public transport systems were provided between October 1 and October 31, 2018 in Istanbul. These data were analyzed and the distribution of public transport and its changes by day were examined. In addition, considering the time spent in the transfer for the type of transfer in the Taksim area, whether or not they are suitable for the transfer definition were evaluated. As a result of the study, it was determined that the time spent by the transferring passengers in the Taksim area was variable and that many passengers spend more time than the optimum time. Considering that this period is spent for different works and activities in the Taksim area, it has been seen that these journeys are not suitable for the definition of transfer.

Keywords: Integration, Transfer Time, Ticket Pricing, Public Transportation



YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SCIENCE AND ENGINEERING

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünya nüfusu hızla artmakta ve bu artışa mukabil büyük şehirlerdeki birim alan başına düşen insan sayısı da giderek artmaktadır. Özellikle sanayi devriminden sonra hammaddeye daha yakın, mevcut şehir merkezinden uzak sanayi kentleri kurulmuştur. Şehir merkezinden uzak bu yeni kentlerin inşası sonucunda çeşitli ihtiyaçlar doğmuş, bu ihtiyaçların en önemlilerinden biri de insanların ev-iş, ev-okul, ev-alışveriş gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayabilmek için seyahat etmeleri gereken bir ulaşım ihtiyacına dönüşmüştür. Özel otomobil alımı ve kırsal otobüs hatlarıyla yeni kentlerden şehir merkezlerine ulaşım sağlanmış, ancak kentlerin nüfusunun doğum, kırsaldan kente göç gibi etkenlerden dolayı artmasıyla yeni kentler inşa edilmiş, kentler büyümüş, kent-şehir merkezi arasındaki mesafe kapanmış ve böylece yüksek nüfuslu metropol şehirler ortaya çıkmıştır.

Bir başka husus da gelir düzeyinin yükselmesi ve bununla beraber otomobile olan talebin artması ve bu artışa istinaden kent genelinde araç sahipliliği ile trafikteki özel araç sayısının artmasına neden olmuştur. Sonuç olarak da trafik sıklığına sebep olmuştur [1]. Oluşan bu trafik sıklığının ortadan kalkması için sürücülerin toplu taşıma kullanımına teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu da kullanıcıların ve toplu taşıma türlerinin birbirleri arasındaki uyumu ile yapılabilir. Toplu taşımada türler arası entegrasyon, kullanıcıların ulaşmak istedikleri yerlere, doğrudan veya aktarma yaparken kullandığı hatlara erişebilme imkânı sunma ve bekleme süresinin minimize edilmesidir. Bir diğer deyişle farklı ulaştırma türlerinin eşgüdümlü çalışımıdır.

Yolcular her zaman istedikleri yerlere tek vasıta ile ulaşma imkânı bulamamaktadır ve aktarma yapmak zorunda kalabilmektedirler. Yolculuklarına aynı türle olduğu gibi farklı türle de devam edebilmekte olup, ücret olarak aktarma ücreti alınmaktadır. Toplu

taşıma sistemlerinde aktarma sürelerinin düşük olabilmesi için aktarma yapılan yerde türlerin birbirleri ile entegre olması gerekmektedir.

Bir toplu taşıma sisteminin planlanmasında bazı adımlar izlenmektedir. Bu adımların başlıcaları ulaşım ağının tasarlanması, zaman çizelgesinin oluşturulması, araç güzergâhların düzenlenmesi ve sürücülerin görevlendirilmesidir [2]. Zaman çizelgesi aktarma istasyonlarındaki farklı hatlarda çalışan taşıtların yakın zamanlarda istasyonda bulunmaları açısından önem arz etmektedir ki bu da yolcuların bekleme süresi üzerinde önemli bir etkidir. Yolcular normal olarak bir istasyona vardıklarında buldukları peronda taşıttan inip diğer perona geçtikten sonra diğer bir taşıta binmek için uzun süre beklemeyi istemezler. Yolcular, duraktaki bekleme sürelerini, gerçekte geçen sürenin %50 daha fazlası olarak algırlar [3]. Bu da gösterir ki bekleme süresi yolcuların bu tür hatları tercih etmesinde önemli ölçüde etkili olmaktadır.

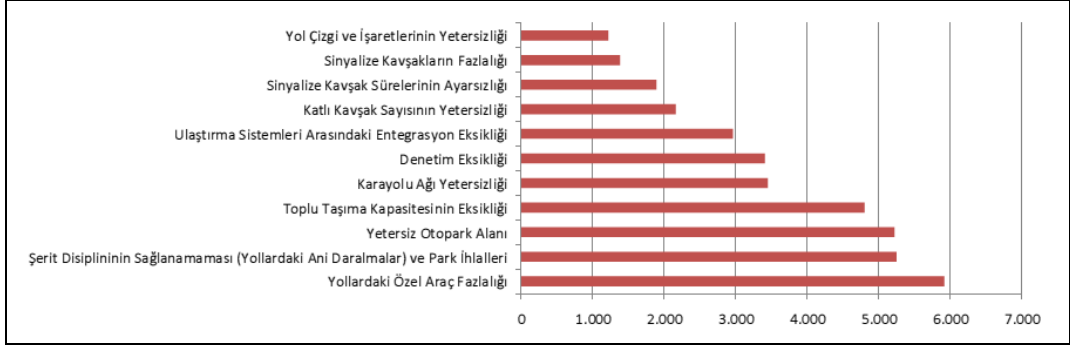
1.1 Literatür Özeti

1.1.1 İstanbul'da Anket Çalışması

2014 yılında yapılan İstanbul'daki trafik sorunlarıyla ilgili bir anketin sonuçları Çizelge 1.1, Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de görülmektedir [4]. Ankete göre Çizelge 1.1 ve Şekil 1.1'de İstanbul'da yaşanan trafik sorunlarının sebeplerinden birinin ulaştırma sistemleri arasındaki bütünleşme eksikliğinin olduğunun %8 oranında belirtilmiştir. En büyük orana sahip olan sorunun yollardaki özel araç fazlalığının %16 olduğu göz önüne alındığında bütünleşme eksikliğinin oranın bir hayli yüksek olduğu görülmektedir.

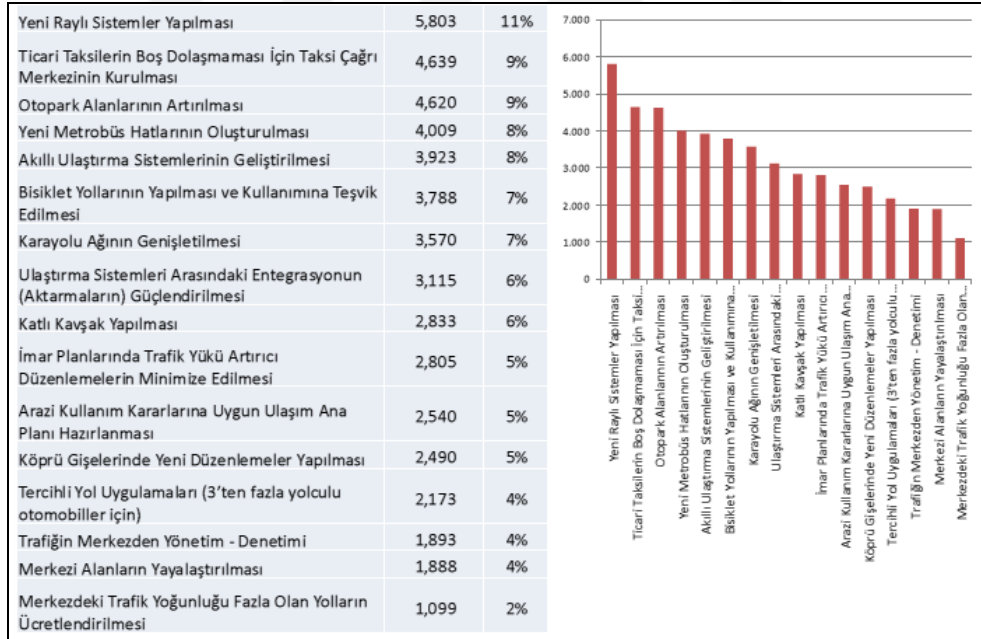
Çizelge 1. 1 Trafik sorunlarıyla ilgili İstanbul'da yapılan bir anket ve sonuçları [4]

Yollardaki Özel Araç Fazlalığı	5,924	16%
Şerit Disiplininin Sağlanamaması (Yollardaki Ani Daralmalar) ve Park İhlalleri	5,256	14%
Yetersiz Otopark Alanı	5,227	14%
Toplu Taşıma Kapasitesinin Eksikliği	4,811	13%
Karayolu Ağı Yetersizliği	3,452	9%
Denetim Eksikliği	3,413	9%
Ulaştırma Sistemleri Arasındaki Entegrasyon Eksikliği	2,966	8%
Katlı Kavşak Sayısının Yetersizliği	2,166	6%
Sinyalize Kavşak Sürelerinin Ayarsızlığı	1,895	5%
Sinyalize Kavşakların Fazlalığı	1,387	4%
Yol Çizgi ve İşaretlerinin Yetersizliği	1,222	3%



Şekil 1. 1 Trafik sorunlarıyla ilgili İstanbul'da yapılan anket sonuçlarının dağılımı [4]

Şekil 1.2'de İstanbul trafiğine çözüm olabilecek seçenekler arasında %6 oranla ulaştırma sistemleri arasında bütünleşmenin güçlendirilmesinin olabileceği sonucuna varılmıştır. Anketin sonuçlarından biri de mevcut toplu ulaşım sistemini daha etkili ve verimli kullanmak için gerek geometrik düzenlemeler gerek sistem bütünleşmenin güçlendirilmesi, vatandaşların bilinçlendirilmesi ve yönlendirilmesi hususunda gerekli tedbirler alınmalı hususu olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca %8 ile çözümün akıllı ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesiyle yapılabileceği belirtilmiştir.



Şekil 1. 2 Trafik sorunlarına ait çözümlerin dağılımı [4]

1.1.2 İstanbul'da Yapılan Modlar Arası Entegrasyon Konferansı

2014 yılında İstanbul'da "Toplu Ulaşımında Modlar Arası Entegrasyon Vizyonu" ortak akıl konferansı düzenlenmiştir. Toplam 70 katılımcının bulunduğu konferansta çalışmalar "beyin fırtınası", "çevresel analiz", "balık kılıcı", "gelecek çemberleri" gibi farklı problem çözme teknikleri kullanarak tamamlanmıştır. Konferansta "Toplu Ulaşımında Modlar Arası Entegrasyon Vizyonu" ile ilgili olarak bir ortak akıl oluşmuştur. Buna göre bütün taraflar mevcut durumdan rahatsız olduğu, her paydaş çözüm için birlikte hareket etme kararlılığını ve sorumluluk almak gerektiğinde katkı vermeye hazır olduğunu belirtmiştir. Sorunun etrafıca tartışılması, bütünleşme fikrinin oluşturulması, mevzuatla ilgili düzenlemeler yapılarak İBB ve İETT önderliğinde tek yetkili bir yasal yapının oluşturulması suretiyle planlama, koordine etme, yürütme ve denetleme işlevlerinin tek bir yerden yapılarak ulaşım sisteminin bütünleşmesi konusunda fikir birliği olduğu bildirilmiştir [5].

1.1.3 Krakow'da Entegrasyon Uygulaması ve Sonuçları

Katarzyna S. ve Jacek Z. yapmış oldukları bir çalışmada [6], kentsel bir toplu taşıma sisteminin entegrasyonu ile sonuçlanan ulaşım çözümlerinin tasarımı ve değerlendirilmesi için genel metodolojiyi ve önerilen yaklaşımların, bütünleşmiş kentsel toplu taşıma sisteminin tasarımı, simülasyonu ile bilgisayara dayalı makro-simülasyon sistemi VISUM'ın kullanımı ve mevcut çözüm ile çok boyutlu-çoklu parametre karşılaştırması üzerine kurmuştur. Simülasyonu yaptığı sistemden elde ettiği veriler ile mevcut sistemdeki verileri karşılaştırmıştır.

Öncelikle Krakow şehrinde mevcut hâlihazır haritaya uygun bir toplu taşıma ağı hazırlanmış ve aşağıdaki uygulamalar tasarıma dâhil edilmiştir.

- Ulaşım ağının yeniden yapılandırılması (hat düzenlemeleri)
- Yeni, raylı sistem seçeneklerinin eklenmesi ve diğerlerinin azaltılması (otobüsler, tramvaylar)
- Bütünleşme altyapısının tasarımı: çokturlü terminaller;
- Otobüs durakları ve metro istasyonlarının güzergâh boyunca dağıtımı ve yer değişiklikleri, duraklar arasındaki mesafelerin yeniden tanımlanması.
- Hız sınırlarının değişimi, sınırlı trafik bölgelerinin sınırları, belirli güzergâhlarda yollar.

- Entegre yolcu bilgi sistemlerinin ve koordineli zaman çizelgelerinin tanıtılması;
- Çok türlü bir seyahat için ortak bir ücretle paylaşılan bir bilet yapısının sunulması.

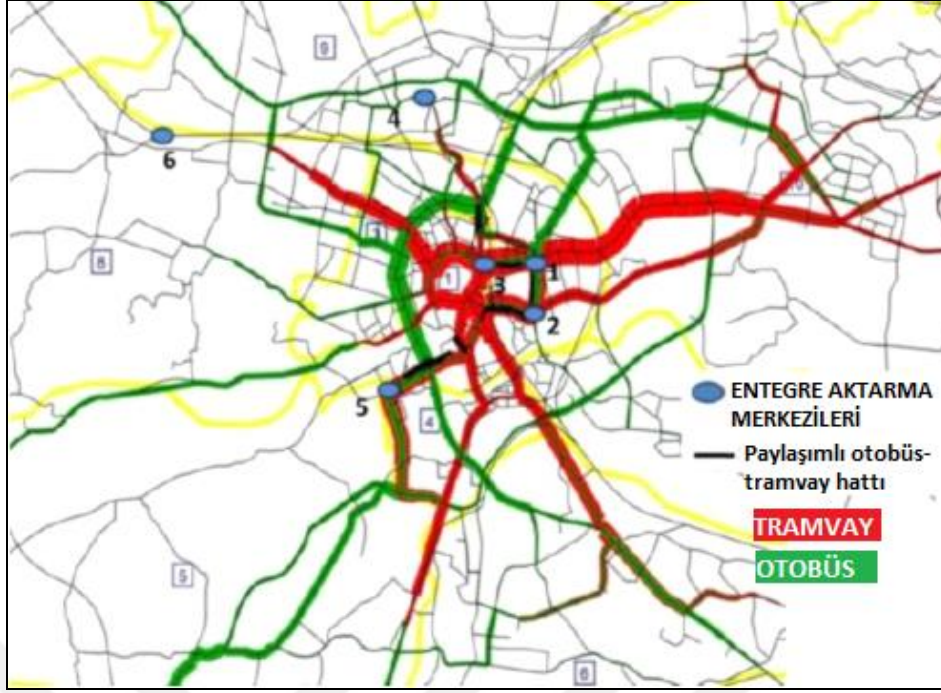
Yolculuk dağıtım aşaması, çekim ve logit (hangi toplu taşımayı seçme olasılığı) modelleri uygulanarak oluşturulmuştur. VISUM'da üretilen trafik akış seviyelerinin ayarlamaları, mevcut kentsel ulaşım sisteminde yapılan ölçümler ile karşılaştırılmıştır.

1.1.3.1 Mevcut Toplu Taşıma Ağı Haritası ve Özellikleri

Krakov'da mevcut kentsel toplu taşıma sistemi, 24 tramvay hattı (2 hızlı tramvay hattı dâhil), 79 şehir içi otobüs hattı, 65 banliyö hattı ve 22 minibüs hattı olmak üzere 190 hattan oluşmaktadır. Krakow metropol alanı içindeki demiryolu ağı 127 km'lik tren hatlarına denk gelmektedir. Bu şebekede 19 yolcu durağı, 4 yolcu istasyonu ve 7 aktif yolcu hattı bulunmakta ve yaklaşık bir milyon yolcu taşımaktadır. Mevcut toplu taşıma sisteminin özellikleri aşağıda verilmiştir:

- Ayrılmış 11 km'lik ortak otobüs-tramvay hattı ve 27 adet ortak otobüs-tramvay durağı.
- 6 bütünleşik aktarma noktası Şekil 1.3'de gösterilmiştir. Bu aktarma noktalarında yolcular her noktada farklı sayıda olmak üzere toplam 10 otobüs ve 10 tramvay hattına erişebilmektedirler.
- Ortak toplu taşıma ücreti, tüm toplu taşıma türlerini ve 5 ana demiryolu hattını kapsayan bütünleşik bilet ile birleştirilmiştir. Şehir içi ve kırsal alan olmak üzere 2 trafik bölgesi tanıtılmıştır. Aktarma yapan yolcuların %30'unun ortak entegre bir bilet kullandığı tahmin edilmektedir.
- Durakların %30'unda ve araçların %35'inde ortak, bütünleşmiş, yol tarifleri, transfer noktaları ve sefer saatlerini içeren bilgilendirme sistemi bulunmaktadır.

Mevcut toplu taşıma sisteminin grafik gösterimi Şekil 1.3'te gösterilmiştir. Şekilde, ana otobüs ve tramvay rotaları, ortak / paylaşımlı otobüs-tramvay parçaları ve entegre, çok modlu terminaller de dahil olmak üzere mevcut otobüs ve tramvay ağı görülmektedir.



Şekil 1. 3 Mevcut toplu taşıma sistemi (otobüs ve tramvay ağı) [6]

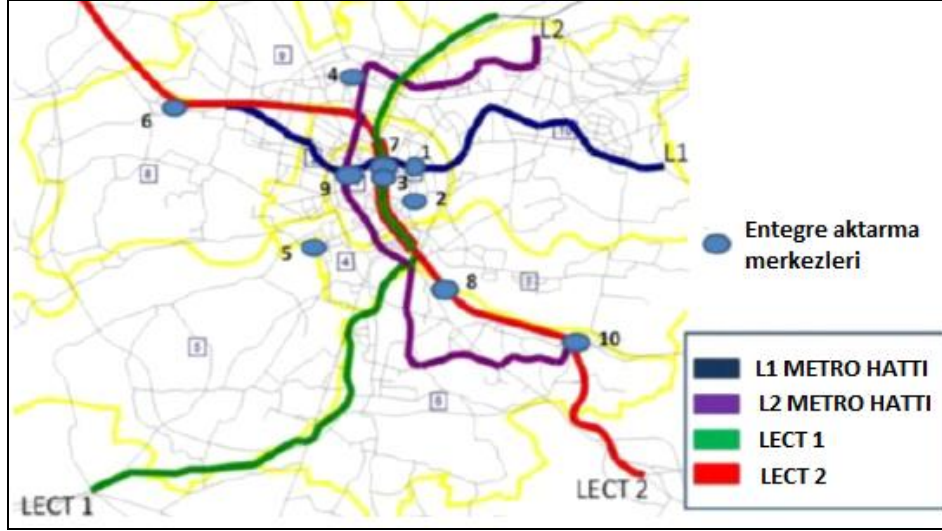
1.1.3.2 Tasarlanmış Toplu Taşıma Ağı ve Özellikleri

Demiryolu hatlarına öncelik verilerek tasarlanan toplu taşıma ağı (Metro ve LECT hat güzergâhları) Şekil 1.4'te gösterilmiştir. Mevcut kentsel ve banliyo toplu taşıma sistemlerine ek olarak aşağıdaki iyileştirmeler yapılmıştır.

2 Adet hafif raylı sistem (LECT) hattı eklemiştir. LECT1 hattı 47 km uzunluğuyla güneybatıdan kuzeybatıya kadar uzanır. LECT2 hattı, 37 km uzunluğuyla güneyden kuzeybatı 'ya kadar uzanır. Her iki LECT hattının sefer aralığı 15 dakikadır. LECT1 hattı üzerinde 10, LECT2 hattı üzerinde ise 12 istasyon bulunmaktadır. Ortalama duraklararası mesafe sırasıyla 5,2 km ve 3,5 km'dir. Metro hatları doğu-batı güzergâhına L1 hattı ve kuzey-güney güzergâhına da L2 hattı ilave edilmiştir. Güzergâh uzunlukları sırasıyla 16 km ve 22 km'dir. L1 ve L2 metro hatlarında ise sırasıyla, 18 ve 25 istasyon bulunmakta ve tüm metro sistemi için 900 m'lik istasyonlar arasında ortalama bir mesafe bulunmaktadır. Bu hatlar, 4 dakika aralıklarla çalışacak şekilde hesaplanmıştır. Tasarımda LECT, metro hatları ve mevcut veri yolu sistemi arasındaki hatların üst üste binmesi hususunu ortadan kaldırmak için çeşitli otobüs hatları (örneğin, 243 ve 143 hatları) kapatılmış veya kısaltılmıştır. Bazı durumlarda yeni otobüs hatları (örneğin 195 hattı) banliyölerden kavşaklara besleyici hatları sisteme eklenmiştir. Tasarımda, toplu taşıma bütünleşme çözümleri aşağıda verilmiştir:

11 km'lik bölünmüş-paylaşımli otobüs-tramvay hatları ve 39 adet ortak otobüs-tramvay durağı (12 durak ilave edilmiştir) oluşturulmuştur;

- 10 aktarma noktasının bütünleşmesi sağlandı. Değişikliklerden altısı eski sistemde çalışmaktadır. Bununla birlikte, mevcut toplu taşıma türleri ile girilen metro hatlarından biri(L2) arasında bağlantı kurulması nedeniyle, bir aktarma noktalarında (4 numara) uzatılmış ve yeniden oluşturulmuştur. Yeni tanıtılan aktarma noktalarında (7, 8, 9, 10 numara) multimodal karaktere sahiptir. 7. Aktarma noktasında yolcular 19 otobüs, 12 tramvay, 2 LECT ve 1 metro hattına erişebilmektedir. 8. Aktarma noktasında yolcular, 6 tramvay (1 LECT güzergâh dâhil) ve 4 otobüs hatları arasında aktarma yapabilmektedirler. 9 ve 10 numaralı aktarma noktalarında yolcular sırasıyla 2 metro, 5 tramvay güzergahına ve 1 metro hattına, 1 LECT hattına erişebilmektedir.
- Ortak bir toplu taşıma ücreti oluşturularak, metro, otobüs ve tramvay dahil olmak üzere 3 türü kapsayan entegre tek bir biletle birleştirilmiştir. Önerilen alan sistemi V0 değişkeniyle ile aynıdır. Transfer edilen yolcuların kabaca %30'unun ortak ücret/entegre bir biletle karşılandığı hesap edilmiştir.
- Durakların %40'ı ve araçların %45'inde ortak, entegre bir yolcu bilgi sistemi bulunmaktadır: Bunlar arasında zaman çizelgeleri, aktarma noktaları ve sefer saatleri yer almaktadır. V1 değişkeninde, bilgi entegrasyonunda yaklaşık %10'luk bir artış önerilmektedir.
- Zaman çizelgelerinin daha fazla entegrasyonu tasarlanan sistemde önerilmiştir. Mevcut sistemde koyulan kurallara ek olarak, zaman çizelgesi koordinasyonu mekanizmaları tanıtılmaktadır: V1 değişkeninde zaman çizelgesi koordinasyonu, metro bağlantıları (4 metro aktarımı) ile tüm kavşakları kapsayacak şekilde başlangıç ve bitiş duraklarının ötesine uzatılmıştır.



Şekil 1.4 Yeniden tasarlanan toplu taşıma sistemi [6]

1.1.3.3 Değişkenlerin genel karşılaştırması

VISUM simülasyon paketinde üretilen parametrelere dayanarak değişkenlerin kapsamlı karşılaştırması yapılmıştır. Çizelge 1.2 ve 1.3’de, mevcut ve tasarlanmış sistemler arasındaki karşılaştırma gösterilmiştir. Buna ek olarak tablolar, aktarmalı ve aktarmasız dâhil olmak üzere toplam yolculuk sayısını göstermektedir.

Çizelge 1.2 VISUM makro-simülasyon programında üretilen varyantların genel karşılaştırması [6]

Değerlendirme Parametreleri	Mevcut Sistemde	Tasarlanmış Sistemde
Ortalama Seyahat Süresi (dk)	45.30	42.29
Ortalama Sürüş Süresi (dk)	33.58	31.25
Bir Aracın Bir Toplu Taşıma Sisteminde Geçirdiği Süre (dk)	26,05	23,16
Ortalama Aktarma Süresi (dk)	7,53	8,09
Aktarma İstasyonlarında Ortalama Bekleme Süresi (dk)	1,42	1,16
İlk İstasyonda Ortalama Bekleme Süresi (dk)	3,36	3,23
Toplam Seyahat Sayısı	127.465	134.174
Aktarmasız Seyahat Sayısı	58.869	57.943
Aktarmalı Seyahat Sayısı	68.596	76.231

Sadece 1 Aktarma ile Yapılan Seyahatler	25.899	25.287
Sadece 2 Aktarma ile Yapılan Seyahatler	5301	7711
2'den Fazla Aktarma İle Yapılan Seyahatler	222	629

Çizelge 1.3 VISUM makro-simülasyon paketinin uygulanmasıyla hesaplanan mevcut ve tasarlanmış sistemler için yolcu hızı, ortaya çıkan modal bölme ve ortalama yolcu hızı parametreleri [6]

Ulaşım Aracı	Mevcut sistem			Ortalama Seyahat Hızı [km/h]
	Yolcu Sayısı [Geçiş-saat]	Yolcu Sayısı [Geçiş-km]	Türel Dağılım	
Metro	-	-	-	22,66
LECT	-	-	-	
Otobüs	15.899	306.277	32%	
Tramway	9.716	173.447	18%	
Minibüs	18.549	476.931	50%	
Toplam	44.164	956.655	100%	
Tasarlanmış sistem				
Metro	3.595	129.478	13%	24,93
LECT	4.793	159.357	16%	
Otobüs	10.787	209.156	21%	
Tramway	5.193	89.638	9%	
Minibüs	15.580	408.352	41%	
Toplam	39.948	995.981	100%	

Tasarlanmış sistemde 2 yeni toplu taşıma türünün kullanıma sunulması nedeniyle her iki türe ait türel bölünmenin önemli ölçüde farklı olduğu görülmektedir. Yeni sunulan türler yaklaşık %29 oranında yolcu çekmekte ve bu da mevcut sistemdeki ana ulaşım türlerinin (otobüs ve tramvay) kullanım paylarının belirgin bir şekilde azalmasına neden olmuştur. Bu düşüş sırasıyla tramvay ve otobüsler için 9-11 puanlık seviyeye ulaştığı görülmüştür. Çizelge 1.2 ve 1.3 'te gösterildiği gibi, türel dağılımda meydana gelen değişiklikler, seyahat konforundaki iki önemli parametre, yani ortalama yolculuk hızı ve süresi üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur. Her ikisi de mevcut sistemde sırasıyla %10 ve

%7 oranında artış sağlanmıştır. Tasarlanmış sistemde ortalama bir yolculuk, mevcut sistemdeki eşdeğerinden 3 dakika daha kısa olduğu gözlemlenmiştir. Bu azalma, tüm toplu taşıma sistemi göz önüne alındığında toplam 4216 saat (araç binişlerinde geçen zamandan) tasarruf sağladığı görülmüştür. Aynı zamanda, sistemin verimliliği de %4 oranında artmıştır. Bu sonuçlar, toplu taşıma için ayrı hatların (LECT ve metro) tanıtımı ve tasarlanmış sistemde önerilen farklı ulaşım türlerinin altyapı bütünleşmesi sayesinde sağlanabildiği söylenebilir.

