

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI KART VERİLERİ KULLANILARAK
TOPLU ULAŞIM YOLCULUK TALEBİNİN
BELİRLENMESİ
VE
SEFER ÇİZELGELEME OPTİMİZASYONU

Alper DERİ

Haziran, 2012
İZMİR

**AKILLI KART VERİLERİ KULLANILARAK
TOPLU ULAŞIM YOLCULUK TALEBİNİN
BELİRLENMESİ
VE
SEFER ÇİZELGELEME OPTİMİZASYONU**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı**


Alper DERİ

Haziran, 2012

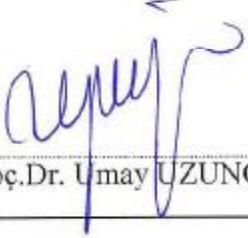
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU


ALPER DERİ, tarafından DOÇ. DR. SERHAN TANYEL yönetiminde hazırlanan “AKILLI KART VERİLERİ KULLANILARAK TOPLU ULAŞIM YOLCULUK TALEBİNİN BELİRLENMESİ VE SEFER ÇİZELGELEME OPTİMİZASYONU” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Serhan TANYEL

Yönetici


Yrd. Doç. Dr. Umay UZUNOĞLU KOÇER

Jüri Üyesi


Yrd. Doç. Dr. Yavuz ŞENOL

Jüri Üyesi


Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

planlama nosyonu gerektiren konularda bana her zaman yardımcı olan, iş yaşamım boyunca her konuda beni destekleyen ve karşılaştığımız problemlerde benim yanımda olan değerli mesai arkadaşım Şehir Plancısı Aylin KALPAKCI' ya teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, verdikleri emeklerle beni bu günlere getiren ve benden desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen aileme en derin şükranlarımı sunarım.

Alper DERİ

AKILLI KART VERİLERİ KULLANILARAK TOPLU ULAŞIM YOLCULUK TALEBİNİN BELİRLENMESİ VE SEFER ÇİZELGELEME OPTİMİZASYONU

ÖZ

Ekonomik kaynakları sınırlı olan ülkelerde ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle toplu ulaşımın büyük bir oranı raylı sistemler yerine lastik tekerlekli toplu ulaşım araçlarıyla sağlanması yoluna başvurulmaktadır. Fakat lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemleri, hat planlaması, işletmesi ve revizyonunda büyük esneklikler sağlamasına rağmen, yoğunlukla diğer taşıt trafiğinin içinde işletildiklerinden, performansları mevcut trafik koşullarından doğrudan etkilenmektedir. Trafik koşullarına bağlı olarak gecikmeler özellikle zirve saatlerde artmakta ve sistemin hizmet seviyesi giderek azalmaktadır.

Akıllı kartla ücret toplama sistemleri toplu ulaşım işletmecileri tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. İşletmecilerin ana amacı hâsılatı toplamak olarak algılansa da akıllı kart bilgileri binişlerle ilgili çok sayıda ve ayrıntılı veri sağlamaktadır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle kısa ve uzun vadeli stratejiler geliştirmek için oldukça kullanışlı sonuçlar elde edilmektedir.

Tez çalışmasının ilk aşamasında, İzmir kent merkezindeki toplu ulaşım olanakları ve yolculuk eğilimleri incelenmiştir. 2012 yılı itibarıyla İzmir Büyükşehir sınırları içerisinde hafif raylı sistem, banliyö sistemi, körfez içi vapur hatları, belediye otobüsleri ve minibüsler ile toplu ulaşım hizmeti gerçekleştirilmektedir. Minibüsler dışındaki tüm türler İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilmektedir.

Akıllı kart sistemi verileri incelendiğinde günlük toplam binişlerin yüzde sekseninin otobüslerce karşılandığı görülmektedir. Bu verilerin ışığında karayoluna dayalı toplu ulaşım sisteminin ne kadar yaygın olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Akıllı kart sisteminden alınan bilgilerin oluşturulan algoritmalar yardımıyla değerlendirilip kişi-hat-durak-saat bazında yapılan analizler incelenmiştir. Bu sonuçlara göre yüksek

yoğunluklu konut alanları ile kent merkezi arasındaki yolculuk talebini karşılayan hatların, diğer toplu ulaşım türleri ile aktarma olanağına sahip olan hatların ve üniversite alanlarına bağlantıyı sağlayan hatların yolcu yoğunluklarının fazla olduğu görülmüştür. Yolcu yoğunluğu olan durakların çoğunda fiziki alan yetersizliği olduğu belirlenmiştir. Özellikle banliyö sistemi ve vapur hatları ile otobüs sistemi arasında bağlantıyı sağlayan aktarma noktalarındaki yolculuk sayısının düşük çıkması da türler arasında entegrasyonun yeterince sağlanamadığını göstermektedir.

Tez çalışmasının üzerinde durduğu temel problemlerden biri de, gün içerisinde değişen yolcu talebini dikkate alan optimum sefer sıklığının belirlenmesidir. Yapılan çalışmada, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren otobüs hatları örneği üzerinde durulmuştur. Sabah zirve saati içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek en uygun otobüs sefer sıklıkları, hafta ortası bir güne ait yolculuk verileri kullanılarak Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntılar yardımıyla hesaplanmış ve elde edilen sefer sayıları işletmenin yaptığı sefer sayılarıyla karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı kart, doğrusal hedef programlama, kentiçi otobüs sistemleri, sefer çizelgeleme

THE PREDICTION OF PASSENGER DEMAND IN PUBLIC TRANSPORT BY USING SMART CARD DATA AND SCHEDULING OPTIMIZATION

ABSTRACT

In the countries with limited economic sources, public transportation systems are based on bus transit rather than rail transit systems because rail transit systems have higher initial investment costs. Although bus transit systems can provide flexibility of bus line planning, operating and revision, they are mostly operated on mixed vehicle traffic and thus their performance directly is affected by the traffic conditions. Due to the traffic conditions delays increase especially in the peak hours and the service quality of bus transit system decreases considerably. Smart card based fare collection systems are widely used by transit operators. While their main purpose is perceived as collecting revenue, smart cards provide large quantities of detailed data. Evaluation of obtained data provides useful results for improving short and long term operational strategies.

In the first stage of the thesis, facilities of transit systems in İzmir city center and passenger tendencies are discussed. By 2012, public transportation service is provided by light rail system, commuter rail system, ferry routes, bus routes and para-transit routes. Except the para-transit routes, other types are operated by İzmir Metropolitan Municipality. When smart card data are evaluated, it is seen that the eighty percent of all boarding in a week day is supplied by bus routes. This clearly shows that highway based transportation systems are used widely. Smart card data are evaluated with generated algorithms and passenger, hour, route, bus stop based results were obtained. By using these results, it is obtained that the routes giving services between city center and high density residence areas, offering transfers with other transit systems and the routes providing transportation to the university campuses have higher passenger loads. Besides, most of the bus stops that have higher passenger loads are determined to have limited waiting areas. It is also seen that, especially transfer centers that provides integration between bus routes and

commuter rail or ferry routes have lower passenger loads which show that the integration between the transit systems are not efficiently provided.

One of the problem that tried to be solved in the thesis is, determining the optimum trip frequencies that take into account the passenger demand daily changes. In the study, optimum frequencies depending on passenger demand are investigated for the sample bus routes which serve between South-East region of İzmir city and city center Konak. Optimum frequencies that can be used for morning peak period are calculated by using some empirical equations and linear goal programming methods and results are compared with operator's

Keywords: Smart card, linear goal programming, scheduling, urban bus transportation systems.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	v
ABSTRACT	vii
BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ – TOPLU ULAŞIMDA AKILLI KARTLA ÜCRET TOPLAMA SİSTEMLERİ	4
2.1 Toplu Ulaşım Sistemlerinde Akıllı Kart Kullanımının Avantajarı.....	6
2.2 Akıllı Kart Verileri ile Yolculuk Talebinin Belirlenmesi.....	6
BÖLÜM ÜÇ –İZMİRDE AKILLI KART SİSTEMİNE DAYALI TOPLU ULAŞIM.....	14
3.1 Geçmişten Günümüze İzmir’de Toplu Ulaşım	14
3.1.1 Osmanlı Dönemi	14
3.1.2 Cumhuriyet Dönemi	18
3.2 İzmir’de Toplu Ulaşımın Mevcut Durumu-Akıllı Kart Verilerinin Analizi....	27
3.2.1 İzmir Metrosu(Hafif Raylı Sistem):.....	30
3.2.2 İzmir Banliyö Sistemi(İZBAN)	35
3.2.3 Deniz Ulaşımı.....	37
3.2.4 Otobüs Sistemi.....	38
3.2.4.1 İşletme Bölgeleri ve Hatlara ait Analizler	38
3.2.4.2 Garajlar ve Araç Kapasitelerine ait Analizler	45
3.2.4.3 Duraklara ve Aktarma Merkezlerine ait Analizler	51

**BÖLÜM DÖRT – AKILLI KART VERİLERİ İLE KİŞİ-MAHALLE-İLÇE
BAZINDA YOLCULUK TALEBİNİN BELİRLENMESİ :İZMİR ÖRNEĞİ .. 62**

4.1 Amaç ve Kapsam	62
4.2 Model Kurgusu	62
4.3 Analiz Sonuçları.....	64

BÖLÜM BEŞ – SEFER ÇİZELGELEME YÖNTEMLERİ..... 78

5.1 Sefer Çizelgeleme	78
5.2 Sefer Çizelgeleme Sürecinin Bileşenleri	81
5.3 Sefer Çizelgeleme Yöntemleri.....	84
5.4 Hedef Programlama ve Doğrusal Hedef Programlama	96
5.4.1 Hedef Programlamanın Tanımı	96
5.4.2 Hedef Programlamanın Tarihsel Gelişimi.....	97
5.4.3 Hedef Programlamanın Başlıca Uygulama Alanları	98
5.4.4 Doğrusal Hedef Programlama(DHP).....	98
5.4.4.1 Doğrusal Hedef Programlama Modellerindeki Temel Tanımlar	98
5.4.4.2 Doğrusal Hedef Programlama Modellerindeki Bağıntılar.....	100
5.4.4.3 DHP Hedef Kısıtları Fonksiyonlarındaki Sapma Değişkenlerinin Kullanımındaki İlkeler	101
5.4.5 Hedef Programlamanın Avantajları ve Dezavantajları	102

**BÖLÜM ALTI – İZMİR TELEFERİK BÖLGESİ ÖRNEĞİ DOĞRUSAL
HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMİ VE AMPİRİK BAĞINTILAR İLE
SEFER ÇİZELGELEME OPTİMİZASYONU..... 104**

6.1 Çalışmanın Kapsamı.....	104
6.2 Veri Toplama ve Analiz	111
6.2.1 Arazi Çalışmaları	111
6.2.2 Yolcu Talebinin Modellenmesi	119
6.3 Doğrusal Hedef Programlama Hesap Modelinin Geliştirilmesi	121

6.3.1 Karar Değişkenlerinin Belirlenmesi	121
6.3.2 Sistem Kısıtlarının Belirlenmesi.....	121
6.3.3 Hedef Kısıtlarının Belirlenmesi.....	122
6.3.4 Amaç Fonksiyonlarının Belirlenmesi	123
6.4 Hedef Programlama Modelinin Çözümü.....	124
6.5 Amprik Bağlantı Hesap Modelinin Geliştirilmesi	124
6.6 Model Sonuçları.....	124
BÖLÜM YEDİ – SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	127
KAYNAKLAR.....	131

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Türkiye'nin büyük kentlerinin birçoğunda yüksek oranda özel taşıt kullanılmaktadır. Her geçen gün artan metropol kent nüfusları ve gelişen arazi kullanımı, toplu ulaşımda kapasitenin verimli kullanılamamasına ve yer yer yetersizliklere sebep olmakta, böylece toplu ulaşımda düşen hizmet seviyesi, özel taşıt kullanımını daha da arttırmaktadır. Hâlbuki bir kentteki trafikten kaynaklanan problemlerin giderilmesinin en düşük maliyetli yolu, ulaşım sistemi kullanıcılarının toplu ulaşımına olan eğiliminin arttırılmasıdır. Bunun için de toplu ulaşımda hizmet düzeyinin yüksek tutulması, özellikle lastik tekerlekli ulaşımda yolcuların sistem tutarlılığına olan güveninin sağlanması gerekmektedir.

Avrupa ve A.B.D.'deki önemli kent merkezlerinde toplu ulaşımın büyük bir bölümü raylı sistemlerle sağlanmaktadır. Fakat ekonomik kaynakları sınırlı olan ülkelerde genellikle, raylı sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle, toplu ulaşımın büyük bir oranı lastik tekerlekli toplu ulaşım ile sağlanması yoluna gidilmektedir. Ayrıca lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemleri, hat planlaması, işletmesi ve revizyonunda büyük esneklik sağlamaktadır. Daha düşük bir yatırımla kent içi ve kentler arası bölgelerde farklı yolculuk taleplerinde işletilebilmektedirler. Çoğunlukla diğer trafikle karışık olarak işletilen lastik tekerlekli toplu ulaşım taşıtları mevcut yol ve trafik koşullarından etkilenmektedir. Böylece otobüsler de trafik sıkışıklığının bir parçası haline gelmektedirler. Böyle bir durumda sistemin performansı ve güvenilirliği hem işletmeci hem de yolcular açısından hayati bir önemi kazanmaktadır. Trafik koşullarına bağlı olarak gecikmeler özellikle zirve saatlerde artmakta ve sistemin hizmet seviyesi giderek azalmaktadır. Günün farklı saatlerindeki yolcu talebini karşılayacak optimum sefer sıklığının doğru olarak belirlenmesi yolcu memnuniyeti ve işletme performansı açısından büyük öneme sahiptir.

Genel olarak Tez çalışmasının iki ana ayağı olduğu söylenebilir. Birincisi Akıllı kartla yapılan ücret toplama sistemlerinden elde edilen verilerin ulaşım

planlamasında kullanılabilir şekilde değerlendirilmesi ve toplu ulaşım OD matrisinin elde edilmesi, ikinci ayağı ise yine akıllı kart verileri kullanılarak gün içerisinde değişen yolcu talebini dikkate alan optimum sefer sıklığının belirlenmesidir. Bu bağlamda tez çalışmasının ikinci bölümünde akıllı kart sistemleri ve elde edilen verilerle toplu ulaşım OD matrisinin nasıl oluşturulabileceğinden bahsedilmiştir.

Tez çalışmasının üçüncü bölümünde, 1800'li yıllardan itibaren günümüze kadar İzmir Kentinde kullanılan toplu ulaşım sistemlerinin gelişimi olarak ele alınmıştır. 2012 yılı Ocak ayı itibariyle İzmir Merkez Kent Sınırları içerisindeki alanda hizmet veren toplu ulaşım sistemleri ve İzmir Kentkart Sisteminin altyapısı ve sefer çizelgeleme ve yolculuk talebinin belirlenmesinde kullanılacak temel veriyi oluşturan biniş verilerinin elde edilmesi anlatılmıştır. Bölümün sonunda ise akıllı kart verilerinin farklı şekillerde kullanılması ile edilen bazı sonuçlar da bu bölümde sunulmuştur.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde ise önceki bölümde anlatılan İzmir Kenti akıllı kart sistemi verileri kullanılarak kişi-mahalle-ilçe bazında yolculuk talebinin elde edilmesi için oluşturulan model kurgusu ve analiz sonuçlarından detaylı olarak bahsedilmiştir.

Beşinci bölümünden itibaren ise tez çalışmasının ikinci ayağını oluşturan akıllı kart verileri kullanılarak sefer çizelgeleme optimizasyonu bölümüne geçilmiş, ilk olarak sefer çizelgelemenin tanımı ve sefer çizelgelemeyi oluşturan unsurlar verilmiş ve özellikle lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemleri için sefer çizelgelemenin öneminden bahsedilmiştir. Daha sonra ise literatürde geçen sefer çizelgeleme yöntemleri ve yapılan çalışmalar irdelenmiştir. Bölümün son kısmında ise sefer çizelgeleme optimizasyonu yöntemlerinden biri olan ve tez çalışması kapsamında uygulanan Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi geniş kapsamlı olarak ele alınmıştır.

Tez çalışmasının altıncı bölümünde ise önceki bölümde detaylı olarak bahsedilen sefer çizelgeleme yöntemlerinden Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi ve Vuchic(2005) tarafından geliştirilen ampirik bağıntıların İzmir Merkez Kent sınırları içerisinde belirlenen bir bölge üzerindeki uygulaması anlatılmıştır. İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattı seçilmiş, sabah zirve saati (07:00-09:00) içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek uygun otobüs sefer sıklıkları Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntılar ile belirlenmiştir. İlk önce çalışma kapsamında seçilen bölge ve hizmet veren otobüs hatlarıyla ilgili açıklamalar verilmiş daha sonraki aşamada ise verilerin toplanması ve arazi çalışmaları anlatılmış ve bu verilerin analizleri ile ilgili değerlendirmeler sunulmuştur. Sonraki kısımda ise sefer çizelgeleme optimizasyonu için gerekli modellerin kurulması ve bu modellerden elde edilen sonuçlar verilmiştir. Tezin son. bölümünde ise tezin genel değerlendirmesini içeren sonuç ve öneriler sunulmuştur.

BÖLÜM İKİ

TOPLU ULAŞIMDA AKILLI KARTLA ÜCRET TOPLAMA SİSTEMLERİ

Akıllı ulaşım sistemlerinin içinde yer alan akıllı kart sistemleri hem işletmeci hem de kullanıcılar tarafından büyük avantajlar sağladığından her geçen gün kullanımı yaygınlaşmaktadır (Trepanier, Tranchant ve Chapleau, 2007). Akıllı kart teknolojisi ilk kez 1968 yılında Almanya’ da geliştirilmiştir. 1970lerin sonunda ise Japonya ve Fransa’ da akıllı kart kullanımı bankalarda güvenlik amaçlı kullanımı ile başlamıştır. 1977 yılında ise Motorola ve Bull firmaları ilk kez ticari olarak üretime başlamışlardır(Trepanier, Tranchant ve Chapleau, 2007). 1990 yılından itibaren ise iletişim teknolojisinin de gelişmesiyle kullanımı hızla artış gösteren akıllı kartlar ulaşım dışında sağlık, güvenlik, kamu kurumları, bankacılık gibi sektörlerde de kullanılmaktadır (Pelletier vd., 2011).



Şekil 2.1 Akıllı kartla yapılan ücret toplama sistemleri

Akıllı kartla ücret toplama sistemleri günümüzde birçok büyük kentte toplu ulaşım işletmecileri tarafından kullanılmaktadır. İşletmecilerin bu sistemleri kullanmaktaki ana amacı işletme gelirlerini kayıt altına almak olsa da akıllı kart bilgileri yolcu binişleriyle ilgili çok sayıda ve ayrıntılı veri sağlamaktadır. Bir

validatör yardımıyla alınan biniş bilgileri araç konum sistemleriyle elde edilen bilgilerle birleştirilmekte ve ana merkeze iletilerek çeşitli yazılımlarla değerlendirilmektedir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi kısa ve uzun vadeli stratejiler geliştirmek için kullanışlıdır. Pelletier vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada akıllı kart bilgilerinin kullanım alanları ve ulaşım planlamasında nasıl kullanılabilceği incelenmiş ve üç temel kullanım seviyesi belirleyerek daha önce yapılan çalışmalar gruplandırılmıştır: uzun vadeli stratejik kullanım, servis sıklığı ve ulaşım ağı geliştirilmesine yönelik taktiksel kullanım ve işletme performans istatistiklerine ilişkin operasyonel kullanım.

Stratejik kullanıma örnek çalışmalarda birinde, Agard vd. (2006), akıllı kartlara ait biniş tarihi, saati ve yeri verisini kullanmış ve tipik kullanıcıları belirleyerek gün, hafta, ay, mevsim içindeki kart kullanım değişimini analiz etmiştir. Böylece kullanıcı davranışları daha anlaşılır hale gelmiştir. Trepanier vd. (2009) ise, akıllı kartlara ait biniş tarihi, saati ve yeri verileri ile ulaşım hane halkı anketi verilerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmayla anketten elde edilen gözlem verileri, akıllı kart verileriyle kalibre edilerek anket örnekleminin doğruluk derecesinin artırılması amaçlanmıştır.

Taktiksel kullanım grubuna giren uygulamalardan Utsominia vd.'ne (2006) ait çalışmada, akıllı kart kullanıcılarının kullanım geçmişleri incelenerek biniş sıklıklarını belirlenmiştir. Bu incelemeye dayanılarak, hatların sefer sıklıklarında çeşitli düzenlemelere yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Morency vd. (2006) örneğinde ise, akıllı kartlara ait biniş tarihi, saati ve yeri verisini kullanarak mekânsal bir analiz yapılmış, böylece durak kullanım sıklıkları ve yoğunlukları belirlenmiştir.

Operasyonel kullanıma yönelik olan Deakin ve Kim'e ait çalışmada (2001) akıllı kart bilgileri, otobüs bilgileri ile birlikte değerlendirilmiş, toplu ulaşım sisteminin planlanan durumu ile mevcut durumu arasındaki fark ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırmada yolculara, yolcuklarına başlamadan önce güzergâh seçenekleri sunma imkanı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Park ve Kim (2008) tarafından yapılan diğer bir araştırmada, yine akıllı kart bilgileri ve otobüs bilgileri beraber analiz edilerek,

aktarma noktası, biniş zamanı, kullanıcı tipi, kullanılan tür gibi yolcu ve ulaşım sistemine ilişkin karakteristikler sınıflandırılmıştır. Bu şekilde ulaşım sistemine bağlı olarak gelişen kullanıcı davranışları daha iyi bir biçimde açıklanmaya çalışılmıştır.

2.1 Toplu Ulaşım Sistemlerinde Akıllı Kart Kullanımının Avantajları

Akıllı kart bilgileriyle günlük hâsılat, toplam biniş sayısı, binişlerin hatlara dağılımı, aktarma durumu, yolcu davranışı gibi bilgiler elde edilmektedir. Ayrıca araç konum bilgilerinin de kullanılmasıyla kişisel bazda yolculuk bilgilerine de erişilebilir. Böylece duraklardaki yolcu yoğunlukları ve gün içindeki saatlere göre değişimleri elde edilebilmektedir. Akıllı kartların taşınmasının ve kullanımının kolay olmasından dolayı yolcular tarafından çoğunlukla tercih edilmekte bu da toplu ulaşım sistemine olan cazibeyi arttıran bir unsurdur. Ayrıca yolcuların otobüslere binişleri akıllı kart sistemiyle hızlandığından duraklardaki gecikmeler de azalmaktadır.

2.2 Akıllı Kart Sistemi Verileri ile Yolculuk Talebinin Belirlenmesi

Kent içi ulaşım planlama çalışmalarında ulaşılmak istenen temel çıktılardan biri de O-D Matrisi olarak adlandırılan başlangıç-bitiş matrisidir. Elde edilen matris daha önceden belirlenmiş başlangıç ve bitiş noktaları arasında ne kadar sayıda yolculuğun yapıldığını göstermektedir. Toplu ulaşım O-D matrisi ancak klasik dört aşamalı talep modelinin ilk üç aşaması tamamlandıktan sonra elde edilebilmekte, bunun için de hanehalkı ulaşım anketleri ve türel dağılım da dâhil olmak üzere çok büyük maliyet ve emek gerektiren aşamalar uygulanmaktadır. Akıllı kart verilerinin doğrudan toplu ulaşım O-D matrisi tahmininde kullanımına yönelik çalışmalar incelendiğinde bu tür çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmüştür.

Wong ve Tong (1998), toplu ulaşım ağları için zamana bağlı bir O-D matrisi tahmin etme yöntemi geliştirmişlerdir. Matematiksel algoritmalarla gözlemlenen yolcu sayılarını kullanarak entropi temelli bir yaklaşımla dinamik atama çalışması geliştirmişler ve zamana bağlı bir O-D matrisi türetmişlerdir. Oluşturdukları

yaklaşımı, Hong Kong şehrindeki 38 istasyondan oluşan raylı sistem ağında test etmişler ve istasyonlara giriş-çıkış yapan yolcu sayılarını kullanarak, oluşturulan O-D matrisini elektronik bilet verileriyle kontrol etmişlerdir. Sonuçların tutarlı olduğu gözlemlenmiş ve entropi tabanlı diğer çalışmalarda da algoritmanın kullanılabilceği vurgulanmıştır. Ancak yüzlerce duraktan oluşan ve lastik tekerlekli de dâhil olmak üzere tüm toplu ulaşım türlerini içeren bir ulaştırma sisteminde de aynı başarımın sağlanması beklenmemektedir. Lastik tekerlekli toplu ulaşım duraklarında, kalibrasyon için gerekli iniş sayılarının ve zamanlarının rahatlıkla gözlemlenememesi, bu kaniya varılmasında önemli bir etkidir. Ayrıca ulaşım talep modelinde doğrudan kullanılacak bir toplu ulaşım O-D matrisi, kent merkezi O-D çiftleri arasındaki tüm kombinasyonları, aktarma hareketlerinin gözlemini de içeren bir nitelikte içermelidir. Akıllı kart bilgileriyle OD matrisi oluşturulmasının önündeki en büyük engellerden biri de çoğu sistemde sadece binış bilgisi toplanırken yolcuların iniş yaptıkları noktalara ait her hangi bir veri elde edilememektedir.

Trepanier, Tranchant ve Chapleau (2007), yapmış oldukları çalışmada akıllı kart sisteminden elde edilen binış bilgilerini kullanarak yolcuların iniş yaptıkları noktaları tahmin eden bir algoritma geliştirmişlerdir(Şekil 2.2) Geliştirdikleri algoritmayı Ottawa' da 589 km² alana yayılmış, 240.000 nüfusa sahip Gatineau kentinde test etmişlerdir. Gatineau kentinde toplu ulaşım hizmet veren 200 otobüste de GPS sistemi bulunmaktadır. Ayrıca toplu ulaşım hizmetinde kullanılan akıllı kart sistemi tüm binışlere ait konum, zaman ve aktarma bilgisini kaydetmektedir. Model kurgusu şu şekildedir:

i: kart no

j: Kullanıcının gün içerisinde kullandığı hat sayısı

k: Gün sayısını ifade etmektedir.

R hattı(tek yönlü olarak), s adet durağı içeren bir küme olarak tanımlanırsa; $R=\{s^j\}$ olmaktadır.

s_{rik}^j : i kullanıcısının k gününde r hattında kullandığı j. durak

V_{rik} : i kullanıcısının k gününde r hattının j=B durağından bindikten sonra iniş yapabileceği duraklar kümesi, kayıp rota.

N_k : Bir gün içinde kişinin kullandığı kayıp rota sayısı

J_{ik} : Toplu ulaşım kullanıcısının bir gün içerisinde binebileceği kayıp rotalar kümesi

$V_{rik} = \{ s_{rik}^j \}, j > B$

$J_{ik} = \{ V_{rik} \}, r=1:\dots N_k$ olarak tanımlanmıştır.

Aktarmalı yolculuklarda ikinci binişe çok yakın bir noktada iniş yapıldığı için iniş noktalarının bulunması daha kolay olmaktadır. İniş noktalarının tahmin edilmesindeki kritik faktörlerden biri de yürüme mesafesidir. İniş ve biniş noktalarının arasındaki mesafe yürüyüş mesafesini aşmamalıdır. $D(a, b)$, a ve b arasındaki mesafe olarak tanımlanırsa, modelin inişin yapılacağı en uygun noktayı tahmin etmesi gerekmektedir. Hedef, kayıp rotanın içinde yer alan iniş durağı d_{rik} 'yı yolcunun sonraki yolculuğunda biniş yaptığı durak olan $s_{(r+1)ik}^B$ ile mesafesinin en küçük olacak şekilde belirlenmesidir.

$$d_{rik} = \min_{z \in \{V_{rik}\}} d(s_{(r+1)ik}^B, z) \quad (2.1)$$

$$r < N_k \quad d(s_{(r+1)ik}^B, z) < M \quad (2.2)$$

Denklem 2.2' de verilen M mesafesi yapılan çalışmada 2 kilometre olarak belirlenmiştir. Denklem 2.1 "normal yolculuk" olarak adlandırılan genel durumlar için kullanılmaktadır. Yolcunun gün içinde kullandığı son hattın ($r=N_k$) iniş yapacağı durağı tahmin etmek için iki varsayım türetilmiştir.

İlk varsayım yolcunun gün içinde kullandığı son hattın ($r=N_k$) iniş yapacağı durağı yolcunun o gün biniş yaptığı ilk durağa bağlı olarak tahmin etmektir (Denklem 2.3 ve Denklem 2.4).

$$d'_{rik} = \min_{z \in \{V_{rik}\}} d(s_{1ik}^B, z) \quad (2.3)$$

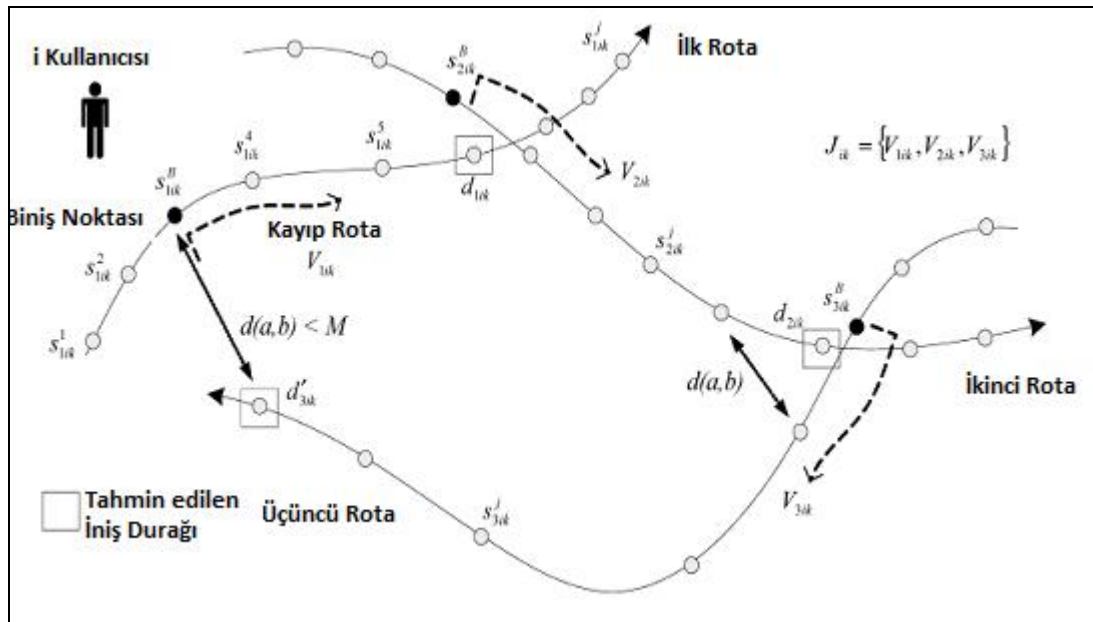
$$r = N_k \quad d(s_{1ik}^B, z) < M \quad (2.4)$$

İkinci varsayım $(s_{1ik}^B, z) > M$ ise yolcunun gün içinde kullandığı son hattın $(r=N_k)$ iniş yapacağı durağı yolcunun sonraki gün binış yaptığı ilk durağa bağlı olarak tahmin etmektir (Denklem 2.5 ve Denklem 2.6).

$$d''_{rik} = z \rightarrow \min d(s_{1i(k+1)}^B, z) \quad z \in \{V_{rik}\} \quad (2.5)$$

$$r = N_k \quad d(s_{1i(k+1)}^B, z) \leq M \quad (2.6)$$

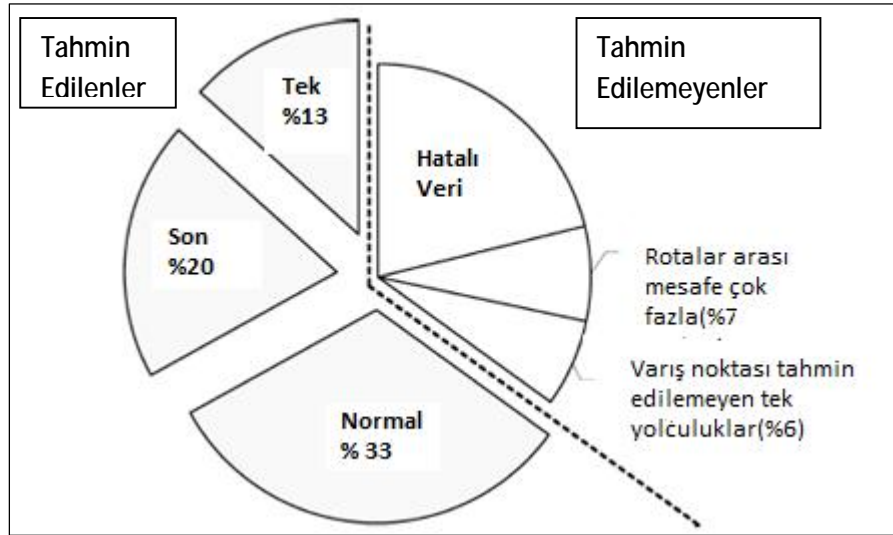
Denklem 2.5 ve 2.6' da bahsedilen yolculuklar gün içerisinde yapılan son yolculuklardır. Modelin kurgusu Şekil 2.2' de verilmiştir. Yukarıda verilen denklemler yardımıyla varış noktaları bulunamayan yolculuklar “diğer yolculuklar” olarak adlandırılmıştır. Bu yolculukları gerçekleştiren kişilerin bir ay içindeki diğer yolculukları karşılaştırılarak benzer varış noktaları bulunmaya çalışılmıştır. Gün içerisinde tek bir yolculuk yapan kişilerin ise diğer günlerdeki yolculuklarına bakılarak benzer rotaları kullanıp kullanmadığı incelenmiştir. Eğer benzer rotalar birden çok ise başlangıç saatleri karşılaştırılarak en yakın başlangıç saatine sahip olan rota seçilmiştir.



Şekil 2.2 Trepanier, Tranchant ve Chapleau (2007) yapmış oldukları çalışmada akıllı kart sisteminden elde edilen binış bilgilerini kullanarak yolcuların iniş yaptıkları noktaları tahmin eden model

Model yardımıyla varış noktaları belirlenemeyen kişiler üç kategoriye ayrılmıştır. Akıllı kart sisteminden kaynaklanan hatalardan dolayı varış noktaları belirlenemeyen kişiler, gün içerisinde kullandığı rotalar arasında büyük mesafeler bulunmasından dolayı varış noktaları belirlenemeyen kişiler ve gün içerisinde tek bir yolculuk yapıp diğer günlerdeki yolculukları ile eşleştirilemeyen kişiler.

Oluşturulan model 2003 haziran ayına ait 378.260 biniş verisi ve 2003 ekim ayına ait 771.239 biniş verisi kullanılarak ayrı ayrı test edilmiştir. Model Microsoft Access veri tabanında kayıtlı verileri kullanan Visual Basic Programı kullanılarak çalıştırılmıştır. 2003 Haziran ayı için elde edilen sonuçlar Şekil 2.3' de verilmiştir.



Şekil 2.3 Tahmin sonuçları

Yapılan çalışmada yolcuların davranışları yaş, cinsiyet gibi sosyo-demografik özelliklerine göre analiz edilememiştir. Fakat kullanıcıların düzenli olarak yaptığı yolculuklar elde edilmiştir. Algoritma günlük bazda % 66 zirve saatte ise % 80 oranındaki yolcuların iniş noktalarını tahmin edebilmektedir. Ayrıca biniş ve iniş noktaları otobüs hatları ile ilişkilendirilerek günlük bazda hatların duraklar arası kesimlerindeki yolculuk yükleri de bulunmuştur.

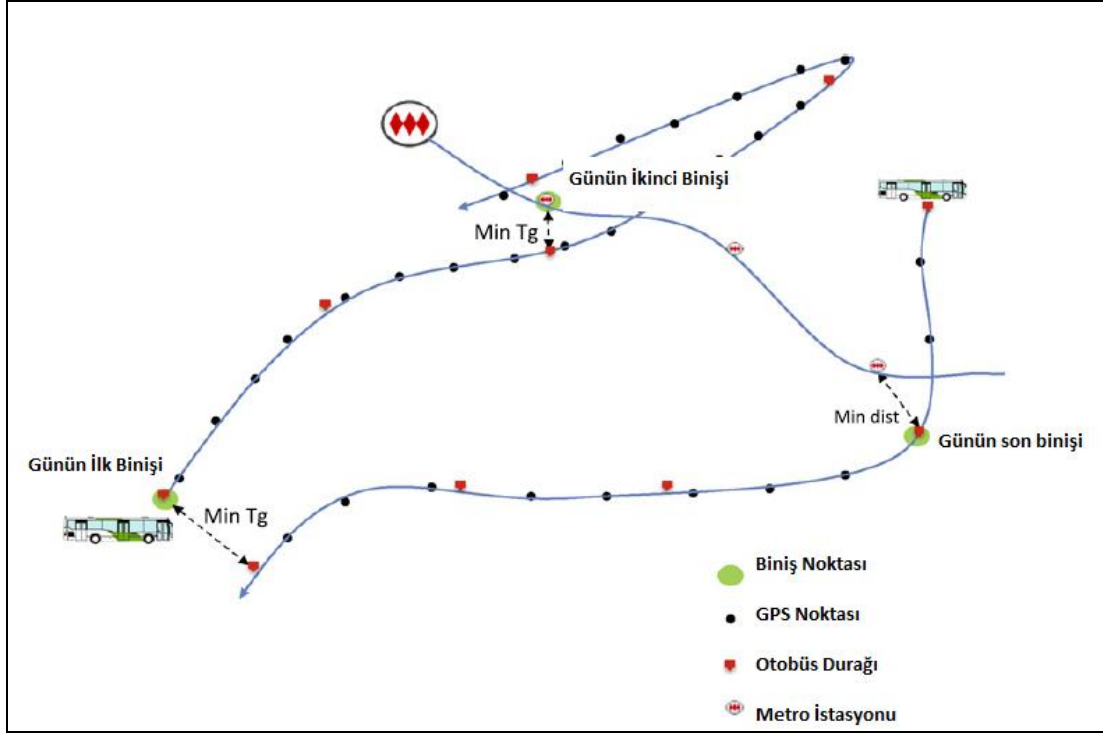
Munizaga ve Palma(2012), yapmış oldukları benzer çalışmada akıllı kart sistemiyle elde edilen bilgilerin, çeşitli algoritmalarla OD matrisi oluşturulabileceğini

göstermişlerdir. Kurmuş oldukları algoritmayı Şili' nin başkenti olan Santiago kentinde test etmişlerdir. Santiago kenti yaklaşık 6 milyon nüfusa sahip olup toplu ulaşım hizmeti otobüs hatları ve metro sistemi ile sağlanmaktadır. Şehirde biri metro beşi otobüs hatları için olmak üzere altı farklı işletme bulunmaktadır. Kullanılan akıllı kart sistemi tüm işletmelerde geçerli olup tek bir binişten sonraki iki saat içinde yapılan üç aktarma ücretsizdir.

2001 yılında yapılan OD araştırmasına göre 10 milyonu araçlı olmak üzere kentte toplam 16 milyon yolculuk yapılmaktadır. Yolculukların yaklaşık % 38,6' sını yaya ve bisikletli yolculuklar oluşturmaktadır. Ortalama hane halkı 3,81 kişi ve kişi başına yolculuk 2,82 kişi' dir. Yolculukların % 53' ü toplu ulaşım sistemleriyle sağlanmaktadır. Mevcut durumda kentte 300 den fazla otobüs hattı 6000 otobüs 10.000 otobüs durağı, 150 öncelikli otobüs istasyonu, 85 km raylı sistem ağı bulunmaktadır. Tüm otobüslerde GPS sistemi bulunmaktadır. Günde ortalama 6 milyon biniş yapılmaktadır. Binişlerin % 33'ü metro sistemine, % 60' ı otobüs sistemine ve % 7' si de öncelikli otobüs sistemine yapılmaktadır.

Yapılan çalışmada 2009 mart ve 2010 haziran ayına ait birer haftalık akıllı kart veri gruplarının analizleri yapılmıştır. Akıllı kart verilerini ve GPS konum bilgilerini kullanarak iniş noktasını tahmin etmektedir. Kişilere ait akıllı kart biniş bilgileri takip edilmiş Trepanier, Tranchant ve Chapleau (2007), de yapmış oldukları çalışmaya benzer şekilde iniş noktaları tahmin edilmiştir(Şekil 2.4). Fakat bir günde tek binişe sahip kartlar değerlendirme dışında tutulmuştur. Çalışmada yürüme mesafesi 1000 m olarak alınmıştır. Kişilerin iniş noktalarının bulunmasından sonra OD matrisinin oluşturulması için kişilerin gün içerisinde çeşitli aktivite amaçlı gittikleri hedef noktaları bulunmuştur. Eğer bir kişi(kart) iniş yaptığı noktada 30 dakikadan fazla süre kalırsa bu nokta hedef noktası olarak değerlendirilmiştir.. Oluşturulan model C++ yazılımında kurulmuş ayrıca sonuçların Google Earth' de de görüntülenmesi sağlanmıştır.

Oluşturulan model kullanılarak binişlerin % 80' inin iniş noktalarına ulaşılmıştır. İniş tahminlerinin dağılımı Tablo 2.1' de verilmiştir.



Şekil 2.4 Munizaga ve Palma(2012) yapmış oldukları çalışmada Santiago kenti akıllı kart sisteminden elde edilen biniş bilgilerini kullanarak yolcuların iniş yaptıkları noktaları tahmin eden model

Tablo 2.1 İniş tahmini başarımlar yüzdesi

	Mar.09	Haz.10
Başarımlar yüzdesi	80,77	83,01
Tahmin edilemeyen %		
Rotalar arası mesafe çok uzak	7,3	7,6
Tek biniş	5,2	5,4
Hatalı veri	4,3	1,6
Yanlış Tahmin(Aynı nokta)	2,43	2,39

Oluşturulan bölgeler için elde edilen günlük bazda OD matrisi ise Tablo 2.2 ve Tablo 2.3' de sunulmuştur.

Tablo 2.2 Mart 2009 için elde edilen OD matrisi

	Kuzey	Batı	Doğu	Merkez	Güney	Güney-Doğu	Dj
Kuzey	157,950	36,389	51,489	78,906	22,988	18,087	365,810
Batı	34,164	294,670	116,217	162,561	37,041	30,525	675,177
Doğu	49,382	112,436	317,606	173,157	70,812	150,056	873,450
Merkez	74,593	167,516	160,132	171,932	103,127	96,399	773,700
Güney	22,222	34,877	73,977	104,116	189,216	54,216	478,624
Güney-Batı	18,379	30,450	158,839	97,234	55,614	250,057	610,572
Oj	356,690	676,338	878,261	787,906	478,798	599,339	3777,333

Tablo 2.3 Haziran 2010 için elde edilen OD matrisi

	Kuzey	Batı	Doğu	Merkez	Güney	Güney-Doğu	Dj
Kuzey	176,291	38,976	57,360	86,022	24,671	20,565	403,885
Batı	37,568	313,822	131,083	176,402	38,491	33,571	730,937
Doğu	52,693	120,714	349,172	187,507	71,893	160,822	942,799
Merkez	84,344	178,518	168,284	176,849	106,518	100,024	814,538
Güney	24,658	37,350	83,124	113,291	194,636	56,133	509,192
Güney-Batı	20,115	33,326	170,041	104,565	56,563	255,868	640,478
Oj	395,668	722,707	959,064	844,636	492,772	626,982	4041,830

BÖLÜM ÜÇ

İZMİRDE AKILLI KART SİSTEMİNE DAYALI TOPLU ULAŞIM

Tez çalışmasının bu bölümünde, ilk olarak 1800’lü yıllardan itibaren günümüze kadar İzmir Kentinde kullanılan toplu ulaşım sistemlerinin gelişimi kronolojik olarak ele alınmıştır. Daha sonra ise 2012 yılı Ocak ayı itibariyle İzmir Merkez Kent Sınırları içerisindeki alanda hizmet veren toplu ulaşım sistemlerine ait sayısal bilgiler sunulmuştur. Tez çalışması lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemleri üzerine yapıldığından bu bölümde otobüs sistemine ait bilgiler çok daha detaylı bir biçimde verilmiştir. Ayrıca Akıllı kart verilerinin MATLAB Programında yapılan analizleri ile elde edilen sonuçlar da bu bölüm içerisinde sunulmuştur.

3.1 Geçmişten Günümüze İzmir’de Toplu Ulaşım

3.1.1 Osmanlı Dönemi

19.yüzyılın ilk yarısı bittiğinde İzmir’de kentin iç ve kıyı kesimlerine doğru, özellikle Anadolu ve adalardan kaynaklanan bir göç ve büyüme gözlemlenmeye başlanmıştır. Ancak bu dönemde İzmir’de iç bölgelerle bağlantısını sağlayacak tarzda düzenli yollar bulunmamaktadır. 1856 yılında verilen imtiyazla gerçekleştirilen İzmir(Alsancak)-Aydın demiryolu hattı ile 1864 yılında yapımına başlanan İzmir(Basmane)-Kasaba(Turgutlu) demiryolları, ticaret hacminin artmasına ve ekonomik yapının gelişmesine sebep olmuş bunun sonucunda da İzmir’in görünümü her bakımından değişmeye başlamıştır(Kayserilioğlu, 2011).

30 Ağustos 1897’de İzmir Kent içi toplu ulaşımında ilk kez omnibüs kullanımı başlamıştır. Omnibüs, toplu yolcu taşıyan atlı arabalara verilen isimdir. “İzmir – Pınarbaşı Omnibüs Şirketi” 30 Ağustos 1897 tarihinden itibaren İzmir ile Pınarbaşı arasında yolcu taşımaya başlamıştır. Ayrıca XX. yy. başlarında Karşıyaka’da, Karşıyaka Vapur İskelesi ile Soğukkuyu arasında Omnibüs işletilmiş, İzmir kenti

genelinde atlı tramvayların işletmeye başlamasıyla omnibüs seferlerine son verilmiştir(İzmir Büyükşehir Belediyesi, ESHOT Genel Müdürlüğü[ESHOT],2009) Osmanlı döneminde İzmir'deki karayoluna dayalı toplu taşıma hizmeti genellikle atlı tramvaylarla sağlanmıştır. İzmir'deki tramvay yatırımları incelendiğinde ise iki ana yatırım grubuyla karşılaşılmaktadır. Bunlar:

1. İzmir'in Güney-Batı Bölgesi için yapılan yatırımlar(Göztepe-Konak-Halkapınar)
2. İzmir'in Kuzey Bölgesi için yapılan yatırımlar(Karşıyaka)

Güney-Batı Bölgesi için yapılan tramvay yatırımları ilk olarak Konak-Alsancak arasında planlanan rıhtım projesiyle gündeme gelmiştir. Osmanlı Devleti'nin yabancı bir şirketle yaptığı antlaşmaya göre rıhtım 3 km uzunluğunda olacak, rıhtım boyunca bir tramvay hattı döşenecek ve 18 metre genişliğinde olacak, rıhtımın 6 metresi de tramvaya ayrılacaktı. Fakat İngiliz Mühendislerin çalışmaları sonuç vermediğinden İzmir tarihindeki ilk tramvay yapım işi başarısızlıkla sonuçlanmıştır (Kayserilioğlu,2011).