Tasarlanmış sistemdeki yolcuların aktarma sürelerinin, mevcut sistemden çok daha kolay olduğu, aktarma noktalarındaki araç bekleme sürelerinin azaldığı, türler arası zaman çizelgelerinin daha iyi koordine edildiği ve bilgilendirme sisteminin bütünleşmesinin daha kolay sağlandığı belirtilmiştir. Ancak ortalama aktarma süresinin %7 oranında arttığı ve bu da toplu taşıma entegrasyon sürecinin belirgin bir zaafını oluşturduğu gözlenmiştir.

1.1.4 Münih Örneği

Arslan'ın yapmış olduğu çalışmada [7], Almanya'nın Münih şehrinde entegrasyon sonucunda toplu taşıma kullanımının oranını araştırmıştır. Münih şehrinde toplu taşıma ile ulaşım, başlıca olarak metro (U-Bahn), tramvay, otobüs, banliyö treni (S-Bahn) ve bölgesel otobüsler aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu ulaşım türlerinin metropolitan bölgedeki hat uzunlukları, hat sayıları, yıllık yolcu sayıları ve durak/istasyon sayıları aşağıdaki çizelge 1.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 1. 4 Münih'te Toplu Taşıma Hatlarının Özellikleri [7]

	Metro	Banliyö Treni	Tramvay	Otobüs
Hat sayısı	6	10	15	263
Uzunluk (km)	95	442	75	4219
Yıllık yolcu (milyon)	351	292	94,5	172*
Durak/istasyon sayısı	96	148	155	915*

* Otobüsler için yolcu sayısı ve durak sayıları, sadece belediye sınırlarını kapsamaktadır.

Münih'te toplu taşımayı özendirici tedbirler aşağıda yazılmıştır. Bilet entegrasyonu ve tek bilet kavramı ile yolcuların birden fazla bilet almalarına gerek kalmadan tek biletle istediği toplu taşıma hatlarını kullanabilmeleri sağlanmıştır. Aktarma noktasında yapılan düzenlemelerde, aktarma noktalarında, bir ulaşım türünden diğerine geçerken zorluk çıkarılmayacak şekilde tasarlanmıştır. Özellikle yeraltı raylı sistemler ile yerüstü türlerinin kesiştiği yerlerde, yerüstü türlerinin istasyonu raylı sistemlerin hemen çıkışına

denk getirilmiştir. Bu şekilde, metrodan çıkan bir kişi, zahmetsizce tramvay/otobüs durağına erişebilmektedir. Tabela ve panolarla kullanıcıların istediği durağa kolaylıkla gitmeleri sağlanmıştır. P+R (park et-devam et) ve B+R (bisiklet park et-devam et) sistemleri için gerekli altyapılar düzenlenerek (otopark inşası) özel otomobil-toplu taşıma entegrasyonu sağlanması planlanmıştır. Mobil ve bilgisayar tabanlı sistemlerle de yolculuk öncesi ve yolculuk sırasında kullanıcıların gitmek istedikleri yerlere uygun güzergâhta kullanması gereken hatları, seyahat süreleri vb. yolculuk bilgilendirmeleri hizmete sunulmuştur.

Toplu taşımayı özendirici bir diğer uygulama da toplu taşımayı hızlandırıcı uygulamalardır. Bu da toplu taşımayı önceliklendirmeye olur. Otobüs hatlarına özel şerit yapılması, trafik ışıklarında toplu taşıma araçları lehine düzenlemeler yapılması sonucunda, işletme hızlarında %22'ye dakiklikte ise %38 oranında artışlar sağlanmıştır. Gece seferleri eklenmesi engelliler için yapılan düzenlemeler (yürüyen merdiven, asansör, desenli sarı çizgiler) yapılmıştır. 2007 yılından 2010 yılına kadar toplamda 4 metro, 1 tramvay ve 1 yeni banliyö hat inşaatları yapılmıştır.

1.1.5 İstanbul'da Örnek Çalışma

Delice'nin [8] yapmış olduğu bir çalışmada, İstanbul genelinde toplu ulaşımda B-S matrisi oluşturmuş, otomatik ücretlendirme sistemi (AKBİL) verilerinin, toplu ulaşım planlamasına altlık oluşturacak B-S matrisine dönüştürülebileceğini belirterek, İstanbul Ulaşım Ana Planı kapsamında hazırlanan B-S matrisi atama sonuçları ile çalışma kapsamında AKBİL verilerinden elde edilen B-S matrisi ile yapılmış atamalar karşılaştırılmıştır.

2012 yılında yapılan çalışmada 29 Mayıs 2006 tarihine ait 1 günlük AKBİL verileri kullanıldığı, araç konumları yolcuların AKBİL kullanımını gerçekleştirdiği durak olarak belirlenmiştir.

Ham olarak alınan veriler ORACLE programı ile veri tabanına dönüştürülmüş, gereksiz sütunlar elenmiş, hesaplamada AKBİL no, tarih-saat, bilet tip, araç no, validatör no, operatör, ücret tipi ve transfer alanları kullanılmış ve tablo haline getirildiği belirtilmiştir (Çizelge 1.5).

Çizelge 1. 5 Ham akbil verisi [8]

Tip	Seri	Zaman	Tarih	Tom Kategori	Otorite	OncekiOtorite	Hat	Arac No	Ucret	Harcama Indeksi	Yukleme Indeksi	Harcanan Kontör	Kalan Kontör	Transfer
K	0007B369	07:07:30	2006-05-29	0	2	10	89	84-141	0	50	5	150	7500	0
K	0007B369	18:46:21	2006-05-29	0	11	10	HATNO-1	HU-181	0	4	230	85	202	0
K	00200030	17:23:30	2006-05-29	0	4	1	ZBN-ZBN	ZEYTINBURNU	0	10	58	150	166	0
K	00200030	17:23:32	2006-05-29	0	4	4	ZBN-ZBN	ZEYTINBURNU	0	69	93	150	4650	0
A	00200040	14:52:07	2006-05-29	8	2	NULL	35C	98-136	0	2	195	85	435	0
K	0020004F	09:43:31	2006-05-29	8	2	NULL	85	06-269	8	5	126	150	317	0
K	00200066	17:09:19	2006-05-29	0	2	NULL	130	06-803	0	3	77	150	875	0
B	00200087	21:46:12	2006-05-29	0	2	NULL	35	06-149	0	58	45	150	6300	0
K	0020008B	10:10:49	2006-05-29	8	2	NULL	86V	06-154	8	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
K	0020008B	14:25:32	2006-05-29	8	2	NULL	38B	92-579	0	7	12	85	5400	0
J	00200092	07:16:35	2006-05-29	0	2	2	48H	97-221	0	4	49	150	550	0
J	00200092	18:18:57	2006-05-29	0	2	NULL	15C	93-571	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
K	0020009C	17:07:52	2006-05-29	8	2	NULL	15BK	92-598	0	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Veri kümesi 2006 yılına ait olduğundan, o dönemde AVL (Araç kalkış verisi) verileri bulunmadığı, bu bağlamda araç kalkış zamanlarının hesaplaması yapılırken hareket emirliklerinden ORER verileri temin edilmiştir. İETT tarafından oluşturulmuş CAD ve GIS tabanlı hat-durak verileriyle duraklar arası mesafe hesaplanmış, İETT'den alınan hat sefer süreleri baz alınarak, duraklar arası süreler tespit edilmiş ve E-51 hattına ait hat-süre tablosu oluşturmuştur (Çizelge 1.6).

Çizelge 1. 6 E-51 hattına ait duraklar arası süreler [8]

Yön	Durak No	Durak Adı	Mesafe	Mesafe Farkı	Süre Farkı	Süre (Zirve Dışı)	Süre (Zirve)
G	2551	TAKSİM	0,000km			0s	0s
G	2550	TARLABASI	0,538km	0,538km	2min 43s	2min 43s	3min 48s
G	2549	ÖMERHAYYAM	0,777km	0,239km	1min 13s	3min 56s	5min 30s
G	2548	TEPEBASI	1,170km	0,393km	56s	4min 52s	6min 49s
G	2547	SISHANE	1,771km	0,601km	1min 27s	6min 19s	8min 51s
G	3772	UNKAPANI	3,027km	1,256km	3min 1s	9min 20s	13min 04s
G	1500	AKSARAY	5,368km	2,341km	5min 37s	14min 57s	20min 56s
G	1278	YENIKAPI	7,058km	1,690km	4min 3s	19min	26min 36s
G	2952	YESILYURT	19,180km	12,122km	29min 4s	48min 4s	1h 7min 18s
G	2950	FENER YOLU	20,087km	0,907km	2min 11s	50min 15s	1h 10min 21s
G	2948	GAZI EVRENOS CADDESİ	21,084km	0,997km	2min 20s	52min 35s	1h 13min 37s
G	2947	ISTASYON CADDESİ	21,355km	0,271km	41s	53min 16s	1h 14min 34s
G	2946	PARK	21,600km	0,245km	49s	54min 5s	1h 15min 43s
G	2944	YESILKÖY	22,321km	0,721km	1min 43s	55min 48s	1h 18min 07s
D	2944	YESILKÖY	0,000km			0s	0s
D	2946	PARK	0,721km	0,721km	2min 12s	2min 12s	3min 5s
D	2947	ISTASYON CADDESİ	0,966km	0,245km	48s	3min	4min 12s
D	2948	GAZI EVRENOS CADDESİ	1,237km	0,271km	39s	3min 39s	5min 7s
D	2950	FENER YOLU	2,234km	0,997km	2min 21s	6min	8min 24s
D	2952	YESILYURT	3,141km	0,907km	2min 10s	8min 10s	11min 26s
D	1278	YENIKAPI	15,263km	12,122km	28min 20s	36min 30s	51min 6s
D	1500	AKSARAY	16,953km	1,690km	4min 4s	40min 34s	56min 48s
D	3772	UNKAPANI	19,294km	2,341km	5min 37s	46min 11s	1h 4min 39s
D	2547	SISHANE	20,550km	1,256km	3min 1s	49min 12s	1h 8min 53s
D	2548	TEPEBASI	21,151km	0,601km	1min 26s	50min 38s	1h 10min 53s
D	2549	ÖMERHAYYAM	21,544km	0,393km	1min 59s	52min 37s	1h 13min 40s
D	2550	TARLABASI	21,783km	0,239km	1min 12s	53min 49s	1h 15min 21s
D	2551	TAKSİM	22,321km	0,538km	1min 18s	55min 7s	1h 17min 10s

Metro, tramvay gibi demiryolu hatlarında duraklarda bulunan validatörler sabit olduğundan dolayı araçlara biniş yeri olarak bilinmektedir. Ancak güzergâh üzerinde yolcuların otobüslere biniş yerleri bilinmemekte olduğundan yukarıdaki verilerden AKBİL verisi, araç kalkış verileri ve hat-süre tablosu kullanılarak bir yazılım hazırlanmış ve otobüs konumlarını tahmin edildiği belirtilmiştir.

Çizelge 1. 7 Koordinat bilgisi girilen İstanbulkart veri tabanı [8]

AkbilNo	Zaman	Hat	Arac	Kalkis	Yon	FarkKalkisDK	Lon	Lat	Durak	Zon
0020008B	14:24:32	38B	92-579	14:00	D	00:24:32	28,9206	41,0409	T0119A	301
002000FF	17:40:51	87	92-463	17:10	G	00:30:51	28,9743	41,0342	S0027A	224
002048A1	10:06:02	29A	92-292	09:50	G	00:16:02	29,021	41,1085	L0129B	440
0020B022	15:59:31	YPS-EMN	YUSUFPASA	-1	-1	-1	28,9481	41,0099	24	316

Yolculuk bitiş noktası hesabı yapılırken “Zincirleme yolculuk metodu” kullanılmış, her yolculuk başlangıcı, bir önceki yolculuğun bitiş noktası olarak seçildiği, günün son yolculuğuna ait bitiş noktası, günün ilk yolculuğuna ait başlangıç noktası olarak belirlendiği ve aktarmaların dikkate alınmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 1. 8 Bir yolcu için zincirleme yolculuk metodu ile bir günlük yolculuğun izlenmesi [9].

ZAMAN	TÜR	BAŞLANGIÇ İSTASYONU	VARIŞ İSTASYONU
08:22:15	Red Line	87th (Red)	Lake/State (Red)
16:00:00	Red Line	Lake/State (Red)	87th (Red)

1.1.6 Aktarma sürelerinin Azaltılması İçin Yapılan Bir Çalışma

Nielsen’in yapmış olduğu bir çalışmada [10], toplu taşımada hatlar arası aktarmalara bağlı bekleme sürelerinin en aza indirildiği bir toplu taşıma sistemi için en iyi bir zaman çizelgesini bulma, problemini çözebilen bir matematiksel en iyileme modeli geliştirmiş ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmış ve bekleme sürelerinde %11’lik azalma olduğunu belirtmiştir.

1.1.7 İzmir’de aktarma ücretlendirmesi

İzmir’de şehir merkezinde toplu taşıma kullanımında 90 dk içerisinde yapılan ikinci ve daha sonraki tüm aktarmaların ücretsiz olduğu bilinmektedir [11]. Belirtilen hususun şehir dışında yaşayan dar gelirli vatandaşların toplu taşıma kullanımının desteklemesi

için yürürlüğe konulduğunu ifade edilmiştir. Ancak bu olanağın denetleme mekanizmasının olmaması hasebiyle suistimal edilmesi ihtimali olup, dolayısıyla ciddi kaçışların yaşanabileceği ve bunun sonucunda kamu zararına sebep olabileceği de düşünülmektedir.

1.1.8 Akıllı Bilet Verileri İle Yapılan Bir Çalışma

Agard ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada [12], 200 otobüsü işleten ve 240.000 yolcuya hizmet veren Kanada'nın Quebec kentindeki bir toplu taşıma şirketi 2001 yılından beri akıllı bilet kullanmakta ve yolcularının %80'inden fazlası akıllı bilet sahibi olduğunu belirtmiştir. Şirketin, verilerin gizliliğini sağlamak için üst düzey bir güvenlik sistemi uyguladığını ve kullanıcılar hakkında hiçbir kişisel bilgi bilinmediğini belirtmiştir. Yaptığı çalışmada yolcuların toplu taşımayı kullanım dağılımlarını incelediğini belirtmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Yolcuların bir bölümü günlük işlerini halletmek için toplu taşımayı kullanmaktadırlar. Ev-iş, ev-okul gibi yolculuklarda sabah gidişi ve akşam dönüşü olarak aynı güzergâhla toplu taşıma kullanılmaktadır. Bu yolculuklardan normal ücret alınmaktadır. Ancak Ev-Alışveriş, ev-hastane, iş-alışveriş ve iş-yemek gibi dönüşlü yolculuklarda, kullanıcılar işlerini genelde 2 saatten kısa sürede halledip, tekrar aynı güzergâhtan geri dönmektedirler. Bu durumda yolculardan aktarma ücreti alınmaktadır ki bu da aktarma tanımına uygun düşmemektedir. Bu tez çalışmasının amacı, akıllı bilet verilerinden yararlanılarak toplu taşımada yapılan aktarmalı yolculuklarda, aktarmada geçen sürelerin uygunluğunun belirlenmesidir.

1.3 Hipotez

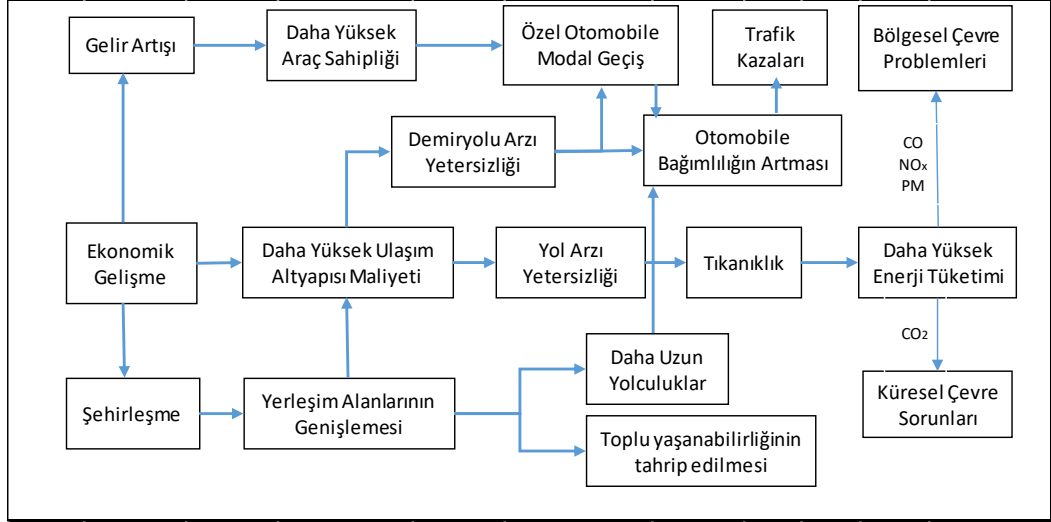
Yapılan çalışmanın sonucunda aktarmalı yolculuk yapan kullanıcıların bir kısmının, aktarma tanımına aykırı yolculuk yapmaları ve verilen 2 saatlik aktarma süresi hakkı içinde kısa güzergâhlarda uzun süreli aktarma yapmaları beklenmektedir.

ULAŞTIRMADA GENEL KAVRAMLAR

Bu bölümde otomobil ve toplu taşıma kullanımlarının etkilerinden, ulaşım türlerinden bahsedilmiş, bu ulaşım türlerine ait hizmet kalitesi bileşenlerinden bahsedilmiştir.

2.1 Otomobil Kullanımının Etkisi

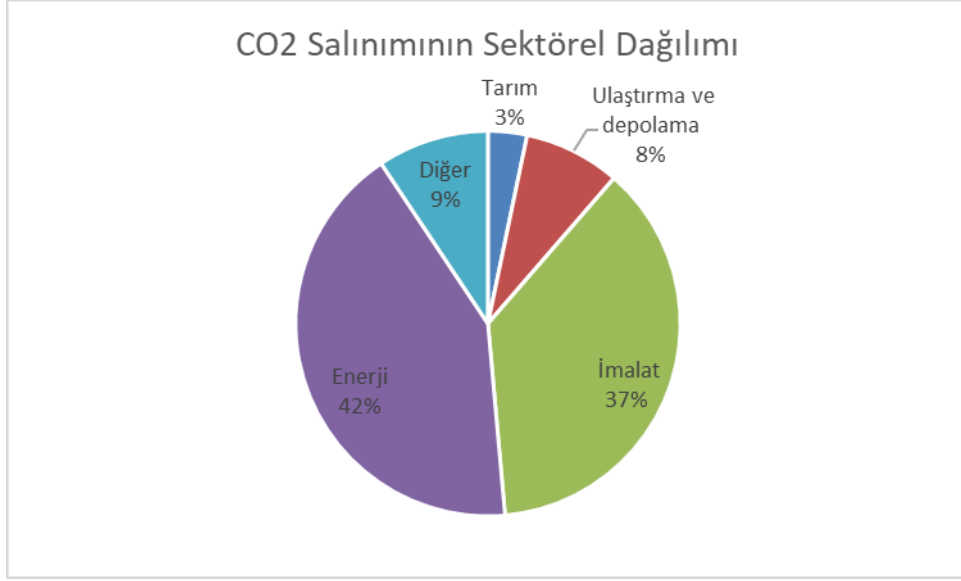
Otomobil bağımlılığı, yüksek düzeyde otomobil kullanımına ve sınırlı ulaşım seçeneklerine neden olan ulaşım ve arazi kullanım modellerinin birikim etkisidir. Araç sahipliği fazlalığı, ulaşım altyapısının yüksek maliyeti, karayolu ve demiryolu arzının eksikliği, otomobil kullanımına geçiş, tıkanıklık, yakıt tüketimi, artan trafik kazaları ve kirlilik gibi çeşitli ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri bulunmaktadır. Şekil 2.1'de bu bağlantıların arkasındaki mekanizması özetlenmektedir [13]. Ekonomik kalkınma, gelir artışı ve kentleşmeyi beraberinde getirir. Gelir artışları, karayol toplu taşıma ve raylı sistemler gibi alternatif ulaşım türlerinin eksikliğinden doğan araç sahibi olma isteği, karayolu taşımacılığı talebini artırır. Seyahat sürelerinin artmasına sebep olur. Sonuç olarak, otomobil bağımlılığı artar ve böylece yol altyapı inşaatı talebi artar. Karayolu taşımacılığı talebindeki artış, yol arzının olmaması ve toplu taşıma yetersizlikleri ile birlikte ciddi tıkanıklığa neden olur.



Şekil 2. 1 Taşımacılık ile ilgili çevre bozulmalarına kadar giden süreç [13]

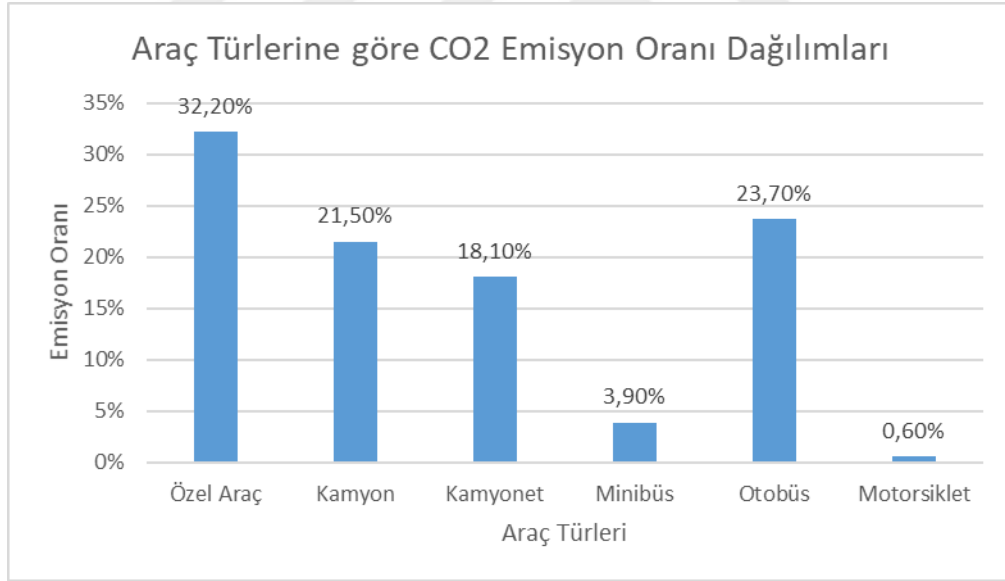
Bir başka husus da nüfus artışının toplu taşımaya olan etkisidir. Göçlerle ve doğal nüfus artışıyla kentlerin nüfusunun artması kentlerin sınırlarının genişlemesine neden olmuştur. Kentsel nüfusun ve kentte yaşamanın gerektirdiği ekonomik, sosyal ve kültürel faaliyetlerin artması yolculuk talep artışını da beraberinde getirmiştir. Yolculuk mesafelerinin uzaması ile tarihsel gelişim içinde yaya ve bisiklete dayalı ulaşım sistemleri yerini motorlu araçlara bırakmış, yolculuklar motorlu araçlara bağımlı kılınmıştır. Motorlu araçların yaratmış olduğu erişebilirlik kentlerin geniş alanlara yayılmasına yol açmış, sonuçta motorlu taşıtlara bağımlılık giderek artmış ve bu iki gelişme birbirini besleyen bir kısır döngü halini almıştır.

Karayolu taşımacılığında bir diğer büyük sorun da araçların neden olduğu kirliliktir. Bunlardan başlıca CO, CO₂ gibi sera etkisi yapan kimyasallar ve gürültü kirliliği gibi etkenler sayılabilir. Şekil 2.2’de 2016 yılına ait CO₂ salınımının sektörel dağılımı gösterilmiştir. CO₂ salınımının %8’ini ulaştırma sektörünün sebep olduğu görülmektedir [14].



Şekil 2. 2 CO₂ salınımının sektörel dağılımı [14]

Bu oranın yüksek çıkmasının başlıca sebebi trafiğe çıkan özel araç sayısının bir hayli fazla olmasıdır. Araç sınıflarının CO₂ salınımı Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Buna göre salınımın %32,20'sini özel araçlarından kaynaklanmaktadır [14].



Şekil 2. 3 Araç Türlerine Göre CO₂ Emisyon Oranı Dağılımları [15]

2.2 Toplu Taşıma Kullanımı

Yaşanabilir kentlerin oluşturulabilmesi kent içi ulaşımın sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulmasına bağlıdır. Sürdürülebilir kent içi ulaşım sisteminin tesis edilebilmesi ise kapsamlı ve bütüncül bir bakış açısıyla oluşturulan politikalar ile ekonomik, insan odaklı, çevre dostu ulaşım sistemlerinin bir arada değerlendirilmesi ile mümkündür. Bu

bağlamda özel otomobil kullanımının yukarıda belirtildiği üzere yarattığı olumsuz etkilerin önüne geçilmesi gerektiği anlaşılmış ve idareler özel otomobil kullanımını azaltıcı, toplu taşıma kullanımını artırıcı ve teşvik edici politika ve stratejilere yönelmişlerdir.