Aralık 1867 tarihinde yapılan yeni bir antlaşma ile rıhtımda tramvay işletme hakkı "Dussoud Kardeşler Firması" na geçmiştir. 1 Nisan 1880 tarihinden itibaren ise şirket, atların çektiği ve geceleri yük taşıyan vagonlarda gündüzleri koltuk ilavesiyle Rıhtım(Konak) ile Punto(Alsancak) arasında tek atlı olarak açık vagonlarla yolcu taşımaya başlamıştır(Kayserilioğlu,2011).

15 Mayıs 1882 tarihinde ise İzmir Göztepe Osmanlı Tramvay Şirketi' ne Konak ile Göztepe arasında yolcu ve eşya nakline mahsus atlı tramvaylar işletme hakkı verilmiştir. Hat inşaatı takriben 1 sene sürmüştü ve ana hattı tek olarak ancak ileride çift hatta uygun olarak döşenerek tamamlanmıştır(Kayserilioğlu,2011).

On adedi kapalı kışlık tramvay, beş adedi yazlık açık tramvay iki tanesi de iki katlı tramvay olmak üzere toplam 22 tramvay arabasına sahip olan şirkete ait atlı tramvay arabaları ikişer beygir ile çekilirlerdi ve ortalama 10 dakika sıklıkla hizmet verirdi.



Şekil 3.1 Rıhtım(Konak) - Punto(Alsancak) atlı tramvay hattı(Kayserilioğlu,2011)

5310 metre uzunluğunda olan Konak-Göztepe tramvay hattı, İzmir rıhtımında Kışla önünden başlayarak Hükümet Konağı'nın köşesinden geçip, Mahisler sokağından Karataş'a geliyor ve oradan da Karantina Yolu ile Göztepe' ye ulaşıyordu. Şirkete verilen imtiyaz kapsamında adı geçen güzergâhın 6 sene içinde Urla İskelesi'ne uzatılma hakkının da bulunmasına rağmen Urla İskelesine kadar herhangi bir hat inşa edilmemiştir. 1885 senesinde ise tramvay hattı Kokaryalı(Güzelyalı)ya kadar uzatılmıştır. Kokaryalı' ya kadar gelen tramvay hattının önce Agememnon ılıcalarına, oradan da Narlıdere' ye kadar uzatılma girişimleri olmuş ise bu çalışmalar gerçekleştirilmemiştir(Kayserilioğlu,2011).

Birinci Kordon ve Frenk Mahallerinin 1880'lerden itibaren genellikle iş merkezi olarak kullanılmaya başlamasıyla yerleşim de Kuzeye Halkapınar' a doğru yayılmaya başlamıştır. Böylece bu yöreyi merkeze bağlayacak bir ulaşım ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, Konak-Alsancak Atlı tramvay hattı Alsancak'tan daha ileriye, şimdiki Halkapınar mevkiine Paralı Köprü(Darağcı)'na kadar uzatılmıştır. Kasaba demiryolu hattı ile tramvayın bağlantısını sağlayan 1515 metre uzunluğundaki bu hat 13 Temmuz 1903 tarihinde açılmıştır. (Kayserilioğlu,2011).

1909 yılında Göztepe Tramvay hattının Narlıdere' ye uzatılması için gerekli ruhsat alınmış ayrıca Debbağhane' den Murtakya' ya(Ege Mahallesi-Kahramanlar)

kadar bir tramvay hattı kurulması için de girişimler başlatılmıştır. Fakat her iki teşebbüs de hiçbir zaman hayata geçirilememiştir. Yunanlıların İzmir'i işgaliyle tramvay hatlarının çalışmaları önce engellenmiş sonra İzmir Hamidiye vapurlarıyla birlikte tüm hakları Fransız bir şirkete devredilmiştir(Kayserilioğlu,2011).

İzmir'in kuzey bölgesi için yapılan yatırımlar ise Karşıyaka'nın nüfus artışıyla paralellik göstermektedir. 1890'larda 1000 kadar olan nüfus 1908'lere gelindiğinde 10.000lere ulaşmıştır. Bu nedenle yöre içinde toplu ulaşım ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Karşıyaka İskeleden başlamak üzere Alaybey, Naldöken ve Soğukkuyu hatlarının inşaatları Eylül 1905 de başlamış ve 17 Haziran 1906 tarihinde açılışları yapılmıştır. Bu tramvaylar, Karşıyaka sokaklarında aşağıdaki üç hatta hizmet vermişlerdir(Kayserilioğlu,2011);

1.İskele-Soğukkuyu(Mezarlık)Hattı: Karşıyaka İskele'den hareketle Kemalpaşa Caddesi ve Zübeyde Hanım Caddesi boyunca devam eder ve Soğukkuyu' da son durak yapmaktaydı.

2.İskele-Naldöken Hattı: Karşıyaka İskele'den hareketle Yalı Caddesinden saparak Alaybey'e ulaşır ve Naldöken'deki palamut Fabrikasından geri dönerdi.

3.İskele-Papazköy(Bostanlı): 2.4 kilometre uzunluğundaki bu hatta tramvaylar Karşıyaka İskeleden hareketle yola çıkar ve Yalı Caddesini takip ederek Bostanlı'dan geri dönerlerdi.

Beş kişilik altı koltuktan oluşan ve toplam 30 oturma yerine sahip Karşıyaka atlı tramvayları yazları tamamen açık vagonlarla ve tek atlı olarak çalışırlardı. Son durağa gelen tramvaylarda portatif koltukların yönü değiştirilir, önden alınan beygir arkaya bağlanarak geliş istikametinden geri dönüş başlardı. Karşıyaka hatlarında çalışan bütün tramvaylar dün bitiminde Soğukkuyu'daki depolarına dönerlerdi(Kayserilioğlu,2011).

3.1.2 Cumhuriyet Dönemi

1925 yılında Osmanlı döneminden kalan Göztepe Tramvay Şirketi ile bir anlaşma yapılmış ve bu hatta elektrikli tramvayların çalışmasıyla ilgili düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. 1928 yılında hizmete giren elektrikli tramvaylar(Şekil 3.2-Şekil 3.3) 1954 yılının sonlarına kadar yolcu taşımaya devam etmiştir. Bu tarihten sonra raylar sökülerek yerlerini otobüs ve troleybüslere bırakmışlardır.1928 yılında yapılan bir teklifle İzmir Limanı'nın Çeşme'ye taşınması ve tramvay hattının Çeşme'ye kadar uzatılması gündeme gelmiştir. Fakat teklif valilik tarafından bilinmeyen bir sebeple reddedilmiştir(ESHOT,2011a)(Kayserilioğlu,2011).



Şekil 3.2 Güzelyalı elektrikli tramvay garajı(ESHOT,2011a)

Atlı tramvaylar, Konak-Alsancak arasındaki 1.Kordon olarak adlandırılan bölümde toplu ulaşım hizmetine 1935 yılına kadar devam etmiştir(Şekil 3.4). Ve bu tarihten itibaren yerini İzmir'in ilk şehir içi özel toplu taşıma otobüslerine(Alman Bussing) bırakmışlardır. Karşıyaka'da çalışan tramvaylar ise tüm zamanlar sadece atlı olarak çalışmışlar ve 1950'li yıllarda seferlerine son verilmiştir (ESHOT,2011a).

Cumhuriyet döneminde İzmir'in kentsel gelişiminin ve nüfusunun artmasıyla tramvaylar kent içi ulaşımında artık yetersiz kalmışlardı. İzmir'de ulaşımın nasıl olması gerektiği sürekli tartışılıyor, atlı tramvayın artık kent ulaşımında çağıdığı rahatsız ve eziyetli olduğu düşünceleri ortaya atılıyordu. Bir yandan atlı tramvayların elektrikleştirilmesi, bir yandan da tramvay yerine otobüs işletmesinin İzmir'in ulaşım sorunlarını çözebileceği yönünde görüşler öne sürülüyordu.



Şekil 3.3 Güzelyalı-Konak elektrikli tramvayı(ESHOT,2011a)



Şekil 3.4 Atlı tramvay-1930lu yıllar(ESHOT,2011a)

Elektrikli tramvaylarla birlikte, İzmir kent içi ulaşımın yapısını değiştirecek olan otobüsler ilk defa 1930'lu yılların başlarında görünür olmuşlar ve ilk otobüs seferi Necmi Mısırlıoğlu tarafından kurulan otobüs şirketince 1932 yılında başlamıştır. Otobüsler bir toplu ulaşım aracı olarak daha modern ve kullanışlı olması sebebiyle öncelikle Kule-Konak, Cumhuriyet Bulvarı-Stadyum ve Halkapınar arasında işletilmişlerdir(ESHOT, 2011a) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 1930'lu yıllar-Burunlu Bussing otobüs ve otobüs durağı(ESHOT,2011a)

Bu dönemde İzmir Belediyesinde tramvaylara göre daha az yolcu taşıyan ve kullandığı yakıtla kent içinde ciddi hava kirliliği yaratan otobüslere göre elektrik enerjisi kullanan tramvaya ağırlık verilmesi düşüncesi hakimdi. 1933 yılına gelindiğinde kent içinde yolcu taşıyan otobüslerin sayısı 33'e ulaşmıştı. Ayrıca otobüs seferlerinin kalkış noktası Konak İskele olarak belirlenmiş ve buradan kalkan otobüsler Kordon, Tepecik, Buca, Bornova, Eşrefpaşa ve Karşıyaka'ya uzanan güzergahları izlemiştir.

1 Nisan 1936' da Belediye başkanı Behçet Uz'un vermiş olduğu bir başkanlık önergesi kabul edilmiş ve İzmir Belediyesi otobüs işletmeciliğinde aktif rol almaya başlamıştır. Bu gelişmelerle birlikte İzmir Belediyesi, 1936 yılında açılan ihaleyle 12 otobüs satın almıştı. İzmir Belediyesi Otobüsleri(İBO) adı altında kent içinde birçok noktaya hizmet vermekteydiler(Şekil 3.6). Ayrıca körüklü otobüs modelleri kent içi ulaşımında ilk kez kullanılmaya başlamışlardır. Trambüs adı verilen bu araçlar yaklaşık 100 kişinin seyahat etmesine imkan sağlamaktaydı(ESHOT,2011a).



Şekil 3.6 1930'lu yıllar-İBO otobüsleri (ESHOT,2011a)

İzmir Belediyesi kent içinde birbirinden ayrı olarak faaliyet gösteren otobüs, tramvay, elektrik su ve hava gazı işletmelerini birleştirerek üniter bir yapı oluşturmak istemiştir. Bu amaçla, İzmir Tramvay ve Elektrik Türk Şirketi 27 Temmuz 1943 tarihinde 4483 sayılı yasayla katma değer bütçeli bir idare şeklinde yönetilmek üzere İzmir Belediyesi'ne bağlı bir işletme olarak kurulmuştur. 1945 yılından itibaren ise daha önce Belediyeye devredilen, Tramvay ve Elektrik İşletmesi, İzmir Suları İşletmesi ve Havagazı İşletmesini kapsayan Belediyeye bağlı mülhak bütçeli bir Umum Müdürlük (ESHOT Genel Müdürlüğü[ESHOT]) kurulmuştur (ESHOT,2011a)(ESHOT,2009).

1945 yılına kadar İzmir Belediye Otobüsleri(İBO) adıyla yolcu taşıyan 42 otobüsten oluşan filonun ESHOT' a bağlandığında yalnızca 14'ü sağlam ve işler halde bulunuyordu. ESHOT bu durumu çözebilmek amacıyla ilk planda elinde bulunan 10 adet Ford marka kamyonu otobüse dönüştürmüştür. Tarihsel süreci içerisinde FIAT, BUSSİNG, MAGİRUS gibi çeşitli marka otobüslerle toplu taşıma hizmetinin verilmesine devam edildi(Şekil 3.7). Sürekli artan talepler karşısında kurumca ulaşım araçlarının yenilenmesine devam edilerek, eskiyen araçların yerine

zaman içinde MAN, MERCEDES marka otobüsler alınıp hizmete sunuldu(ESHOT,2009) (ESHOT,2011a).



Şekil 3.7 ESHOT otobüsleri-1950 yılı (ESHOT,2011a)

1952 yılında, İzmir Belediye Meclisinde yapılan toplantıda ESHOT mühendislerinin yaptığı araştırmalar neticesinde trolleybüslerin elektrikli tramvay ve otobüslerden daha yararlı olacağını ortaya konmuştur. Bu değerlendirmeler neticesinde, Almanya'daki Siemens Firmasıyla anlaşarak hava hatlarının oluşturulması için etütlere başlanmıştır(ESHOT,2011a).

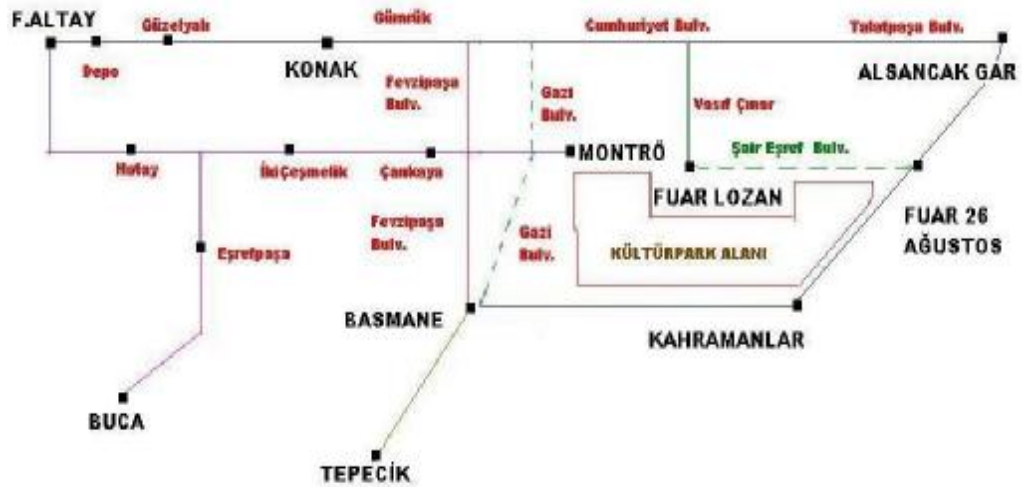
Lastik tekerlekleriyle cadde üzerine yerleştirilmiş bir hattan alınan elektrikle çalışan bir ulaşım aracı olan trolleybüsler tavan kısımlarına bağlanmış arş adı verilen metal çubuklar aracılığıyla hareket etmekteydi. Elektrik enerjisiyle çalışmaları için çevre dostu olan ve sessiz bir şekilde kent sokaklarında seyahat eden trolleybüsler petrole bağlı bir araç olmadıklarından maliyeti çok ucuz bulunur olması nedeniyle başta İzmir olmak üzere Ankara ve İstanbul' da belediyeleri tarafından toplu taşımacılıkta uzun bir süre kullanılmışlardır. 1954 yılında Türkiye'de ilk kez 18 adet MAN marka trolleybüs işletmeye alınmıştır(Şekil 3.8). ESHOT, Türkiye'de bir ilki başararak;1964 yılında kendi markasını verdiği otobüsleri, 1966' da ilk defa yerli trolleybüsleri kendi atölyelerinde üretmiştir. 1964 yılından 1968 yılına kadar 19 otobüs, 12 trolleybüs imal ederek servise çıkarmıştır. Trolleybüslerin 1968 yılındaki

havai hat uzunluğu 30 km, otobüslerin güzergah uzunluğu ise 141 km'ydi(ESHOT,2011a)(Şekil 3.9).



Şekil 3.8 İzmir'de hizmet veren Trolleybüsler(üstte) ve Güzelyalı trolleybüs garajı(alta) (ESHOT,2011a)

1984 yılında mevcut trolleybüs hatlarına ilave olarak Eşrefpaşa'dan itibaren Buca'ya kadar yeni bir trolleybüs hattı döşenmiş ve 75 adet Ansaldo marka trolleybüs satın alınarak Buca hattında trolleybüs çalıştırılmaya başlanmıştır(ESHOT,2011a).



Şekil 3.9 1970-İzmir trolleybüs hatları güzergah haritası (ESHOT,2011a)

1990 yılında ESHOT Genel Müdürlüğü ile birlikte kent içi toplu ulaşımaya destek olması amacıyla İzmir Büyükşehir Belediyesi İZULAŞ A.Ş., sermaye payı olarak devredilen ESHOT' a ait 29 adet otobüs ile toplu taşımada faaliyeti göstermeye başlamasıyla birlikte her geçen yıl her iki kurumun filosuna da birçok otobüs eklenmiştir. Ayrıca Güzelyalı atölyesinde MAN motou ve şasesi kullanılarak körüklü otobüs imalatına başlanmış ve 1990 yılı sonuna kadar 40 adet körüklü otobüs imalatı yapılmıştır(ESHOT,2011a)(ESHOT,2009)(Şekil 3.10).



Şekil 3.10 ESHOT Otobüsleri(ESHOT,2011a)

1992 yılına kadar kent içinde toplu ulaşım hizmeti sağlayan trolleybüsler, teknolojisinin eskimesi, yedek parçalarının temin edilememesi, şehrin trafik akışını olumsuz yönde etkilemesi, işletme maliyetinin artması ve ekonomik ömrünü tamamlaması gibi nedenler ile hizmet dışı bırakıldı ve bazı trolleybüsler hurdaya ayrılıp bazıları ise balık barınağı olarak körfeze atılmıştır. Bu tarihten itibaren İzmir kent içi toplu ulaşımı otobüs odaklı olarak sağlanmaya başlanmıştır(ESHOT,2009).

İzmir'de toplu ulaşım sisteminin gelişimi ve değişimi sadece otobüs filosunun yenilenmesi anlamında olmamıştır. 1999 yılında toplu ulaşımında; kâğıt biletlerin yerine kullanılmak üzere Kart Kredi İptal, Değerlendirme ve Otomasyon Sistemi Projesi ile Akıllı Kart (Proximity Kart)' a geçilmiştir. Bu sistemin toplum tarafından kolayca benimsenebilmesi için ilk aşamada belirli bir miktarın üzerinde kredi yüklemelerinde indirimli tarife uygulaması gerçekleştirilmiştir(ESHOT,2009).

2000 yılının Nisan ayında 1995 yılında yapım çalışmalarına başlanan İzmir Hafif Raylı Sistemi 1.Etabı hizmete girmiştir. Üçyol ile Bornova arasında hizmet veren hat toplam 10 istasyondan oluşmaktadır(İzmir Metro A.Ş,2011).

2000 yılında ise; bütünleşik sisteme geçilmiş, ulaşımında, deniz, metro ve otobüs sistemleri entegre edilmiş, aktarma merkezleri oluşturulmuş ve ücret toplama sisteminde tüm toplu ulaşım türlerinde(vapur- metro- otobüs) aynı akıllı kart ile yolculuk yapma imkanı sağlanmıştır(ESHOT,2009).

Otobüslerde 2004 yılına kadar kullanımı devam eden kâğıt bilet sistemi gerek hizmetin aksaması, gerekse yarattığı bir takım güvenlik sorunları nedeniyle bu tarihten itibaren kaldırılmış, otobüs şoförlerine kredi yüklü sürücü kart verilerek kartı olmayan yolcuların da ücretini ödemek kaydıyla seyahat edebilmesi için kolaylık sağlanmıştır(ESHOT,2009).

9 ilçeden meydana gelen İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin, 23.07.2004 tarih ve 25531 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Yasası ile hizmet alanı 50 km yarıçapına çıkararak, hizmet alanına 10 ilçe ve 38 ilk kademe

belediyesi dahil olmuş ve yeni hatlar açılarak büyükşehir belediyesi sınırlarının tamamına hizmet sağlanmaya başlanmıştır(ESHOT,2009).

Aktarmalı Ulaşımın 1.aşamasında pilot uygulama olarak,12.02.2007 tarihinde Metro – Vapur ve 52 adet besleme hattaki 100 otobüs ile 60 dakika içinde ikinci binişlerde %50 indirim uygulamasına geçilmiştir. 21 Ocak 2008’ de Aktarmalı Ulaşım Sistemi’nin ikinci aşamasının başlamış, tüm toplu taşıma araçlarında 90 dakika içinde ikinci binişler “yüzde 50 indirimli” uygulanmıştır. 11 Ağustos 2008; Aktarmalı Ulaşım Sistemi’nin üçüncü aşamasında Kentiçi toplu ulaşımda “tek tarife” uygulamasına gidilerek vatandaşlara 90 dakika içinde “limitsiz biniş” hakkı getirilmiştir(ESHOT,2009).

2008 Yılında, Ulaşım Takip, Kontrol ve Yönetim Sistemi Merkezi, filodaki otobüslerin GPS – GPRS uydu takip sistemi ve bilgisayar bağlantısı ile takibini yapabilmek amacıyla hizmete açılmıştır. Hizmete açılan Ulaşım Takip, Kontrol ve Yönetim Merkezi sayesinde; filonun tamamının İzmir haritası üzerinde gerçek zamanlı veya girilen bir zaman aralığında takibi, tüm hatlar için trafik yoğunluğu ve yolcu yoğunluğu raporlarının çıkartılması, otobüslerin seferlerine zamanında çıkıp çıkmadıkları kontrolü, araçlardaki mevcut acil çağrı butonu sayesinde olağan dışı bir durumda (arıza,kaza vb.) acil müdahale edilmesi için ilgili yerlere haber verilmesi, sürücülere mesaj yollayarak sürücülerin çeşitli konularda bilgilendirilmesi, şikayetlerin sistem ve araç takip üzerinde değerlendirilmesi, günlük olarak araç tekmillerinin çıkartılması, hız ihlallerinin raporlanması, kilometre bilgilerinin günlük ve aylık olarak raporlanması sağlanmaktadır(ESHOT,2009).

2008 Nisan ayından itibaren yolcu bilgilendirme sistemi belirli araçlarda uygulamaya konularak deneme süreci tamamlanmış ve Temmuz ay itibariyle 300 otobüste kullanıma sunulmuştur. Sistem; şimdiki durak, sonraki durak, tarih, saat, güzergah, hava durumu, günlük haberler, otobüsün hızı ve aracın konumu olmak üzere güncel bilgilerin sunumu özelliklerine sahiptir(ESHOT,2009).

29 Ekim 2008 tarihinden itibaren 3 veya 5 kontörlük “Elektronik Temassız Biletler”in hizmete girmesiyle birlikte sürücü kart uygulaması kaldırılmıştır(ESHOT,2009).

2009 yılında hizmet vermeye başlayan Akıllı Durak Sistemi ile; durağa gelen yolculara yaklaşmakta olan otobüsler hakkında bilgiler verilmektedir. Dakikada bir, Ulaşım Kontrol Merkezi tarafından güncellenen söz konusu veriler durağa yerleştirilen led panel üzerinde yer almaktadır. Panelde; otobüsün hat numarası, gidiş yönü, son durağın ismi ile kalan durak sayısı olmak üzere 3 çeşit bilgi bulunmaktadır(<http://www.eshot.gov.tr/HaberDetay.aspx?ID=226>).

Aliğa-Cumaovası hattı olarak bilinen İzmir Banliyö sistemini işletecek olan ve proje ortağı TCDD ile İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin % 50 oranında ortaklığı ile kurulmuş İZBAN A.Ş, 2010 yılı Temmuz Ayından itibaren Sistemin Güney aksında(Halkapınar-Cumaovası) yolcu taşımaya başlamıştır.

5 Aralık 2010 tarihinden itibaren İzmir Banliyö sisteminin tamamında kademeli olarak işletmeye açılmıştır. Sırasıyla kuzeyde Çiğli, Menemen ve en son Aliğa İstasyonlarından itibaren sistem hizmete girmiştir.

3.2 İzmir’de Toplu Ulaşımın Mevcut Durumu - Akıllı Kart Verilerinin Analizi

Önceki bölümde anlatıldığı üzere; İzmir’in geçmiş toplu ulaşım sistemlerine bakıldığında ilk modern uygulamaların atlı ve elektrikli tramvaylar olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Şehir içi ulaşım sistemi olarak ilk kullanıldığı günlerden beri tramvaylar, teknolojik etkinlikleri açısından büyük gelişme göstermiş ve özellikle Avrupa’daki kullanma biçimleriyle şehir içi yolculuk taleplerinin karşılamaında başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Ancak 1950 sonrası tramvay teknolojisi takip edilmemiş ve 1950 yılı sonrası ülkemizde karayolu ağırlıklı ulaşım politikalarının uygulanması sonucu raylı sistem taşımacılığı hızla azalmış ve toplu ulaşım ağırlıklı olarak lastik tekerlekli toplu taşıma sistemleriyle sağlanmaya başlanmıştır.

İzmir'in 2030 yılına kadar ulaşım ve trafik sorunlarını düzenleyecek, ulaşım alt yapısını gelecekteki projelerini ortaya koyacak İzmir Ulaşım Ana Planı'nın yürürlüğe girmesiyle raylı sistem projeleri tekrar hız kazanmıştır. Günümüzde raylı sistemler çok daha fazla önem kazanmıştır. Bugünkü koşullarda ulaşım insanların en önemli sorunu haline gelmiştir. Hızlı kentleşme, yoğun nüfus artışı, hava kirliliği, bireysel taşıt kullanımının artması sonucu yakıt harcamalarındaki artışlar, mevcut karayolu ağlarının yetersiz kalması sonucu trafikteki tıkanıkların oluşması ve uzun bekleme süreleri dolayısıyla zaman kaybının artması gibi etmenlerden ötürü raylı sistemlere geçiş bir zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle lastik tekerlekli toplu taşıma sistemleri hat planlamasından filo yönetimine, araç bakımlarından personel yönetimine çok değişik ve karmaşık biçimler alabilmekte ve bu nedenle ekonomik verimlilikleri çok düşük olabilmektedir. Ayrıca solo ve körüklü otobüsler, trafikte kapladıkları alan sebebiyle özellikle kavşaklarda çeşitli sorunlar yaratabilmektedir. Raylı sistem taşımacılığının yatırım maliyetleri yüksek olmasına karşın, işletme maliyetleri karayolu yatırımlarına göre düşüktür. Ayrıca kaza riskleri, personel istihkâmı, karayolu taşımacılığına göre daha düşüktür. Bununla birlikte raylı sistem taşıma kapasitesi karayolu taşımacılığına göre çok daha yüksektir. İhtiyaç halinde ek vagonlar yardımıyla bu kapasite daha da artırılabilir (Deri, Özuysal, Çalışkanelli ve Koçer, 2011).

2011 yılı itibariye İzmir Büyükşehir Belediye sınırları içerisinde kullanılan ulaşım türleri Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen toplu ulaşım türlerinden Minibüsler dışındaki tüm türler İzmir Büyük Şehir Belediyesi tarafından işletilmektedir.

İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilen toplu ulaşım türlerine biniş yapan yolculuklara ait bilgiler Akıllı kart sisteminde depolanmakta ve sistemdeki hazır raporlama menüleri ile sonuçlar istenildiği şekilde değerlendirilmektedir. İzmir kentinde uygulanan akıllı kartla yapılan ücret toplama sistemi ve GPS tabanlı araç konum bilgisi verileri kullanılarak ulaşım planlamasında kullanılacak birçok kritik bilgiye ulaşılabilmektedir. Akıllı kart sistemi ve GPS sisteminin ortak değerlendirildiği sistem tüm raporlama işlemlerini iki ana veri grubu ile yapmaktadır.

. Birinci veri grubu kart(ID) bazında biniş bilgisidir(Tablo 3.1) Kart(ID) bazında biniş bilgisi içerisinde, kartın biniş yaptığı durak, kullandığı hat numarası ve hattın yönü, saat, aktarma durumu ve kart tipi(tam, öğrenci) gibi veriler içermektedir.

Tablo 3.1 Akıllı Kart Sistemi Veri Grubu

Kart ID	Durak ID	Durak Adı	Hat No	Hat Adı	Yön	Sıra No	Varış Zamanı	Ayrılış Zamanı	Zaman(dk)	Binen Yolcu
0061100001506437	20110510172638	10147	20081			1	0	1	10.05.2011	
0061100001505885	20110510130349	10416	20081			2	0	1	10.05.2011	
0061100001728129	20110510080515	10322	20081			1	0	1	10.05.2011	
0061100001480292	20110510150151	10328	20081			1	0	1	10.05.2011	

İkinci önemli veri grubu ise otobüs bazında elde edilen bilgilerdir(Tablo 3.2). Otobüs bazında bilgiler içerisinde her otobüsün hat bilgisi, durak bilgileri, sefer yaptığı süre içerisinde her duraktan aldığı yolcu sayısı, duraklara varış ve ayrılış süreleri, duraklarda geçirdiği süreler bulunmaktadır(Durak yoğunluk raporları). Bu bilgiler kullanılarak her bir otobüsün her bir seferine ait süre ve yolculuk bilgilerine ulaşılabilmektedir.

Tablo 3.2 Akıllı kart Sistemi otobüs bazında elde edilen veri grubu(durak yoğunluk raporları)

Hat Kodu	Otobüs Id	Plaka	Durak Id	Durak Adı	Yön	Sıra No	Varış Zamanı	Ayrılış Zamanı	Zaman(dk)	Binen Yolcu
200	30408	CYV19	22054	Bayrak	Gidiş	3	07:02:51	07:03:01	0,17	5
200	30408	CYV19	22052	Soyak 2	Gidiş	4	07:03:06	07:03:13	0,12	0
200	30408	CYV19	22050	Soyak 1	Gidiş	5	07:03:21	07:03:31	0,17	0
200	30408	CYV19	20339	Mavişehir	Gidiş	6	07:03:44	07:03:52	0,13	1
200	30408	CYV19	20382	Pamukkalı	Gidiş	7	07:05:56	07:05:56	0	3

Bu veriler çeşitli algoritmalar yada sorgulamalar yardımıyla saatlik veya günlük bazda hat-durak-yolculuk bilgilerine dönüştürülebilir ve Akıllı kart sistemi ile elde edilemeyen ulaşım planlamasında kullanılabilecek birçok sonuç çıktısı da elde edilebilir.

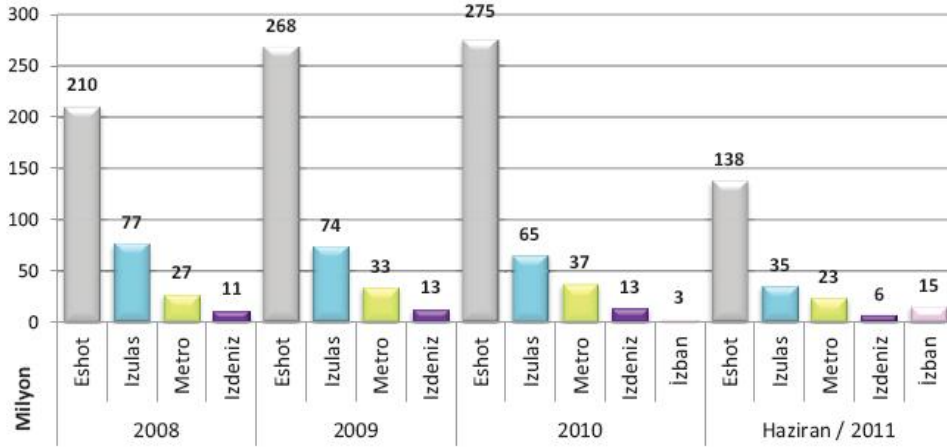
Eshot Genel Müdürlüğü Akıllı kart sistemi verileri incelendiğinde 2011 yılı Aralık Ayı itibariye hafta içi günlük ortalama biniş sayısı 1.378.729 biniş, cumartesi günleri ortalaması 1.127.050 biniş ve Pazar günleri ortalaması ise 780.155 biniştir. 2011 yılı

aralık ayının tüm günlerine ait biniş sayıları ve binişlerin toplu ulaşım türlerine dağılımı Tablo 3.4' de verilmiştir. Şekil 3.12 de tüm toplu ulaşım sistemlerinin gösterimi verilmiştir. Şekil incelendiğinde karayoluna dayalı toplu ulaşım sisteminin ne kadar yaygın olduğu açıkça anlaşılmaktadır.



Şekil 3.11 İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde kullanılan toplu ulaşım türleri

Tablo 3.3 Yıllara göre toplu ulaşım türlerine yapılan biniş sayıları(ESHOT,2011b)



3.2.1 İzmir Metrosu(Hafif Raylı Sistem)

İzmir Metro sisteminin 1. Aşaması çerçevesinde 1995 yılında inşasına başlanan ve bu sistemin mevcutta işletilen tek etabı olan bu hattın yapımına 1996 yılında başlanmış ve 2000 yılında tamamlanarak hizmete açılmıştır(İzmir Metro A.Ş,2011).

Hat İnönü Caddesi üzerinde Üçyol Meydanı yakınlarında başlayıp Bornova Ege Üniversitesi yakınlarında sona ermektedir. İzmir Metrosunun Üçyol - Bornova

arasındaki birinci aşaması, 4,2 km'lik bölümü yer altında olmak üzere toplam 11,2 km uzunluğundadır. Metronun ilk aşamasında 10 adet istasyon(Şekil 3.13) bulunmaktadır. İstasyon ve işletme şekliyle metro sistemine benzeyen hat, kullandığı araçlar bakımından HRS sistemine benzerlik göstermektedir

Tablo 3.4 Günlere göre toplu ulaşım türlerine yapılan binış sayıları-Aralık 2011(1/3)

Tarih	Gün	Toplu Ulaşım Türü	Tam	Öğrenci	Serbest	3-5 Binış	Toplam	Oran
01.12.2011	Perşembe	OTOBÜS	574.167	318.649	164.397	8.423	1.065.636	77,00%
		VAPUR	24.646	4.859	3.239	1.226	33.970	2,45%
		METRO	90.667	49.727	12.247	2.389	155.030	11,20%
		BANLIYÖ	83.558	33.059	10.859	1.851	129.327	9,34%
		Günlük Toplam	773.038	406.294	190.742	13.889	1.383.963	100,00%
02.12.2011	Cuma	OTOBÜS	569.030	321.040	160.036	8.962	1.059.068	76,03%
		VAPUR	24.832	5.984	3.143	1.456	35.415	2,54%
		METRO	91.124	51.426	12.241	2.470	157.261	11,29%
		BANLIYÖ	91.417	36.831	10.943	2.092	141.283	10,14%
		Günlük Toplam	776.403	415.281	186.363	14.980	1.393.027	100,00%
03.12.2011	Cumartesi	OTOBÜS	504.672	220.994	127.963	8.620	862.249	74,26%
		VAPUR	25.703	8.408	2.587	2.259	38.957	3,36%
		METRO	85.042	42.040	9.825	2.688	139.595	12,02%
		BANLIYÖ	82.472	26.838	8.982	1.993	120.285	10,36%
		Günlük Toplam	697.889	298.280	149.357	15.560	1.161.086	100,00%
04.12.2011	Pazar	OTOBÜS	357.968	170.948	100.973	6.819	636.708	75,39%
		VAPUR	17.862	5.618	1.706	1.498	26.684	3,16%
		METRO	49.837	29.109	5.483	1.666	86.095	10,19%
		BANLIYÖ	64.670	21.455	7.180	1.718	95.023	11,25%
		Günlük Toplam	490.337	227.130	115.342	11.701	844.510	100,00%
05.12.2011	Pazartesi	OTOBÜS	577.888	311.935	166.864	8.766	1.065.453	77,09%
		VAPUR	24.736	4.877	3.100	1.227	33.940	2,46%
		METRO	90.165	48.147	12.476	2.364	153.152	11,08%
		BANLIYÖ	84.597	32.562	10.531	1.814	129.504	9,37%
		Günlük Toplam	777.386	397.521	192.971	14.171	1.382.049	100,00%
06.12.2011	Salı	OTOBÜS	577.097	319.630	162.684	7.972	1.067.383	77,21%
		VAPUR	24.390	4.800	3.174	1.228	33.592	2,43%
		METRO	90.754	48.861	12.165	2.182	153.962	11,14%
		BANLIYÖ	82.328	33.202	10.347	1.583	127.460	9,22%
		Günlük Toplam	774.569	406.493	188.370	12.965	1.382.397	100,00%
07.12.2011	Çarşamba	OTOBÜS	527.595	307.831	142.220	7.146	984.792	76,67%
		VAPUR	20.218	4.248	2.460	834	27.760	2,16%
		METRO	83.078	46.344	10.811	1.924	142.157	11,07%
		BANLIYÖ	83.823	34.619	9.786	1.555	129.783	10,10%
		Günlük Toplam	714.714	393.042	165.277	11.459	1.284.492	100,00%
08.12.2011	Perşembe	OTOBÜS	578.196	324.028	166.491	8.161	1.076.876	76,93%
		VAPUR	24.261	5.049	3.324	1.273	33.907	2,42%
		METRO	91.685	52.131	12.744	2.351	158.911	11,35%
		BANLIYÖ	83.801	33.718	10.817	1.693	130.029	9,29%
		Günlük Toplam	777.943	414.926	193.376	13.478	1.399.723	100,00%
09.12.2011	Cuma	OTOBÜS	569.436	328.301	160.169	8.255	1.066.161	76,13%
		VAPUR	24.945	5.705	3.076	1.398	35.124	2,51%
		METRO	94.890	52.975	12.770	2.431	163.066	11,64%
		BANLIYÖ	87.321	36.256	10.635	1.816	136.028	9,71%
		Günlük Toplam	776.592	423.237	186.650	13.900	1.400.379	100,00%
10.12.2011	Cumartesi	OTOBÜS	519.737	234.369	128.696	9.199	892.001	74,40%
		VAPUR	25.051	8.137	2.601	2.025	37.814	3,15%
		METRO	87.218	44.381	9.852	2.441	143.892	12,00%
		BANLIYÖ	85.300	28.517	9.434	1.928	125.179	10,44%
		Günlük Toplam	717.306	315.404	150.583	15.593	1.198.886	100,00%
11.12.2011	Pazar	OTOBÜS	349.466	182.603	94.724	6.654	633.447	75,48%
		VAPUR	14.241	4.511	1.317	1.327	21.396	2,55%
		METRO	50.613	31.989	5.290	1.554	89.446	10,66%
		BANLIYÖ	63.981	22.676	6.651	1.594	94.902	11,31%
		Günlük Toplam	478.301	241.779	107.982	11.129	839.191	100,00%

Tablo 3.4(Devamı) Günlere göre toplu ulaşım türlerine yapılan biniş sayıları-Aralık 2011(2/3)

Tarih	Gün	Toplu Ulaşım Türü	Tam	Öğrenci	Serbest	3-5 Biniş	Toplam	Oran
12.12.2011	Pazartesi	OTOBÜS	572.009	309.467	165.208	9.177	1.055.861	76,54%
		VAPUR	24.506	4.828	3.303	1.207	33.844	2,45%
		METRO	91.576	48.438	12.884	2.403	155.301	11,26%
		BANLİYÖ	87.529	33.997	11.075	1.860	134.461	9,75%
		Günlük Toplam	775.620	396.730	192.470	14.647	1.379.467	100,00%
13.12.2011	Salı	OTOBÜS	557.757	316.779	155.237	7.660	1.037.433	76,91%
		VAPUR	22.510	4.639	2.960	981	31.090	2,30%
		METRO	89.303	49.252	11.927	2.113	152.595	11,31%
		BANLİYÖ	82.539	33.543	10.275	1.492	127.849	9,48%
		Günlük Toplam	752.109	404.213	180.399	12.246	1.348.967	100,00%
14.12.2011	Çarşamba	OTOBÜS	566.023	319.579	163.425	7.651	1.056.678	76,75%
		VAPUR	25.131	5.556	3.406	1.151	35.244	2,56%
		METRO	89.413	50.488	12.388	2.111	154.400	11,22%
		BANLİYÖ	83.862	34.494	10.407	1.608	130.371	9,47%
		Günlük Toplam	764.429	410.117	189.626	12.521	1.376.693	100,00%
15.12.2011	Perşembe	OTOBÜS	575.933	327.875	164.806	8.434	1.077.048	76,74%
		VAPUR	25.696	5.363	3.435	1.228	35.722	2,55%
		METRO	91.689	52.215	12.679	2.391	158.974	11,33%
		BANLİYÖ	84.214	34.562	11.334	1.655	131.765	9,39%
		Günlük Toplam	777.532	420.015	192.254	13.708	1.403.509	100,00%
16.12.2011	Cuma	OTOBÜS	525.776	310.227	139.422	7.584	983.009	76,70%
		VAPUR	19.518	4.400	2.304	875	27.097	2,11%
		METRO	83.863	47.290	11.347	1.938	144.438	11,27%
		BANLİYÖ	82.156	33.881	9.328	1.700	127.065	9,91%
		Günlük Toplam	711.313	395.798	162.401	12.097	1.281.609	100,00%
17.12.2011	Cumartesi	OTOBÜS	485.430	219.847	119.191	8.055	832.523	75,09%
		VAPUR	19.535	6.646	1.822	1.610	29.613	2,67%
		METRO	80.023	40.808	8.933	2.084	131.848	11,89%
		BANLİYÖ	77.825	26.783	8.259	1.798	114.665	10,34%
		Günlük Toplam	662.813	294.084	138.205	13.547	1.108.649	100,00%
18.12.2011	Pazar	OTOBÜS	271.742	141.912	68.451	5.318	487.423	75,91%
		VAPUR	7.812	2.651	627	688	11.778	1,83%
		METRO	36.486	22.934	3.622	1.244	64.286	10,01%
		BANLİYÖ	52.750	19.183	5.262	1.406	78.601	12,24%
		Günlük Toplam	368.790	186.680	77.962	8.656	642.088	100,00%
19.12.2011	Pazartesi	OTOBÜS	566.882	314.152	162.560	8.468	1.052.062	77,02%
		VAPUR	22.491	4.612	2.827	1.006	30.936	2,26%
		METRO	90.628	49.573	12.417	2.404	155.022	11,35%
		BANLİYÖ	82.897	33.129	10.244	1.683	127.953	9,37%
		Günlük Toplam	762.898	401.466	188.048	13.561	1.365.973	100,00%
20.12.2011	Salı	OTOBÜS	553.040	322.917	154.778	7.817	1.038.552	76,90%
		VAPUR	21.976	4.656	2.961	1.019	30.612	2,27%
		METRO	89.436	50.976	12.207	2.098	154.717	11,46%
		BANLİYÖ	80.972	34.191	9.973	1.471	126.607	9,37%
		Günlük Toplam	745.424	412.740	179.919	12.405	1.350.488	100,00%
21.12.2011	Çarşamba	OTOBÜS	575.397	329.891	166.582	7.889	1.079.759	76,76%
		VAPUR	25.373	6.141	3.289	1.274	36.077	2,56%
		METRO	91.210	53.700	12.633	2.234	159.777	11,36%
		BANLİYÖ	84.044	34.898	10.518	1.615	131.075	9,32%
		Günlük Toplam	776.024	424.630	193.022	13.012	1.406.688	100,00%
22.12.2011	Perşembe	OTOBÜS	564.503	323.857	157.520	7.762	1.053.642	77,03%
		VAPUR	21.980	4.680	2.806	1.046	30.512	2,23%
		METRO	88.613	50.835	12.063	2.170	153.681	11,24%
		BANLİYÖ	83.372	34.528	10.368	1.774	130.042	9,51%
		Günlük Toplam	758.468	413.900	182.757	12.752	1.367.877	100,00%
23.12.2011	Cuma	OTOBÜS	567.362	328.502	157.055	9.646	1.062.565	77,06%
		VAPUR	23.123	5.156	2.858	1.600	32.737	2,37%
		METRO	88.030	49.854	11.626	2.608	152.118	11,03%
		BANLİYÖ	84.859	34.487	9.989	2.203	131.538	9,54%
		Günlük Toplam	763.374	417.999	181.528	16.057	1.378.958	100,00%

Tablo 3.4(Devamı) Günlere göre toplu ulaşım türlerine yapılan biniş sayıları-Aralık 2011(3/3)

Tarih	Gün	Toplu Ulaşım Türü	Tam	Öğrenci	Serbest	3-5 Biniş	Toplam	Oran
24.12.2011	Cumartesi	OTOBÜS	506.645	230.726	125.955	9.332	872.658	73,58%
		VAPUR	23.281	7.150	2.362	2.662	35.455	2,99%
		METRO	93.500	49.470	10.512	2.970	156.452	13,19%
		BANLIYÖ	82.353	28.681	8.616	1.829	121.479	10,24%
		Günlük Toplam	705.779	316.027	147.445	16.793	1.186.044	100,00%
25.12.2011	Pazar	OTOBÜS	333.762	170.451	89.603	6.989	600.805	75,60%
		VAPUR	12.174	4.124	1.057	1.077	18.432	2,32%
		METRO	49.427	30.261	4.963	2.151	86.802	10,92%
		BANLIYÖ	59.320	21.552	5.978	1.869	88.719	11,16%
		Günlük Toplam	454.683	226.388	101.601	12.086	794.758	100,00%
26.12.2011	Pazartesi	OTOBÜS	579.853	319.569	169.042	8.388	1.076.852	77,10%
		VAPUR	23.206	4.543	3.077	1.142	31.968	2,29%
		METRO	86.299	46.837	12.268	2.399	147.803	10,58%
		BANLIYÖ	90.737	35.866	11.765	1.744	140.112	10,03%
		Günlük Toplam	780.095	406.815	196.152	13.673	1.396.735	100,00%
27.12.2011	Salı	OTOBÜS	576.872	327.700	165.580	7.954	1.078.106	76,26%
		VAPUR	24.333	5.036	3.238	1.235	33.842	2,39%
		METRO	99.776	56.036	13.885	2.424	172.121	12,17%
		BANLIYÖ	83.551	34.000	10.610	1.519	129.680	9,17%
		Günlük Toplam	784.532	422.772	193.313	13.132	1.413.749	100,00%
28.12.2011	Çarşamba	OTOBÜS	584.562	332.626	169.681	7.885	1.094.754	76,51%
		VAPUR	24.325	5.530	3.205	1.315	34.375	2,40%
		METRO	93.735	53.803	12.864	2.251	162.653	11,37%
		BANLIYÖ	89.193	36.835	11.370	1.625	139.023	9,72%
		Günlük Toplam	791.815	428.794	197.120	13.076	1.430.805	100,00%
29.12.2011	Perşembe	OTOBÜS	582.016	331.122	166.181	8.468	1.087.787	76,55%
		VAPUR	23.967	5.299	3.240	1.363	33.869	2,38%
		METRO	94.522	53.948	13.246	2.383	164.099	11,55%
		BANLIYÖ	86.420	35.498	11.492	1.881	135.291	9,52%
		Günlük Toplam	786.925	425.867	194.159	14.095	1.421.046	100,00%
30.12.2011	Cuma	OTOBÜS	564.388	321.497	158.831	8.534	1.053.250	76,18%
		VAPUR	24.227	5.857	2.923	1.498	34.505	2,50%
		METRO	92.618	51.738	12.314	2.260	158.930	11,50%
		BANLIYÖ	87.301	36.087	10.475	1.978	135.841	9,83%
		Günlük Toplam	768.534	415.179	184.543	14.270	1.382.526	100,00%
31.12.2011	Cumartesi	OTOBÜS	436.316	175.838	107.458	9.456	729.068	74,36%
		VAPUR	18.186	5.544	1.591	1.674	26.995	2,75%
		METRO	73.746	32.543	7.970	2.474	116.733	11,91%
		BANLIYÖ	75.125	23.150	7.279	2.146	107.700	10,98%
		Günlük Toplam	603.373	237.075	124.298	15.750	980.496	100,00%
GENEL TOPLAM		OTOBÜS	16.251.520	8.814.862	4.501.783	251.444	29.819.609	76,29%
		VAPUR	684.235	164.607	83.018	41.402	973.262	2,49%
		METRO	2.598.966	1.438.129	338.652	69.570	4.445.317	11,37%
		BANLIYÖ	2.514.287	979.078	300.782	54.493	3.848.640	9,85%
		Günlük Toplam	22.049.008	11.396.676	5.224.235	416.909	39.086.828	100,00%

2011 yılı Aralık ayı verilerine göre HRS hattına hafta içi günlerde ortalama 155.916 biniş; cumartesi günleri ortalama 137.704 biniş; pazar günleri ise ortama 81.657 biniş yapılmaktadır. Bornova ve Konak İstasyonu sistemin en çok kullanılan istasyonlarıdır.