2019 yılına ait İstanbul'da en çok kullanılan toplu taşıma türleri sırasıyla Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Çizelge 2.1'de Görüldüğü üzere İstanbul'da toplu taşıma için en çok karayolu tercih edilmiştir. Karayolunda da otobüs kullanımını %77,1 olarak ölçülmüştür. Bir diğer toplu taşıma türü olan minibüslerin %19,2 oranında toplu taşıma olarak tercih edildiği görülmektedir. Bunun birinci sebebi minibüs hizmetinin karakteristik özelliği olan kullanıcıyı güzergâhı üzerinde istediği yerde bırakması ve güzergâhı üzerinde durak/istasyon farketmeksizin istediği yerden almasıdır [15].

Çizelge 2. 1 2016 yılında İstanbul'da toplu taşıma araçlarının kullanım oranları [16]

Toplu Taşıma Türleri	Günlük Yolcu Sayıları	Payı (%)
Demiryolu	2.822.291	18,6
Metro/ Hafif Metro	1.654.777	10,9
Tramvay	677.222	4,5
Teleferik / Nostaljik Tramvay / Tünel / Füniküler	59.674	0,4
TCDD (Marmaray)	430.618	2,8
Karayolu	11.682.191	77,1
İETT Otobüs/ Metrobüs	2.059.151	13,4
Özel Halk Otobüsü	1.607.036	10,6
Otobüs A.Ş.	860.801	5,7
Minibüs	2.911.163	19,2
Taksi / Taksi Dolmuş	1.403.949	9,3
Servis	2.867.502	18,9
Denizyolu	644.851	4,38
İDO	163.434	1,1
Şehir Hatları	231.444	1,5
Özel Tekne Motor	249.973	1,7
TOPLAM	12.939.687	100,00

2.3 Toplu Taşımada Hizmet Kalitesi Bileşenleri

Her toplu taşıma türlerinin kendine has özellik, faydaları ve zararları bulunmaktadır. Bu fayda ve zararlar neticesinde kullanıcının yolculuk türünü seçmesinde etkili olmaktadır.

Parasuraman'a göre toplu taşıma türlerinin hizmet kalitesi bileşenleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 2 Parasuraman'a Göre Hizmet Kalitesi Bileşenleri [17]

Boyutlar	Açıklama
Fiziksel Özellikler	Hizmet sunumu sırasında kullanılan bina, araç-gereç, teçhizat ve personelin görünümü, hizmet alınırken kullanılan alet ve ekipmanlar, hizmet alan ya da bekleyen diğer müşteriler
Güvenilirlik	Hizmetin ilk seferde doğru olarak sunulması, aynı zamanda hizmetin vermiş olduğu sözleri yerine getirmesi anlamına gelir. Özellikle hesaplarda tutarlılık, doğru kayıtları saklamak ve belirlenen zamanda hizmetin gerçekleşmesi hususlarını içerir.
İsteklilik	Personelin hizmet sunumundaki istekliliği, müşterilere hızlı hizmet verme ve yardım konusunda gönüllü olması, arayan müşterilere hızlı cevap verme, randevu gibi hizmetlerin hızlı bir şekilde ayarlanması
Yeterlilik	Hizmetleri gerçekleştirebilmek için gerekli bilgi ve deneyime sahip olmak, müşteri ile irtibat halindeki personellerin, operasyonel personellerin bilgili ve becerili olması
Nezaket	Müşterilerle iletişim kuran personelin saygılı, temiz ve muntazam görünümde olması
İnanılabilirlik	Hizmet sunum sürecinde müşterilerin çıkarlarının korunduğunun hissettirilip güvenlerinin kazanılması. -Hizmeti sağlayan şirketin adı ve referansları - Müşteri ile irtibatlı personelin özellikleri ve müşteri ile etkileşimi
Güvenlik	Verilen hizmetler konusunda tehlike, risk ve şüphelerin ortadan kaldırılması. -Fiziksel güvenlik
Erişim	Hizmete ulaşmak için gerekli fiziki koşulların sağlanması. -Telefonla kolayca erişilebilir olması -Hizmet almak için asgarî bekleme -Uygun servis saatleri ve konumu
Anlayış	Müşterinin hizmetten beklediği hususları anlamak için çabası, düzenli

	hizmet alan müşterilerin tanınması, müşterilerin özel taleplerinin giderilmesi.
İletişim	Müşterilerin anlayabilecekleri ve dinleyebilecekleri bir dilde bilgilendirmesi.

2.4 Kent İçi Ulaşım Türleri

İnsanlar bir yerden bir yere gitmek için çeşitli araçlar yapmış ve kullanmışlardır. Günümüzde insanların ulaşım ihtiyaçlarını gidermek için en çok kullanılan ana türleri aşağıda yazılmıştır.

2.4.1 Yaya

Tarih boyunca insanlar güzergâh ve mesafeleri ne olursa olsun yürüyerek ulaşım ihtiyaçlarını gidermişlerdir. Yakıt ve yol masraflarından muaf olan yayalar, güzergâhlarından da bağımsız bir şekilde seyahatlerini yapabilmektedir. Ayrıca yayaların toplu taşıma sistemlerinin bütünleşmesinde yapılan harcamaların miktarı diğer türlere nazaran çok daha düzeyde olur. Ancak yayalar da fiziksel kuvvete dayalı olduğundan seyahatin başlangıcından sonuna kadar aynı performansı gösteremez. Bu yüzden yayalar bir ulaştırma türü olarak görülmemektedir. Yayalar için toplu taşıma türlerine erişim yeterlidir. Yayaların diğer türlere olan erişim mesafeleri de yukarıda belirtildiği üzere kısıtlıdır. Johar ve arkadaşlarının yapmış olduğu ve 1748 kişinin katıldığı bir ankete göre ortalama yürüme mesafesinin 647 m. olduğunu belirtmektedir [18].

2.4.2 Bisiklet

Fiziksel enerji ile çalışan bir diğer ulaşım türü olan bisiklet, yürüme ile harcanan enerjiye eş değer bir enerjiyle çok daha hızlı ve çok daha uzak mesafelere seyahat etme imkânı vermektedir. İnsanların bisiklet kullanımına teşviki ile toplu taşımadaki kullanım yoğunluğu azaltılabilir. Bisiklet kullanımı ile diğer toplu taşıma türlerine ulaşmak için kat edilen mesafe de artırılabilir. Bisikletlerin diğer toplu taşıma araçlarına bütünleşmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Şekil 2.4) [19]. Ancak hava durumu, fiziksel enerji, güzergâhın engebeli oluşu gibi etkenler bisiklet kullanımını kısıtlar.



Şekil 2. 4 Bisiklet bütünleşmeli otobüs [19]

2.4.3 Otomobil

Dünyada ve ülkemizde en çok kullanılan ulaşım aracı olan otomobil, konfor, hız, güvenilirlik ve erişim parametreleri bakımından tercih edilmektedir. Kullanıcılar ulaşmak istedikleri yerlere konforlu bir şekilde gitmekte, güzergâhlarını hız kurallarına göre serbest hızla kullanabilmektedir. Ülkemizde trafiğe kayıtlı otomobil sayısı 2000 yılında 4.422.180 iken 2018 yılında 12.398.190'dır. Bu durum İstanbul'da 2000 yılında 999.887, 2018 yılında ise 2.887.581 olmuştur [20].

Ancak şehirlerde bulunan otomobil sayısı trafik sıkışıklığına neden olmaktadır. Bilhassa otomobillerin çevreye vermiş olduğu büyük oranda karbon gazı salınımından dolayı hava kirliliğine sebep olmaktadır. Otomobil kullanımının bir diğer dezavantajı da güvenlik ölçütüdür. 2017 yılında ülkemizde yaşanan 294.515 trafik kazasının 155.291'ini otomobil kazaları oluşturmaktadır [20]. Ayrıca araçların kullanım dışında park edilecek bir alanın da bulunması gereklidir. Ortalama günlük seyahat süresinin 2 saat olduğu var sayılırsa günlük 22 saat boyunca araçların park halinde kalması için bir yere ihtiyaç vardır. Büyük şehirlerde bu otopark sorunu ciddi boyutlara ulaşabilmektedir.

Son yıllarda teknolojinin de gelişmesiyle elektrikli otomobil kullanımı başlamıştır. Elektrik ile çalıştığından yakıt maliyetinin olmaması ve çevre dostu olması, trafikteki sayılarının artmasıyla fosil yakıt kullanan otomobil sayılarının azalması beklenmekte, böylece otomobillerin çevre vermiş oldukları karbon salınımının önemli ölçüde azalması beklenmektedir. Ancak şarj istasyonlarının yetersizliği, araçların fahiş

fiyatlarından, üretici firmalar arasında rekabet oluşmadığından ve henüz AR-GE çalışmaları yeterli seviyeye gelmediğinden dolayı elektrikli otomobil kullanımı istenilen seviyede değildir.

2.4.4 Taksi

Otomobil ile toplu taşımanın bir diğer imkânı olan taksiler kapıdan kapıya ulaşımı ve dakikliği bakımından tercih edilebilmektedir. Ayrıca otomobilin sunmuş olduğu park etme, yakıt gibi dezavantajlardan muaf kalmaktadır. Kullanıcılara yüksek maliyetinden dolayı, sürekli kullanılmasından ziyade, acil işleri için kullanılabileceği bir alternatif ulaşım türü olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.4.5 Servis

Herhangi bir kamu kurum ve kuruluşu veya özel veya tüzel kişilerin personelini bir akit karşılığı taşıyan şahıs veya şirketlere ait minibüs ve otobüs türündeki ticari araçlardır. Ancak bu türler halka açık olmadığı için etkin değildirler ve fazladan park yeri gibi problemler ve de âtil yatırım olarak adlandırılacak sonuçlar doğururlar.

2.4.6 Minibüs

Ülkemizde kullanılan bir diğer ulaşım türü de minibüstür. Güzergâh mesafeleri kısa olsa bile yolcu duraklarından bağımsız bir şekilde indi-bindi yapılmasından tercih edilmekte, buna mukabil seyahat süresi uzamaktadır. Ayrıca Kısa-orta mesafelerde aktarma bölgesine veya diğer toplu taşıma türlerine ulaşımında kullanıma tercih edilmektedir.

2.4.7 Otobüs

İstanbul'da ve ülkemizde en çok kullanılan toplu taşıma türüdür. 2016 yılında İstanbul'da 219 milyon İETT, 437 milyon ÖHO ve 239 milyon Otobüs A.Ş. olmak üzere toplamda 895 milyon yolcu kullanmıştır [21]. Şehir içi ve şehirlerarası ulaşımın en önemli unsurudur. Diğer türlere göre daha düşük altyapı maliyetlerine sahiptir. Sadece hat ilavesi ile toplu taşıma sistemine entegre edilebilmektedir. Güzergâhlarından bağımsız bir şekilde seyahatlerini yapabilmektedir. Örneğin otobüs güzergâhının bulunduğu bir kesimde yol çalışması var ise bu yola paralel bir yolu kullanarak

seyahatine devam edebilir. Ancak otobüsler trafik sıkışıklığından en fazla etkilenen türlerden biridir. Özellikle zirve saatlerdeki seyahatlerde çizelge planlamasında belirlenen sefer süresinin üzerinde bir seyahat gerçekleştirebilir. Ayrıca otobüsler havaya salmış oldukları sera gazları ile çevre kirliliğine de neden olmaktadır.

2.4.8 Metrobüs

Ülkemizde sadece İstanbul'da bulunan, dünyada ise 151 şehirde metrobüs ile toplu taşıma sistemi kullanılmaktadır [22]. İstanbul'un genel itibariyle doğu-batı ekseninde şehirleşmesinden dolayı, metrobüs güzergâhı da bu doğrultuda oluşturulmuştur. Bunun sonucunda özel otomobilin kullanacağı aynı güzergâha paralel güzergâh kullanarak hem gereksiz sefer uzunluğuna hem de özel otomobil ile kat edeceğin yolun bire bir aynısını metrobüs kullanarak özellikle zirve saatlerde trafik sıkışıklığından etkilenmeme olanağı sağlamaktadır. Diğer ulaştırma türlerinden bağımsız yola ve güzergâha sahip olmasından dolayı trafik sıkışıklığından etkilenmemesi en önemli avantajı olarak sayılabilir. Metrobüs sisteminin avantajları olarak şunlar sıralanabilir;

- Hızlı ulaşım
- Güvenli yolculuk
- Yüksek kapasite
- Alçak tabanlı, engelli erişimine uygun
- Ön ödeme sistemi
- Emisyon minimizasyonu
- 7/24 saat ulaşım hizmeti [23].

Metrobüs kullanımının en büyük dezavantajı olarak konfor bileşeni belirtilebilir. Metrobüse olan yoğun talepten dolayı araç içi konforun düşmesi sıklıkla görülebilir. Gerçek, ve Demir'in yapmış olduğu çalışmada İstanbul'da metrobüs sisteminin %114 dolulukta çalıştığını belirtmiştir. 2016 yılında toplam 257 milyon kullanıcı metrobüs sistemini kullanmıştır [24].

2.4.9 Metro

Metropol şehirlerde en çok kullanılan ve en ergonomik toplu taşıma sistemi olan metronun, bağımsız güzergâhları, sefer sürelerinin zaman çizelgeleriyle uyumlu

olmasını sağlamaktadır. Özellikle aktarma merkezlerinden MİA'lara sorunsuz bir ulaşım imkânı sağlamaktadır. Yazın ve kışın klimalar ile iklimlendirme imkânının bulunmasından dolayı konforlu, toplu taşıma türlerinde en az trafik kazası yaşanan bir sistem olmasından dolayı güvenli olması, zirve saatlerde bile kullanıcıların sefer öncesi zaman planlamasında güvenilir olmasından dolayı, kullanıcıların en çok talep ettiği toplu taşıma türüdür. Dünya'daki metropol şehirlerde de en çok kullanılan toplu taşıma türüdür.

2.4.10 Tramvay

Sözlük anlamı itibariyle şehirlerde yol üzerinde döşenmiş özel raylarda hareket eden yolcu taşıtı olarak geçmekle birlikte, metroya göre daha az bağımsız yola sahip, diğer lastik tekerlekli türlerle ortak yolu kullanabilen, metro kadar süratli olmamakla birlikte, durak sayısı fazla olan bir toplu taşıma türüdür.

2.4.11 Deniz Araçları

Bir diğer toplu taşıma aracı olan deniz araçları, denizi kıyısı olan şehirlerde, hem şehir içi hem de şehirlerarası yolcu taşıma imkânı sağlamaktadır. Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olmasına karşın hat sayısı bakımından ve kullanım bakımından en az olan toplu taşıma türüdür. Bu yüzden ana toplu taşıma aracı olarak değil, bir aktarma aracı olarak kullanılabilir. Trafik sıkışıklığından etkilenmemekle birlikte, hava şartlarından olumsuz etkilenmektedir.

TOPLU TAŞIMADA ENTEGRASYON VE AKTARMA MERKEZLERİNİN TASARIM KRİTERLERİ

Bu bölümde toplu taşımada bütünleşmeden ve türlerin bütünleşmesi için alınacak önlemler belirtilmiştir. Aktarma merkezlerinin toplu taşımadaki yerinin önemi vurgulanmıştır.

3.1 Entegrasyon Kavramı

Kelime manasıyla bütünleşme, uyum anlamına gelen entegrasyon, farklı kapasite ve özelliklere sahip yolcu taşıma türleri ve hizmetlerinin, farklı alanlarındaki farklı talep koşulları altında özelliklerine uygun biçimde görevlendirilmeleri demektir [25].

Kentler büyüyüp yaygınlaştıkça ve yolculuk talep düzeyleri artıkça kent içinde farklı özelliklere sahip çeşitli ulaşım türlerinin bir arada işletilmesi söz konusu olmaktadır. Ulaşım türleri, farklı talep düzeyleri altında verimli çalışabilmekte, yolcularına farklı sıklık, hız ve konfor düzeylerinde hizmet sunabilmekte, durak aralıkları ve kent içindeki hizmet alanları ve koridorları farklılaşmaktadır. Farklı ulaşım türleri ile çeşitlenen kentiçi ulaşım sisteminde bir yolculuk sırasında kullanılacak ulaşım türlerinin olumlu özelliklerinin birleştirilmesi ve olumsuz özelliklerinin azaltılması için bu ulaşım türlerinin bütünleşmesi (entegrasyonu) gerekmektedir.

Kentlerde yaşam kalitesinin yükseltilmesini sağlayan temel faktörlerden birisi toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesidir. Otomobile bağımlılığın azaltılmasıyla ulaşım sisteminin etkinliğinin artırılması ve çevresel olumsuz etkilerin azaltılması temel stratejilerden biri olmaktadır. Toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ulaşımın yanı sıra sosyal bütünleşme ve sürdürülebilirliğe de olumlu katkılar sağlamaktadır.

Farklı hız, kapasite, kalite, kentsel alanlara erişim ve maliyet unsurlarına sahip olan çeşitli toplu taşıma türleri bulunmaktadır. Farklı türlerin farklı avantajlarının gerekli olan yerlerde yolcular tarafından kullanılması (örneğin yolculuğun mümkün olan kısmında hızlı bir raylı sistem aracının kullanılması) diğer ulaşım türlerine (daha yavaş olan otobüse) karşı avantajlar sağlamaktadır. Yolculuğun sadece bir kısmında bu tür hızlı bir toplu ulaşım aracının kullanılması bile çoğunlukla yolculuğun tamamında otomobil kullanmaktan daha fazla avantajlar sağlayabilmektedir. Sistemdeki aktarmalar kolaylaştırılmış ve geliştirilmişse özel ulaşım değil, toplu ulaşım türleri tercih edilecektir. Aktarmalardaki engellerin kaldırılması sonucunda her yolcu daha fazla avantajlar elde edecek ve toplu ulaşım sisteminden daha fazla yararlanacaktır. Sonuçta diğer ulaşım türleri ve otomobil karşısında toplu ulaşım türlerinin verebildikleri çoğalacak, yolcuların zaman kazancı ve sistemin verimliliği artacak, daha çekici bir toplu ulaşım sistemi oluşacaktır.

3.2 Toplu Taşımada Entegrasyon Düzenlemeleri

Toplu taşıma bütünleşmesi, aynı türler ve türler arası bütünleşmenin sağlanması hakkında bazı önermeler aşağıda verilmiştir:

3.2.1 Aktarma Alanındaki Fiziksel Düzenlemeler

Aktarma alanlarındaki durakların birbirlerine olan uzaklıkları, bilgi pano ve levhaları, duraklara iniş ve çıkışlarda kullanılan merdivenler yolcuların toplu taşımayı kullanımı konusunda etkilidir. Duraklar arası mesafenin düşük olması, ayrıca otobüs, metro, tramvay gibi diğer duraklar veya istasyonlar arası bağlantıların uygun mesafede yapılması ve özel oto, taksi gibi araçların da bu bölgelere yeterli mesafeye gelerek yolcularını indirmesi toplu taşımanın kullanımını cazip hale getiren etkenlerdir. Aktarma alanlarındaki duraklar hakkında bilgi levhalarının asılması durakların konumlarının belirtilmesi de bir diğer etkidir. Şekil 3.1 'de bir aktarma alanı şematik olarak gösterilmiştir [26]. Metro istasyonu ve otobüs duraklarının birbirine olan yakınlığı, özel otomobilden inip bu istasyonlara geçiş yeraltı yürüme tünellerinin bulunması, ayrıca yayalara özel yola paralel olarak kaldırımların bulunması şematik olarak gösterilmiştir. Aktarma merkezi tasarımında 2 durak arasındaki mesafenin yaklaşık 100 m (300 feet)'yi aşmaması gerektiği belirtilmektedir [27].



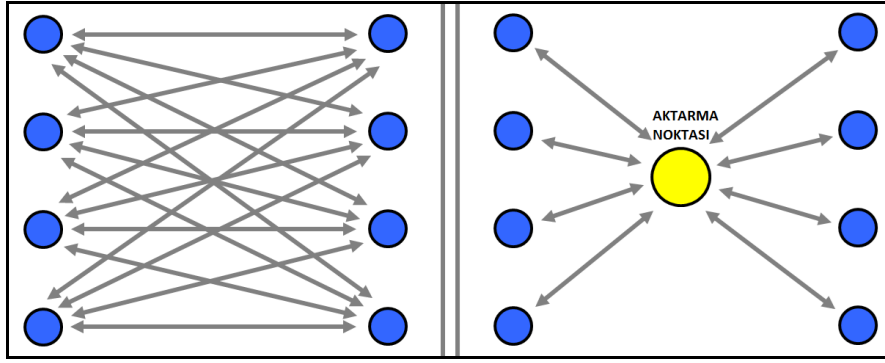
Şekil 3.1 Örnek bir aktarma alanı [26]

Bu hususlardan başka özel otomobil kullanıcıları için P+R sisteminin de yapılması, toplu taşıma kullanımını daha cazip hale getirecektir.

3.2.2 Güzergâh düzenlemesi ve şebekelerin bütünleşmesi

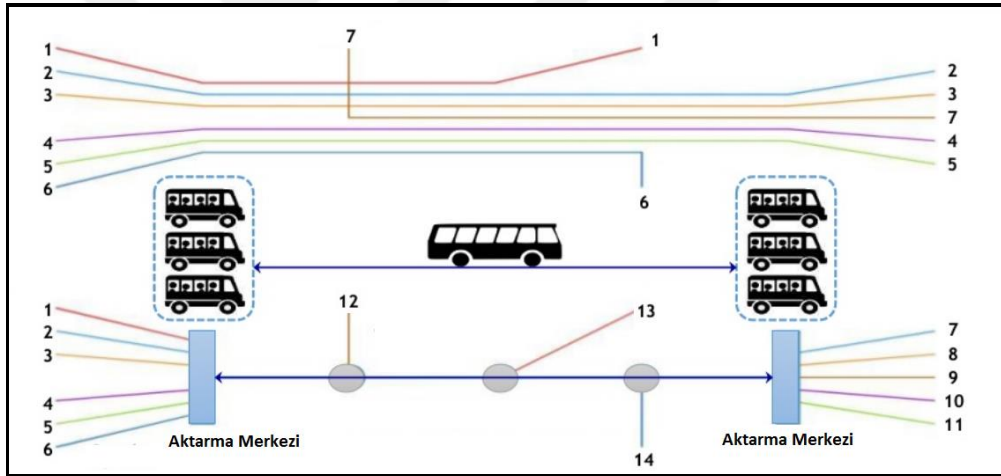
Farklı türler ve işleticilerin sunduğu hizmetler, kendi verimliliklerini ve kârlarını en üst düzeye çıkarmayı hedefledikleri için ulaşım sistemleri bir bütün olarak geliştirilememiş; birbirlerinden bağımsız işletilen türler, hizmetler ve birbirinden kopuk şebekelerle ulaşım sistemi bütünleşik bir yapıya ulaşamamıştır. Bütünleşik bir şebekede, tüm ulaşım türleri ve işleticileri talebin yüksek olduğu alanlara ve koridorlara girmeye çalışmayacak, her ulaşım türü kendi kapasitesine ve diğer özelliklerine uygun alanlarda ve koridorlarda üzerine düşen görevi üstlenecektir. Merkeze ulaşan ana koridorlarda yüksek kapasiteli türler hizmet verirken, düşük kapasiteli türler çevre alanlarda ana türleri besleyen şebekeler üzerinde çalışacak, yüksek talep oluşmayan ve ana koridorlarla çakışmayan arzu hatlarındaki talepleri karşılayacaktır.

Merkezi iş alanları gibi nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde ulaşım güzergâh ağ haritaları karmaşık yapıdadır. Hem bu bölgelerde çalışan hem de bu bölgeleri transit geçecek olan insanların mecburi güzergâhları kesişmektedir. Özellikle bu alanlarda özel otomobil kadar toplu taşıma araçlarının da yoğun olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise güzergâhların kesişmesinden kaynaklanmaktadır. Aktarma noktasının, güzergâhların değişimine etkisi Şekil 3.2'de şematik olarak gösterilmiştir. Aktarma istasyonu konularak hem işletme maliyeti azaltılabilir hem de kullanıcıların zamandan tasarruf etmesi sağlanabilir.



Şekil 3. 2 Güzergâh düzenlemesi ve aktarma istasyonu eklenmesi

Daha karmaşık toplu taşıma sistemlerinde de Şekil 3.3'te gösterildiği gibi iki adet aktarma istasyonu kurulur ve bu aktarma istasyonlarında yolculuk yapan kullanıcıların sayısına göre yüksek kapasiteli, diğer hatlarda da daha düşük kapasiteli araçlar kullanılarak işletme maliyetleri azaltılabilir [28].



Şekil 3. 3 Güzergâh düzenlemesi sonucunda farklı kapasiteli araçların kullanımı [28]

3.2.3 Bisiklet Kullanımının Teşviki

Otomobil kullanımının azaltılması için yapılması gereken bir diğer çalışma da bisiklet kullanımının teşvikidir. Yılmaz yapmış olduğu çalışmada[29], bisikletin çevre dostu bir ulaştırma aracı olduğunu, sıfır enerji tüketimi, sıfır zararlı gaz salımı, sıfır atmosfer kirliliği ve düşük kaza riski ile en ekolojik ulaşım türü olduğunu, kendisinden 10 kat daha ağır yüklerin taşınabileceğini, saatte 15-20 km hıza çıkılmak istendiğinde yürürken harcanan fiziksel enerji kadar çaba sarf etmenin yeterli olduğunu, bu yüzden ulaşım altyapısı ve entegrasyonu yapılırken bisiklet altyapısının oluşturulması ve ulaştırma sistemine entegre edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

3.2.4 Zaman tarifesi uyumu

Tüm toplu taşıma hizmetlerinin kesintisiz, tek bir sistem olarak işletilmesi ve kullanılması için toplu taşıma zaman tarifelerinin birbiri ile uyumunun sağlanması ve bütünleştirilmesi gereklidir. Aktarma yapılan türlerin birbirleri ile uyumlu olarak hazırlanmış sefer tarifelerini gösteren çizelgelerin her toplu taşıma durağına asılarak, yolculara broşürler dağıtılarak veya mobil ortamlarda (internet, cep telefonu uygulamaları gibi) yolcuların bilgilendirilmesi sağlanmalı ve bu tarifelere uyan bir işletmecilik gerçekleştirilmelidir. Otobüs ile yolculuğa başlayan kişi raylı sistem istasyonuna ulaştığında raylı sistem aracı önceden hareket etmiş ve yolcu bir sonraki treni beklemek zorunda kalmışsa otobüs besleme servislerinin zaman tarifeleri yanlış planlanmış, ya da tarifeye uyum sağlanamamıştır. Bu durumda yolcunun toplu taşıma sistemlerine güveni sarsılmakta, zaman kayıpları oluşmakta, giderek başka ulaşım alternatiflerini (alternatif toplu taşıma türlerini ya da otomobili) seçmesi söz konusu olabilmektedir. Ayrıca duraklar arası yürüme mesafesinin de zaman tarifesi hesabına katılması önemli bir husustur. Toplu taşıma sistemlerinin zaman çizelgelerinin düzenlenmesi ve aktarma noktalarındaki bekleme sürelerinin azaltılmasına ilişkin literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

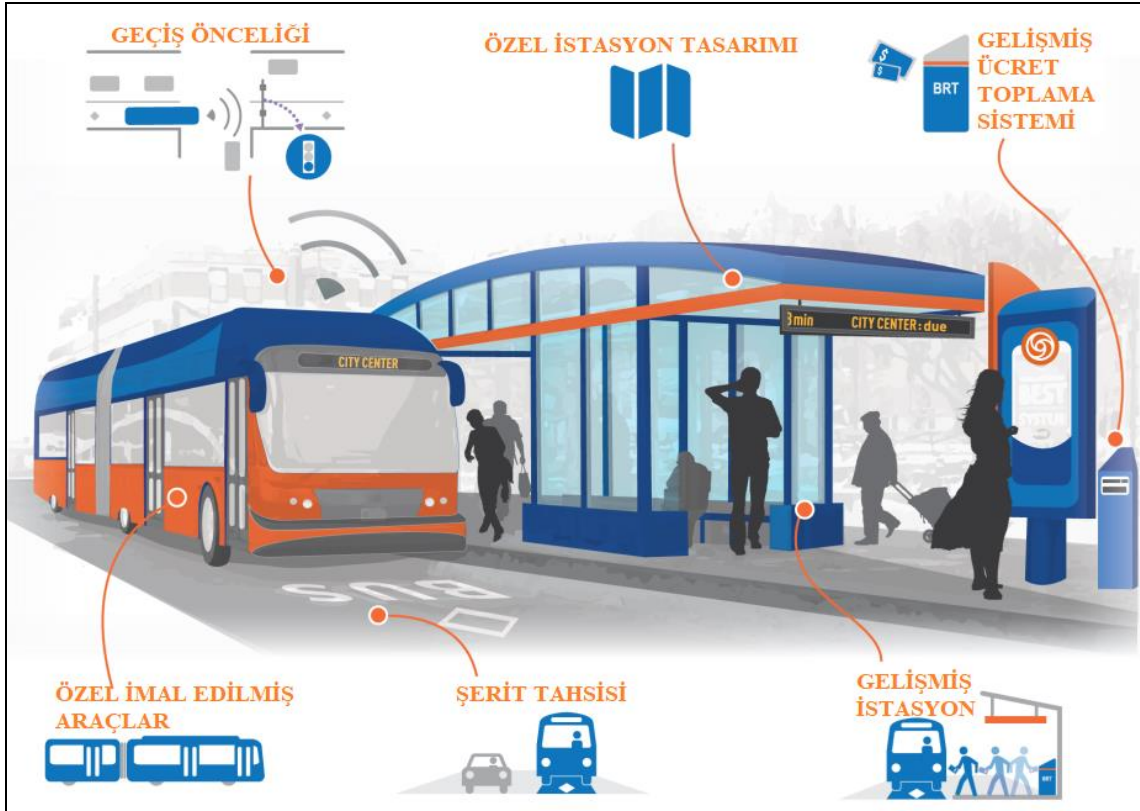
Wong ve arkadaşları 2008’de altı hattan ve pek çok aktarma noktasından oluşan Hong Kong metrosu (Mass Transit Railway - MTR) üzerinde yaptıkları çalışmada karma tam sayı programlama modelini kullanmışlardır. Bu model ile trenlerin hareket süresini, istasyonlarda bekleme süresini, terminallerden gidiş-geliş sefer süresini ve istasyonlardaki sefer sıklıklarını düzenleyerek, yolcuların bekleme süresini minimize eden bir zaman çizelgesi oluşturulmasını sağlamışlardır [30].

İstanbul metro ağı ve aktarma noktalarında istasyonlar arası yürüme ve istasyonda bekleme süreleri hesaplanmış, bu sürenin istasyonun fiziki durumuna göre değiştiği ve 5 dakikaya kadar çıktığı tespit edilmiştir [31].

3.2.5 Yolcu bilgilendirmesi, ücret ve ücretlendirme sistemleri

Yolcuların beklentilerinin karşılanması, yönlendirilmesi ve kaliteli bir toplu taşıma seyahati sağlanmasında aktarma olanaklarının eksiksiz tanıtımını sağlayacak bilgilendirme yöntemlerinin rolü büyüktür. Şekil 3.4’te bir akıllı otobüs durağının özellikleri görülmektedir [32]. Aktarma noktalarında, istasyonlarda, duraklarda ve

araçların içerisine yolcuların varmak istedikleri yere, en uygun aracın kalkış saati ve güzergâhı belirten bilgilendirme panolarının konulması, gelişmiş ücret toplama sisteminin durak içerisine bulundurulması, geçiş üstünlüğünün sağlanması, diğer türlerle zaman çizelgelerinin uyumlu hale getirilmesi, cep telefonu uygulamalarının kullanıma sunulması ve istasyonda görevli personellerce yolcuların aktarma bölgelerini sorunsuz terk etmeleri sağlanmalıdır.



Şekil 3.4 Akıllı bir durağın özelliklerinin gösterimi [32]

3.3 Aktarma

Toplu taşımada aktarma, sözlük anlamı bakımından bir taşıttan başka bir taşıta geçmek olarak adlandırılır [33]. Kullanıcılar varmak istedikleri yere tek vasıta ile ulaşamadığı durumda başka bir vasıta ile devam etmek zorundadırlar. Bu değişim İstanbulkart ücretine de yansımakta, aktarma yapan yolculardan normal ücret yerine aktarma ücreti alınmaktadır.

Büyükşehirlerde toplu taşıma kullanımının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların başlıcası yukarıda anlatıldığı üzere toplu taşıma hatlarının kısaltılması ve aktarma merkezlerinin oluşturulmasına yönelik çalışmalardır.

Bu sayede yaya sirkülasyonunun artırılması ve her noktaya araç girişi önlenerek sefer sürelerinin kısaltılması amaçlanmaktadır.

Aktarma merkezi tanım olarak, Çalışma, gezi vb. amaçlarla seyahat eden yolcuların, farklı ulaşım türlerine ilişkin duraklara erişebildiği, yoğun, hızlı taşıt ve yaya trafiğinin olduğu, ulaşım türleri arasında bağlantıların sağlandığı kentsel mekânlardır [34]. Aktarma merkezlerinde birden fazla toplu taşıma türü bulunabilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Kazlıçeşme Marmaray İstasyon girişi minibüs durağı

Kullanıcılar için aktarma merkezlerinin tasarımı aşağıdaki kriterlere göre yapılmaktadır:

3.3.1 Erişilebilirlik

Aktarma merkezleri kullanıcıların erişebileceği bölgelerde olmalıdır. Kentiçi toplu taşımada otobüs duraklarının erişilebilir olarak yerleştirilmesi ve düzenlenmesi otobüs güzergâhlarının, dolayısıyla otobüs hatlarının kullanılabilirliği ve konforunun önemli bir bileşenidir.

Toplu taşımayı cazip hale getirmek için aktarma merkezlerini besleyen toplu taşıma türlerinin aktarma merkezine yakın bir yerde yolcuları indirip bindirmesi gereklidir. Bu sayede aktarma merkezi çevresinde toplu taşıma araçlarından dolayı oluşabilecek trafik sıkışıklığı engellenmiş olur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Ayrılıkçeşme Marmaray istasyonu otobüs durağı ve istasyon girişi

Araçlara özel aktarma merkezlerinde uygun otopark yerlerinin yapılması P+R sisteminin oluşmasına ve otomobille erişilebilirliğin oluşmasına, yolcu indirecek araçların veya taksilerin aktarma merkezlerine diğer türlerden daha yakın bir yerde konumlanarak yolcu indirmesine olanak sağlanarak yolcuların özel otomobil kullanarak aktarma merkezine gelmesi ve buradan da toplu taşıma vasıtasıyla varmak istedikleri yere ulaşmasına olanak sağlar (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Kazlıçeşme Marmaray istasyonu İSPARK otoparkı ve istasyon girişi

Yayaların aktarma merkezlerine geliş ve aktarma merkezlerinden çıkışları için yeterli genişlikte yürüyüş yolları, görme engelli yolcular için kabartmalı yollar yapılması gereklidir.

Bisikletle gelen yolculara aktarma merkezlerinde bisiklet park yerinin yapılması toplu taşımada bisiklet entegrasyonuna olanak sağlar.

3.3.2 Bilgilendirme

Yolcuların beklentilerinin karşılanması, bir ölçüde yönlendirilmesi ve yolculara kaliteli bir toplu taşıma deneyimi sağlanmasında aktarma olanaklarının eksiksiz tanıtımını sağlayacak bilgilendirme stratejisinin rolü büyüktür. Gerek aktarma bölgelerinde gerekse toplu taşıma araçlarının içerisinde bilgi panoları, cep telefonu uygulamaları ve istasyonda görevli personellerce kullanıcıların aktarma bölgelerini sorunsuz atlatmaları sağlanmalıdır. Kullanıcıların gideceği yere en uygun otobüsün/minibüsün kalkacağı saati ve güzergâhı belirten, yolcuların otobüse rahatlıkla binmeleri, elektronik bilet yüklemesi yapılabilen bir biletmatik konularak toplu taşımayı hem daha cazip hale getirmekte hem de otobüslerin duraklardan daha hızlı bir şekilde ayrılması, diğer türlerle zaman tarifelerinde bir ortak çalışma yapılarak türler arası bütünleşmede kolaylık sağlamaktadır.

3.3.3 Güvenlik

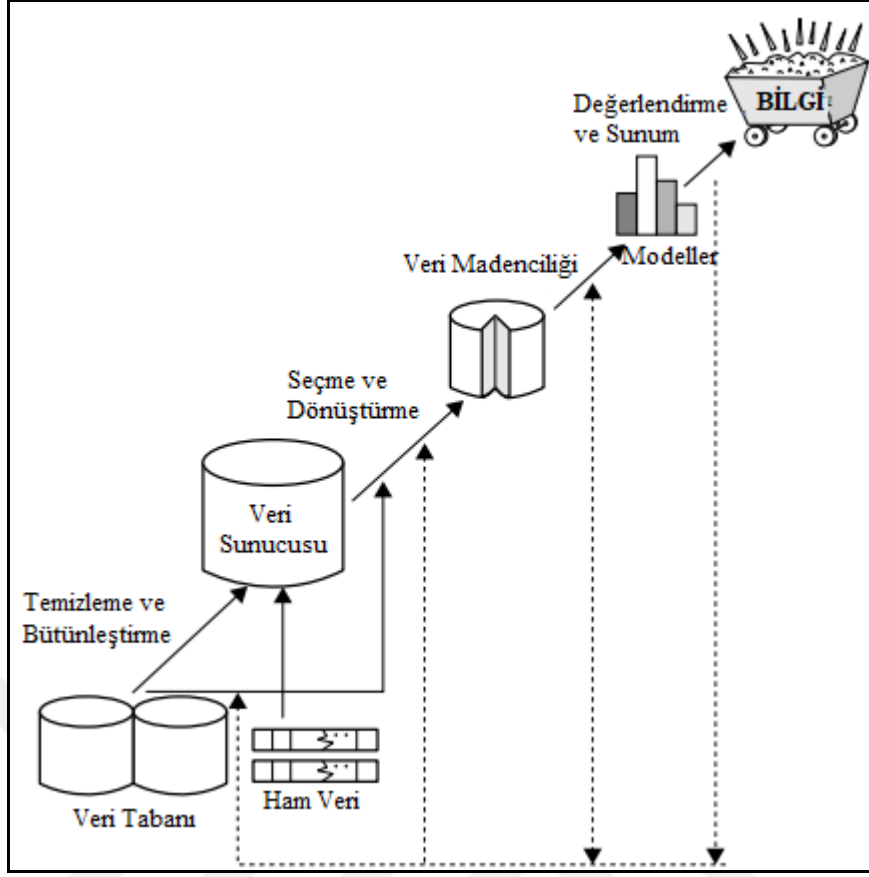
Hiçbir insan güvenliğini tehlikeye sokmak istemez. Bu bağlamda aktarma merkezlerinde hırsızlık, taciz, trafik kazası gibi tehlikelerden korunmak aktarma merkezi tasarım kriterlerinin en önemli hususudur. Otoparka park etmiş bir kullanıcının otomobilin çalınması, durak ve araç içlerinde yaşanabilecek hırsızlık ve taciz olaylarının önüne geçilmesi için özel güvenlik ve sivil polis bulundurulmalı, olabilecek terör olaylarına karşın istasyon giriş ve çıkışlarına tespit cihazları yerleştirilmelidir.

VERİ MADENCİLİĞİ VE BÜYÜK VERİ KAVRAMI

Bu bölümde veri madenciliği ve büyük veri hakkında bilgiler verilmiş, büyük veri kapsamında verilerin işletilmesine ilişkin yapılan işlemler hakkında bilgiler verilmiştir.

4.1 Veri Madenciliği

Veri madenciliği büyük ölçekli veriler arasından bilgiye ulaşma, bilgiyi madenleme işidir [35]. Teknolojinin gelişmesi ile günlük hayatta yaşanan problemlerin çözümleri için çeşitli bilgisayar programları ve yazılımlar kullanılmaya başlandı. Bu yazılımların kullanılması için öncelikle bir veri tabanının olması gerekmektedir. Ölçüm ve sayım aletleri ile bu veri tabanı oluşturulmaya başlanmasıyla veri madenciliği çalışma hayatına girmiştir. Anlık sayım ve ölçümlerden dolayı çok büyük bir veri tabanından istenilen verilerin alınıp, işlenmesi, bu verilere göre hesap yapılması kolaylığı sağlanmıştır. Veri madenciliğinde en popüler kullanım Veritabanlarında Bilgi Keşfi (VBK – Knowledge Discovery FROM Databases – KDD)'dir. Alternatif olarak veri madenciliği aslında bilgi keşfi sürecinin bir parçası şeklinde kabul görmektedir. Bu süreçteki adımlar Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 1 Bilgi keşfi sürecinde veri madenciliği adımları [36]

Şekil 4.1’de gösterilen adımlar aşağıda açıklanmıştır:

4.1.1 Veri Temizleme

Verilerde genellikle kirli, hatalı, istisnalar veya belirsizlik veyahut eksik veriler içermektedir. Hatalı ve kirli veriler, veri madenciliği sürecinde sonucu etki edebilecek şekilde hatalı sonuçların ortaya çıkarabilir. Veri temizleme, veri ön işleme, aşırı uç ve sapmış verilerin tespiti ve giderilmesi, verilerin veri madenciliği sürecine entegre edilmesi gereken tekniklere örnek olarak verilebilir.

4.1.2 Veri Bütünleştirme

Veri madenciliğinde farklı tip verilerin saklandıkları veri depolarından alınıp işlenmesi için veri bütünleşmesi gereklidir. Ortaya çıkan veri deposunda bütünleşme, fazlalıkların ve tutarsızlıkların azaltılmasına yardımcı olabilir. Bu adım, veri madenciliği sürecinin doğruluğunu ve hızını artırmaya yardımcı olur.

4.1.3 Veri Seçme

Veri seçim aşaması, kullanıcının bir veri tabanını hedeflemesini veya veri madenciliği için kullanılacak bir alan alt kümesini veya veri kayıtlarını seçmesini gerektirir. Alanın bu aşamada uygun bir şekilde anlaşılması, yararlı verilerin tanımlanmasına yardımcı olur. Ham verilerin kalitesi ve miktarı, genel olarak elde edilebilecek performansı belirler.

4.1.4 Veri Dönüştürme

Bu ön işleme adımında veriler dönüştürülür veya birleştirilir. Böylece veri madenciliği sürecinde kullanılıp, elde edilen verilerle yapılan modellerin sonuçları daha verimli olur. Veri dönüştürme yöntemleri, verileri madencilik için uygun formatlara dönüştürür.

4.1.5 Veri Madenciliği

Veri madenciliği, verilerden model çıkarmak için çeşitli karmaşık ve akıllı yöntemlerin uygulandığı temel işlemdir. Veri madenciliği süreci, birleşme, sınıflandırma, tahmin, kümeleme, zaman serileri analizi ve benzeri bir dizi görevi içermektedir.

4.1.6 Döngü Değerlendirme

Bir önceki adımın sonuçlarını değerlendirir. Bilgi ve sonuçların 1. adımdaki kriterleri izleyerek istenen cevapları verip vermediğini onaylar. Böylece tasarlanan modelin uyup uymadığı sonucuna varılabilir.

4.1.7 Bilginin Sunumu

Veri madenciliği sürecinin son aşaması, keşfedilen bilgiyi yeni eylemler veya ürünler ve hizmetler ya da stratejiler oluşturmak için kullanmak üzere raporlama ve kullanıcıyla sunma aşamasıdır.

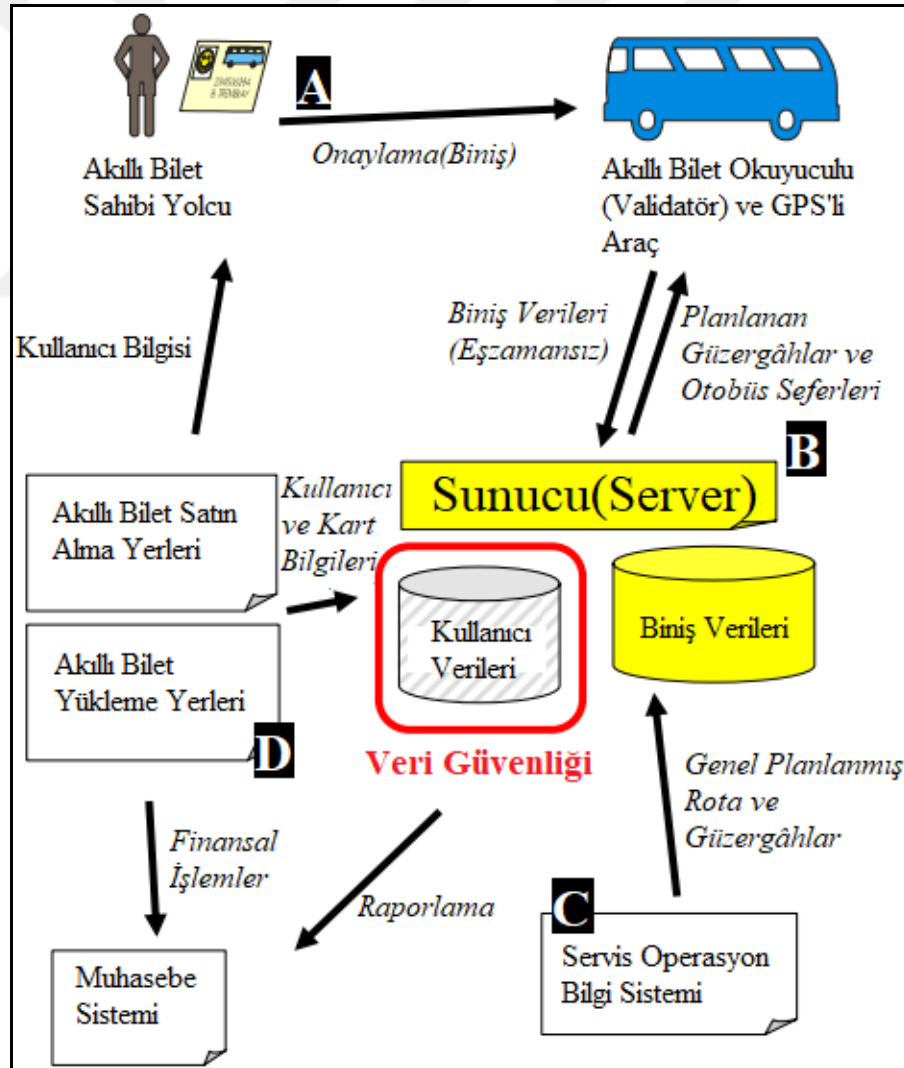
4.2 Büyük Veri (Big Data)

Hızla gelişen Dünyada bilgi ve iletişim teknolojileri ile internet kullanımını da artmıştır. Web sayfaları, trafik kameraları, sayım cihazları, sensörler otomatik ücretlendirme sistemleri, gişeler ve hatta sosyal medya sayfaları sayesinde birçok veri toplama imkânı sağlanmıştır. Çeşitli türde verilerin toplanmasıyla büyük veri (big data) kavramı ortaya

çıkış olup, birçok alanda araştırma yapılmasını, AR-GE çalışmaları ile insanlığa yeni projeler sunma imkânını getirmiştir. Bunlardan biri de toplu taşımada elektronik ücretlendirme sistemidir. Bu sistem akıllı biletler ile yapılmakta ve her yolcunun biletini kullandığında o yolcuya ait yolculuk bilgileri veri havuzuna aktarılmaktadır. Toplu taşıma sistemindeki tüm yolculuklar düşünüldüğünde, her gün milyonlarca verinin toplanması ile “büyük veri” oluşmaktadır.

4.3 Akıllı Bilet Verilerinin Depolanması ve İşlenmesi

Toplu taşımada akıllı bilet verilerinin incelenmesinde ulaştırma planlamasına yararları bulunmaktadır. Esas amacı ücret tahsilatı olmasına rağmen, akıllı bilet verileri kullanıcıların davranışlarını ölçerek, toplu taşıma hizmetinin iyileştirilmesine yardımcı olabilmektedir. Akıllı bilet sistemi veri akışının adımları Şekil 4.2’de gösterilmiştir [12].



Şekil 4. 2 Akıllı bilet sistemi [12]

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere akıllı bilet sahibi her bir yolcu bir araca bindiğinde (Adım A), bir işlem kaydedilir. Okuyucu (validatör) akıllı bileti rota numarası, yön ve ücret politikası gibi basit operasyonel bilgileri esas alarak onaylar. Aynı anda kullanıcının konumu belirlenir (GPS). Aracın sahip olduğu tüm veriler günün sonunda veri tabanına işlenir. B adımında ertesi güne ait tüm operasyonel bilgiler araçtaki okuyucuya (Validatör) yüklenir (Adım B). Yani sunucu hem kullanıcı verilerini, hem de araç verilerini ayrı ayrı saklar. Saklanan bu verilerin güvenliğini de sağlar. Sunucu ise operasyonel bilgileri servis operasyon bilgi sisteminden alır (Adım C). Sunucu işletmenin muhasebe sistemi ile sürekli veri alışverişi yapar (Adım D). Akıllı bilet verilmesinden ve ücret yüklenmesinden muhasebe sistemi sorumludur[36].



İSTANBUL'DA TOPLU TAŞIMA VERİLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde İstanbul'da toplu taşıma ile yapılan yolculuklar İstanbulkart verileri kullanılarak incelenmiştir. İstanbulkart kullanımı olmadan yapılan yolculuklar (minibüs, dolmuş taksi vs.) çalışmaya dâhil edilmemiştir.

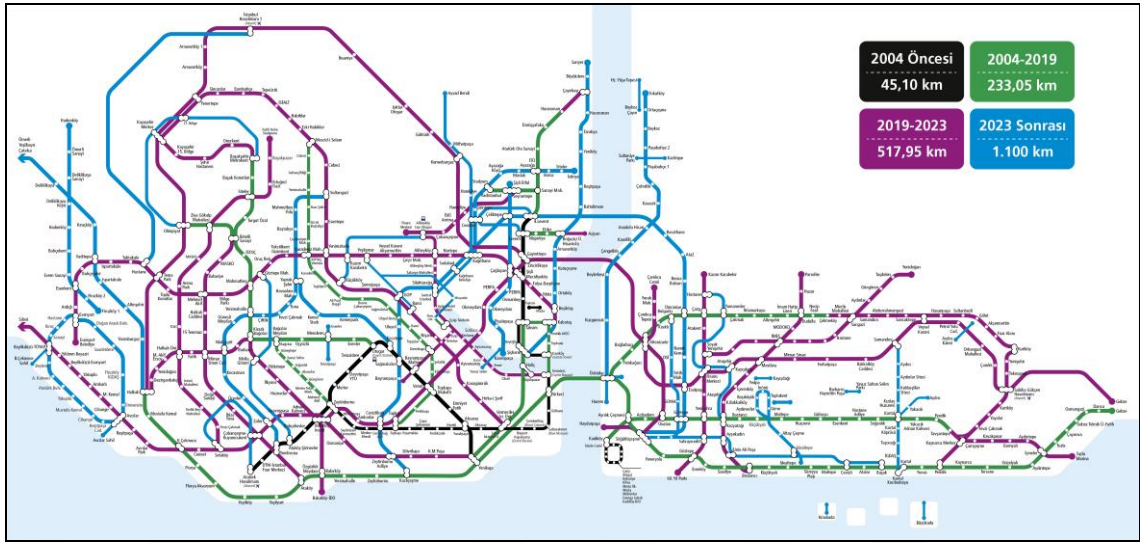
5.1 Çalışma Kapsamı

İstanbul ili yaklaşık 15 milyona varan nüfusu ile Ülkemizin en kalabalık şehridir. Şehirleşme genel olarak doğu-batı yönünde gelişmekte olup karayolu ulaşımı TEM, D100 ve Kuzey Marmara Otoyulunun yanı sıra bir de sahil yolu ile sağlanmaktadır (Şekil 5.1). Şekil 5.1'de gösterilen karayolu ağına ilaveten Kuzey Marmara Otoyolu, Yavuz Sultan Selim Köprüsü ile Avrasya Tüneli hizmete girmiştir.