Şekil 3.13 İzmir Metrosu Mevcut Durum(Aralık 2011 itibariyle)

3.2.2 İzmir Banliyö Sistemi(İZBAN):

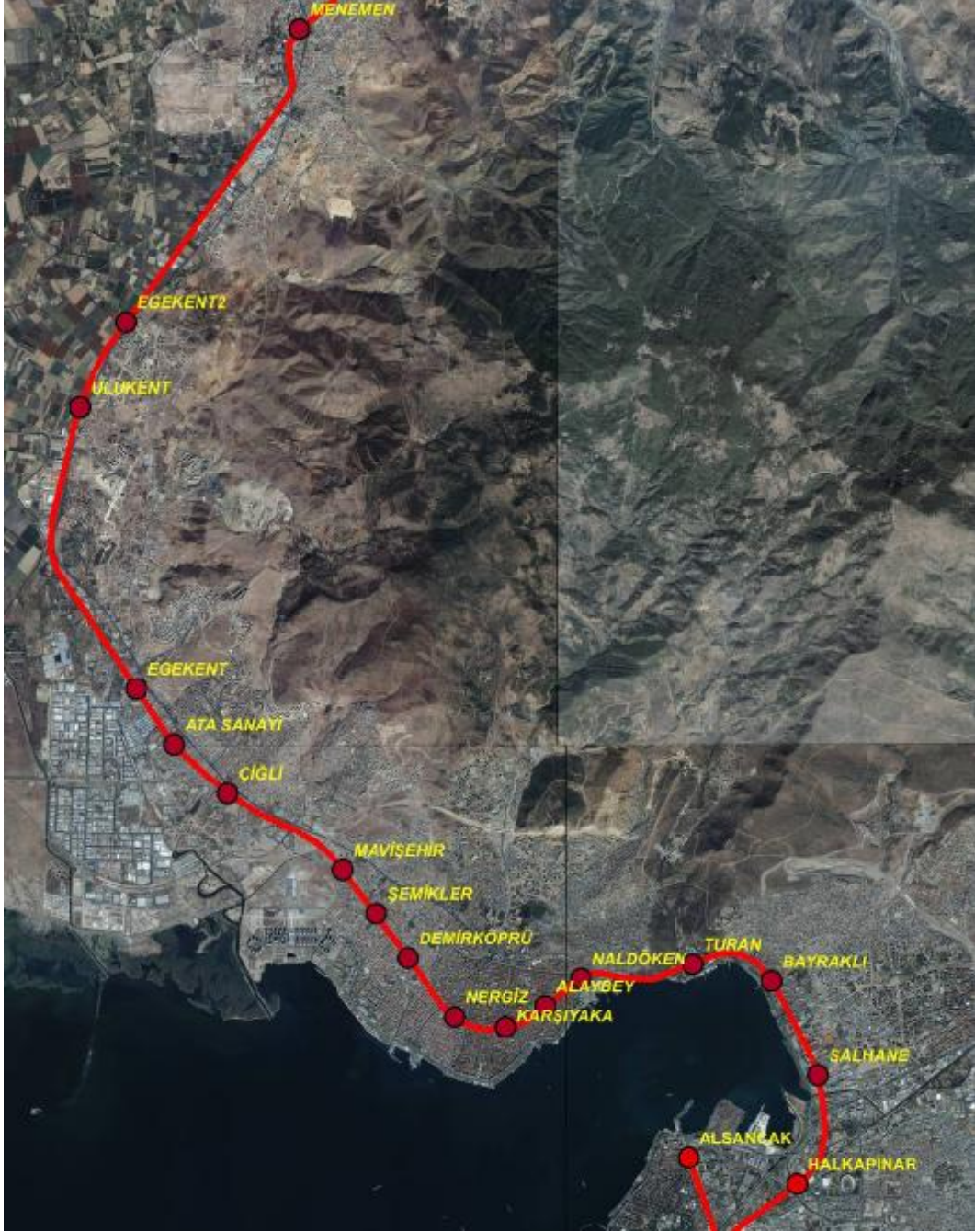
İzmir Banliyö Sistemi Projesi kapsamında Aliğa'dan Cumaovası'na kadar mevcut olan demiryolu alt yapısı geliştirilerek, standardı yükseltilmiş ve yüksek kapasiteli bir kent içi raylı sistemi kurulmuştur. Hat üzerinde mevcut olan istasyonlarda iyileştirmeler yapılmış, sistemin daha iyi işletilebilmesi için yeni istasyonlar, imar plan kararları doğrultusunda karayolu alt ve üst geçitleri ile yaya geçitleri ve gerekli noktalarda aktarma merkezleri inşa edilmiştir. Ayrıca banliyö taşımacılığının destek hizmetleri ve araç depolama ihtiyaçları için, iki ayrı noktada atölye ve depolama alanları yapılmıştır. Banliyö hattının Torbalı'ya (Tepeköy) uzatılması projesi TCDD ile protokol yapılmış olup YPK'nın onayı beklenmektedir. Sistemin güney bölümü 30.08.2010 tarihinde, tamamı ise 31 Ocak 2011 tarihinde işletmeye alınmıştır. İzmir Banliyö Sistemi kuzeyde Aliğa İstasyonu ile başlayıp Güney'de Cumaovası istasyonu ile sona ermektedir. Sistemin Kuzey Bölümünde 20, güney bölümünde ise 11 olmak üzere toplam 31 istasyon bulunmaktadır. Aliğa'dan Cumaovası'na kadar parkur süresi ortalama 86 dakikadır(<http://www.izban.com.tr>).



Şekil 3.14 Aliğa-Cumaovası İZBAN hattı



Şekil 3.15 İZBAN Hattı Güney aksı istasyon haritası

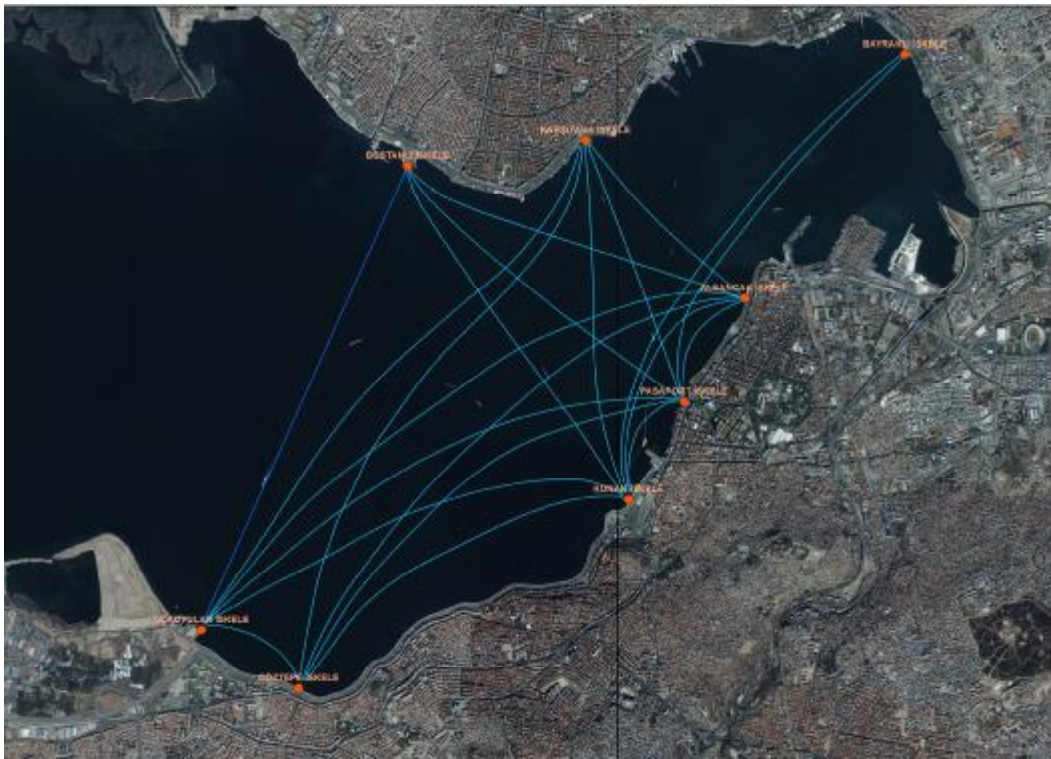


Şekil 3.16 İZBAN Hattı Kuzey aksı istasyon haritası(Menemen-Halkapınar istasyonları arası)

3.2.3 Deniz Ulaşımı:

Mevcut durumda İzmir Büyükşehir Belediyesine ait 6 Yolcu Gemisi ve 3 Araba Vapuru ile TURYOL Kooperatifinden hizmet alımı yöntemiyle kiralanan 14 Yolcu Teknesi olmak üzere toplam 23 gemi ile İzmir Körfezinde yolcu ve araç taşımacılığı hizmeti verilmektedir. Türkiye Denizcilik İşletmeleri (TDİ) zamanında sadece 6 hatta ve günde 60 civarında yapılan sefer sayısı 2000 yılından itibaren artırılmaya

başlanmıştır. Bugün 15 hatta günlük yaklaşık 200 sefer yapılmaktadır. TDİ zamanında günde taşınan yolcu sayısı yaklaşık 10.000 kişi ve araç sayısı ise 200 adet iken, hat ve sefer sayısının ayrıca hizmet kalitesinin artırılması ile bugün günlük yolcu sayısı yaklaşık 40.000 kişiye, araç taşıma sayısı ise yaklaşık 1.300 adete ulaşmıştır(<http://www.izdeniz.com.tr/>). Konak, Bostanlı, Karşıyaka, Üçkuyular, Göztepe, Pasaport, Alsancak ve Bayraklı İskeleleri olmak üzere 8 iskelede toplu ulaşım hizmeti verilmektedir. Toplu ulaşım sistemini kullanan yolcuların yaklaşık %3'lük bölümü deniz ulaşımını tercih etmektedir. Bir körfez kenti olan İzmir'de bu oran oldukça düşüktür.



Şekil 3.17 İzmir körfez içi vapur hatları(Kalpakkı,2012)

3.2.4 Otobüs Sistemi:

3.2.4.1 İşletme Bölgeleri ve Hatlara ait Analizler

ESHOT Genel Müdürlüğü 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu ile belirlenen sınırlar içerisinde işletme açısından Teleferik, Buca, Merkez, Karşıyaka, Bornova

olmak üzere 5 bölge müdürlüğü ile toplam 322 hatta hizmet vermektedir(ESHOT,2012a).

Merkez Bölgesi Ulaşım Şube Müdürlüğünün(1. Bölge) sorumluluk alanları aşağıda verilmiştir. Eşrefpaşa – Konak Bölgesi, Karabağlar – Yeşilyurt – Eski İzmir Bölgesi, Torbalı, Gaziemir – Sarnıç Kısık Bölgesi, Menderes-Görece Bölgesi, Gümüldür, Selçuk Bayındır. Bu bölgede toplam 85 otobüs hattı ile hizmet verilmektedir. Ayrıca Bu bölge içerisinde yer alan Torbalı Bölgesi ayrı bir bölüm olarak işletilmektedir(ESHOT,2012a).

Karşıyaka Bölgesi Ulaşım Şube Müdürlüğünün(2. Bölge) sorumluluk alanları aşağıda verilmiştir. Bayraklı Bölgesi (Gümüspala – Yamanlar),Çiğli – Karşıyaka Bölgesi, Menemen Bölgesi, Foça – Aliağa Bölgesi. Bu bölgede toplam 74 otobüs hattı ile hizmet verilmektedir(ESHOT,2012a).

Bornova Bölgesi Ulaşım Şube Müdürlüğünün(3. Bölge) sorumluluk alanları aşağıda verilmiştir. Kemalpaşa – Halilbey Bölgesi, Yeşilova – Otogar – Pınarbaşı Bölgesi, Evka 3 – Evka 4 Bölgesi, Bayraklı – Erenler Bölgesi, Altındağ Bölgesi. Bu bölgede toplam 65 otobüs hattı ile hizmet verilmektedir(ESHOT,2012a).

Buca Bölgesi Ulaşım Şube Müdürlüğünün(5. Bölge) sorumluluk alanları aşağıda verilmiştir. Gültepe – Toros Bölgesi, Sebze Hali – Gölet – Kaynaklar ve Civar Köyler, Evka 1 – İzkent Bölgesi, Gediz – Akıncılar – Çamlıpınar – Beyazevler Bölgeleri. Bu bölgede toplam 41 otobüs hattı ile hizmet verilmektedir(ESHOT,2012a).

Teleferik Bölgesi Ulaşım Şube Müdürlüğünün(5. Bölge) Bölge Ulaşım Şube Müdürlüğünün(Teleferik) sorumluluk alanları aşağıda verilmiştir. Urla – Seferihisar – Çeşmealtı Bölgesi, Halkapınar – Konak Bölgesi, İnönü Caddesi – Mithat Paşa Caddesi – Mustafa Kemal Sahil Bulvarı, Kavacık Bölgesi. Bu bölgede toplam 53 otobüs hattı ile hizmet verilmektedir. İşletmedeki hatların bir bölümü ise birden fazla işletme bölgesinin sorumluluğunda bulunmaktadır. (ESHOT,2012a).

Akıllı kart sisteminden alınan ham bilgilerin MATLAB yazılım ortamında yazılan algoritmalar yardımıyla değerlendirilip hat-durak-saat bazında analizler yapılmıştır. Yazılan algoritmalar sayesinde uzun veri gruplarını analizleri periyodik olarak kolaylıkla yapılabilir hale gelmiştir. Analiz sonuçlarından bazıları Tablo 3.5 ve Tablo 3.6’ da verilmiştir. Tablolar incelendiğinde yüksek biniş sayısına sahip hatların özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Yüksek yoğunluklu konut alanlarını ile kent merkezi arasındaki yolculuk talebini karşılayan hatlar
- Diğer toplu ulaşım türleri ile aktarma olanağına sahip olan hatlar
- Üniversite Alanlarına bağlantıyı sağlayan hatlar

Ayrıca otobüs hatları ile ilgili bazı özet bilgiler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 3.4 Otobüs hatları ile ilgili bazı özet bilgiler

Toplam Hat Sayısı	322
Sefere Çıkan Araç Sayısı	1400
Günlük Toplam Sefer Sayısı	12.600
Günlük Toplam kilometre	250.000
Günlük Biniş Sayısı(ESHOT+İZULAŞ)	1.100.000
Günlük Toplam Biniş Sayısı	1.400.000

Tablo3.5 30.11.2011-Çarşamba gününe otobüs hatlarının yön bazında taşıdıkları yolcu sayılarının saatlere dağılımı(Günlük toplam değerlere göre ilk 20 hat verilmiştir.)(1/2)

Sıra	Hat No	Hat Adı	Yön	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
				07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
1	169	BALÇOVA-HALKAPINAR METRO	Dönüş	290	971	1.071	654	686	643	1.010	1.185	993	1.448
2	169	BALÇOVA-HALKAPINAR METRO	Gidiş	498	1.432	1.513	948	1.004	1.000	1.065	1.125	1.276	1.117
3	986	FAHRETTİN ALTAY-HALKAPINAR METRO	Dönüş	85	901	816	738	669	712	1.208	1.268	1.274	1.166
4	986	FAHRETTİN ALTAY-HALKAPINAR METRO	Gidiş	344	1.103	1.237	866	915	948	1.401	1.365	967	1.217
5	970	FAHRETTİN ALTAY-TINAZTEPE	Dönüş	338	859	978	542	547	762	914	764	982	1.675
6	970	FAHRETTİN ALTAY-TINAZTEPE	Gidiş	138	773	1.066	817	665	775	832	850	773	942
7	70	BUCA-HALKAPINAR METRO	Gidiş	258	897	1.010	565	637	639	735	878	744	794
8	515	BUCA (TINAZTEPE)-BORNOVA METRO	Gidiş	240	686	794	522	452	502	655	737	680	782
9	980	FAHRETTİN ALTAY-KONAK	Dönüş	227	750	603	463	375	469	642	480	545	620
10	250	UZUNDERE-OTOGAR	Dönüş	205	768	376	329	444	396	591	491	573	596
11	515	BUCA (TINAZTEPE)-BORNOVA METRO	Dönüş	189	570	777	437	365	435	685	582	544	669
12	8	GÜZELBAHÇE -HALKAPINAR METRO	Dönüş	142	527	671	512	377	371	575	643	558	513
13	8	GÜZELBAHÇE -HALKAPINAR METRO	Gidiş	198	641	551	607	616	618	537	462	597	904
14	70	BUCA-HALKAPINAR METRO	Dönüş	36	274	288	342	283	411	495	516	534	679
15	121	KONAK-MAVIŞEHİR AKTARMA MERKEZİ	Gidiş	44	275	445	444	359	412	523	644	634	715
16	12	F. ALTAY AKT.MR -HALKAPINAR METRO	Gidiş	67	937	1.024	356	337	367	328	575	531	524
17	980	FAHRETTİN ALTAY-KONAK	Gidiş	138	749	893	418	402	528	342	441	399	422
18	121	KONAK-MAVIŞEHİR AKTARMA MERKEZİ	Dönüş	110	388	475	360	651	498	644	603	473	619
19	79	YEŞİLYURT-HALKAPINAR METRO	Dönüş	118	323	300	293	265	318	389	515	552	595
20	525	EGE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ-BORNOVA METRO	Gidiş	0	41	139	102	144	298	451	377	813	1.021

Tablo3.5(Devamı) 30.11.2011-Çarşamba gününe otobüs hatlarının yön bazında taşıdıkları yolcu sayılarının saatlere dağılımı(Günlük toplam değerlere göre ilk 20 hat verilmiştir.)(2/2)

Hat No	Hat Adı	Yön	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	Toplam
			17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	
169	BALÇOVA-HALKAPINAR METRO	Dönüş	1.384	1.767	1.282	1.001	849	547	515	492	42	16.830
169	BALÇOVA-HALKAPINAR METRO	Gidiş	1.118	1.061	946	576	379	278	253	152	9	15.750
986	FAHRETTİN ALTAY-HALKAPINAR METRO	Dönüş	1.194	1.641	817	628	310	397	404	248	54	14.530
986	FAHRETTİN ALTAY-HALKAPINAR METRO	Gidiş	1.089	780	1.006	268	344	225	205	169	12	14.461
970	FAHRETTİN ALTAY-TINAZTEPE	Dönüş	1.308	966	975	869	644	437	339	79	0	13.978
970	FAHRETTİN ALTAY-TINAZTEPE	Gidiş	1.290	915	786	679	390	208	269	47	0	12.215
70	BUCA-HALKAPINAR METRO	Gidiş	612	553	659	212	276	235	252	58	10	10.024
515	BUCA (TINAZTEPE)-BORNOVA METRO	Gidiş	860	723	646	414	272	282	261	79	0	9.587
980	FAHRETTİN ALTAY-KONAK	Dönüş	664	681	636	463	261	205	150	79	5	8.318
250	UZUNDERE-OTOGAR	Dönüş	494	751	594	433	416	288	247	150	38	8.180
515	BUCA (TINAZTEPE)-BORNOVA METRO	Dönüş	739	610	407	304	296	232	174	31	0	8.046
8	GÜZELBAHÇE -HALKAPINAR METRO	Dönüş	472	642	565	454	335	189	246	122	23	7.937
8	GÜZELBAHÇE -HALKAPINAR METRO	Gidiş	554	382	285	373	188	161	135	67	8	7.884
70	BUCA-HALKAPINAR METRO	Dönüş	775	797	275	569	319	551	323	238	22	7.727
121	KONAK-MAVIŞEHİR AKTARMA MERKEZİ	Gidiş	604	587	454	366	329	274	284	161	29	7.583
12	F. ALTAY AKT.MR -HALKAPINAR METRO	Gidiş	763	704	444	50	96	56	71	20	0	7.250
980	FAHRETTİN ALTAY-KONAK	Gidiş	535	801	360	386	141	87	111	20	0	7.173
121	KONAK-MAVIŞEHİR AKTARMA MERKEZİ	Dönüş	587	494	395	236	164	216	135	89	13	7.150
79	YEŞİLYURT-HALKAPINAR METRO	Dönüş	596	751	485	587	143	356	242	164	46	7.038
525	EGE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ-BORNOVA METRO	Gidiş	1.114	596	476	553	483	270	119	8	0	7.005

Tablo3.6 30.11.2011-Çarşamba gününe ait otobüs hatlarının taşıdıkları yolcu sayılarının saatlere dağılımı(Günlük toplam değerlere göre ilk 20 hat verilmiştir.)(1/2)

Sıra	Hat No	Yön	Hat Adı	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
				07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
1	169	Toplam	BALÇOVA-HALKAPINAR METRO	788	2403	2584	1602	1690	1643	2075	2310	2269	2565
2	986	Toplam	FAHRETTİN ALTAY-HALKAPINAR METRO	429	2004	2053	1604	1584	1660	2609	2633	2241	2383
3	970	Toplam	FAHRETTİN ALTAY-TINAZTEPE	476	1632	2044	1359	1212	1537	1746	1614	1755	2617
4	70	Toplam	BUCA-HALKAPINAR METRO	294	1171	1298	907	920	1050	1230	1394	1278	1473
5	515	Toplam	BUCA (TINAZTEPE)-BORNOVA METRO	429	1256	1571	959	817	937	1340	1319	1224	1451
6	8	Toplam	GÜZELBAHÇE -HALKAPINAR METRO	340	1168	1222	1119	993	989	1112	1105	1155	1417
7	980	Toplam	FAHRETTİN ALTAY-KONAK	365	1499	1496	881	777	997	984	921	944	1042
8	250	Toplam	UZUNDERE-OTOGAR	514	1250	849	665	929	821	1002	1082	1099	1175
9	121	Toplam	KONAK-MAVİŞEHİR AKTARMA MERKEZİ	154	663	920	804	1010	910	1167	1247	1107	1334
10	63	Toplam	EGE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ-GÜMRÜK	111	869	1108	834	859	985	985	1109	1123	1229
11	79	Toplam	YEŞİLİYURT-HALKAPINAR METRO	348	1080	1227	729	660	689	828	884	938	1082
12	514	Toplam	TINAZTEPE-BOSTANLI İSKELE	329	913	1082	698	587	618	1042	927	818	1164
13	12	Toplam	F. ALTAY AKT.MR -HALKAPINAR METRO	67	1400	1565	831	420	540	702	856	1047	895
14	330	Toplam	BOSTANLI İSKELE-BORNOVA KAMPÜS	231	919	939	646	645	718	773	1016	1014	1007
15	565	Toplam	EVKA-4-BORNOVA METRO	427	1229	1040	614	539	524	678	747	694	793
16	90	Toplam	GAZİEMİR-HALKAPINAR METRO	366	1027	1152	632	651	616	813	793	893	634
17	525	Toplam	EGE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ-BORNOVA METRO	0	274	571	336	455	636	658	787	1263	1219
18	209	Toplam	ZEYTİNALANI-KONAK	372	754	598	668	489	575	827	616	617	803
19	171	Toplam	BUCA KOOPERATİF-KONAK	193	781	816	484	358	395	669	605	610	644
20	671	Toplam	NARLIDERE-TINAZTEPE	253	704	767	617	534	497	866	731	574	694

Tablo3.6 3(Devamı)0.11.2011-Çarşamba gününe ait otobüs hatlarının taşıdıkları yolcu sayılarının saatlere dağılımı(Günlük toplam değerlere göre ilk 20 hat verilmiştir.)(2/2)

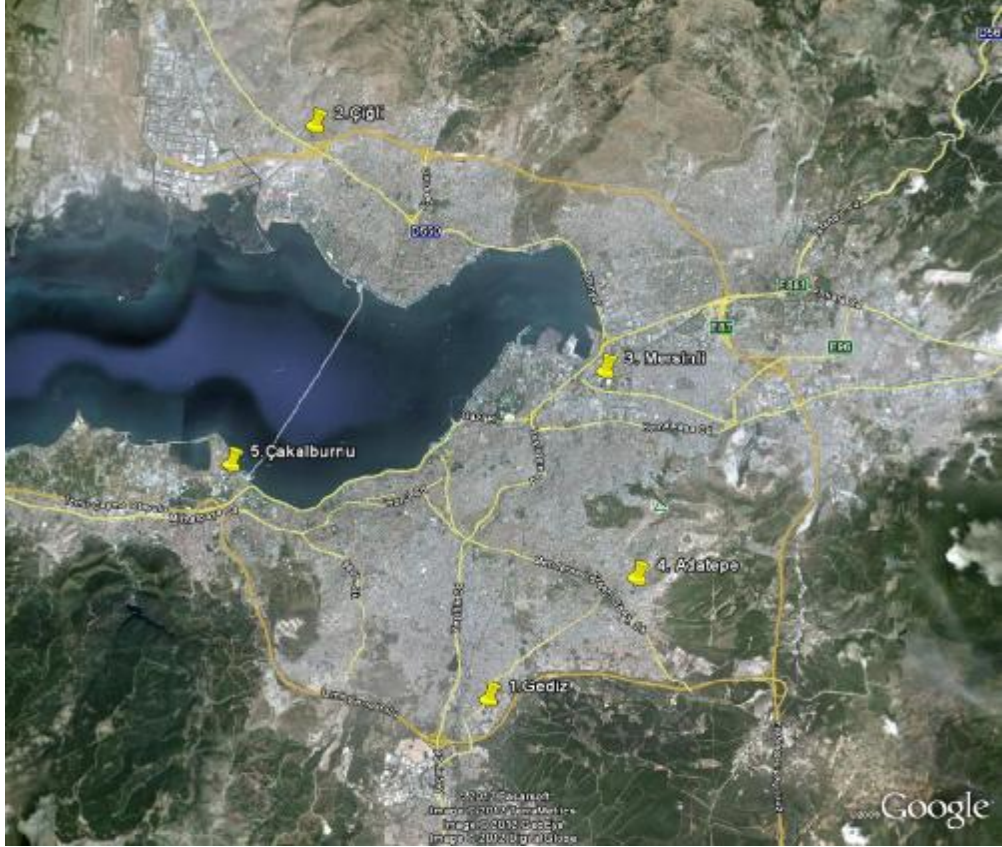
Sıra	Hat No	Yön	Hat Adı	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	Toplam
				17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	
1	169	Toplam	BALÇOVA-HALKAPINAR METRO	2502	2828	2228	1577	1228	825	768	644	51	32580
2	986	Toplam	FAHRETTİN ALTAY-HALKAPINAR METRO	2283	2421	1823	896	654	622	609	417	66	28991
3	970	Toplam	FAHRETTİN ALTAY-TINAZTEPE	2598	1881	1761	1548	1034	645	608	126	0	26193
4	70	Toplam	BUCA-HALKAPINAR METRO	1387	1350	934	781	595	786	575	296	32	17751
5	515	Toplam	BUCA (TINAZTEPE)-BORNOVA METRO	1599	1333	1053	718	568	514	435	110	0	17633
6	8	Toplam	GÜZELBAHÇE -HALKAPINAR METRO	1026	1024	850	827	523	350	381	189	31	15821
7	980	Toplam	FAHRETTİN ALTAY-KONAK	1199	1482	996	849	402	292	261	99	5	15491
8	250	Toplam	UZUNDERE-OTOGAR	973	1174	947	775	693	448	379	280	61	15116
9	121	Toplam	KONAK-MAVIŞEHİR AKTARMA MERKEZİ	1191	1081	849	602	493	490	419	250	42	14733
10	63	Toplam	EGE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ-GÜMRÜK	733	878	666	586	465	328	285	191	43	13387
11	79	Toplam	YEŞİLYURT-HALKAPINAR METRO	1023	990	648	738	266	457	284	217	55	13143
12	514	Toplam	TINAZTEPE-BOSTANLI İSKELE	1307	1038	648	458	416	490	365	96	0	12996
13	12	Toplam	F. ALTAY AKT.MR -HALKAPINAR METRO	1136	1202	919	743	244	195	174	53	0	12989
14	330	Toplam	BOSTANLI İSKELE-BORNOVA KAMPÜS	1071	841	845	648	379	329	204	195	26	12446
15	565	Toplam	EVKA-4-BORNOVA METRO	898	1112	980	669	437	395	381	195	53	12405
16	90	Toplam	GAZİEMİR-HALKAPINAR METRO	792	610	719	523	279	282	198	161	30	11171
17	525	Toplam	EGE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ-BORNOVA METRO	1460	867	612	802	682	371	124	12	1	11130
18	209	Toplam	ZEYTİNALANI-KONAK	1103	800	683	573	405	304	264	127	20	10598
19	171	Toplam	BUCA KOOPERATİF-KONAK	991	1062	898	606	365	378	224	136	20	10235
20	671	Toplam	NARLIDERE-TINAZTEPE	1007	754	689	529	236	280	283	122	7	10144

3.2.4.2 Garajlar ve Araç Kapasitelerine ait Analizler

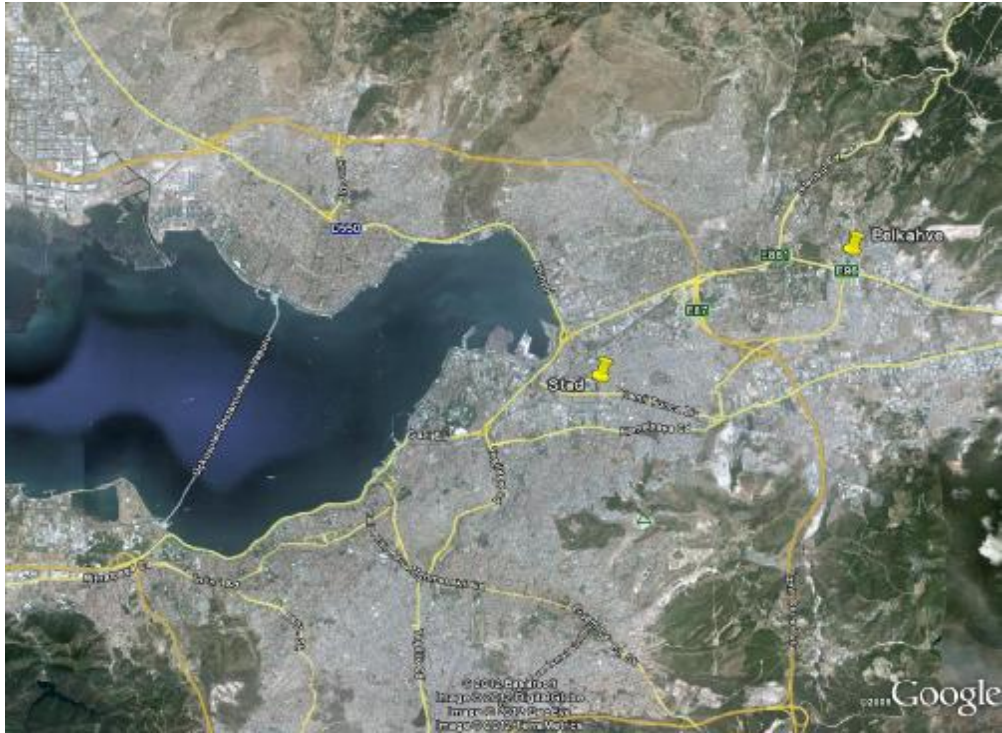
ESHOT Genel Müdürlüğü otobüs ve binek araçların bakım ve onarımlarını dört adet atölye gerçekleştirmektedir.; Gediz Ağır Bakım Tesisleri(95.000 m²), Karşıyaka Atölye(5.100 m²), Mersinli Atölye(42.000 m²), İnciraltı Atölyesi(27.874 m²). Mevcut atölyeler haricinde otobüslerin sadece seferlerini tamamladıktan sonra park alanı olarak kullandıkları Torbalı garajı bulunmaktadır(ESHOT,2009). 2011 yılı sonu itibariyle garajlardaki toplam araç sayıları ve araç kapasiteleri Tablo 3.7, Tablo 3.8, Tablo 3.9 ve Tablo 3.10' da verilmiştir.



Şekil 3.18 Gediz Atölyesi ve Otobüs garajı(üstte) ve toplu ulaşım hizmetinde kullanılan bazı otobüs tipleri(alta)



Şekil 3.19 Mevcut ESHOT garajlarının kent içindeki yerleşimleri



Şekil 3.20 Mevcut İZULAŞ garajlarının kent içindeki yerleşimleri

Tablo 3.7 ESHOT-İZULAŞ otobüs filosu detayları(Oral, 2012)

ESHOT-Otobüs Tipleri	Yıl	Kapasite Bilgileri			Garajlara Göre Otobüs Sayıları									
		Oturan	Ayakta	Toplam	GEDİZ	ÇİĞLİ	MERSİNLİ	ADATEPE	ÇAKALBURNU	TORBALI	STAD	BELKAHVE	TOPLAM	
M	ISUZU CitiBus	2007	26	30	56	3	17	2		8	12			42
S	O302-T V6 MERCEDES	1992	34	64	98			8	1	1				10
	SANOS	1993	40	66	106	44	77	38	53	41				253
	O345 MERCEDES	1998	36	68	104	19	25	29	25	31	4			133
	BMC BELDE (260 - CB)	2003-2004	36	64	100	24	33	19	25	18	1			120
	BMC YENİ BELDE (280 - CB)	2007	36	64	100	1	7	11	13	13	7			52
	BMC YENİ BELDE (280 - CB)	2008	36	64	100	4	19	13	14	55	15			120
	BMC PROCITY	2009	36	64	100	56	49	34	36	25				200
K	SANOS KÖRÜKLÜ	1994	47	110	157	37	15	24	42	27				145
	O345K MERCEDES	2000	49	108	157	21	21	25	16	21				104
	MERCEDES CONECTO	2008-2009	42	109	151	39	42	49	43	27				200
ARA TOPLAM			418	811	1229	248	305	252	268	267	39			1379

İZULAŞ-Otobüs Tipleri	Yıl	Kapasite Bilgileri			Garajlara Göre Otobüs Sayıları									
		Oturan	Ayakta	Toplam	GEDİZ	ÇİĞLİ	MERSİNLİ	ADATEPE	ÇAKALBURNU	TORBALI	STAD	BELKAHVE	TOPLAM	
M	ISUZU	2000	20	30	50							19	28	47
	IVECO EuroCity	2007	26	29	55							41	20	61
	Karsan Otokar 190LE	2009	26	29	55							4	6	10
	Karsan Otokar	2011	26	29	55							10	10	20
S	SOLO VOLVO	1993	36	40	76							6	14	20
	BMC YENİ BELDE (MODEL 220-17B)	1997	36	54	90							10	30	40
	MAN SL 232	1998	30	75	105							30	32	62
	MAN SL 232	1999	30	75	105							27	46	73
	BMC YENİ BELDE (MODEL 220-17B)	1999	36	54	90							9	31	40
	MAN SL 263	2002	30	75	105							1		1
K	VOLVO	1994	50	80	130							25	20	45
ARA TOPLAM			346	570	916							182	237	419
GENEL TOPLAM			764	1381	2145	248	305	252	268	267	39	182	237	1798

Tablo 3.8 ESHOT ve İZULAŞ tarafından işletilmekte olan otobüslerin Mevcut garajlara göre tip ve kapasitelerine toplam yolcu sayılar (Oral, 2012)(1/2)

ESHOT-Otobüs Tipleri		Yıl	Kapasite Bilgileri		
			Oturan	Ayakta	Toplam
M	ISUZU CitiBus	2007	26	30	56
S	O302-T V6 MERCEDES	1992	34	64	98
	SANOS	1993	40	66	106
	O345 MERCEDES	1998	36	68	104
	BMC BELDE (260 - CB)	2003-2004	36	64	100
	BMC YENİ BELDE (280 - CB)	2007	36	64	100
	BMC YENİ BELDE (280 - CB)	2008	36	64	100
K	BMC PROCITY	2009	36	64	100
	SANOS KÖRÜKLÜ	1994	47	110	157
	O345K MERCEDES	2000	49	108	157
	MERCEDES CONECTO	2008-2009	42	109	151
ARA TOPLAM			418	811	1229

GEDİZ			ÇİĞLİ			MERSİNLİ			ADATEPE		
Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam
78	90	168	442	510	952	52	60	112	0	0	0
0	0	0	0	0	0	272	512	784	34	64	98
1.760	2.904	4.664	3.080	5.082	8.162	1.520	2.508	4.028	2.120	3.498	5.618
684	1.292	1.976	900	1.700	2.600	1.044	1.972	3.016	900	1.700	2.600
864	1.536	2.400	1.188	2.112	3.300	684	1.216	1.900	900	1.600	2.500
36	64	100	252	448	700	396	704	1.100	468	832	1.300
144	256	400	684	1.216	1.900	468	832	1.300	504	896	1.400
2.016	3.584	5.600	1.764	3.136	4.900	1.224	2.176	3.400	1.296	2.304	3.600
1.739	4.070	5.809	705	1.650	2.355	1.128	2.640	3.768	1.974	4.620	6.594
1.029	2.268	3.297	1.029	2.268	3.297	1.225	2.700	3.925	784	1.728	2.512
1.638	4.251	5.889	1.764	4.578	6.342	2.058	5.341	7.399	1.806	4.687	6.493
9.988	20.315	30.303	11.808	22.700	34.508	10.071	20.661	30.732	10.786	21.929	32.715

İZULAŞ-Otobüs Tipleri		Yıl	Kapasite Bilgileri		
			Oturan	Ayakta	Toplam
M	ISUZU	2000	20	30	50
	IVECO EuroCity	2007	26	29	55
	Karsan Otokar 190LE	2009	26	29	55
	Karsan Otokar	2011	26	29	55
S	SOLO VOLVO	1993	36	40	76
	BMC YENİ BELDE (MODEL 220-17B)	1997	36	54	90
	MAN SL 232	1998	30	75	105
	MAN SL 232	1999	30	75	105
	BMC YENİ BELDE (MODEL 220-17B)	1999	36	54	90
K	MAN SL 263	2002	30	75	105
	VOLVO	1994	50	80	130
ARA TOPLAM			346	570	916
GENEL TOPLAM			764	1381	2145

GEDİZ			ÇİĞLİ			MERSİNLİ			ADATEPE		
Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam
9.988	20.315	30.303	11.808	22.700	34.508	10.071	20.661	30.732	10.786	21.929	32.715

Tablo 3.8(Devamı) ESHOT ve İZULAŞ tarafından işletilmekte olan otobüslerin Mevcut garajlara göre tip ve kapasitelerine toplam yolcu sayılar (Oral, 2012)(2/2)

ESHOT-Otobüs Tipleri	Yıl	Kapasite Bilgileri		
		Oturan	Ayakta	Toplam
M ISUZU CitiBUS	2007	26	30	56
S O302-T V6 MERCEDES SANOS O345 MERCEDES BMC BELDE (260 - CB) BMC YENİ BELDE (280 - CB) BMC YENİ BELDE (280 - CB) BMC PROCITY	1992	34	64	98
	1993	40	66	106
	1998	36	68	104
	2003-2004	36	64	100
	2007	36	64	100
	2008	36	64	100
	2009	36	64	100
K SANOS KÖRÜKLÜ O345K MERCEDES MERCEDES CONECTO	1994	47	110	157
	2000	49	108	157
	2008-2009	42	109	151
ARA TOPLAM		418	811	1229

İZULAŞ-Otobüs Tipleri	Yıl	Kapasite Bilgileri		
		Oturan	Ayakta	Toplam
M ISUZU IVECO EuroCity Karsan Otocar 190LE Karsan Otocar	2000	20	30	50
	2007	26	29	55
	2009	26	29	55
	2011	26	29	55
S SOLO VOLVO BMC YENİ BELDE (MODEL 220-17B) MAN SL 232 MAN SL 232 BMC YENİ BELDE (MODEL 220-17B) MAN SL 263	1993	36	40	76
	1997	36	54	90
	1998	30	75	105
	1999	30	75	105
	1999	36	54	90
K MAN SL 263	2002	30	75	105
K VOLVO	1994	50	80	130
ARA TOPLAM		346	570	916
GENEL TOPLAM		764	1381	2145

ÇAKALBURNU			TORBALI			STAD			BELKAHVE			TOPLAM(kişi-adet)		
Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam
208	240	448	312	360	672							1.092	1.260	2.352
34	64	98	0	0	0							340	640	980
1.640	2.706	4.346	0	0	0							10.120	16.698	26.818
1.116	2.108	3.224	144	272	416							4.788	9.044	13.832
648	1.152	1.800	36	64	100							4.320	7.680	12.000
468	832	1.300	252	448	700							1.872	3.328	5.200
1.980	3.520	5.500	540	960	1.500							4.320	7.680	12.000
900	1.600	2.500	0	0	0							7.200	12.800	20.000
1.269	2.970	4.239	0	0	0							6.815	15.950	22.765
1.029	2.268	3.297	0	0	0							5.096	11.232	16.328
1.134	2.943	4.077	0	0	0							8.400	21.800	30.200
10.426	20.403	30.829	1.284	2.104	3.388	0	0	0	0	0	0	54.363	108.112	162.475

ÇAKALBURNU			TORBALI			STAD			BELKAHVE			TOPLAM(kişi-adet)		
Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam	Oturan	Ayakta	Toplam
						380	570	950	560	840	1.400	940	1.410	2.350
						1.066	1.189	2.255	520	580	1.100	1.586	1.769	3.355
						104	116	220	156	174	330	260	290	550
						260	290	550	260	290	550	520	580	1.100
						216	240	456	504	560	1.064	720	800	1.520
						360	540	900	1.080	1.620	2.700	1.440	2.160	3.600
						900	2.250	3.150	960	2.400	3.360	1.860	4.650	6.510
						810	2.025	2.835	1.380	3.450	4.830	2.190	5.475	7.665
						324	486	810	1.116	1.674	2.790	1.440	2.160	3.600
						30	75	105	0	0	0	30	75	105
						1.250	2.000	3.250	1.000	1.600	2.600	2.250	3.600	5.850
						5.700	9.781	15.481	7.536	13.188	20.724	13.236	22.969	36.205
10.426	20.403	30.829	1.284	2.104	3.388	5.700	9.781	15.481	7.536	13.188	20.724	67.599	131.081	198.680

Tablo 3.9 ESHOT ve İZULAŞ tarafından işletilmekte olan otobüslerin tip ve kapasitelerine göre toplam sayıları özet tablosu (Oral, 2012)

GARAJLARA GÖRE TOPLAM OTOBÜS SAYILARI(ÖZET)										
		GEDİZ	ÇİĞLİ	MERSİNLİ	ADATEPE	ÇAKALBURNU	TORBALI	STAD	BELKAHVE	TOPLAM
ESHOT	MİDİBÜS	3	17	2		8	12			42
	SOLO	148	210	152	167	184	27			888
	KÖRÜKLÜ	97	78	98	101	75	0			449
ARA TOPLAM		248	305	252	268	267	39			1379
İZULAŞ	MİDİBÜS							74	64	138
	SOLO							83	153	236
	KÖRÜKLÜ							25	20	45
ARA TOPLAM								182	237	419
GENEL TOPLAM		248	305	252	268	267	39	182	237	1798

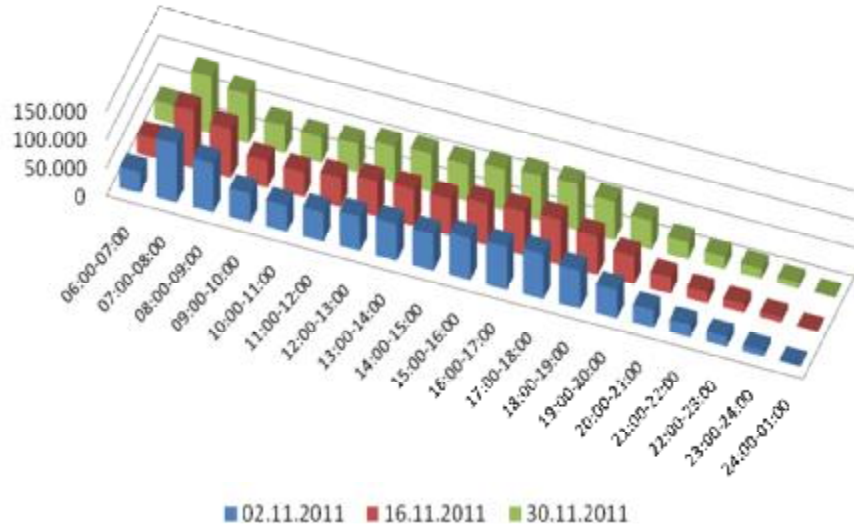
Tablo 3.10 ESHOT ve İZULAŞ tarafından işletilmekte olan otobüslerin tip ve kapasitelerine göre toplam sayıları özet tablosu (Oral, 2012)

GARAJLARA GÖRE TOPLAM YOLCU SAYILARI(ÖZET)										
		GEDİZ	ÇİĞLİ	MERSİNLİ	ADATEPE	ÇAKALBURNU	TORBALI	STAD	BELKAHVE	TOPLAM
ESHOT	MİDİBÜS	168	952	112	0	448	672			2.352
	SOLO	15.140	21.562	15.528	17.116	18.768	2.716			90.830
	KÖRÜKLÜ	14.995	11.994	15.092	15.599	11.613	0			69.293
ARA TOPLAM		30.303	34.508	30.732	32.715	30.829	3.388			162.475
İZULAŞ	MİDİBÜS							3.975	3.380	7.355
	SOLO							8.256	14.744	23.000
	KÖRÜKLÜ							3.250	2.600	5.850
ARA TOPLAM								15.481	20.724	36.205
GENEL TOPLAM		30.303	34.508	30.732	32.715	30.829	3.388	15.481	20.724	198.680

3.2.4.3 Duraklara ve Aktarma Merkezlerine ait Analizler

ESHOT Genel Müdürlüğü, 2058'i kapalı ve 3674'ü açık nitelikte olmak üzere toplam 5732 durak ile toplu ulaşım hizmeti vermektedir(ESHOT,2011b). Ayrıca, durağı kullanan otobüsün hat numarası, gidiş yönü, son durağın ismi ile kalan durak sayısı olmak üzere 3 çeşit bilgi bulunan LED Paneller(Akıllı Durak) 110 kapalı otobüs durağına yerleştirilmiştir.