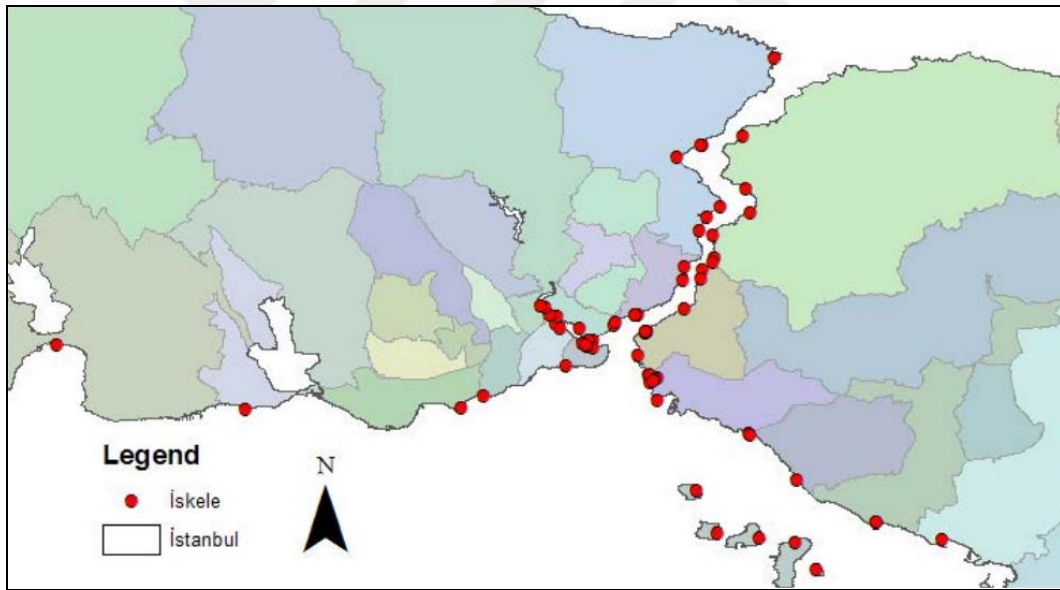
Şekil 5. 1 İstanbul karayolu ağ haritası [37]

Demiryolu taşımacılığı konusunda İstanbul'da 2018 yılı itibariyle yaklaşık 170,05 km'lik demiryolu ağı bulunmakta olup 2023 yılında bu rakamın 517,95 km ve 2023 yılında ise 1.100 km olması planlanmaktadır (Şekil 5.2) [38].



Şekil 5.2 İstanbul raylı sistemler ağ haritası [38]

Kara ve demiryolu ulaşimleri yanı sıra deniz yolculuğu imkânı da bulunmakta olup kara ve demiryolu taşımacılığına nazaran daha az istasyon ve erişim ağına sahiptir.



Şekil 5.3 İstanbul'da deniz toplu ulaşımında kullanılan iskeleler[39]

İstanbul'da deniz yolu toplu taşımacılığı İDO, İstanbul Şehir Hatları A.Ş., Dentur, Turyol, Mavi Marmara ve diğer özel işletmeler tarafından yapılmakta olup, kullanımına açık olan toplam 69 iskele ve 41 hat bulunmakla birlikte şehirler arası seyahat imkânı da bulunmaktadır [40].

5.2 Verilerin incelenmesi

İstanbul'un tamamına ait toplu taşıma kullanıcıların istanbulkart verileri üzerinde çalışılmıştır. Minibüs, dolmuş taksi vb. istanbulkart kullanımı olmadan yapılan yolculukların verileri bulunmadığından, bahse konu türler çalışmada yer almamıştır.

İstanbulkart sistemi İ.E.T.T., metro, özel halk otobüsü, özel deniz işletme, diğer özel ve kurumsal işletmeler ile bütünleşik bir sistem olduğundan sadece toplu taşıma kullanımına değil, üye iş yerlerinin yemek, alışveriş, park ücretlerinin ödenmesi gibi hizmet sektöründe de kullanılmaktadır. Üye işyeri; Belbim A.Ş. ile yapılan anlaşma çerçevesinde 6493 sayılı Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları hakkında kanuna uygun olarak verilecek hizmet karşılığı istanbulkart'ı ödeme aracı olarak kabul eden iş yerleridir [41]. Çizelge 5.1'de istanbulkart kullanımının yapıldığı üye iş yerleri verilmiştir:

Çizelge 5. 1 İstanbulkart kullanımı yapılan yerler [41]

ELEKTRONİK PARA KABUL EDEN ÜYE İŞYERLERİ		
Faaliyet Alanı	Sektör	Üye İşyeri
Toplu Taşıma Elektronik Ücret Toplama	Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım	Artvin Belediyesi (Artvinkart İstanbul'da kullanılabilir.)
		Günaydın Tur - Çimen Tur Adi Ortaklığı
		İBB Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü
		İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü
		İstanbul Halk Ulaşım San. Tic. A.Ş.
		İstaş İstanbul Çift Katlı Ulaşım Petrol Turizm Ve San. Tic. A.Ş.
		Kentiçi İstanbul Katlı Özel Halk Otobüsleri Taşıma Hizmetleri A.Ş.
		Makbul Celep (Bağımsız Özel Halk Otobüsü)
		Mavi Marmara Ulaş. Tur. Petr. Otomotiv A.Ş.
		Mehmet Şirin Varışlı (Bağımsız Özel Halk Otobüsü)
		Necmi Çatalkaya (Bağımsız Özel Halk Otobüsü)
		İstanbul Otobüs İşletmeleri A.Ş.(Erguvan Otobüsleri ve İst. Hava Limanı Toplu Taşıma Hat İşletmesi.)
		Öztaş Ulaşım İnş. Petrol Turizm San. Tic. A.Ş.
		Özulaş Toplu Taşıma Ve Tic. A.Ş.
	Yeni İstanbul Halk Otobüsleri A.Ş.	
Lastik Tekerlekli Özel Ulaşım	Özçetinler Turizm Taşımacılık İnş. Tem. Ve Tic.Ltd. Şti. (Sabahattin Zaim Üniversitesi)	

	Deniz Ulaşım	Beyden Deniz Ulaşım Hizmetleri Turizm Ve Tic. Ltd. Şti.
		Dentur Avrasya-Avrasya Deniz Taşı. Turizm Hiz. İnş. San. Tic. A.Ş.
		İDO İstanbul Deniz Otobüsleri Sanayi Ve Tic. A.Ş.
		İstanbul Şehir Hatları Turizm Sanayi Ve Tic. A. Ş.
		Prens Tur S.S. İstanbul Kartal Deniz Yolcu Yük Ve Turizm Taşımacılığı Motorlu Taşıyıcılar Koop.
		S.S. Boğaziçi Yolcu Ve Turizm Deniz Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi
		S.S. Mavi Marmara Deniz Yolcu Eşya Turizm Mot. Taşıyıcılar Koop.
		Turyol S.S.Turizm&Yolcu Deniz Taşıyıcılar Koop.
	Raylı Ulaşım	Metro İstanbul San Ve Tic. A.Ş.
		TCDD Taşımacılık A.Ş.
Otopark İşletmeciliği ve Taksi Hizmeti	Parklama	İspark İstanbul Otopark İşletmeleri A.Ş.
Şehir Plaj ve Tuvalet İşletmeciliği	Şehir Plaj Tuvalet	İsper İstanbul Personel Yönetim A.Ş.
Bisiklet Kiralama Hizmeti	Bisiklet Kiralama	Bnb Mühendislik Çevre Danışmanlık İnşaat San. Tic. Ltd. Şti
Perakende Mal Alımı	Yeme-İçme	Beltur Büyük İstanbul Eğitim Turizm Ve Sağlık Yat. İşl. Ve Tic. A. Ş.
	Kantin İşletmesi	Fatih Dilek Gıda San. Ve Tie. A.Ş. (Sabahattin Zaim Üniversitesi)
	Sosyal Tesis İşletmesi	İBB Destek Hizmetleri Daire Başkanlığı İşletmeler Müdürlüğü (Sosyal Tesisler)
	Zincir Market	Migros Ticaret A.Ş.
Otomat İşletmeciliği	Su Otomatı	Renova Bilişim Otomat Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.(Hamidiye)
ÖDEME HİZMETİ ALAN ÜYE İŞYERLERİ		
Faaliyet Alanı	Sektör	Üye İşyeri
Sosyal Yardım Kart İşletimi	Zincir Marketler	Carrefoursa - Carrefour Sabancı Ticaret Merk. A.Ş.
		Çağrı - Çağrı Gıda Temiz. Mad. İnş. San. Ve Tic A.Ş.
		Happy - Altun Gıda İhtiyaç Tüketim Mad. İnş.
		Kim - Ersan Alışveriş Hiz. Ve Gıda San. Tic A.Ş.
		Migros Ticaret A.Ş.
		Onur - Özen Alışveriş Hizmetleri A.Ş.
		Rammar - Şafak Gıda Ve Day. Tük. Mad. Tic. San. A.Ş.
	Şok Marketler Ticaret A.Ş.	
Unlu Mamul Alımı	İstanbul Halk Ekmek A.Ş.	

5.3 İstanbulkart Bilet Tipleri

İstanbulkart'ta kullanıcılarına özel 43 farklı bilet tipi bulunmaktadır. Bunlardan en çok kullanılan bilet tipleri Çizelge 5.2'de gösterilmiştir. En çok kullanılan bilet tipi yaklaşık 76 milyon kullanım ile tam bilet tipi olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5. 2 Bilet tipleri

Bilet Tipleri	Tanımı
Tam Bilet	Toplu taşımayı kullanmak isteyen her vatandaşın alabileceği genel bir kart türüdür.
İndirimli Bilet (Öğrenci)	Toplu taşımada uygulanan indirimli tarifeyi kullanmaya hak kazanan kişilere verilen kişisel kartlardır. (Öğrenci)
İndirimli Bilet Tip 2 (Sosyal Kart)	Toplu taşımada uygulanan indirimli tarifeyi kullanmaya hak kazanan kişilere verilen kişisel kartlardır. (Öğretmen, Yaşlı)
Mavi Kart	İstanbulkart içine yüklenen fiyatı ve kullanım koşulları UKOME tarafından belirlenen aylık abonman yüklenerek kullanılan karttır.
Ücretsiz Bilet	Toplu taşımada uygulanan ücretsiz tarifeyi kullanmaya hak kazanmış kişilere verilen kişisel karttır. (65 yaş, engelli, gazi, şehit eşleri, milli sporcu vs.)

1 Ekim-31 Ekim 2018 tarihleri arası İstanbul'da kullanılan tüm toplu taşıma verileri BELBİM A.Ş.'den temin edilmiştir. Temin edilen bu veriler hem çok fazla miktarda hem de CSV formatında olduğundan Microsoft SQL Server veri programında çalıştırılmış, istenilen bilgiler ilgili komutlarla elde edilmiştir. Her kullanıcının toplam 54 tür verisi olduğundan gereksiz veriler çıkarılmış ve aşağıdaki 17 kullanıcının verilerine ait temsili tablo oluşturulmuştur (Şekil 5.4).

Tarih	AraçId	ÖncekiOperatorGrubu	ÖncekiOperator	OperatorGrubu	Operator	Hat	KapıNo	YolTipi	MedyaSerino
2018-10-01 00:05:54.000	0C84D13D00000075	Özel Halk Otobüsü	Öz Ulaşım	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	90D	C-1952	Otoyol	04348C8A...
2018-10-01 00:05:51.000	0C84D13D00000075	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	90D	C-1952	Otoyol	04335282...
2018-10-01 01:18:38.000	0C2B6543000000E0	IETT	Metrobüs	IETT	Metrobüs	34Z	M4823	Otoyol	046D360A...
2018-10-01 01:41:30.000	0C057C43000000CA	IETT	Metrobüs	IETT	Metrobüs	34Z	M4876	Otoyol	044D14C2...
2018-10-01 02:40:16.000	0CB99943000000B8	Özel Halk Otobüsü	İstanbul Halk Ulaşım	IETT	Metrobüs	34Z	M4850	Otoyol	04182312...
2018-10-01 03:15:47.000	0C057C43000000CA	Özel Halk Otobüsü	İstanbul Halk Ulaşım	IETT	Metrobüs	34Z	M4876	Otoyol	043D652A...
2018-10-01 01:41:37.000	0C057C43000000CA	IETT	Metrobüs	IETT	Metrobüs	34Z	M4876	Otoyol	0431221A...
2018-10-01 02:44:52.000	0C612A43000000DC	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	IETT	Metrobüs	34Z	M4896	Otoyol	044C73C2...
2018-10-01 02:40:20.000	0CB99943000000B8	IETT	IETT (Otobüs)	IETT	Metrobüs	34Z	M4850	Otoyol	04182312...
2018-10-01 04:41:04.000	0C057C43000000CA	IETT	IETT (Otobüs)	IETT	Metrobüs	34Z	M4876	Otoyol	04280F0A...
2018-10-01 00:03:27.000	0CFFBD3300000030	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	15BK	C-1535	Otoyol	04736E3A...
2018-10-01 00:11:58.000	0C94CA3300000037	Özel Halk Otobüsü	Öztaş	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	15BK	C-1517	Otoyol	042942FA...
2018-10-01 05:42:33.000	2D7F2190A0000D5	Özel Halk Otobüsü	Öztaş	IETT	IETT (Otobüs)	180	K1751	Otoyol	046A7A22...
2018-10-01 00:26:59.000	0C94CA3300000037	IETT	IETT (Otobüs)	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	15BK	C-1517	Otoyol	04637FEA...
2018-10-01 05:42:36.000	2D7F2190A0000D5	Otobüs A.Ş.	Otobüs A.Ş.	IETT	IETT (Otobüs)	180	K1751	Otoyol	04214CE2...
2018-10-01 03:50:28.000	2D06804309000048	Özel Halk Otobüsü	Öztaş	IETT	IETT (Otobüs)	130A	O3167	Otoyol	04642EF2...
2018-10-01 00:17:41.000	2DF27243090000C3	Özel Halk Otobüsü	Öz Ulaşım	IETT	IETT (Otobüs)	130A	O2290	Otoyol	046E5612...

Şekil 5. 4 Ham İstanbulkart verileri

Şekil 5.4 incelendiğinde gösterilen veri tipleri Çizelge 5.3’de açıklanmıştır.

Çizelge 5. 3 Veri tipleri ve açıklamaları

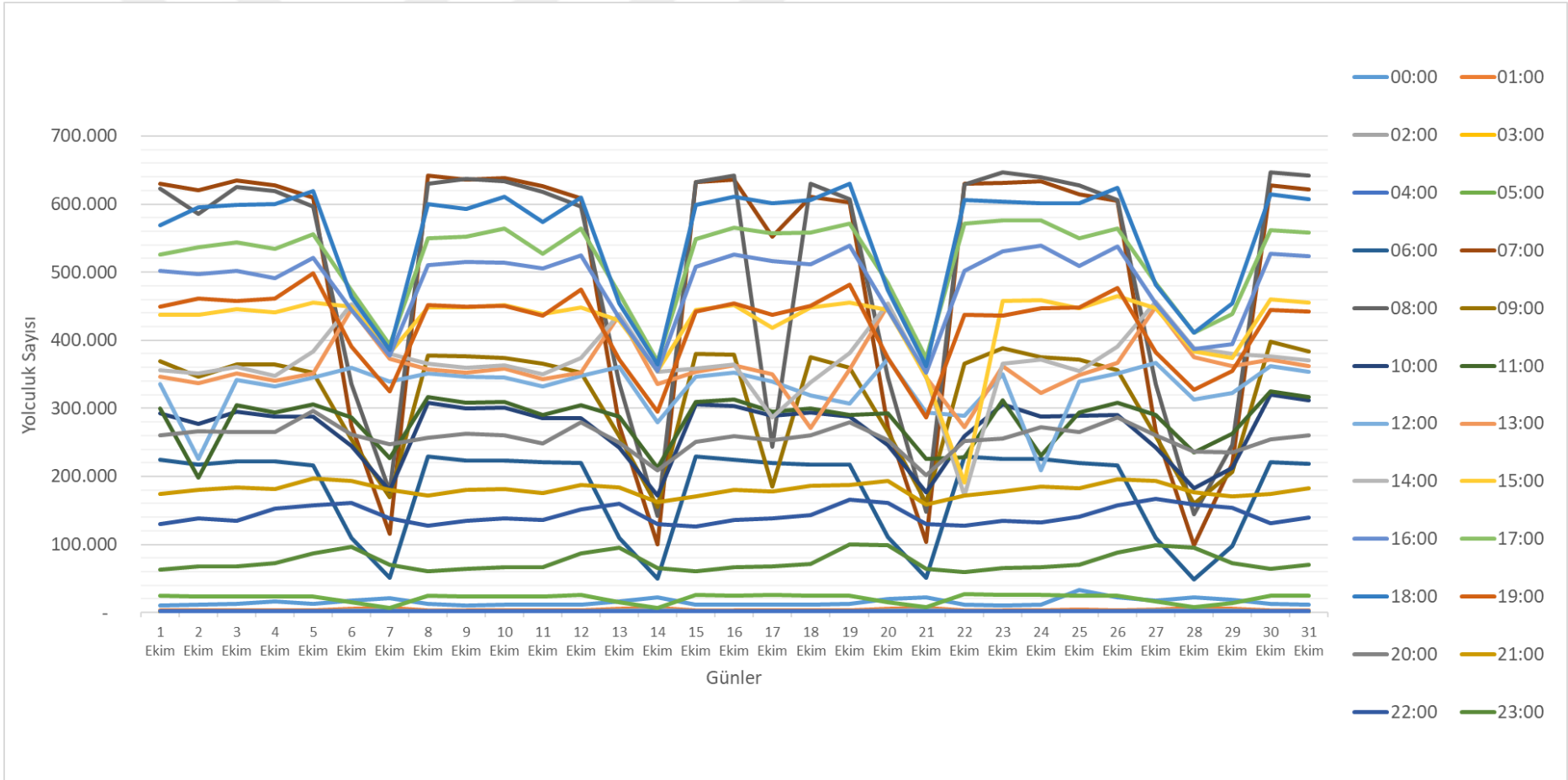
Veri Tipleri	Açıklaması
Tarih	İstanbulkartın cihaza(validatör) okutulduğu tarih ve saat
Araç ID	Yolcunun bindiği araç numarası
Önceki Operatör Grubu	Yolcunun bir önceki yolculuğunda kullandığı TT türü işletmesi
Önceki Operatör	Yolcunun bir önceki yolculuğunda kullandığı TT türü
Operatör Grubu	Yolcunun kullandığı TT türü işletmesi
Operatör	Yolcunun kullandığı TT türü
Hat	Kullanılan TT türü hat numarası
Kapı No	İstanbulkartın kullanıldığı turnikenin bulunduğu kapı
Yol Tipi	Kullanılan TT türünün karayolu, raylı sistemler veya denizyolu toplu taşıma türü olduğunu gösterir.
Medya Seri No	Yolcunun İstanbulkart kimlik numarası (İstanbulkart sahibi her yolcunun farklı bir medya seri numarası bulunmaktadır.)
Bilet Tipi	Yolcunun istanbulkart türünün belirtildiği sütun

5.4 Aylık Toplu Taşıma Kullanımının İncelenmesi

Haftaiçinde ev-iş ve haftasonlarında ev-gezi gibi yolculuklar olduğundan toplu taşıma kullanımında farklılık göstermektedir. Bir aylık toplu taşıma kullanımının saatlik değişimi Çizelge 5.4’de gösterilmiş ve Şekil 5.5’te değişim grafiği gösterilmiştir.

Çizelge 5. 4 Toplu taşıma kullanımının saatlik değişimi

Gün/Saat	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
1 Ekim	10.901	2.833	1.613	1.026	1.467	24.476	224.648	629.816	622.362	369.713	292.913	299.746	335.759	346.499	355.659	437.244	501.677	525.694	568.756	448.984	260.385	173.774	129.728	62.649
2 Ekim	11.404	2.969	1.396	1.098	1.517	23.030	217.872	620.715	585.449	346.463	277.029	198.056	225.916	336.760	351.234	437.793	497.010	536.180	595.292	461.547	266.768	180.714	137.850	67.414
3 Ekim	12.466	3.277	1.597	1.120	1.525	23.713	222.599	634.360	625.587	364.778	295.465	304.106	341.471	351.827	360.444	445.965	502.369	543.540	598.626	457.805	264.959	184.378	134.809	67.574
4 Ekim	16.100	3.373	1.670	1.137	1.663	23.896	222.052	627.238	619.736	364.458	287.483	293.404	332.720	341.020	347.481	440.513	490.845	534.331	599.834	461.423	264.724	181.370	152.617	72.001
5 Ekim	12.991	3.529	1.975	1.267	1.539	23.326	216.256	609.335	596.830	352.917	287.853	305.224	345.420	350.779	383.207	455.711	520.871	556.247	619.454	498.711	296.183	197.208	157.308	86.751
6 Ekim	17.537	5.204	2.887	1.872	1.967	14.631	109.600	274.794	335.371	254.422	244.447	287.099	360.100	445.188	452.410	449.747	444.753	472.828	464.212	390.516	260.985	193.297	160.649	96.211
7 Ekim	21.126	6.525	3.722	2.334	2.157	7.208	50.499	115.837	177.519	169.707	179.378	226.737	339.846	372.486	380.308	380.599	377.828	393.578	386.463	324.851	247.707	180.644	138.896	70.655
8 Ekim	12.765	3.313	1.682	1.086	1.702	25.083	229.793	641.850	629.906	377.900	308.761	316.138	350.690	356.850	365.063	448.541	509.815	549.762	599.778	451.303	256.172	172.223	127.659	60.223
9 Ekim	10.897	2.730	1.372	855	1.473	23.783	223.429	636.362	636.672	375.918	299.328	307.725	345.970	352.839	359.220	448.572	515.595	552.101	593.431	449.922	262.170	179.685	134.430	63.915
10 Ekim	11.309	2.937	1.569	962	1.524	23.728	223.280	637.783	633.173	373.810	301.387	309.858	345.778	357.907	362.633	452.157	513.943	564.243	611.249	450.102	260.359	180.835	138.566	66.920
11 Ekim	12.006	3.287	1.787	1.098	1.606	23.678	220.421	626.820	618.506	365.807	286.070	290.248	332.296	343.214	350.269	439.021	505.836	526.565	574.135	435.931	248.469	175.618	135.609	66.186
12 Ekim	11.873	2.934	1.641	1.106	1.677	25.635	219.099	608.861	596.830	352.910	285.178	304.387	347.811	352.475	373.721	447.797	524.360	564.235	609.788	473.940	279.181	187.346	151.359	86.631
13 Ekim	16.782	5.061	2.837	1.889	1.931	14.843	110.063	274.993	337.211	258.568	242.320	288.137	360.700	437.513	438.558	428.916	432.117	468.981	454.282	372.098	249.300	183.280	160.352	95.669
14 Ekim	21.988	6.444	4.071	2.535	2.162	7.284	49.422	99.693	141.776	155.502	171.259	212.627	280.052	336.106	353.639	354.907	355.323	369.714	364.685	295.438	209.161	162.096	130.475	65.396
15 Ekim	12.111	3.086	1.693	1.046	1.595	25.914	229.222	631.921	632.617	380.380	306.222	309.261	346.959	353.865	357.947	444.190	508.400	549.208	598.607	441.597	250.752	170.076	126.605	60.876
16 Ekim	11.019	2.720	1.355	1.048	1.545	24.894	224.027	636.385	642.477	379.298	303.061	312.440	351.905	362.689	364.650	452.260	525.295	565.480	610.976	454.502	259.521	180.225	136.510	66.001
17 Ekim	11.868	3.176	1.702	1.017	1.581	25.346	220.198	636.697	642.207	379.298	303.061	312.440	351.905	362.689	364.650	452.260	525.295	565.480	610.976	454.502	259.521	180.225	136.510	66.001
18 Ekim	12.090	3.086	1.672	1.178	1.709	24.662	217.139	610.553	630.032	375.502	294.117	299.731	318.758	271.549	338.284	447.777	511.725	558.228	605.762	449.988	260.087	185.787	142.976	71.383
19 Ekim	13.037	3.308	1.783	1.260	1.641	24.581	216.741	601.914	606.918	359.671	287.614	290.469	307.550	357.371	381.485	454.931	538.998	571.361	629.851	481.967	280.031	187.835	166.435	100.560
20 Ekim	19.365	5.300	2.997	1.935	1.990	15.497	110.391	272.152	344.919	264.690	246.410	292.773	372.629	451.518	453.673	444.752	444.185	483.938	473.807	373.990	252.962	193.027	161.022	99.165
21 Ekim	22.646	6.424	3.949	2.448	2.252	7.753	51.209	103.507	147.950	161.515	177.127	225.220	293.251	345.849	346.211	346.117	352.928	373.430	361.906	286.457	201.216	158.411	129.482	64.610
22 Ekim	12.075	3.175	1.712	1.126	1.691	26.813	229.616	629.945	628.925	366.091	259.366	227.940	288.927	272.560	172.398	191.428	501.657	570.913	606.530	437.621	251.735	171.431	127.758	59.350
23 Ekim	10.945	2.806	1.397	956	1.591	25.523	225.173	630.930	646.522	387.799	305.366	311.267	350.182	362.272	365.349	457.361	530.138	576.396	603.506	436.313	255.165	177.893	134.744	65.635
24 Ekim	11.927	3.089	1.473	1.106	1.665	25.647	225.553	633.411	639.932	374.897	287.727	229.886	209.060	322.849	371.585	459.209	539.501	576.070	601.230	446.468	271.902	185.263	132.094	66.810
25 Ekim	32.662	4.811	1.678	1.069	1.724	25.126	220.236	614.659	627.368	371.131	289.420	294.263	339.414	349.418	354.534	447.464	509.071	550.001	601.077	447.788	265.383	182.475	140.498	70.634
26 Ekim	22.795	3.547	1.829	1.082	1.653	25.318	216.243	604.709	605.748	355.965	290.127	308.613	351.688	366.563	390.442	464.615	537.970	563.986	624.541	477.121	286.656	195.265	158.018	88.038
27 Ekim	18.020	4.990	2.907	1.964	2.116	16.294	109.632	266.495	335.756	259.005	242.456	290.786	367.221	449.452	456.881	447.512	453.782	483.942	482.128	382.878	260.216	192.827	167.626	98.466
28 Ekim	22.325	6.388	3.686	2.338	2.309	7.418	48.076	98.985	143.795	160.207	182.652	235.391	312.556	374.597	388.796	383.360	387.460	410.507	411.347	327.774	236.578	176.297	159.138	95.591
29 Ekim	18.312	5.373	3.081	2.004	2.263	14.456	98.188	218.237	245.984	206.516	212.560	262.448	322.163	362.605	380.330	374.493	394.313	438.749	453.804	354.338	234.876	170.418	153.999	73.167
30 Ekim	13.257	3.316	1.921	1.222	1.631	25.296	221.071	627.994	646.827	398.358	320.369	325.477	362.600	371.429	376.762	459.619	526.774	561.527	614.321	444.075	254.890	174.193	131.564	63.689
31 Ekim	11.620	2.935	1.548	1.015	1.640	24.994	218.337	621.866	641.727	382.958	311.244	316.758	353.340	362.502	370.924	455.476	523.736	558.506	607.501	442.206	259.921	182.723	140.138	70.367



Şekil 5. 5 Toplu taşıma kullanımının saatlik değişimi grafiği

Şekil 5.5'te görüldüğü üzere 7,8,13,14,20,21,27 ve 28 Ekim günleri sırasıyla Cumartesi ve Pazar günlerine denk geldiğinden dolayı bu günlerde toplu taşıma kullanımı düştüğü görülmüştür. 1-31 Ekim 2018 tarihleri arasında toplam 192.566.154 yolculuk gerçekleşmiştir. Yolculuk sayılarının ortalamaları hafta içi 6.691.120, hafta sonu 5.051.421 ve günlük yolculuk ortalaması ise 6.213.506'dır.

5.5 Ulusal Ve Uluslararası Etkinlik Günlerinde Toplu Taşıma Kullanımının İncelenmesi

İstanbul'da toplu taşıma kullanımı genel itibariyle gündüz saatlerinde yüksek, akşam saatlerinde ise düşüktür. Ancak ulusal ve uluslararası etkinliklerin olduğu günlerde, etkinliğin akşam olması durumunda bu sayılarda değişiklik göstermektedir. Etkinlik öncesi ve sonrası etkinliğin yapıldığı yerlerdeki toplu taşıma kullanım sayılarında değişiklik gözlenmiştir.

5.5.1 29 Ekim Cumhuriyet Bayramı

29 Ekim günü Cumhuriyetin kuruluş yıldönümü olması hasebiyle ülkemiz genelinde kent meydanlarında kutlamalar yapılmakta, bu kutlamalara gidişler özel araç, servis ve toplu taşıma ile olmaktadır. 29 Ekim 2018 günü toplu taşıma kullanımı ile diğer günlerin kullanımı arasındaki değişiklik Şekil 5.5'te gösterilmiştir. 29 Ekim Cumhuriyet Bayramı tatili de Pazartesi gününe denk geldiğinden, Şekil 5.5'te görüldüğü üzere bu günde de kullanımın düştüğü tespit edilmiştir. Sabah ve akşam zirve saatlerinde 29 Ekim günü, hafta içi günlerinin, Pazartesi günlerinin, hafta sonları ve tüm toplu taşıma kullanımının ortalaması hesaplanmış ve Çizelge 5.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. 5 29 Ekim günü, hafta içi, pazartesi, haftasonu ve tüm günlerin ortalama kullanımı

	Ortalama	Değişim Oranı	07:00-10:00	16:00-19:00
29 Ekim Günü	208.445	-	223.579	428.955
Hafta İçi Ortalama	278.797	25,23%	530.153	558.160
Pazartesi ortalaması	273.035	23,66%	545.119	549.233
Haftasonu Ortalaması	210.476	0,96%	214.765	421.005
Genel ortalama	260.578	20,01%	446.050	521.585

Çizelge 5.5'teki sonuçlara göre 29 Ekim Pazartesi gününde toplu taşıma kullanımı, hafta içi kullanımına göre %25,23, Pazartesi günleri kullanımının ortalamasına göre %23,66, hafta sonları kullanım ortalamasına göre %0,96 ve 1 aylık ortalama kullanıma göre %20,01 azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalma zirve saatlerdeki kullanımda da görülmüştür.

5.5.2 24 Ekim Galatasaray- FC Schalke 04 futbol müsabakası

Uluslararası etkinlik olan UEFA Şampiyonlar Ligi ülkemizde de rağbet görmektedir. Anılan etkinlik Şişli ilçesi Seyrantepe mevkiinde bulunan Türk Telekom Stadyumunda yapılmış ve yaklaşık 47 bin seyirci maça iştirak etmiştir [42]. Stadyuma ulaşım, özel otomobillerin yanı sıra, M2 Yenikapı-Hacıosman metro hattı ve çeşitli otobüs hatlarıyla sağlanmaktadır. Bu bağlamda 24 Ekim saat 22:00'de olan müsabaka öncesinde ve sonrasında yapılan yolculuk sayıları incelenmiştir. Buna göre 24 Ekim Çarşamba günü toplu taşımayı kullanan yolcu sayısı 6.618.354 olup 1 aylık ortalama 6.213.506'dır. 24 Ekim günü müsabaka öncesi ve sonrasında toplu taşıma kullanımındaki değişiklikler Çizelge 5.6'de gösterilmiştir. Buna göre müsabaka öncesi ve sonrasında toplu taşıma kullanım sayılarında artış söz konusudur.

Çizelge 5. 6 24 Ekim 2018 günü 20:00-00:00 saatleri arasındaki toplu taşıma kullanım sayıları

Gün/Saat	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	TOPLAM KULLANIM
24 Ekim 2018 Çarşamba	271.902	185.263	132.094	66.810	32.662	6.618.354
Çarşamba Günleri Ortalaması	259.563	181.536	137.958	68.230	11.816	6.602.161
1 Aylık Ortalama	256.317	180.319	143.505	74.793	15.476	6.213.506

5.6 Operatörlerin kullanım sayılarının hesabı

İstanbul'da toplu taşıma İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin iştirak şirketleri, İ.E.T.T., Özel halk otobüsleri, T.C.D.D., Özel deniz işletme şirketleri gibi ulaştırma şirketleri tarafından yapılmaktadır. Bu işletmelerin lastik tekerli olanlardan en çok metrobüs hattının 26.771.563 kez kullanıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5. 7 Operatörlerin kullanım sayıları (1-31 Ekim 2018)

Operatör	Kullanım Sayısı
Metrobüs	26.771.563
Otobüs A.Ş.	23.570.894
İETT (Otobüs)	23.429.147
M2 Taksim-4.Levent Metro	14.127.962
M1 Aksaray-Havalimanı Metro	12.931.883
T1 Kabataş-Bağcılar Tramvay	12.438.984
Öz Ulaşım	12.141.536
İstanbul Halk Ulaşım	10.784.760
M4 Kadıköy-Kartal Metro	9.515.640
Yeni İstanbul Halk Otobüsleri	8.513.055
Öztaş	7.249.407
Marmaray	6.286.217
T4 Edirnekapı-Sultançiftliği Tramvay	4.946.117
Mavi Marmara	4.650.178
M5 Üsküdar-Çekmeköy Metro	3.529.813
İBB Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü	3.363.939
M3 Kirazlı-Olimpiyatköy Metro	1.950.526
Dentur	1.665.593
Turyol	1.201.356
M6 Levent-Hisarüstü Metro	562.332
F1 Taksim-Kabataş Füniküler	464.898
Tünel	361.239
İstanbul Deniz Otobüsleri	223.094
Diğer	1.886.021

Bu bağlamda tüm işletmelerin kullandığı ulaşım türüne göre kategorize edilmiş ve en çok kullanılan toplu taşıma yaklaşık 118 milyon ile karayolu (lastik tekerli) toplu taşıma türü araçları ile gerçekleştirildiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5. 8 Kullanılan operatör sayıları

Ulaşım Türü	Kullanım sayısı	Kullanım Oranı
Karayolu	118.266.200	61,42%
Ray	67.423.620	35,01%

Deniz	6.876.334	3,57%
Toplam	192.566.154	100,00%

5.7 Tekrarlı İstanbulkart verilerinin hesabı

Toplu taşımayı kullanan her yolcunun İstanbulkart'ı bulunmayabilmektedir. Bu durumda bilet gişelerinden tek kullanımlık bilet alınmaktadır. Ancak otobüsle yolculuk yapan ve yol üstü duraklardan binen yolcuların gişelerden bilet alma imkânı bulunmamaktadır. Ayrıca İstanbulkart'ında bakiye bulunmayan yolcular da kartını otobüste bulunan validatöre okuttuğunda ancak farketmemektedir. Bu durumda ya diğer yolculardan temin etmekte ya da araçtan inip en yakın İstanbulkart dolmuş makinasına veya gişeye gidip kartına bakiye yükletip tekrar araca binmek zorunda kalmaktadır. Bu da yolcunun o araca yetişememesine ve seyahat süresinin uzamasına neden olmaktadır. Günümüzde özellikle İstanbul'da hayatın akışı hızlanmış, yolculukta yapılan sürenin zaman kaybı olarak görülmesine sebep olmuştur. Yolcular varacakları yere mümkün mertebe en hızlı şekilde ulaşmak istemektedirler. İstanbulkart dolmuş cihazına veya gişeye gidip yeni bilet veya bakiye dolmuşu yapmak istediklerinde bu cihazların uzak olduğunu ve oraya gitmek yerine yolculardan ödünç İstanbulkart almaktadır. Bu hususta İstanbulkartını daha yüksek fiyattan kullanırmak amacıyla ticarî anlamda yasal olmayan girişimler olmaktadır [43].

Buna göre 1 Ekim 2018 gününde en çok İstanbulkart basımı yapan "041A709*****" seri numaralı kullanıcı 246 kez basım yaptığı ve sırasıyla "0476251*****" seri numaralı kullanıcı 178 kez İstanbulkart basımı yaptığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.9). Yapılan hesaplamalarda kullanılan medya seri numaraları Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

Çizelge 5. 9 Tekrarlı İstanbulkart basımları

Medya seri No	Tekerrür sayısı
041A709*****	246
0476251*****	178
046C845*****	166
0427593*****	163
0452355*****	162

043214E*****	139
041E563*****	137
044A6DB*****	135
047D436*****	133
043280A*****	128

5.8 Yapılan aktarma sayılarının incelenmesi

Toplu taşımada önemli bir etken olan aktarmalar, tür içi ve türler arası bütünleşmenin iyi olup olmadığı sonucunu verebilmektedir. Bu bağlamda İstanbul'daki toplu taşıma türleri kullandığı yol tipine göre kullanım sayıları ve aktarma sayıları hesaplanmıştır. Yapılan hesapta yalnızca aktarma ve normal bilet basımı gerçekleştiren yolculuk verileri kullanılmıştır. Zira mavi kart, ücretsiz yolcu vb. bilet tipli yolculuklarda aktarmalı kullanım yapılmamakta, tek geçiş veya ücretsiz geçiş yapılmaktadır. Buna göre yolcular en çok aktarmayı raylı sistem toplu taşıma hatlarına gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.10). Çizelge 5.10'da görüldüğü üzere en düşük aktarmanın denizyolu toplu taşıma hatlarına gerçekleştiği ve bu sayının 1.575.208 olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. 10 Yapılan aktarma ve normal yolculuk sayıları

Ulaşım Türü	Aktarma	Normal
Karayolu	11.113.838	74.834.220
Raylı Sist.	16.719.420	35.455.688
Denizyolu	1.575.208	3.766.670

Yapılan işlemlere ilişkin kodlar aşağıya yazılmıştır.

```
SELECT YolTipi, COUNT(YolTipi) FROM belbim_toplu WHERE
AktarmaTipi='Aktarma' GROUP BY YolTipi
SELECT YolTipi, COUNT(YolTipi) FROM belbim_toplu WHERE
AktarmaTipi='Normal' GROUP BY YolTipi
```

İSTANBUL TAKSİM BÖLGESİ AKTARMA SÜRELERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde Taksim bölgesinde yapılan aktarmalı yolculuklarda geçen süre hesaplanmış ve aktarma tanımına uygun olmayan yolculuklar tespit edilmiştir.

6.1 Çalışma Kapsamı

Toplu taşımayı kullanan yolcular, gitmek istedikleri yere tek vasıta ile gidemediği zamanlarda başka toplu taşıma aracına binerler ve ücret olarak 2 saati geçmemek kaydıyla normal ücret yerine aktarma ücreti verirler. Ancak kullanıcıların bir kısmı kısa süreli gidiş-dönüşlerde de aktarma ücreti vermekte, dolayısıyla yapılan ulaşım aktarma tanımına uygun düşmemektedir. Yapılan bu çalışmada Taksim bölgesinde aktarma yapan yolcuların geçmiş yolculukları incelenmiş, aktarma öncesi geçen süreler hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında 2 güzergâh belirlenmiş ve bu güzergâhları kullanan yolcuların yolculuk verileri incelenmiştir. F1 Taksim-Kabataş Finüküler hattına aktarma yapan ve bir önceki yolculuğu yine bu hattın olan yolcular ile M2 Yenikapı-Hacıosman hattına Yenikapı istasyonundan binen ve F1 Taksim Kabataş Finüküler hattında aktarma yapan yolcuların aktarma süreleri hesaplanmıştır.

6.2 Çalışma Alanı

Taksim, ekonomik, kültürel, turizm ve iş hayatı bağlamında İstanbul'un en yoğun bölgesidir. Bu itibarla yaya dolaşımı hareketliliği çok yüksektir.



Şekil 6. 1 İstanbul Taksim bölgesi

6.3 Taksim Bölgesinde Bulunan Toplu Taşıma Hatları

Taksim aktarma bölgesinde M2 Yenikapı-Hacıosman metro hattı, F1 Taksim-Kabataş finüküler hattı T2 Taksim-Tünel nostaljik tramvay, İ.E.T.T. ve özel halk otobüsü hatları ile ulaşım imkânı bulunmaktadır.

6.3.1 F1 Taksim-Kabataş Finüküler Hattını Kullanan Yolcular

F1 Taksim-Kabataş hattı deniz-kara ulaşımının sağlanması için 2006 yılında açılmıştır. Hattın uzunluğu 640 m., sefer süresi 2 dk olup başlangıç ve varış olmak üzere sadece 2 istasyona sahiptir. Vapur ile gelen yolcular Taksim'e bu hatla ulaşmaktadırlar. Aynı şekilde Taksim'e gelen yolcular bu hat ile Kabataş'a geçmektedir.

Çalışma kapsamında F1 hattını kullanarak Kabataş'tan Taksim'e gelen ve tekrar aynı hat ile aktarma yaparak Kabataş'a dönen yolcuların yolculuk süreleri incelenmiş ve güzergâh Şekil 6.2'de gösterilmiştir.



Şekil 6. 2 F1 Taksim-Kabataş finüküler hattı

1 Ekim-31 Ekim 2018 tarihleri arasında toplam 464.898 yolcu F1 Taksim-Kabataş finüküler hattını kullanmıştır. Bu yolculardan 206.073 yolcu Taksim'den, 258.825 yolcu da Kabataş'tan binmiştir. Yapılan hesaplamalara, belirlenen güzergâhı kullanan ancak yolculuklarına Kabataş'tan önce başlayan ve Kabataş'ta aktarma yapan yolcular da dâhil edilmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda 48.493 yolcu F1 Taksim-Kabataş finüküler hattının Taksim İstasyonunda aktarma yaptığı tespit edilmiştir. Bu yolculuklardan da 4734 yolcunun bir önceki yolculuğunda yine F1 Taksim-Kabataş finüküler hattını kullandığı tespit edilmiştir. Yapılan işlemlere ilişkin kodlar aşağıya yazılmıştır.

```
SELECT *
FROM Belbim_Toplu
WHERE AKTARMATİPİ='Aktarma' AND
Hat='F1' AND
KapiNo='TAK-KBT' AND
OncekiOperator='F1 Taksim-Kabataş Fünüküler'
ORDER BY MedyaSeriNo, Tarih
```

Sorguda elde edilen verilerden bir kısmı Çizelge 6.1'de gösterilmiştir. Çizelge 6.1'de kapı no TAK-KBT olarak verilmiştir. Bu da F1 hattının Taksim istasyonundan binildiğini göstermektedir. Aktarma sıra no ise, yolcunun o yolculuğa kadarki yapmış olduğu aktarma sayılarını (şu an yaptığı aktarma dâhil) göstermektedir. Harcanan kontür yolcudan alınan toplu taşıma kullanım ücreti olup kuruş cinsinden gösterilmiştir.

Çizelge 6. 1 F1 hattının Taksim istasyonunda aktarma yapan yolcular

Medya Seri No	Tarih-Saat	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontür
040446C*****	4.10.2018 16:37:28	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
040444AB*****	9.10.2018 17:12:09	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
040455C*****	20.10.2018 19:14:49	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
040540A*****	27.10.2018 22:10:16	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
0405436*****	26.10.2018 16:14:08	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
0405461*****	5.10.2018 14:24:04	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
040549A*****	29.10.2018 18:49:08	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	140
0405557*****	25.10.2018 11:39:05	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185

F1 hattına Taksim istasyonundan binen ve bir önceki yolculuğunda yine F1 hattını kullanan yolcular hesaplandı. Ancak bu yolcuların bir önceki yolculukları olan Kabataş istasyonundan binişlerinin ne zaman yapıldığı bilinmemektedir. Bu yüzden bir sorgulamanın daha yapılması gerekmektedir.

İkinci sorgulamada, birinci sorguda bulunan yolculardan F1 hattına Kabataş istasyonundan binen yolcuların yolculuk verileri hesaplanmış ve Çizelge 6.2’de gösterilmiştir. Bu sayede aktarma yapan bu yolcuların bir önceki yolculuklara başladığı sürenin bulunması amaçlanmıştır. Kapı no KTS-TKS olarak verilmiş olup, yolcunun Kabataş istasyonundan bindiğini göstermektedir.

Çizelge 6. 2 Taksim’de aktarma yapan yolcuların bir önceki yolculukları

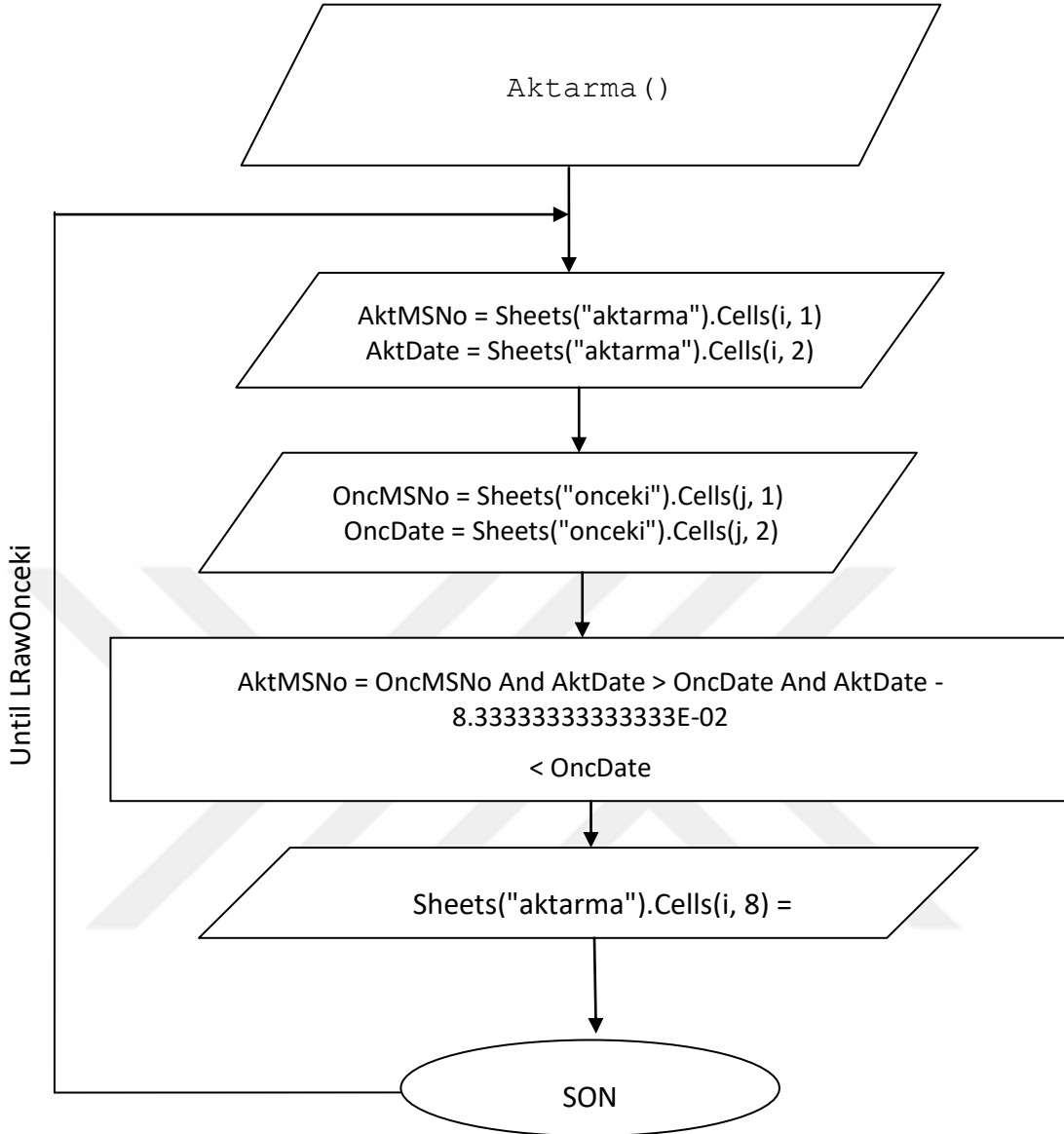
Medya Seri No	Tarih-Saat	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontür
04570D6*****	31.10.2018 23:59:50	F1	KTS-TKS	Normal	0	260
04570D6*****	31.10.2018 23:59:41	F1	KTS-TKS	Normal	0	260
04268CE*****	31.10.2018 23:59:37	F1	KTS-TKS	Normal	0	260
046130C*****	31.10.2018 23:58:05	F1	KTS-TKS	Normal	0	260
04486F0*****	31.10.2018 23:14:37	F1	KTS-TKS	Normal	0	260
04311AB*****	31.10.2018 23:11:20	F1	KTS-TKS	Normal	0	260
0406586*****	31.10.2018 23:11:19	F1	KTS-TKS	Normal	0	260
04283A7*****	31.10.2018 23:05:08	F1	KTS-TKS	Normal	0	260

Yapılan işlemlere ilişkin kodlar aşağıya yazılmıştır.

```
SELECT * FROM Belbim_Toplu
WHERE MedyaSeriNo in (
SELECT MedyaSeriNo
FROM Belbim_Toplu
WHERE AktarmaTipi='Aktarma' AND
Hat='F1' AND
KapiNo='TAK-KBT' AND
OncekiOperator='F1 Taksim-Kabataş Füniküler')
AND hat='F1' AND KapiNo='KTS-TKS'
ORDER BY MedyaSeriNo, Tarih
```

Bu iki sorgulamada bulunan yolculuklar karmaşık olduğundan her bir yolcunun bir önceki yolculuğuyla eşleştirilmesi gerekmektedir. Elde edilen veriler Microsoft Excel programına aktarılmış, F1 Taksim istasyonda aktarma yapan yolcuların bir önceki yolculukları bulunmuş ve Çizelge 6.3'te gösterilmiştir. Yapılan işlemlere ilişkin kodlar aşağıya yazılmış ve akış şeması çizilmiştir.

```
Sub Aktarma()  
Dim LRawAktarma, LRawOnceki As Long  
LRawAktarma=Sheets("aktarma").Cells(Sheets("aktarma")  
.Rows.Count, 1).End(xlUp).Row  
LRawOnceki=Sheets("onceki").Cells(Sheets("onceki")  
.Rows.Count, 1).End(xlUp).Row  
For i = 2 To LRawAktarma  
AktMSNo = Sheets("aktarma").Cells(i, 1)  
AktDate = Sheets("aktarma").Cells(i, 2)  
j = 2  
Do Until j > LRawOnceki  
OncMSNo = Sheets("onceki").Cells(j, 1)  
OncDate = Sheets("onceki").Cells(j, 2)  
If AktMSNo = OncMSNo AND AktDate >  
OncDate AND AktDate - 8.33333333333333E-02 < OncDate Then  
Sheets("aktarma").Cells(i, 8) = OncDate  
j = LRawOnceki + 1  
End If  
j = j + 1  
Loop  
Next  
End Sub
```



Yazılan kod ve akış şemalarından da görüldüğü üzere, F1 Taksim istasyonunda aktarma yapan yolcuların yolculuk verileri Microsoft Excel programına aktarılmış ve verilerin bulunduğu sekmenin adına “aktarma”, bu yolcuların bir önceki yolculuk verileri de yine aynı şekilde yeni bir sekme aktarılmış ve bu sekmenin adına da “onceki” isimleri verilmiştir. Yapılan makro yazılımda aktarma yapan yolcunun 2 saat içindeki yapmış olduğu bir önceki yolculuğun, istanbulkart basım süresi olan tarih verisini “onceki” sekmesinden bulup “aktarma” sekmesinde 8. sütuna getirmesi sağlanmıştır. Yolculukla ilgili gerekli diğer veriler hücrelere formül yazılarak getirilmiştir. Eşleştirilen yolculukların istanbulkart basım zamanları arasındaki fark çıkarılarak aktarma yolculuğuna kadar geçen süre bulunmuştur. Excel programında yapılan makro ile elde

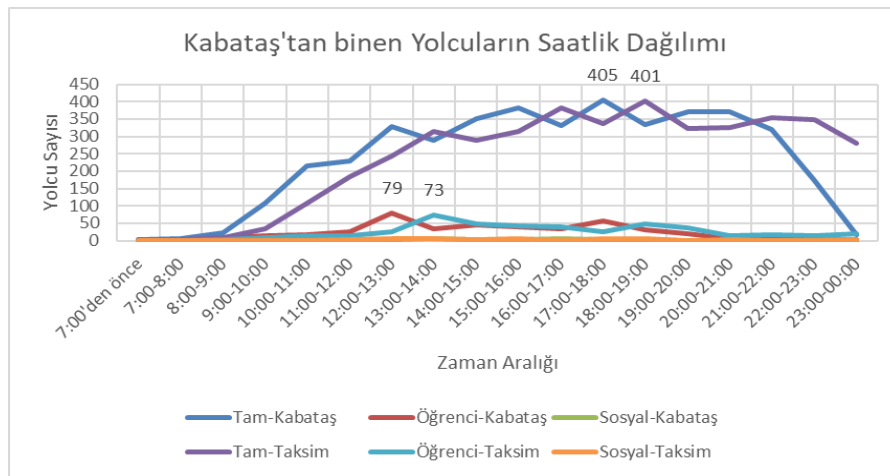
edilen yolcuların Taksim istasyonunda aktarma basımı ile Kabataş istasyonundaki basımına ilişkin bilgiler Çizelge 6.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 6. 3 Taksim'de aktarma yapan yolcular ile bir önceki yolculuklarının eşleştirilmesi

Medya Seri No	Tarih-Saat	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontur	Tarih-Saat	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontur	Geçen Süre
040446C*****	4.10.2018 15:21:43	F1	KTS-TKS	Normal	0	260	4.10.2018 16:37:28	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	01:15:45
04044AB*****	9.10.2018 15:39:45	F1	KTS-TKS	Normal	0	260	9.10.2018 17:12:09	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	01:32:24
040455C*****	20.10.2018 17:22:08	F1	KTS-TKS	Normal	0	260	20.10.2018 19:14:49	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	01:52:41
040540A*****	27.10.2018 20:23:47	F1	KTS-TKS	Normal	0	260	27.10.2018 22:10:16	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	01:46:29
0405436*****	26.10.2018 14:47:51	F1	KTS-TKS	Normal	0	260	26.10.2018 16:14:08	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	01:26:17
0405461*****	5.10.2018 13:35:52	F1	KTS-TKS	Normal	0	260	5.10.2018 14:24:04	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	00:48:12
040549A*****	29.10.2018 17:14:16	F1	KTS-TKS	Aktarma	1	185	29.10.2018 18:49:08	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	140	01:34:52
0405557*****	25.10.2018 10:53:10	F1	KTS-TKS	Normal	0	260	25.10.2018 11:39:05	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	00:45:55

Buna göre bu yolculuk güzergâhını yapan 4734 yolcu bulunmakta ve yolcuların yolculuk sürelerinin ortalaması 68 dk. 56 sn. olduğu tespit edilmiştir. Yani 4734 yolcu, ortalama 1 saat 9 dk. süre içerisinde Kabataş istasyonundan binip Taksime geçip, daha sonra Taksim'den de yine F1 hattı kullanarak aktarma ile Kabataş'a geri dönmüştür. 4734 yolcudan 2876 yolcu 1 saatten fazla, 145 yolcu ise 15 dk'dan önce aktarmalarını yapmışlardır.