Şekil 3. 21 ve Tablo 3.11 incelendiğinde gün içerisindeki en çok binişin sabah 7 ile 8 saatleri arasında yapıldığı görülmektedir. Ayrıca sabah zirvesinin 7 ile 9 saatleri arasında gerçekleştiği fakat akşam zirvesinin ise daha geniş bir zaman dilime yayıldığı sonucuna ulaşılabılır. Ayrıca çalışma saatleri içerisinde üç adet kırılma noktası olduğu görülmüştür. Bunlar 7:00, 9:00 ve 20:00' dır. Saat 7:00 da hızla yükseliş gösteren yolcu biniş sayıları saat 9:00' dan sonra ani bir düşüş göstermiştir. Gün içerisindeki saat aralıklarında %1 civarında dalgalanmalar gösteren yolcu biniş sayılarında akşam zirve saatinden sonra (20:00' dan itibaren)ani bir düşüşün olduğu görülmektedir.



Şekil 3.21 Otobüs duraklarından yapılan binişlerin gün içindeki dağılımı

Duraklardaki yolcu biniş sayıları incelendiğinde sabah zirve saatinde yoğunluğun en çok 10143 ID Numaralı Atatürk Kültür Merkezi Durağında olduğu Tablo 3.12 incelendiğinde görülecektir. Bu durak beklenilenin aksine kent merkezi yönünde

değildir. Bu durak(Şekil 3.22) kent merkezine otobüs, vapur ve metro ile ulaşan yolcuların kentin Batı bölgesine ulaşmalarını sağlamayan bir ara aktarma noktası olarak hizmet vermektedir. Yoğunluğun en fazla olduğu ikinci durak ise 20060 ID Numaralı Turan Durağıdır(Şekil 3.23). Bu durak Karşıyaka ve Çiğli Bölgesinden gelip kent merkezi ve diğer bölgelere gidecek veya İzbanı kullanacak yolcular için bir ara aktarma noktası özelliği taşımaktadır. Sabah zirve saatinde yolcu yoğunluğunun yüksek olduğu diğer duraklar incelendiğinde ise kent merkezine yönüne olan durakların büyük çoğunluğu oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca Metro, Banliyö Vapur ile aktarmayı sağlayan duraklarda yolcu yoğunluğunun fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 3.22 10143 ID Numaralı Atatürk Kültür Merkezi durağı(F.Altay yönü)

Akşam zirve saati(17:00-19:00) içerisinde yapılan binişler incelendiğinde ise (Tablo 3.13) 40009 ID Numaralı Şirinyer Pazar Yeri durağındaki yolcu yoğunluğunun en fazla olduğu görülmüştür. Bu durak(Şekil 3.23) kent merkezinden ve Diğer bölgelerden Buca ilçesine gelen yolcuların Buca İlçesi içerisindeki çeşitli yerleşim alanlarına ulaşmalarını sağlamaktadır. Ayrıca bu durak Buca İzban istasyonuna yürüme mesafesi içinde bulunmaktadır. Akşam zirve saatinde yolcu yoğunluğunun yüksek olduğu diğer duraklar incelendiğinde ise sabah zirve saatinin

aksine kent merkezinden bölgelere doğru olan durakların büyük çoğunluğu oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca Metro, Banliyö Vapur ile aktarmayı sağlayan duraklarda da yolcu yoğunluğunun fazla olduğu görülmektedir.

Gün içinde yapılan toplam binişler incelendiğinde ise en çok binişin akşam zirve saatine benzer şekilde 40009 ID Numaralı Şirinyer Pazar Yeri durağındaki yolcu yoğunluğunun en fazla olduğu görülmüştür.



Şekil 3.23 20060 ID Numaralı Turan durağı(Kent Merkezi yönü) ve bekleyen yolcular



Şekil 3.24 40009 ID Numaralı Şirinyer Pazar Yeri durağı(Buca-Tınaztepe yönü)

Yoğunluğun fazla olduğu bazı duraklar ise 30006 ID Numaralı Şirinyer Pazar Yeri durağı ve 10143 ID Numaralı Atatürk Kültür Merkezi durağıdır.



Şekil 3.25 40004 ID Numaralı Şirinyer Karakol durağı(Kent Merkezi yönü)



Şekil 3.26 10144 ID Numaralı Atatürk Kültür Merkezi durağı(Kent Merkezi Yönü)

Tablo 3.11 Otobüs duraklarından yapılan binişlerin gün içindeki dağılımı

Tarih/Saat	06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00
02.11.2011	37.165	103.715	86.007	50.414	45.951	50.956	60.574	65.174	63.743	73.674
16.11.2011	33.554	100.722	85.896	46.461	44.365	51.353	61.569	65.131	64.250	73.810
30.11.2011	32.645	101.049	86.572	48.543	44.828	49.888	61.981	66.612	64.518	73.663
ORTALAMA	34.455	101.829	86.158	48.473	45.048	50.732	61.375	65.639	64.170	73.716
ORAN	3,5%	10,3%	8,7%	4,9%	4,6%	5,1%	6,2%	6,7%	6,5%	7,5%
Tarih/Saat	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00	20:00-21:00	21:00-22:00	22:00-23:00	23:00-24:00	24:00-01:00	TOPLAM
02.11.2011	75.206	80.207	67.701	51.077	31.478	22.122	17.622	9.971	1.600	994.357
16.11.2011	76.507	79.755	67.339	49.478	29.204	19.666	15.805	9.438	1.466	975.769
30.11.2011	78.604	80.776	67.358	51.310	30.154	21.664	17.753	10.170	1.502	989.590
ORTALAMA	76.772	80.246	67.466	50.622	30.279	21.151	17.060	9.860	1.523	986.572
ORAN	7,8%	8,1%	6,8%	5,1%	3,1%	2,1%	1,7%	1,0%	0,2%	100,0%

Tablo 3.12 En çok binişlerin yapıldığı duraklar(Sabah Zirve Saati Ortalamasına Göre Sıralama-İlk 50 Durak)

Sıra No	Durak ID	Durak Adı	02.11.2011	16.11.2011	30.11.2011	ORTALAMA
			Sabah Zirve Saati (07:00-09:00)	Sabah Zirve Saati (07:00-09:00)	Sabah Zirve Saati (07:00-09:00)	Sabah Zirve Saati (07:00-09:00)
1	10143	Atatürk Kültür Merkezi	1908	1657	1695	1.753
2	20060	Turan	1691	1631	1623	1.648
3	30006	Bornova Metro	1114	1133	1278	1.175
4	10454	Halkapınar Metro	1052	1062	1053	1.056
5	40004	Şirinyer Karakol	980	1060	1059	1.033
6	10470	Halkapınar Metro	960	983	1061	1.001
7	40016	Buca Belediye Sarayı	945	930	1003	959
8	12062	Yağhaneler	937	951	944	944
9	10037	Konak	914	909	965	929
10	30577	Yurt	987	988	735	903
11	40010	Şirinyer PTT	871	960	872	901
12	50887	Fahrettin Altay Aktarma Merkezi	806	737	964	836
13	10257	İzmir Spor	847	845	779	824
14	40009	Şirinyer Pazar Yeri	821	879	753	818
15	10224	Mezarlıkbaşı	804	795	765	788
16	10284	Hıfzıssıhha	787	794	761	781
17	10144	Atatürk Kültür Merkezi	761	804	771	779
18	12214	Bayram Kahya	811	779	722	771
19	10418	Alsancak Gar	765	775	764	768
20	10254	İzmir Spor	704	750	736	730
21	21128	Çiğli	725	758	663	715
22	40742	Buca Uçkuyular Meydan	713	705	676	698
23	10286	Nokta	667	722	694	694
24	40014	Ceza Evi	662	689	691	681
25	30282	Tekel	666	643	729	679
26	10416	Alsancak Gar	619	613	705	646
27	10123	Şifa Hastanesi	660	640	617	639
28	50006	Maliye Meslek Lisesi	668	603	612	628
29	20053	Bayraklı İstasyon	886	820	152	619
30	40015	Buca Belediye Sarayı	636	607	608	617
31	30135	Stadyum İstasyon	653	572	581	602
32	12316	Üzümcü İlk Öğretim Okulu	554	561	635	583
33	10102	İskele	553	610	584	582
34	20057	Turan	549	581	589	573
35	12057	Eşrefpaşa	607	531	553	564
36	31364	Evka 4 Muhtarlık	568	562	561	564
37	10415	Alsancak Gar	560	555	564	560
38	30011	Bornova Metro	540	548	569	552
39	10202	Güzelyalı	590	472	572	545
40	12058	Eşrefpaşa	504	546	520	523
41	10292	Göztepe Stadi	492	536	510	513
42	12204	Zincirlikuyu	496	479	503	493
43	12212	Karaselvi	488	455	498	480
44	10617	Elka	508	454	477	480
45	12220	Eski İzmir Karakolu	492	439	500	477
46	50168	Çifte Selviler	462	496	467	475
47	30012	Bornova Metro	375	547	495	472
48	12065	Yağhaneler 2	459	493	459	470
49	10455	Halkapınar Metro	446	404	552	467
50	10255	Üçyol Metro	450	477	443	457

Tablo 3.13 En çok binişlerin yapıldığı duraklar(Akşam Zirve Saati Ortalamasına Göre Sıralama-İlk 50 Durak)

Sıra No	Durak ID	Durak Adı	02.11.2011	16.11.2011	30.11.2011	ORTALAMA
			Akşam Zirve Saati (17:00-19:00)	Akşam Zirve Saati (17:00-19:00)	Akşam Zirve Saati (17:00-19:00)	Akşam Zirve Saati (17:00-19:00)
1	40009	Sirinyer Pazar Yeri	2652	2591	2244	2.496
2	30006	Bornova Metro	2114	2292	2359	2.255
3	10036	Konak	1877	1798	2001	1.892
4	10037	Konak	1702	1521	1509	1.577
5	10123	Şifa Hastanesi	1002	1288	1338	1.209
6	10255	Üçyol Metro	1145	1166	1296	1.202
7	10117	Hisarönü	1138	1217	1217	1.191
8	10119	Kavaflar	1122	1150	1182	1.151
9	10257	İzmir Spor	1099	1153	1173	1.142
10	10336	Hocazade Cami	1137	1090	1165	1.131
11	10143	Atatürk Kültür Merkezi	1085	1194	1030	1.103
12	10611	Üçyol	966	1062	1037	1.022
13	20153	Osman Bey Parkı	1001	972	1040	1.004
14	20057	Turan	955	990	1039	995
15	10329	Hocazade Cami	975	879	949	934
16	40004	Sirinyer Karakol	905	886	962	918
17	10322	İtfaiye	886	874	964	908
18	10211	Çankaya	845	955	821	874
19	30577	Yurt	912	944	753	870
20	10011	Bahribaba	809	894	714	806
21	10005	Bahribaba	926	723	734	794
22	10470	Halkapınar Metro	765	748	774	762
23	10101	Çocuk Hastanesi	753	776	754	761
24	21128	Çiğli	775	755	706	745
25	30279	Adliye	723	737	755	738
26	10108	Alsancak Devlet Hastanesi	674	690	741	702
27	10013	Bahribaba	778	518	785	694
28	50009	İkiztepe	596	588	651	612
29	40739	Buca Üçkuyular Meydan	572	595	639	602
30	12059	Eşrefpaşa	570	615	617	601
31	10002	Bahribaba	610	567	618	598
32	10338	Tekel	602	616	565	594
33	10256	Üçyol Metro	558	623	539	573
34	10213	Çankaya	599	519	569	562
35	10416	Alsancak Gar	522	612	539	558
36	40011	Yeni Mahalle	622	514	532	556
37	40015	Buca Belediye Sarayı	532	579	551	554
38	10006	Bahribaba	564	541	541	549
39	40066	Hukuk Fakültesi	673	378	594	548
40	10454	Halkapınar Metro	580	479	562	540
41	50904	Fahrettin Altay Aktarma Merkezi	561	492	550	534
42	40018	Öğretmen Evleri	493	600	494	529
43	30008	Bornova Metro	529	488	547	521
44	13276	Menderes Aktarma Merkezi	500	586	475	520
45	10415	Alsancak Gar	510	504	543	519
46	31295	Hükümet Konağı	528	494	524	515
47	50900	Fahrettin Altay Aktarma Merkezi	460	597	487	515
48	10064	Şehit Fethi Bey	488	544	503	512
49	30280	Adliye	492	519	492	501

Tablo 3.14 En çok binişlerin yapıldığı duraklar(Günlük Ortalamaya Göre Sıralama-İlk 50 Durak)

Sıra No	Durak ID	Durak Adı	02.11.2011	16.11.2011	30.11.2011	ORTALAMA
			Günlük Toplam	Günlük Toplam	Günlük Toplam	Günlük Toplam
1	40009	Şirinyer Pazar Yeri	11640	11198	10975	11.271
2	30006	Bornova Metro	9630	9880	10152	9.887
3	10143	Atatürk Kültür Merkezi	10188	9433	8936	9.519
4	10036	Konak	9254	8218	8688	8.720
5	10037	Konak	7018	7100	7337	7.152
6	40004	Şirinyer Karakol	6768	6434	6568	6.590
7	10336	Hocazade Cami	6409	6518	6824	6.584
8	10123	Şifa Hastanesi	6130	6284	6482	6.299
9	30577	Yurt	5761	6411	5869	6.014
10	10257	İzmir Spor	5784	5927	5832	5.848
11	10117	Hisarönü	5552	5343	5574	5.490
12	10255	Üçyol Metro	4774	4951	5070	4.932
13	10329	Hocazade Cami	4715	4714	4766	4.732
14	10119	Kavafklar	4780	4416	4576	4.591
15	10322	İtfaiye	4405	4667	4646	4.573
16	20057	Turan	4412	4471	4644	4.509
17	10611	Üçyol	4322	4383	4372	4.359
18	21128	Çiğli	4416	4267	4120	4.268
19	20153	Osman Bey Parkı	4419	4053	4199	4.224
20	20060	Turan	4169	4097	4203	4.156
21	40010	Şirinyer PTT	4107	3991	3959	4.019
22	40016	Buca Belediye Sarayı	3871	3604	4119	3.865
23	10454	Halkapınar Metro	3772	3657	3756	3.728
24	10108	Alsancak Devlet Hastanesi	3542	3646	3818	3.669
25	10101	Çocuk Hastanesi	3536	3618	3537	3.564
26	10011	Bahribaba	3754	3666	3236	3.552
27	30280	Adliye	3437	3639	3546	3.541
28	10211	Çankaya	3416	3612	3487	3.505
29	10470	Halkapınar Metro	3416	3359	3631	3.469
30	10102	İskele	3339	3327	3483	3.383
31	40018	Öğretmen Evleri	3407	3281	3353	3.347
32	40015	Buca Belediye Sarayı	3285	3287	3456	3.343
33	10286	Nokta	3338	3263	3353	3.318
34	10202	Güzelyalı	3270	3206	3326	3.267
35	12057	Eşrefpaşa	3362	3018	3244	3.208
36	12059	Eşrefpaşa	3188	3192	3157	3.179
37	10002	Bahribaba	3308	3178	3031	3.172
38	10338	Tekel	3168	3143	3194	3.168
39	30279	Adliye	3014	3173	3249	3.145
40	10284	Hıfzıssıhha	3110	3203	3100	3.138
41	50006	Maliye Meslek Lisesi	3052	3140	3214	3.135
42	40739	Buca Üçkuyular Meydan	3161	3078	3115	3.118
43	10418	Alsancak Gar	3063	3089	3182	3.111
44	40066	Hukuk Fakültesi	3113	3066	3003	3.061
45	10416	Alsancak Gar	2885	3127	3164	3.059
46	50022	Dokuz Eylül	2748	3200	3196	3.048
47	10005	Bahribaba	3445	2753	2935	3.044
48	10013	Bahribaba	3215	2778	2820	2.938
49	30011	Bornova Metro	2806	2985	2995	2.929
50	40011	Yeni Mahalle	3083	2699	2886	2.889

Kent içinde hizmet veren çeşitli toplu ulaşım türlerinin bulunması nedeniyle bazı noktalarda türler arasında geçişi sağlayacak aktarma merkezleri oluşturulmuştur. Mevcut durumda 23 adet aktarma merkezi bulunmaktadır. Aktarma Merkezleri ve aktarma yapılabilecek toplu ulaşım türleri Tablo 3.15' de verilmiştir.

Tablo 3.15 Aktarma merkezleri ve aktarma yapılabilecek toplu ulaşım türleri

No	Aktarma Merkezi Adı	Toplu Ulaşım Türleri			
		OTOBÜS	İZBAN	METRO	VAPUR
1	Biçerova	X	X		
2	Hatundere	X	X		
3	Menemen	X	X		
4	Ulukent	X	X		
5	Egekent	X	X		
6	Çiğli	X	X		
7	Mavişehir	X	X		
8	Bostanlı iskele	X			X
9	Karşıyaka iskele	X			X
10	Halkapınar	X	X	X	
11	Bornova Metro	X		X	
12	Kemer	X	X		
13	Şirinyer	X	X		
14	Tınaztepe	X			
15	Gaziemir Semt Garajı	X	X		
16	Esbaşı	X	X		
17	Sarnıç	X	X		
18	Cumaovası	X	X		
19	Üçyol	X		X	
20	Fahrettin Altay	X			
21	Üçkuyular iskele	X			X
22	Gümrük	X			
23	Konak	X		X	X

Aktarma merkezlerindeki günlük yolcu yükleri incelendiğinde Kent Merkezinde konumlanan Metro, vapur ve otobüs sistemi arasında aktarma olanağı sağlayan Bahribaba Aktarma Merkezinin 50.000 civarı günlük yolcu sayısı ile en fazla yoğunluğun olduğu aktarma merkezi olduğu anlaşılmaktadır. İkinci sırada ise Bornova Metro istasyonu yakınında bulunan Bornova Metro Aktarma Merkezi bulunmaktadır. Bu aktarma noktasının 30.000 civarı günlük yolculuk sayısı vardır. Fahrettin Altay ve Halkapınar Metro aktarma merkezleri de günlük 15.000 civarı yolculuk hacmine sahiptir. Görüldüğü gibi Metro ve Kent Merkezi bağlantılı aktarma noktalarında yolculuk sayısı oldukça yüksektir. Fakat sadece vapur ve banliyö sistem ile ilişkisi bulunan aktarma merkezlerinde yolculuk sayısı oldukça düşüktür(Çiğli Aktarma Merkezi 4.000 yolculuk/gün ve Bostanlı İskele Aktarma Merkezi 6.000

yoçluluk/gün). Bunun sebebi mevcut otobüs hatlarının Banliyö ve vapur sistemini besleyecek şekilde oluşturulmamasıdır. Hala Banliyö ve vapur hatları ile rekabet eder durumda birçok otobüs güzergahı bulunmaktadır. Otobüs hatlarının bu sistemlere entegre olacak şekilde oluşturulması hem bu noktalardaki aktarma sayılarını hem de vapur ve banliyö sistemini kullanan yolcu sayısını arttıracaktır. Ayrıca Banliyö sistemine entegrasyonu sağlayan aktarma noktalarının çoğunluğunda fiziki alan yetersizliği bulunmaktadır. Planlama aşamasında dikkate alınmayan bu faktör mevcut durumda birçok sıkıntıya neden olmaktadır.



Şekil 3.27 Bahribaba Aktarma Merkezi



Şekil 3.28 Bostanlı İskele Aktarma Merkezi



Şekil 3.29 Halkapınar Aktarma Merkezi

BÖLÜM DÖRT

AKILLI KART VERİLERİ İLE KİŞİ-MAHALLE-İLÇE BAZINDA YOLCULUK TALEBİNİN BELİRLENMESİ: İZMİR ÖRNEĞİ

4.1 Amaç ve Kapsam

Akıllı kart bilgilerinin analizini yapabilen bir program yazılarak aşağıdaki hedeflere ulaşılması planlanmıştır.

- Akıllı Kart biniş bilgilerinin kişi bilgilerine dönüştürülerek, kişilerin gün içinde izledikleri rotaların hat-durak-saat-aktarma durumu bazında belirlenmesi
- Kişilerin gün içindeki tüm yolculuk hareketlerinin belirlenmesiyle ana ve ara aktarma noktalarındaki yoğunlukların hesaplanması
- Kişilerin rotalarından hareket ederek; bir gün içindeki düzenli yolculukların bulunması (ilk binişin yapıldığı noktaya geri dönen veya aynı başlangıç bitiş çifti arasında yapılan yolculuklar düzenli yolculuklar olarak tanımlanmıştır.)
- Kişilerin mahalle bazında yolculuk eğilimlerinin bulunması ve buna bağlı olarak daha akılcı ve kapasite kullanım oranı yüksek hatların planlanması
- Kişilerin yolculuk eğilimlerine bağlı olarak uygun alternatif toplu ulaşım türlerine yönlendirme olanaklarının araştırılması ve tüm toplu ulaşım sistemlerinin en iyi şekilde entegrasyonunun sağlanması

Çalışma kapsamında 10 Mayıs 2011- Salı gününe ait akıllı kart sistemine kayıtlı 1.398.065 biniş verisinin analizleri yapılmıştır., Karşıyaka İlçesi'ne bağlı Evka 6, Evka 2, Ahmet Taner Kışlalı, Aydınlikevler ve Mustafa Kemal Mahallesi'ni, içeren detay bölge çalışmaları da çalışma kapsamı içerisinde.

4.2 Model Kurgusu

İlk olarak akıllı kart biniş bilgilerinin kişi(kart) bilgilerine dönüştürülmüş ve kişilerin gün içerisindeki izledikleri rotalar çıkarılmıştır .

Daha sonraki aşamada ise düzenli yolculukların hesaplanması aşamasına geçilmiştir. Yazılan bir algoritma ile kişilerin iniş yaptıkları durak-istasyon ve iskeleler tahmin edilmektedir. Aynı başlangıç-bitiş çifti arasında yolculuk yapan kişiler "Düzenli Yolculuk Yapan Kişi" olarak tanımlanmaktadır. Düzenli Yolculuk yapan kişiler elde edildikten sonra ise bu kişilerin rotaları ve yaptıkları aktarmalar incelenerek gün içerisinde çeşitli aktiviteleri gerçekleştirmek için gittikleri yolculuk hedef noktaları belirlenmiş ve " Kişilere ait Durak Bazında OD Matrisi" oluşturulmuştur.

Sonraki aşamamada ise tüm otobüs durakları, vapur iskeleleri, metro ve banliyö istasyonları buldukları mahallelere göre gruplandırılmış ve mahallelere göre "Kişilere ait Yolculuk Talep Matrisi" yine yazılan bir algoritma yardımıyla elde edilmiştir. Matriste satırda yer alan mahalleler, yolculuk başlangıç mahallesini ve sütunlarda yer alan mahalleler de kişilerin düzenli olarak gittikleri mahalleleri ifade etmektedir. Dikkat edilmesi gereken önemli bir husus da matriste yer alan kişilerin gittikleri mahallelerden tekrar başlangıç mahallesine geri dönüş yaptıklarıdır. Yani matriste yer alan her kişi bir gün içerisinde en az iki yolculuk yapmaktadır. Mahalle bazlı kişi talepleri tekrar kendi içinde gruplandırılmış ve ilçe bazında kişi talepleri elde edilmiştir. Görüldüğü gibi duraklar çeşitli şekillerde gruplanarak oluşturulan bölgelere göre de talep matrisi oluşturulabilmektedir.

Tüm analizler MATLAB (Matrix Laboratory) programında yazılan çeşitli algoritmalar ile oluşturulmuştur. MATLAB, mühendislik uygulamaları ve problemlerinin çözümü, matematiksel uygulamalar, veri analizleri, optimizasyon problemlerinin çözümünü rahatlıkla yapabilen bir yazılım ve çalışma ortamıdır. MATLAB'ın ayrıca diğer dillerle ve programlar ile veri transferi yapabilme özelliği bulunmaktadır. Bu sayede tüm veri girişleri ve analiz sonuçları Excel programı ile gerçekleştirilmiştir.