Yolculuk sürelerinin bilet tiplerine göre dağılımı Çizelge 6.4'te gösterilmiştir. 07:00-09:00 arasında 39 yolcu, 12:00-14:00 arasında 742 yolcu, 17:00-19:00 arasında 833 yolcu seyahatlerini gerçekleştirmiştir.



Çizelge 6. 4 Kabataş ve Taksim İstasyonlarından Binen Yolcuların Saatlik Dağılım Grafiği

Çizelge 6.4'e göre yapılan aktarmalı yolculuklarda tam bilet tipi yolculuklar öğleden sonra, öğrenci bilet tipi yolculuklar ise 12:00-13:00 aralığında daha yoğun gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca tam bilet tipli 4263 yolcu ortalama 69 dk. 1 sn., öğrenci bilet tipli 432 yolcu ortalama 68 dk. 10 sn., sosyal bilet tipli 39 yolcu ortalama 68 dk. 25 sn.'de yolculuğu gerçekleştirmiştir.

Bu yolculukların ücret dağılımı Çizelge 6.5'te gösterilmiştir. Yolculuklardan bilet tipine göre normal ücret alındığındaki ücret dağılımı Çizelge 6.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. 5 Mevcut Aktarmaların Ücret Dağılımı

	Aktarma Sayısı	Kullanım Sayısı	Ücret (TL)	Tutar (TL)
Tam Bilet	1. Aktarma	2912	1,85	5.387,20
	2. Aktarma	1179	1,40	1.650,60
	3. Aktarma	136	0,90	122,40
	4. Aktarma	33	0,90	29,70
	5. Aktarma	2	0,90	1,80
Öğrenci Bilet	1. Aktarma	233	0,55	128,15
	2. Aktarma	152	0,50	76,00
	3. Aktarma	36	0,45	16,20
	4. Aktarma	10	0,45	4,50
	5. Aktarma	2	0,45	0,90
Sosyal Bilet	1. Aktarma	13	1,10	14,30
	2. Aktarma	19	0,85	16,15
	3. Aktarma	6	0,55	3,30
	4. Aktarma	1	0,55	0,55
	5. Aktarma	0	0,55	0,00
TOPLAM		4734		7.451,75

Çizelge 6. 6 Aktarmalı Yolculuklardan Normal Ücret Alınması

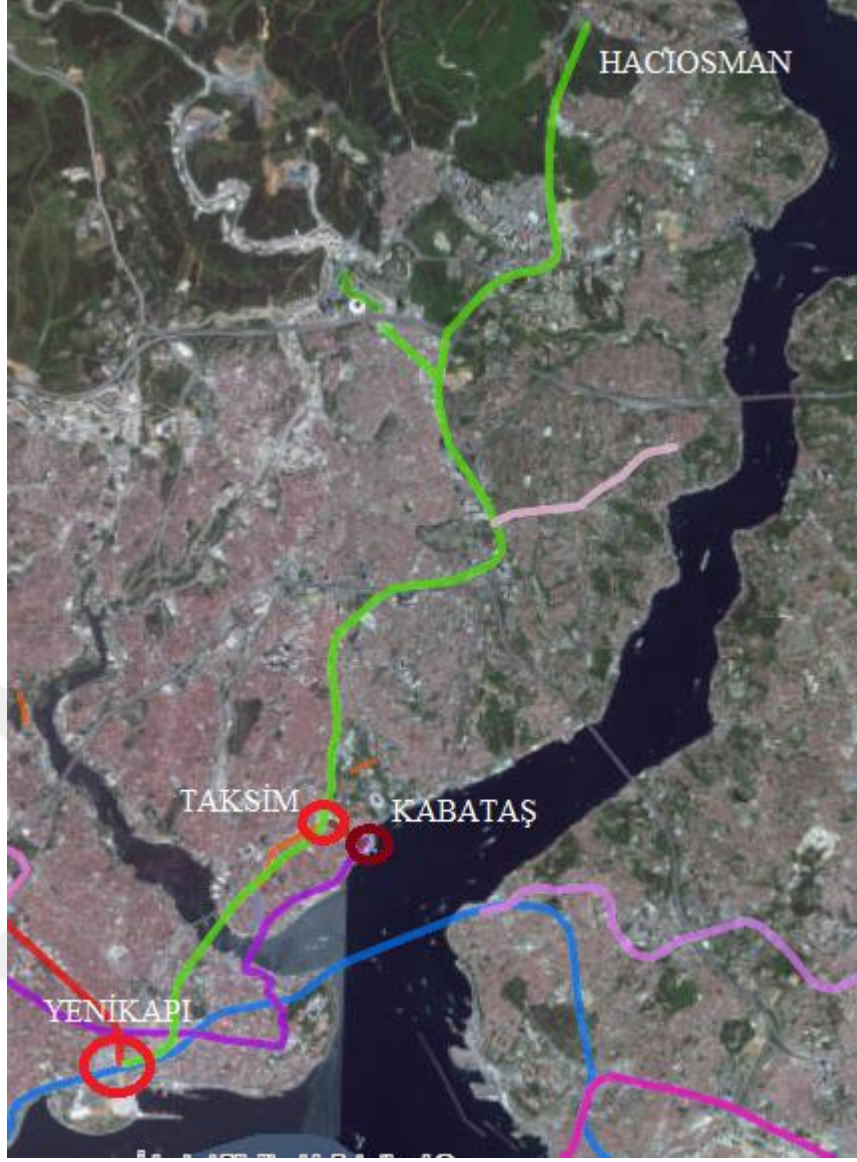
	Kullanım Sayısı	Ücret (TL)	Tutar (TL)
Tam Bilet	4262	2,60	11.081,20
Öğrenci Bilet	433	1,25	541,25

Sosyal Bilet	39	1,85	72,15
TOPLAM	4734		11.694,60

Çizelge 6.5 ve Çizelge 6.6'da görüldüğü üzere mevcut durumda 7.451,75 TL ücret alınmıştır. Aktarmalı yolculuklardan, bilet tiplerine göre normal ücret alındığında 11.694,60 TL elde edilmektedir. Bu iki tutarın arasında da 4.242,85 TL'lik bir fark oluşmaktadır.

6.3.2 M2 Yenikapı-Hacıosman Hattına Yenikapı İstasyonundan Binip F1 Taksim-Kabataş Finüküler Hattına Aktarma Yapan Yolcular

M2 Yenikapı-Hacıosman metro hattının ilk etabının yapımına 1992 yılında başlanmış, 2014 yılında son halini almıştır. Hattın uzunluğu 23,49 km, sefer süresi 31 dk ve toplam 16 istasyona sahip olup hattın güzergâh ve istasyonları Şekil 6.3'de gösterilmiştir. Sefer sıklığı zirve saatlerde Yenikapı-Hacıosman arasında 5 dk, Taksim-Hacıosman arasında 2,5 dk, Sanayi Mahallesi-Seyrantepe arasında 9 dk'dır. Marmaray, denizyolu, otobüs, minibüs ve M1 Havalimanı-Yenikapı hatlarını kullanan yolcular Yenikapı istasyonundan bu hatta geçiş yapabilmektedirler. Bu itibarla Yenikapı istasyonu hem karayolu hem raylı sistemler hem de denizyolu toplu ulaşım sistemlerine bütünleşmiş bir aktarma bölgesidir.



Şekil 6. 3 Güzergâh istasyonları

Vapurla gelen yolcular Taksim'e bu hatla varabilmektedirler. 2012 yılında hizmete açılan Marmaray'ı kullanan yolcular, bu hat ile Hacıosman'a kadar gidebilmektedirler. Çalışma kapsamında M2 Yenikapı istasyonundan binen ve F1 Taksim-Kabataş finüküler hattına Taksim istasyonunda aktarma yapan yolcuların yolculuk süreleri hesaplanmıştır. Bu yolculuğa ilişkin güzergâh Şekil 6.4'te gösterilmiştir.



Şekil 6. 4 Güzergâh ve istasyonlar

Öncelikle F1 Taksim-Kabataş hattına Taksim istasyonundan aktarma yapan ve bir önceki yolculuğu M2 Yenikapı-Hacıosman hattı olan yolculuklar hesaplanmıştır. Buna göre 37755 yolcu M2 hattını kullanıp Taksim’de F1 istasyonuna aktarma yaptığı hesaplanmış ve bu yolculuğu yapan 7 kullanıcının yolculuk verileri Çizelge 6.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 7 Taksim’de aktarma yapan yolcuların bir önceki yolculukları

Medya Seri No	Tarih	Önceki Hat	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontür
0404441*****	2018-10-02 18:39:05	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	140
040444E*****	2018-10-25 20:30:21	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	55
0404456*****	2018-10-27 17:33:48	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	55
040445E*****	2018-10-21 15:42:08	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	140
0404476*****	2018-10-17 16:05:31	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	55
040447B*****	2018-10-15 16:39:15	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
0404481*****	2018-10-03 09:31:18	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185
04044A7*****	2018-10-13 13:37:20	M2	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	50

Yapılan işlemlere ilişkin kodlar aşağıya yazılmıştır.

```
SELECT MedyaSerino FROM belbim_toplu
WHERE AktarmaTipi='Aktarma' AND
```


Hat='F1' AND KapiNo='TAK-KBT'AND OncekiOperator='M2 Taksim-4.Levent Metro'ORDER BY MedyaSerino, Tarih

F1 hattında aktarma yapan ve bir önceki yolculuğunda M2 Yenikapı-Hacıosman hattını kullanan kullanıcıların yolculukları yukarıda hesaplanmıştır. Ancak bu yolculukların ne kadarının Yenikapı'dan ne zaman bindiği bilinmemektedir. Bu yüzden bir sorgunun daha yapılması gerekmektedir. Bu sorgulamada ise F1 Taksim istasyonunda aktarma yapan yolculardan, bir önceki yolculuğuna M2 Yenikapı istasyonundan binen yolcular hesaplanmış ve Çizelge 6.8'de gösterilmiştir. YNK-YN2 ve YNK-YN1 kapı numaraları Yenikapı istasyonundan binildiğini göstermektedir.

Çizelge 6. 8 Taksim'de aktarma yapan yolcuların bir önceki M2 yolculukları

Medya Seri No	Tarih	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontür
045404A*****	2018-10-01 12:44:53	M2	YNK-YN2	Aktarma	2	50
043E244*****	2018-10-01 08:19:10	M2	YNK-YN1	Aktarma	1	185
048A235*****	2018-10-01 10:08:42	M2	YNK-YN1	Aktarma	1	55
04896A4*****	2018-10-01 08:33:19	M2	YNK-YN1	Normal	0	125
041D443*****	2018-10-01 08:47:53	M2	YNK-YN1	Aktarma	1	55
045C47F*****	2018-10-01 12:32:49	M2	YNK-YN2	Aktarma	2	50
046A362*****	2018-10-01 08:33:52	M2	YNK-YN1	Aktarma	1	185
04761A3*****	2018-10-01 13:44:04	M2	YNK-YN1	Aktarma	1	185

Buna göre M2 hattına Yenikapı istasyonundan binip F1 Taksim istasyonunda aktarma yapan 3823 yolcu bulunmaktadır. Yapılan yolculuklara ilişkin kodlar aşağıya yazılmıştır.

```
SELECT * FROM belbim_toplu
WHERE medyaserino IN (
SELECT MedyaSerino FROM belbim_toplu
WHERE AktarmaTipi='Aktarma' AND
hat='F1' AND KapiNo='TAK-KBT'
```

AND OncekiOperator='M2 Taksim-4.Levent Metro')

AND hat='M2'

AND KapiNo IN ('YNK-YN2', 'YNK-YN1')

AND Operator='M2 Taksim-4.Levent Metro'

AND GecisTipi='Kontürlü'

Bulunan bu yolculuklar karmaşık olduğundan her bir yolcunun bir önceki yolculuğunun bulunması gerekmektedir. Bunun yapılması için bu veriler Microsoft Excel programına aktarılmış, F1 Taksim istasyonda aktarma yapan yolcuların bir önceki yolculukları makro ile eşleştirilmiş ve iki basım zamanı arasındaki fark hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.9 Taksim'de aktarma yapan ve bir önceki yolcuğu M2 Yenikapı istasyonundan binen yolcuların yolculuk süreleri

Medya Seri No	Tarih-Saat	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontur	Tarih-Saat	Hat	Kapı No	Aktarma Tipi	Aktarma Sıra No	Harcanan Kontur	Geçen Süre
4055972*****	18.10.2018 09:50:15	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	55	-						
4065432*****	11.10.2018 11:50:46	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	-						
4076022*****	9.10.2018 08:43:10	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	140	9.10.2018 08:27:07	M2	YNK-YN1	Aktarma	1	185	00:16:03
4076462*****	2.10.2018 14:44:41	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	110	-						
4085502*****	5.10.2018 17:53:32	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	140	5.10.2018 17:19:48	M2	YNK-YN2	Aktarma	1	185	00:33:44
4093772*****	31.10.2018 19:09:02	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	55	-						
4103812*****	6.10.2018 15:04:07	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	55	6.10.2018 13:37:02	M2	YNK-YN1	Normal	0	260	01:27:05
4104362*****	4.10.2018 09:34:48	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	-						
4106872*****	4.10.2018 16:02:35	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	55	-						
4113162*****	18.10.2018 09:54:46	F1	TAK-KBT	Aktarma	1	185	-						
4114722*****	17.10.2018 13:30:26	F1	TAK-KBT	Aktarma	2	140	17.10.2018 12:47:56	M2	YNK-YN2	Normal	0	260	00:42:30

Çizelge 6.9 incelendiğinde bazı aktarmaların bir önceki yolculukları bulunmamaktadır. Zira bu yolculuklar F1 Taksim istasyonunda aktarma yapmış, ancak bir önceki yolculuğu Yenikapı istasyonu dışındaki başka bir M2 hattı istasyonundan binen yolcular olduğu tespit edilmiş ve hesaba dâhil edilmemiştir. Yapılan işlemlere ilişkin kod ile akış şeması aşağıya yazılmıştır.

Sub Aktarma()

Dim LRawAktarma, LRawOnceki As Long

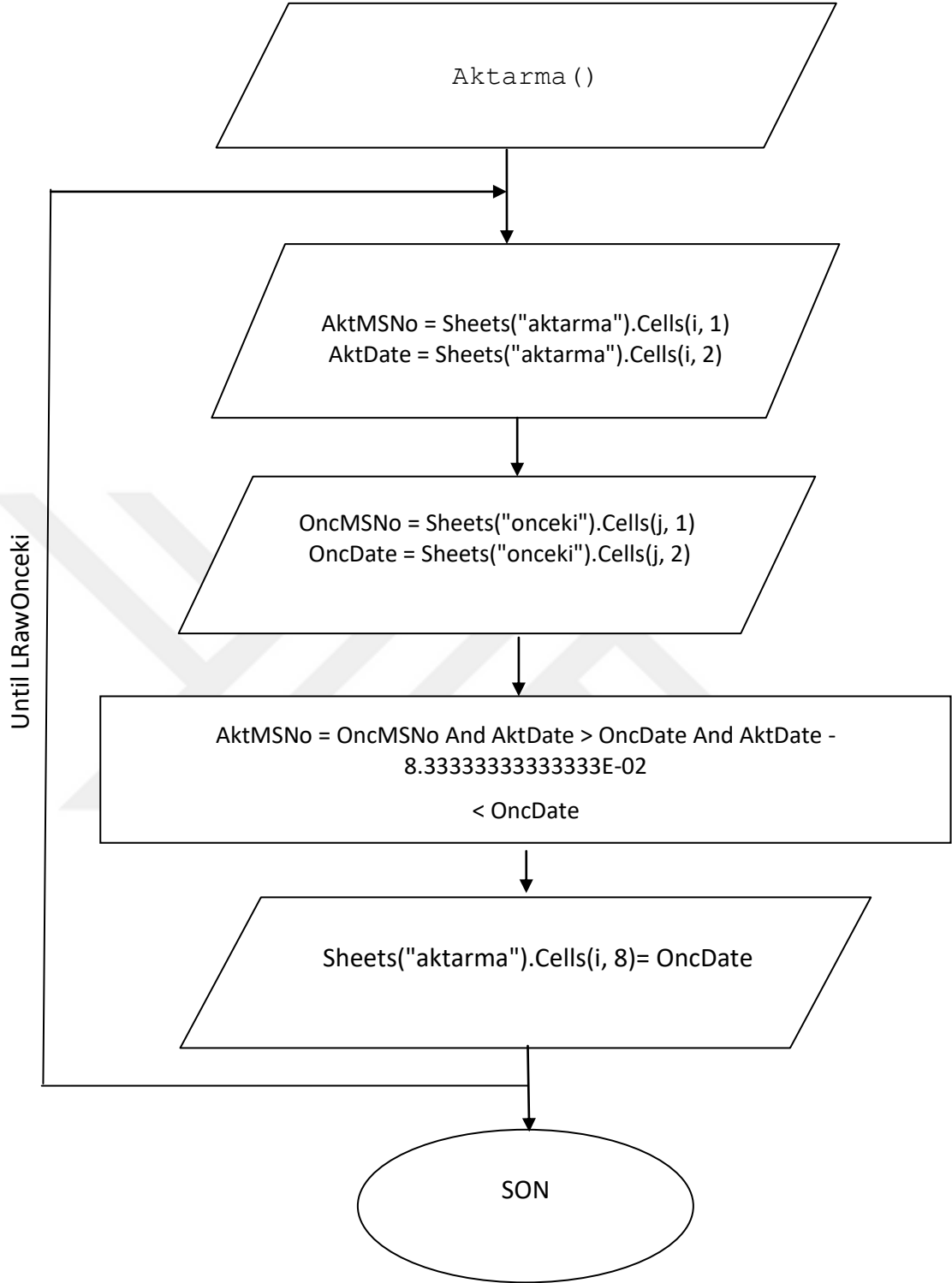
```

LRawAktarma =
Sheets("aktarma").Cells(Sheets("aktarma").Rows.Count,
1).End(xlUp).Row

LRawOnceki =
Sheets("onceki").Cells(Sheets("onceki").Rows.Count,
1).End(xlUp).Row

For i = 2 To LRawAktarma
AktMSNo = Sheets("aktarma").Cells(i, 1)
AktDate = Sheets("aktarma").Cells(i, 2)
j = 2
Do Until j > LRawOnceki
OncMSNo = Sheets("onceki").Cells(j, 1)
OncDate = Sheets("onceki").Cells(j, 2)
If AktMSNo = OncMSNo AND AktDate > OncDate AND AktDate -
8.33333333333333E-02 < OncDate Then
Sheets("aktarma").Cells(i, 8) = OncDate
j = LRawOnceki + 1
End If
j = j + 1
Loop
Next
End Sub

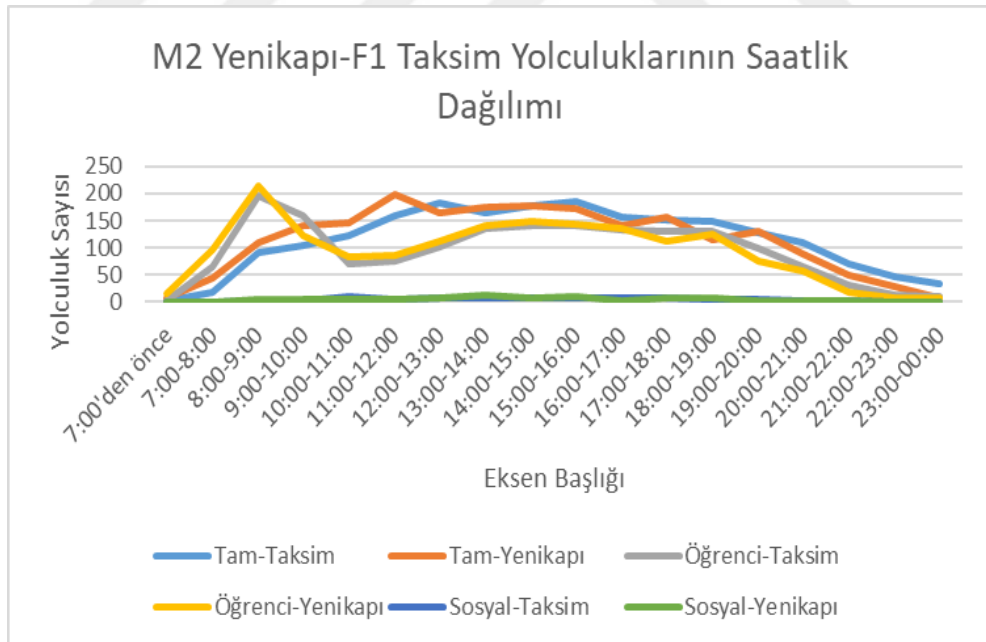
```

Yazılan kod ve akış şemalarından da görüldüğü üzere benzer şekilde, F1’de aktarma yapan yolcuların yolculuk verileri Microsoft Excel programına aktarılmış ve verilerin bulunduğu sekmenin adına “aktarma”, bu yolcuların bir önceki yolculuk verileri de yine aynı şekilde yeni bir sekmeye aktarılmış ve bu sekmenin adına da “onceki” isimleri verilmiştir. Yapılan makro yazılımda aktarma yapan yolcunun 2 saat içindeki yapmış

olduğu bir önceki yolculuğun, istanbulkart basım süresi olan tarih verisini “onceki” sekmesinden bulunup “aktarma” sekmesinde 8. sütuna getirmesi sağlanmıştır. Yolculukla ilgili gerekli diğer veriler de hücreye formül yazılarak getirilmiştir. Eşleştirilen yolculukların istanbulkart basım zamanları arasındaki fark çıkarılarak aktarma yolculuğuna kadar geçen süre bulunmuştur. Buna göre bu güzergâhta yolculuk yapan toplam 3823 yolcu olup, yolculuklarında geçen sürelerin ortalamasının 35 dk. 22 sn. olduğu tespit edilmiştir. Yani yolcular ortalama 35 dk. 22 sn. süre içerisinde M2 hattına Yenikapı istasyonundan binip Taksim istasyonunda inip, daha sonra F1 hattına Taksim istasyonunu kullanarak aktarma ile yolculuklarına devam ettiği tespit edilmiştir. Bu güzergâhta toplam 3823 yolculuk gerçekleşmiş olup 2150 yolculuk 0-20 dk., 443 yolculuk 20-30 dk., 144 yolculuk 30-40 dk., 1086 yolculuk ise 40-120 dk. içinde gerçekleşmiştir. Tam bilet tipli yolculuklar ortalama 43 dk. 7 sn.’de, öğrenci bilet tipli yolculuklar 26 dk. 14 sn.’de, sosyal bilet tipli yolculuklar 30 dk. 3 sn.’de gerçekleştirmişlerdir. Yapılan bu yolculukların saatlik dağılımı Çizelge 6.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 6. 10 M2 Yenikapı-F1 Taksim aktarmalı yolculuklarının saatlik dağılımı



Çizelge 6.10’da görüldüğü üzere öğrenci bilet tipli yolculuklar en fazla 08:00-09:00 saatleri arasında yolculuklarını yapmıştır. Yolculukların ücret dağılımı Çizelge 6.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 11 Mevcut Aktarmaların Ücret Dağılımı

Bilet Tipi	Aktarma Sayısı	Kullanım Sayısı	Ücret (TL)	Tutar (TL)
Tam Bilet	1. Aktarma	901	1,85	1.666,85
	2. Aktarma	951	1,40	1.331,40
	3. Aktarma	169	0,90	152,10
	4. Aktarma	28	0,90	25,20
	5. Aktarma	4	0,90	3,60
Öğrenci Bilet	1. Aktarma	201	0,55	110,55
	2. Aktarma	1236	0,50	618,00
	3. Aktarma	232	0,45	104,40
	4. Aktarma	25	0,45	11,25
	5. Aktarma	4	0,45	1,80
Sosyal Bilet	1. Aktarma	10	1,10	11,00
	2. Aktarma	50	0,85	42,50
	3. Aktarma	11	0,55	6,05
	4. Aktarma	1	0,55	0,55
	5. Aktarma	0	0,55	0,00
TOPLAM		3823		4.085,25

Çizelge 6.11’de görüldüğü üzere aktarmalardan toplam 4.085,25 TL tutarında ücret alınmıştır. Yapılan yolculuk, tanım olarak aktarmaya uymaktadır. Dolayısıyla Yenikapı’ndan binen bir yolcunun ortalama 20 dk. içinde Taksim’de aktarma yapabildiği varsayılarak, 20 dk’nın üzerindeki yolculuklardan her bilet tipine göre normal ücret alınması Çizelge 6.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 12 Mevcut Aktarmaların Ücret Dağılımı

Bilet Tipi	Aktarma Sayısı	20 Dk. İçinde Yapılan Aktarmalar			20 Dk.'dan sonra Yapılan Aktarmalar		
		Kullanım Sayısı	Ücret (TL)	Tutar (TL)	Kullanım Sayısı	Ücret (TL)	Tutar (TL)
Tam Bilet	1. Aktarma	257	1,85	475,45	644	2,60	1.674,40
	2. Aktarma	549	1,40	768,60	402		1.045,20
	3. Aktarma	51	0,90	45,90	118		306,80
	4. Aktarma	11	0,90	9,90	17		44,20
	5. Aktarma	2	0,90	1,80	2		5,20
Öğrenci Bilet	1. Aktarma	121	0,55	66,55	80	1,25	100,00
	2. Aktarma	968	0,50	484,00	268		335,00
	3. Aktarma	133	0,45	59,85	99		123,75

	4. Aktarma	12	0,45	5,40	13		16,25
	5. Aktarma	3	0,45	1,35	1		1,25
Sosyal Bilet	1. Aktarma	6	1,10	6,60	4	1,85	7,40
	2. Aktarma	34	0,85	28,90	16		29,60
	3. Aktarma	3	0,55	1,65	8		14,80
	4. Aktarma	0	0,55	0,00	1		1,85
	5. Aktarma	0	0,55	0,00	0		0,00
TOPLAM		2150		1.955,95	1673		3.705,70

Çizelge 6.12’de görüldüğü üzere 20 dk içinde yapılan yolculuklardan aktarma ücreti alındığında 1.955,95 TL, 20 dk’sonrasında yapılan yolculuklardan kendi bilet tiplerine göre normal bilet alındığında ise 3.705,70 TL olduğu, toplam tutarın da 5.661,65 TL olduğu tespit edilmiş ve aradaki fark 1.576,40 TL olarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında toplu taşıma ile ilgili genel bilgiler ve taşıt türleri ile bilgiler verilmiş, toplu taşımada türler arası bütünleşmenin önemi vurgulanmıştır. İstanbul'da 1-31 Ekim 2018 tarihleri arasında İstanbulkart verileri ile toplu taşıma kullanımları belirtilmiş, aktarma sayıları ve süreleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. F1 Taksim-Katibaş hattını aktarma olarak kullanan yolcuların aktarma yolculukları ile ilgili araştırma yapılmıştır. Yapılan hesaplamalarda minibüs, dolmuş ve taksi gibi istanbulkart kullanımını olmadan yapılan yolculuklar dâhil edilmemiştir.

İstanbul genelinde toplu taşıma yolculuklarının %61'i karayolu (İETT, Metrobüs, Özel Halk otobüsleri vs.), %35'i raylı sistemler (Metro, tramvay, Marmaray vs.), %4'ü ise denizyolu (İDO, Şehir hatları, özel denizyolu taşımacılık vs.) ile yapıldığı görülmüştür. En çok kullanılan hattın ise Metrobüs hattı olduğu ve yaklaşık 26,5 milyon yolculuk yapıldığı görülmüştür. En çok kullanılan raylı sistemler hattının M2 Yenikapı-Haciosman Metro Hattı olduğu ve 14 milyon yolcu tarafından kullanıldığı görülmüştür. İstanbul gibi km² başına düşen insan sayısının yüksek olduğu şehirlerde karayolu yoğunluklu toplu taşıma yapılması, trafik sıkışıklığını artıran etkenlerden biridir. Şekil 5.2'deki raylı sistemler ağ haritasında, İBB tarafından raylı sistemlere yönelik yatırımlar planlandığı görülmektedir. İstanbul'un etrafının denizlerle çevrili olmasına rağmen denizyolu toplu taşımacılığı kullanımının düşük olması göze çarpmaktadır. Kullanımın bu denli düşük olmasının nedenleri olarak denizyolu toplu taşımacılığının hava şartlarından etkilenmesi, iskele ve hat sayılarının yetersizliği, diğer toplu taşıma türleri ile bütünleşme eksikliği sayılabilir.

Ulusal ve Uluslararası etkinliklerin olduğu günlerde toplu taşıma kullanımı araştırılmıştır. Buna göre 24 Ekim 2018 günü saat 22:00'de Şişli ilçesi Seyrantepe Mahallesi'nde bulunan Türk Telekom Stadyumunda Galatasaray-FC Schalke 04 futbol

takımları karşılaşmış ve mücadele saat 00:00 civarında bitmiştir. Bir ay boyunca aynı saatlerde yapılan yolculuklar araştırılmış ve 25 Ekim günü saat 00:00'da yani müsabakanın bitişinden sonra taşıma kullanımının %176,43 arttığı tespit edilmiştir. Müsabaka öncesi yolculuklarında saat 20:00'da %4,54, 21:00'a %2,01 artış, müsabaka sırasında ise saat 22:00'de %4,44 ve saat 23:00'de %2,13 azalma görülmüş olup toplam yolculukta %0,25'lik bir düşüş gözlemlenmiştir.

29 Ekim 2018 günü Cumhuriyetin kuruluşunun yıl dönümü olması nedeniyle resmi tatil olduğundan, ayrıca Pazartesi gününe denk geldiğinden, toplu taşıma kullanımının haftasonları gibi olduğu tespit edilmiştir.

Yolcuların istanbulkart basım sayıları hesaplanmıştır. Buna göre 1 Ekim 2018 tarihinde en çok kullanımın 246 kez olduğu ve yolcuların güzergâhlarına gidiş ve gelişlerinde en fazla 20 kez istanbulkart kullanımının gerçekleşebilmesi göz önüne alındığında, hayatın olağan akışına aykırı olacak şekilde kullanımların olduğu görülmektedir. Bu da ya istanbulkartı bulunmayan yolcular için araç şoförleri tarafından kullanıldığı veyahut istanbulkartın kâr amaçlı kullanılabileceğini düşündürmüştür.

Toplu taşımayı kullanan yolcuların kullandığı yol tiplerine göre aktarma sayıları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamada aylık 200 basım hakkı olan ve aktarma tarifesi bulunmadığından mavi kart ve ücretsiz tipli kartların kullanımları çıkarılmıştır. Aynı şekilde ile istanbulkart kullanımı olmadan gerçekleşen toplu taşıma (minibüs, dolmuş taksi vb.) kullanımları hesaba dâhil edilmemiştir. Buna göre yolculukların %20'si aktarma yolculuğu ve yapılan aktarmaların da yaklaşık %57'i raylı sistemlere yapıldığı tespit edilmiştir. En çok aktarmanın raylı sistem türlerine yapılmasının sebebi olarak, istasyonların birbirine yakın ve bütünleşmiş olması ve 2. Bölümde belirtilen toplu taşıma türlerinin hizmet düzeyi bileşenleri bakımından düşünüldüğünde raylı sistemlerin daha üstün olduğu söylenebilir.

İstanbul genelinde yolcular ev-alışveriş, iş-yemek, ev-hastane gibi kısa süreli ve gidiş güzergâhı ile dönüş güzergâhı aynı olan yolculuklarında yine aynı hat ile geri dönebilmektedirler. Bu seyahatler arasında geçen sürenin iki saatten az olduğunda da dönüş yolculuğundan aktarma ücreti alınmaktadır. İki saat içinde yapılan ikinci ve diğer yolculuklar aktarma yolcuğu olup, ilk yolculuktan normal ücret alınırken ikinci ve diğer yolculuklardan ise aktarma ücreti alınır. Ancak burada yapılan yolculuk, vasıta değişimi ile olmamakla birlikte, aynı tür ile ilk yolculuğun geri dönüşü olduğu anlaşılmaktadır.

Zira ilk yolculuğun başlangıç-varış matrisinde yolcu, varış noktasına ulaşmış olup, ikincisinde ise başlangıç ve varış noktaları değişmiş bir yolculuk matrisi oluşmaktadır. Dolayısıyla yolcular aktarma tanımına uygun olmayan yolculuk gerçekleştirmiş olsalar bile iki saatlik süre içinde tekrar toplu taşıma kullandığı için aktarma ücreti alınmıştır. Bahse konu durumun kamu zararına sebebiyet verip vermediği irdelenmiştir. Yapılan bu çalışmada mavi kart sahibi ve ücretiz bilet kullanıcılarının yolculuk verileri hesaba dâhil edilmemiştir.

Bu çalışmada F1 Taksim-Kabataş föniküler hattının Taksim istasyonunda aktarma yapan yolcular seçilmiş ve aktarma yapılan zamanlar tespit edilmiştir. Yine aynı yolculardan bir önceki yolculukları da aynı F1 Taksim-Kabataş föniküler hattı olan yolcular çıkarılmış, istanbulkart akıllı bilet kullanım zamanları bulunmuştur. Belirlenen bu iki yolculuk türü Microsoft Excel programına kopyalanmış ve makro yazılım ile aynı medya seri numarasına sahip yolcuların aktarma ve bir önceki yolculuk süreleri eşleştirilmiş, bu iki zaman arasındaki fark hesaplanmıştır. Bu şekilde yolculuk yapan 4734 yolcu olduğu ve ortalama yolculuk süresinin 69 dk olduğu ortaya çıkmıştır. Seçilen hat, 2 istasyon olduğu göz önüne alındığında, bu demektir ki Kabataş istasyonundan binen 4734 yolcu Taksim bölgesinde yaklaşık 1 saatten fazla süre geçirip tekrar aynı hat ile geri dönmüşlerdir. Bu da aktarma tanımına uymamaktadır. Aktarma tanımına uymayan yolculuklardan mevcut durumda elde edilen gelirin 7.480,55 TL olup, bilet tiplerine göre normal ücret alımı yapıldığında da bu rakamın 11.737,45 TL olduğu tespit edilmiştir. Bu yolculukların kamuya zararının 4.256,90 TL olduğu tespit edilmiştir. Bilet tiplerine göre yolculuk sürelerinde bir farklılık görülmemiştir. Öğrenci bilet tipli yolculuklar 12:00-13:00 arasında daha yoğun kullanımı gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Benzer çalışma M2 Yenikapı-Hacıosman hattına Yenikapı istasyonunda binip, F1 Taksim-Kabataş hattına Taksim istasyonunda aktarma yapan yolcuların yolculuk süreleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu süre ortalama 35 dk 22 sn olduğu tespit edilmiştir. 2150 yolcu 0-20 dk, 443 yolcu 20-30 dk, 144 yolcu 30-40 dk ve 1086 yolcu 40-120 dk aralığında Yenikapı'dan binip Taksim'de aktarma yaptığı tespit edilmiştir. Yenikapı'dan M2 hattına binen bir yolcunun ortalama 20 dk sürede Taksim istasyonunda inip ve F1 Taksim istasyonuna geçtiği düşünüldüğünde bu sürenin normal olabileceği, bilakis bu yolculuğunu daha fazla sürede tamamlayan 1673 yolcu olduğu tespit edilmiştir. Bu yolculuklar da yine aktarma tanımına uymayan yolculuklar olduğu

tespit edilmiştir. Bu 1673 yolculuktan aktarma ücreti yerine bilet tiplerine göre normal ücret alındığında bir aylık kamu zararının da 1.576,40 TL olduğu tespit edilmiştir.

Yalnızca iki güzergâh üzerinde yapılan çalışmada elde edilen miktar düşünüldüğünde, tüm İstanbul genelinde böyle bir çalışma yapılması sonucunda çok daha yüksek miktarda zararın ortaya çıkması beklenmektedir.

Araştırma sonunda çıkan sonuçlarla ilgili önerilerimiz aşağıda yazılmıştır;

Raylı sistemler toplu taşıma hatlarına yönelik yatırımlar yapılmalı, yeni hat ve ilave güzergâhlar eklenmelidir. Raylı sistemler toplu taşıma hatlarının bağımsız güzergâhları olması sebebiyle hem toplu taşımada yolculuk sürelerinin daha kısa olmasına, hem de güvenlik, güvenilirlik gibi toplu taşıma kullanımını cezbeden etkenlerin diğer toplu taşıma türlerine nazaran daha yüksektir.

Yasal olmayan şekilde istanbulkart kullanımını gerçekleştiren yolcular, günlük kullanım miktarlarına, zamanlarına ve kullanılan hatlara bakılıp tespit edilmeli ve cezai işlem yapılarak istanbulkartlarına el konulmalıdır.

İstanbul'un her iki yakasının da üç tarafı denizlerle çevrili ve Haliç'in de olması hasebiyle deniz ulaşımına müsait bir vaziyettedir. Denizyolu toplu taşıma kullanımının artırılması için ilave iskele, yeni hat ve güzergâhlar eklenmeli, azamî surette deniz yolundan yararlanılmalıdır. Karayolu toplu taşıma kullanımının düşürülmesi için deniz yolu toplu taşımacılığına yatırımlar yapılması, denizaşırı bağımsız güzergâha sahip olması, yolculuk sürelerinin daha kısa olması ve trafik sıklığından etkilenmemesi gibi özellikleri ile toplu taşıma kullanımını hem artıracak hem de karayolu toplu taşıma türlerinin yoğunluğunu azaltabilecektir.

Yapılan çalışmada İstanbul genelinde toplu taşıma kullanımı gösterilmiştir. Ulusal ve uluslararası etkinliklerin olduğu saatlerde toplu taşıma kullanımında artış olduğundan etkinlik öncesi ve sonrasına ilave hat ve araçlar tahsis edilmesi durak ve istasyonlarda yaşanabilecek yığılımlı kalabalığın azalmasını sağlayacaktır.

Aktarma tanım olarak varılmak istenen bir yer için ikinci ve daha sonraki toplu taşıma kullanımı olması hasebiyle, 2 saat içinde aynı hattı ikinci kez kullanma ihtimalinin olmamasından ötürü, bu yolculuklardan da aktarma ücreti yerine normal ücret alınması gereklidir. Aynı şekilde 2 saat içinde gidiş ve dönüşü aynı hat ile yapan yolculardan normal ücret alınmalıdır.

Bu çalışmada ortaya çıkan ve yukarıda belirtilen sonuçlar neticesinde adil bir aktarma ücreti alınmadığı, dolayısıyla kamu zararına yol açıldığı düşünülmektedir. Aktarma ücretinin daha adil alınması için aktarma öncesi yolculuk sürelerine ve yolculuk mesafelerine bakılmalıdır. Yolcu kullandığı hatta göre mâkul bir süre dâhilinde aktarma yapmış ise aktarma ücreti alınmalı, mâkul olmayan süreler dâhilinde ise, harcadığı zamana göre ücret alınmalıdır. Ayrıca yolcunun kullanmış olduğu hattın uzun olması veya trafik sıkışıklığından dolayı iki saatlik sürenin üzerinde bir zaman geçmesi halinde olsa bile, araçtan indikten sonra aracın durağa varış süresine bakılarak mâkul sürede aktarma yapılmış ise, bu yolcudan da aktarma ücreti alınmalıdır. Bu işlemin gerçekleşebilmesi için yolcuların varış noktalarının tespit edilmesi gereklidir. Yolculuğa başlanılan zaman, istanbulkartının validatöre okutulduğu zaman olarak kabul edilmekte, ancak inişlerde validatöre okutma olmadığından, yolculuğun bitişi hesap edilememektedir. Yolcunun araçtan inişinde de istanbulkartını okutması, iniş yerinin tespitini sağlayacaktır. Bunun yapılabilmesi için araç içi iniş kapılarında, duraklarda ve istasyon turnikelerinin çıkış yönlerinde de validatörün konulması gereklidir. Bunun yanı sıra, inişlerde istanbulkartının validatöre okutulması, yolcuların kullandığı araçların inişlerine dair bilgilerin öğrenilmesini sağlayacak, dolayısıyla hatların biniş ve inişlerine ilişkin araç içi yoğunluk da tespit edilebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Lawrence W. L., Ming-Te W. ve April Y. K. (2006). “Development and deployment of public transport policy and planning in Taiwan”, *Transportation*, 33:153-170.
- [2] Hanghani A., Shafahi Y. (2002). “Bus maintenance systems and maintenance scheduling: model formulations and solutions”, *Transportation research. Part A, Policy and practice : an international journal*, 36:5:453-482.
- [3] Badger, E., 2014, “How to Make Waiting for the Bus Feel Much, Much Shorter”, <http://www.citylab.com/commute/2014/01/why-technology-forever-changing-psychology-waiting-bus/8158/>, 10 Şubat 2019.
- [4] Ilıcalı M., 2014. “İstanbul Halkı İçin Ulaşım-Trafik Anketi”, <https://docplayer.biz.tr/10590373-Istanbul-halki-icin-ulasim-trafik-anketi.html>, 20 Nisan 2018.
- [5] İBB ve İETT, “Toplu Ulaşımında Modlar Arası Entegrasyon Vizyonu Ortak Akıl Konferansı”, <https://www.iett.istanbul/webimage/files/Toplu%20Ula%C5%9F%C4%B1mda%20Modlar%20aras%C4%B1%20Entegrasyon%20Vizyonu.pdf>, 20 Kasım 2018.
- [6] Katarzyna. S. ve Jacek Z. (2014). “Integration of the urban public transportation system with the application of traffic simulation”, *Transportation Research Procedia* 3:259-268.
- [7] Arslan O., “Kaliteli Bir Toplu Taşıma Sistemi Nasıl Olmalıdır, Münih Örneği”, https://www.verkehr.tu-darmstadt.de/media/verkehr/fgvv/prof_boltze/Kongre_Yazi_Submitted.pdf, 7 Mayıs 2018.
- [8] Delice Y., (2012)., “Otomatik Ücretlendirme Sistemi Verileri Kullanılarak İstanbul Geneli Toplu Taşıma Başlangıç – Son Matris Tahmini İçin Bir Yöntem”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [9] Cui, A., (2006). “Bus Passenger Origin-Destination Matrix Estimation Using Automated Data Collection Systems”, MSc. Thesis, MIT.
- [10] Nielsen O. A., (2002)., “Minimizing passenger transfer times in public transport timetables”, <https://www.researchgate.net/publication/248565285>, 22 Aralık 2018.

- [11] İzmir Metro A.Ş., Toplu Ulaşım Fiyat Tarifesi, <https://www.izmirmetro.com.tr/Sayfa/25/11/ucretlendirme>, 2 Mart 2019.
- [12] Agard B., Morency C. ve Trepanier M., (2006), "Mining Public Transportation User Behaviour from Smart Card Data", *Cirrelt*, 2007-42.
- [13] Yoshitsugu H., Kenji D., Masaharu Y., Masako K. (2004), "Urban Transport Sustainability: Asian Trends, Problems and Policy Practices", Department of Sustainable Transport and Spatial Development Graduate School of Environmental Studies Nagoya University Nagoya Japan.
- [14] TÜİK, Ekonomik Faaliyetlere Göre Hava Emisyon Hesapları, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019, 20 Haziran 2019.
- [15] TUIK, National Greenhouse Gas Inventory Report 1990-2012, https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/NIR_TUR_2012.pdf, s 42.
- [16] İETT, Toplu Taşıma Kullanım Sayıları, <https://www.iETT.istanbul/tr/main/pages/istanbulda-toplu-ulasim/95>, 30 Mayıs 2019.
- [17] Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. ve Berry, L.L., (1985), "A conceptual model of service quality and its implication", *Journal of Marketing*, 49:41-50.
- [18] Johar A., Jain S.S., Garg P.K. ve Gundaliya P.J., (2015), "A Study FROM Commuter Walk Distance FROM Bus Stops to Different Destination Along Routes in Dehli", *European Transport*, 3.
- [19] İETT., İETT'den Bisikletliye Özgür ve Güvenli Ulaşım, <https://www.iETT.istanbul/tr/main/news/iETTden-bisikletliye-ozgur-ve-guvenli-ulasim/1985>, 20 Aralık 2018.
- [20] TÜİK, Ulaştırma İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051, 18 Aralık 2018.
- [21] İETT, (2017), 2018-2022 Stratejik Planı, İstanbul.
- [22] The City Fix Türkiye, Tüm Dünyadan Metrobüs Hat Verileri, <http://www.thecityfixturkiye.com/brtdata/>, 10 Ocak 2019.
- [23] İBB, Metrobüs Sisteminin Avantajları <https://metrobus.iETT.istanbul/tr/metrobus/pages/sistemin-avantajlari/300>, 26 Kasım 2018.
- [24] Gerçek H., Demir, O.,(2007), "Topkapı – Avcılar Metrobüs Projesi ve Yeni Otobüs Alımı Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü", İstanbul.
- [25] İETT,(2017), "2018-2022 Stratejik Planı", İstanbul.
- [26] Kshirsagar J.B., Kumar P., (2014), Value Addition to Public Transport, <https://www.nbmcw.com/report/construction-infra-industry/31989-value-addition-to-public-transport.html>, 20 Haziran 2019.
- [27] Municipality Of Anchorage Project Management & Engineering/Public Transportation, (2007). Design Criteria Manual Chapter 7 Public Transportation, Alaska.
- [28] Boanci M.P., Towards an effective transitioning of public transport system in Ghana, <https://www.slideshare.net/ITSLeeds/towards-an-effective->

transitioning-of-public-transport-system-in-ghana, 30 Kasım 2018.

- [29] Yılmaz, D.,Ç.,(2014), “Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İstanbul Metropolitan Alanında Toplu Taşıma İle Bütünleşik Bisiklet Ağı Kümelerinin Önceliklendirilmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [30] Fung, G.W., Leung, J.M.Y., Wong, R.C.W. ve Yuen, T.W.Y., 2008,“Optimizing Timetable Synchronization for Rail Mass Transit”, Transportation Science, Vol.42, No.1, pp. 57-69
- [31] Özen H., Kayserilioğlu O., Maltaş A., Saraçoğlu A. ve Boz F.K., (2016), İstanbul’da Raylı Sistemlerin Aktarma Sürelerinin Değerlendirilmesi, TRANSİST İstanbul Ulaşım Kongresi ve Fuarı, 1-3 Aralık 2016, İstanbul.
- [32] The Northwest Urban Transit, Limited Madison BRT Will Still Deliver Great Benefits, <https://thenorthwesturbanist.com/2015/11/17/limited-madison-brt-will-still-deliver-great-benefits/>, 10 Ocak 2019.
- [33] Güncel Türkçe Sözlük, Türk Dil Kurumu.
- [34] Sönmez T., (2011), “Aktarma Merkezleri, İstanbul Kabataş Aktarma Merkezi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [35] Işıklı B., (2009), Veri Madenciliği(Data Mining) Nedir ve Nerelerde Kullanılır-1, <https://burakisikli.wordpress.com/2009/02/15/veri-madenciligidata-mining-nedir-ve-nerelerde-kullanilir-1/>, 10 Şubat 2019.
- [36] Agard B., Morency C., ve Trepanier M., (2008), Encyclopedia of Data Warehouse and Mining, 2nd Edition, Information Science Reference, New York.
- [37] İ.B.B. Ulaşım Daire Başkanlığı Ulaşım Planlama Müdürlüğü, (2011), “İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı”, İstanbul.
- [38] Metro İstanbul A.Ş., İstanbul Raylı Sistemler Gelecek Vizyonu Ağ Haritası, <https://www.metro.istanbul/YolcuHizmetleri/AgHaritalari>, 20 Mayıs 2019.
- [39] Okan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, “İstanbul’da Deniz Ulaşımının Geleceğinin Değerlendirilmesi”, <https://www.istka.org.tr/media/20863/%C4%B0istanbul-da-deniz-ula%C5%9F%C4%B1m%C4%B1n%C4%B1n-gelece%C4%9Ffininde%C4%9Ferlendirilmesi.pdf>, 16 Mart 2019.
- [40] İBB, İstanbul yıllık ulaşım raporu, https://tuhim.ibb.gov.tr/media/2130/ibb_ulasim_raporu.pdf, 17 Mart 2019.
- [41] Belbim A.Ş., “Üye İş Yerlerimiz”, <https://www.belbim.istanbul/uye-is-yerlerimiz-1066>, 26 Temmuz 2019.
- [42] Sabah Gazetesi, Galatasaray - Schalke maçını 47 bin 79 kişi izledi, <https://www.sabah.com.tr/spor/futbol/2018/10/24/galatasaray-schalke-macini-47-bin-79-kisi-izledi>, 16 Ocak 2019.
- [43] Hürriyet Gazetesi, Metrobüs turnikesinin önünde bekliyorlar! Aylık kazançları 5 bin lira, <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/metrobus-turnikesinin-onunde-bekliyorlar-aylik-kazanclari-5-bin-lira-40643015>, 29 Aralık 2018.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Oktay KAYSERİLİOĞLU

Doğum Tarihi ve Yeri : 02.10.1990 / Büyükçekmece

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : oktaykays@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Ulaştırma Programı	Yıldız Teknik Üniversitesi	2019
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Sakarya Üniversitesi	2014

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2017-Halen	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toplu Konut İdaresi Başkanlığı	Uzman
2015-2017	T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı	Uzman Yardımcısı

YAYINLARI

Bildiri

1. Özen, H., Kayserilioğlu, O., Saraçoğlu, A., Boz, F.K. ve Maltaş, A., (2016). “İstanbul’da Raylı Sistemlerin Aktarma Performanslarının Değerlendirilmesi”, Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyum ve Fuarı, 1-3 Aralık 2016, İstanbul.
2. Özen, H., Kayserilioğlu, O., Saraçoğlu, A. ve Maltaş, A., (2019). “İstanbul’da Toplu Taşıma Kullanımının Türel Dağılımının İncelenmesi”, 2. Uluslararası Battal Gazi Multi Disipliner Çalışmalar Kongresi, 15-17 Mart 2019, Malatya.