4.3 Analiz Sonuçları

10 Mayıs 2011- Salı gününe ait akıllı kart sistemine kayıtlı 1.398.065 biniş verisi kişilere dönüştürüldüğünde 495.559 kişiyi (kart sayısı) ifade etmektedir. Kişilerin günlük yolculuk sayıları incelendiğinde, bir gün içerisinde 2 yolculuk yapanların oranının en yüksek çıktığı görülmüştür(Şekil 4.1, Şekil 4.2, Tablo 4.2). Ancak bir gün içerisinde sadece bir yolculuk yapan kişi sayısının da 99.065 olduğu görülmüştür. Gün içerisinde yapılan tüm yolculukların türlere dağılımı Şekil 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1 Binişlerin toplu ulaşım türlerine dağılımı

<i>Toplu Ulaşım Türü</i>	<i>Biniş Sayısı</i>	<i>Oran</i>
OTOBÜS	1.103.712	78,95%
METRO	150.726	10,78%
BANLİYÖ	103.960	7,44%
VAPUR	39.667	2,84%
Toplam	1.398.065	100,00%

Binişlerin aktarma durumları incelendiğinde 1.398.065 binişin 936.068' i aktarmasız, 461.997' si ise aktarmalı olarak yapıldığı ortaya çıkmıştır. Yani tüm binişlerin %66,95' aktarmasız olarak gerçekleştirilmektedir.

Tablo 4.2 Kişilerin günlük biniş sayıları ve oranları

Biniş	Kişi	Oran
1 Biniş	99.065	19,99%
2 Biniş	170.180	34,34%
3 Biniş	79.437	16,03%
4 Biniş	80.154	16,17%
5 Biniş	31.912	6,44%
6 Biniş	19.496	3,93%
7 Biniş	7.518	1,52%
8 Biniş	4.108	0,83%
9 Biniş	1.742	0,35%
10 ve Üzeri	1.947	0,39%
Toplam Kişi	495.559	100,00%
Durak Bilgisine Ulaşılamayan Kişi Sayısı	67.619	13,64%



Şekil 4.1 Kişilerin günlük biniş sayıları



Şekil 4.2 Kişilerin günlük biniş sayılarının dağılımı

Otobüslerin duraklarda kuyruklanma hareketleri ve durak harici binişler sebebiyle **76.107** binişin durak bilgisine erişilememiştir. Bu biniş sayısı kişi sayısına çevrildiğinde **67.619** kişiyi ifade etmektedir. Durak bilgisine erişimde eksiklik olan kişiler **291** otobüs hattında görülmüştür.

Yapılan analizler sonucunda 10 Mayıs 2011- Salı günü yolculuk yapan 495.559 kişiden (kart sayısı) 221.323'ünün(% 44,66) düzenli yolculuk yaptığı ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.2 Kişiler için elde edilen bilgiler

Tanım	Sayı	Oran
Günlük Toplam Kişi Sayısı	495.559	35,45%
Düzenli Yolculuk Yapan Kişi Sayısı	221.323	15,83%
Günlük Toplam Biniş Sayısı	1.398.065	100,00%

Tüm mahallelerin kişi bazında talepleri Şekil 4.3' de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde en yüksek talebin olduğu mahallelerden ilk 10 tanesi Tablo 4.3'de görülmektedir. Kişilere ait Mahalle Bazında OD Matrisi'nin bir bölümü Şekil 4.3' de sunulmuştur.

Tablo 4.3 Kişilerin mahalle bazlı yolculuk talepleri

İlçe Adı	Mahalle Adı	Bölge Adı	Mahalle Talebi (Kişi)
Konak	Akdeniz	Gümrük	20805
Bornova	Kazımdirik	Bornova Merkez(Ege Üniversitesi)	16411
Konak	Konak	Konak Merkez (Halil Rifat Paşa cd.-Fevzi Paşa Blv.)	14767
Konak	Yeşiltepe	Konak Merkez (Kız Lisesi ve Bahribaba Parkı çevresi)	10286
Konak	Kültür	Alsancak	8633
Konak	İsmet Kaptan	Basmane Bölgesi (Cumhuriyet Blv.na kadar)	7190
Konak	Mimar Sinan	Fuar (Alsancak Gar'a kadar)	6926
Konak	Umurbey	Liman Bölgesi	6805
Bornova	Erzene	Ege Üniversite'nin bir bölümü ve Osman Kibar Kav.	4267
Karabağlar	Bahçelievler	Üçyol	4005

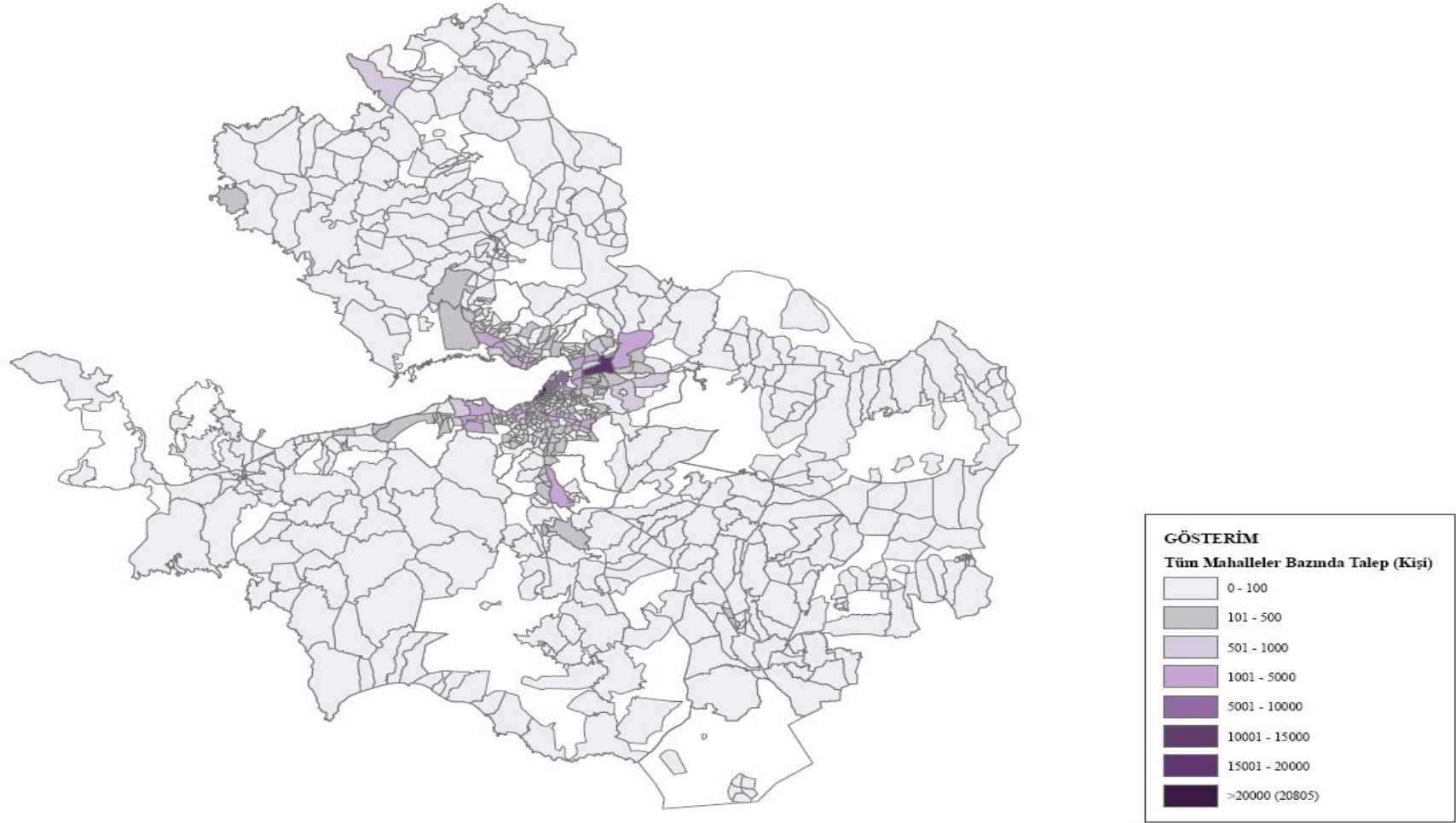
Mahalle bazında yolculuk talepleri incelendiğinde özellikle kent merkezi başta olmak üzere eğitim ve sağlık tesislerinin bulunduğu bölgelerde bir yığılma olduğu görülmüştür. Mahalle bazlı kişi talepleri tekrar kendi içinde gruplandırılmış ve ilçe bazında kişi talepleri elde edilmiştir İlçeler bazındaki dağılım incelendiğinde düzenli yolculuk yapan 221.323 kişiden 105.245'inin tüm İzmir kenti içinden Konak İlçesi'ne geldiği ve tekrar yolculuklarına başladıkları noktalara geri dönüş yaptıkları görülmektedir. Yani toplam talebin yaklaşık % 47' si kent merkezine doğrudur.

Tablo 4.4 Kişi taleplerinin ilçelere dağılımı

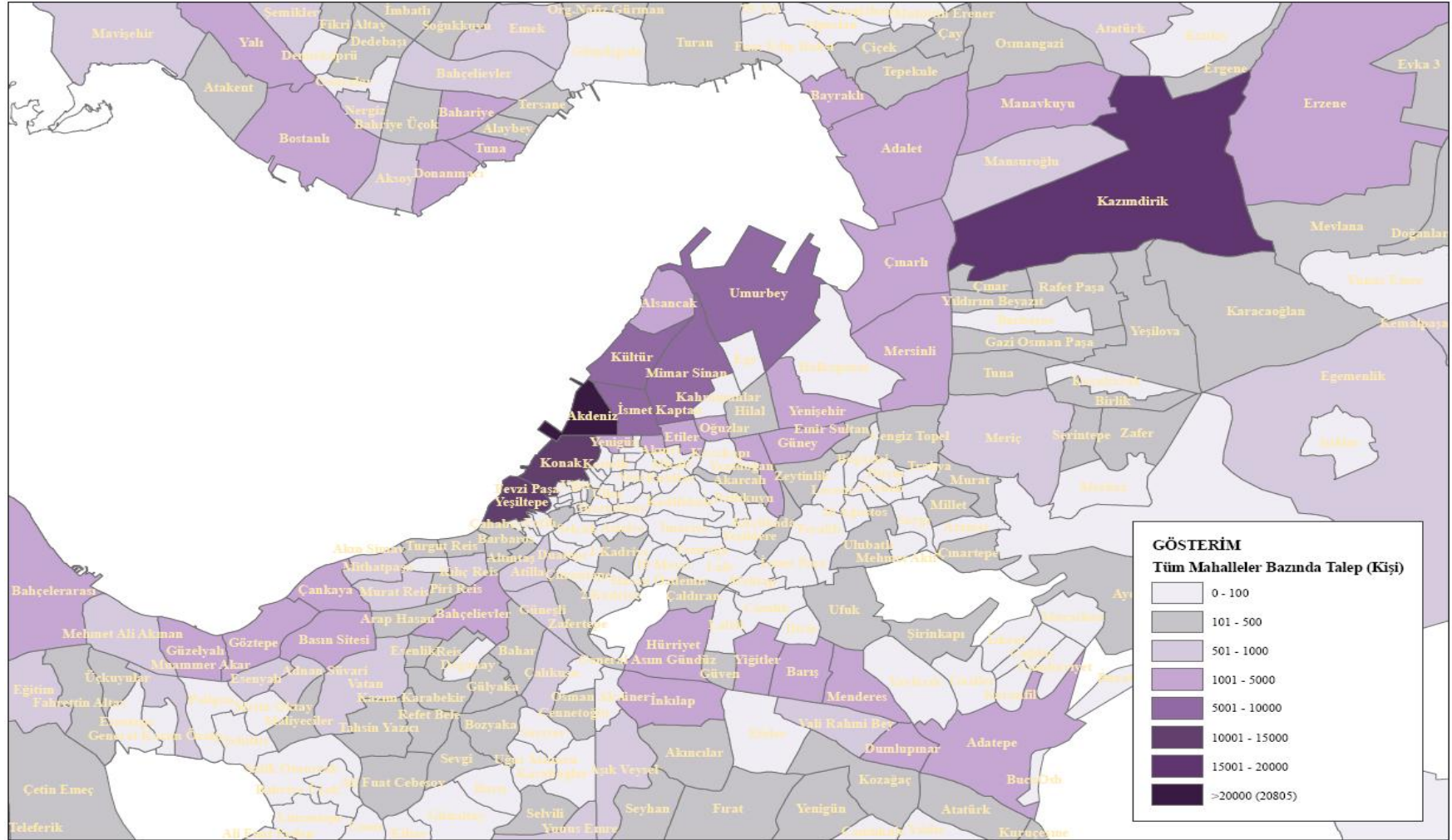
İlçe Adı	İlçe Talebi (Kişi)	Talep Dağılımı	İlçe Adı	İlçe Talebi (Kişi)	Talep Dağılımı
Konak	105245	47.55%	Menderes	1017	0.46%
Bornova	31677	14.31%	Torbalı	964	0.44%
Buca	17600	7.95%	Güzelbahçe	942	0.43%
Karabağlar	16382	7.40%	Aliğa	730	0.33%
Karşıyaka	16158	7.30%	Urla	404	0.18%
Balçova	10546	4.76%	Kemalpaşa	193	0.09%
Bayraklı	5275	2.38%	Foça	166	0.08%
Çiğli	4867	2.20%	Seferihisar	120	0.05%
Gaziemir	4118	1.86%	Bayındır	18	0.01%
Narlıdere	2906	1.31%	Selçuk	6	0.00%
Menemen	1989	0.90%	Toplam	221323	100.00%

Tablo 4.5 Kişi taleplerinin Konak ilçesi içindeki dağılımları

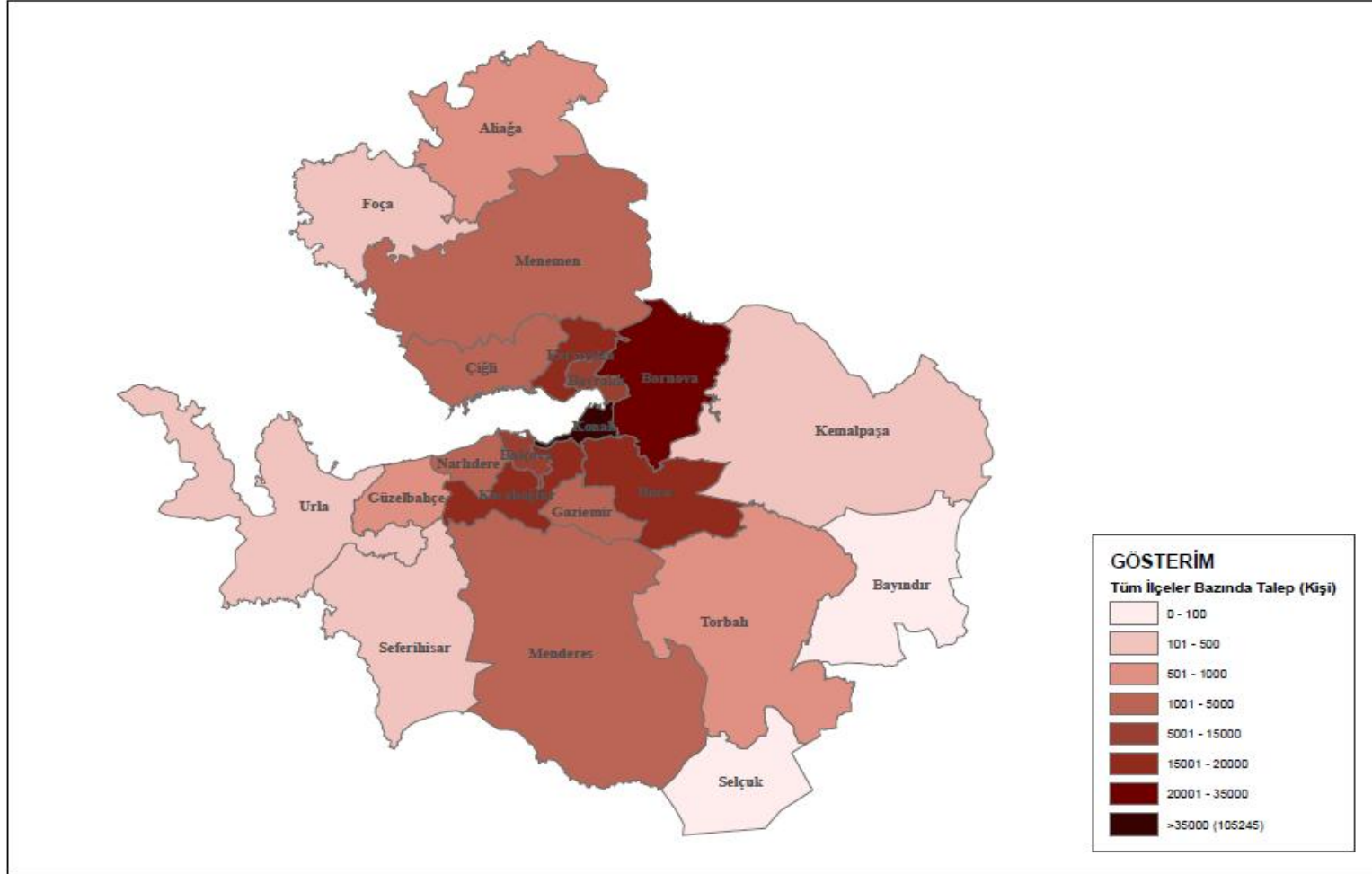
Sıra No	İlçe Adı	Mahalle Adı	Mahalle Talebi(kişi)	Sıra No2	İlçe Adı3	Mahalle Adı4	Mahalle Talebi(kişi)2
1	Konak	Akdeniz	20805	40	Konak	Ulubatlı	121
2	Konak	Konak	14767	41	Konak	1.Kadriye	120
3	Konak	Yeşiltepe	10286	42	Konak	Akarcalı	105
4	Konak	Kültür	8633	43	Konak	Çınartepe	103
5	Konak	İsmet Kaptan	7190	44	Konak	Huzur	98
6	Konak	Mimar Sinan	6926	45	Konak	İsmet Paşa	81
7	Konak	Umurbey	6805	46	Konak	Saygı	78
8	Konak	Yeniğün	3365	47	Konak	Yirmialtı Ağust	78
9	Konak	Etiler	2308	48	Konak	Boğaziçi	74
10	Konak	Çınarlı	2293	49	Konak	Selçuk	67
11	Konak	Akıncı	1922	50	Konak	Ondokuz Mayıs	61
12	Konak	Güney	1737	51	Konak	Ballıkuyu	59
13	Konak	Güzelyalı	1651	52	Konak	Kadifekale	57
14	Konak	Alsancak	1549	53	Konak	Ülkü	54
15	Konak	Oğuzlar	1477	54	Konak	Zeybek	50
16	Konak	Yenişehir	1466	55	Konak	Fatih	49
17	Konak	Göztepe	1050	56	Konak	Levent	48
18	Konak	Yenidoğan	1041	57	Konak	Çimentepe	47
19	Konak	Murat Reis	968	58	Konak	Mehtap	42
20	Konak	Mehmet Ali /	829	59	Konak	Kocakapı	39
21	Konak	Kocatepe	826	60	Konak	Ferahlı	38
22	Konak	Güneşli	734	61	Konak	Atamer	38
23	Konak	Mithatpaşa	618	62	Konak	Hasan Özdemir	36
24	Konak	Atilla	547	63	Konak	Aziziye	34
25	Konak	Zeytinlik	483	64	Konak	Yeşildere	26
26	Konak	Barbaros	419	65	Konak	Mehmet Akif	23
27	Konak	Hilal	330	66	Konak	Kemal Reis	23
28	Konak	Piri Reis	328	67	Konak	Kahramanlar	22
29	Konak	Küçükada	291	68	Konak	Altay	20
30	Konak	Zafertepe	269	69	Konak	Duatepe	20
31	Konak	Tan	255	70	Konak	2.Kadriye	19
32	Konak	Namık Kemal	217	71	Konak	Mecidiye	17
33	Konak	Murat	182	72	Konak	Güngör	16
34	Konak	Emir Sultan	181	73	Konak	İmariye	14
35	Konak	Akın Simav	163	74	Konak	Güzelyurt	6
36	Konak	Altıntaş	158	75	Konak	Trakya	4
37	Konak	Turgut Reis	131	76	Konak	Sakarya	3
38	Konak	Millet	130	77	Konak	Sümer	0
39	Konak	Cengiz Topel	125	78	Konak	Halkapınar	0



Şekil 4.4 Kişilerin yolculuk taleplerinin mahallelere dağılımı(Deri ve Kalpakçı, 2012)



Şekil 4.5 Kişilerin yolculuk taleplerinin kent merkezindeki mahallelere dağılımı(Deri ve Kalpakçı, 2012)



Şekil 4.6 Kişilerin yolculuk taleplerinin ilçelere dağılımı(Deri ve Kalpakçı, 2012)

Şekil 4.5' de ayrıntısı verilen Kent Merkezi (Konak İlçesi) içindeki talebin dağılımı incelendiğinde özellikle Şehit Fethi Bey, Halit Ziya, Hürriyet Bulvarı Son Duraklarının ve Pasaport İskelesinin bulunduğu Akdeniz Mahallesi'ne, Bahribaba Aktarma Merkezinin ve Konak Vapur İskelesi'nin bulunduğu Konak Mahallesi'ne ve Kıbrıs Şehitleri - Alsancak Bölgelerini kapsayan Kültür Mahallesi'ne yoğun bir talebin olduğu görülmektedir. Bu yoğun talebin bulunduğu bölgeler hizmet sektörünün, iş merkezlerinin, ticari aktivitelerin, resmi kurumların ve kentin tarihsel simgelerinin yoğunlaştığı kentin odak noktaları olup, bölgelerdeki yolcuları kent merkezine taşıyan hatların düzenlemelerinde bu durum unutulmamalıdır.

Konak İlçesi'nden sonra, ikinci en çok yolculuk (kişi) talebinin olduğu ilçe 31.677 kişiyle Bornova İlçesi'dir. Bornova İlçesi'nde ise Ege Üniversite Kampüsü'nün bir bölümünü, Ege Üniversitesi Hastanesi'ni, Bornova Aktarma Merkezini ve Bornova Merkez Bölgesini kapsayan Kazım Dirik Mahallesi'ne yoğun bir talebin olduğu görülmektedir.

Karşıyaka Bölgesi içerisinde Evka 6, Evka 2, Ahmet Taner Kışlalı, Aydınlikevler ve Mustafa Kemal Mahallelerini kapsayan örnek alanın gösterimi Şekil 4.7 'de görülmektedir. Karşıyaka Bölgesinde seçilen alan, son zamanlarda yerleşimin artış gösterdiği gündün güne yoğunlaşan bir yapıda olup bu özelliği ile çevresindeki yatay yapılaşmayı da dönüştürücü bir etki gösterdiği söylenebilir. Ayrıca yerleşim, doğal (kuzeyinde yerleşime olanak vermeyen eğim yapısı) ve yapay eşiklerle (Anadolu Caddesi ve yan yerleşimler) sınırlandırılmaktadır. Özellikle bölge çok katlı yapılaşma (siteleşme) eğilimi göstermektedir. Alan içerisinde 75 adet (gidiş ve dönüş toplam) otobüs durağı bulunmaktadır.

Karşıyaka İlçesi'ne bağlı Evka 6, Evka 2, Ahmet Taner Kışlalı, Aydınlikevler ve Mustafa Kemal Mahallesi bir bütün olarak düşünülüp yolculuk talebi incelendiğinde en çok talebin daha önceki bölümlerde açıklanan kent geneli eğilimlerine benzer şekilde Konak İlçesi'nin mahallelerine doğru olduğu görülmektedir (Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10). Ayrıca Karşıyaka ve Çiğli ilçeleri içerisinde de yoğun bir biçimde yolcu sirkülasyonunun olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.7 Karşıyaka Bölgesinde detay çalışmanın yapıldığı alan

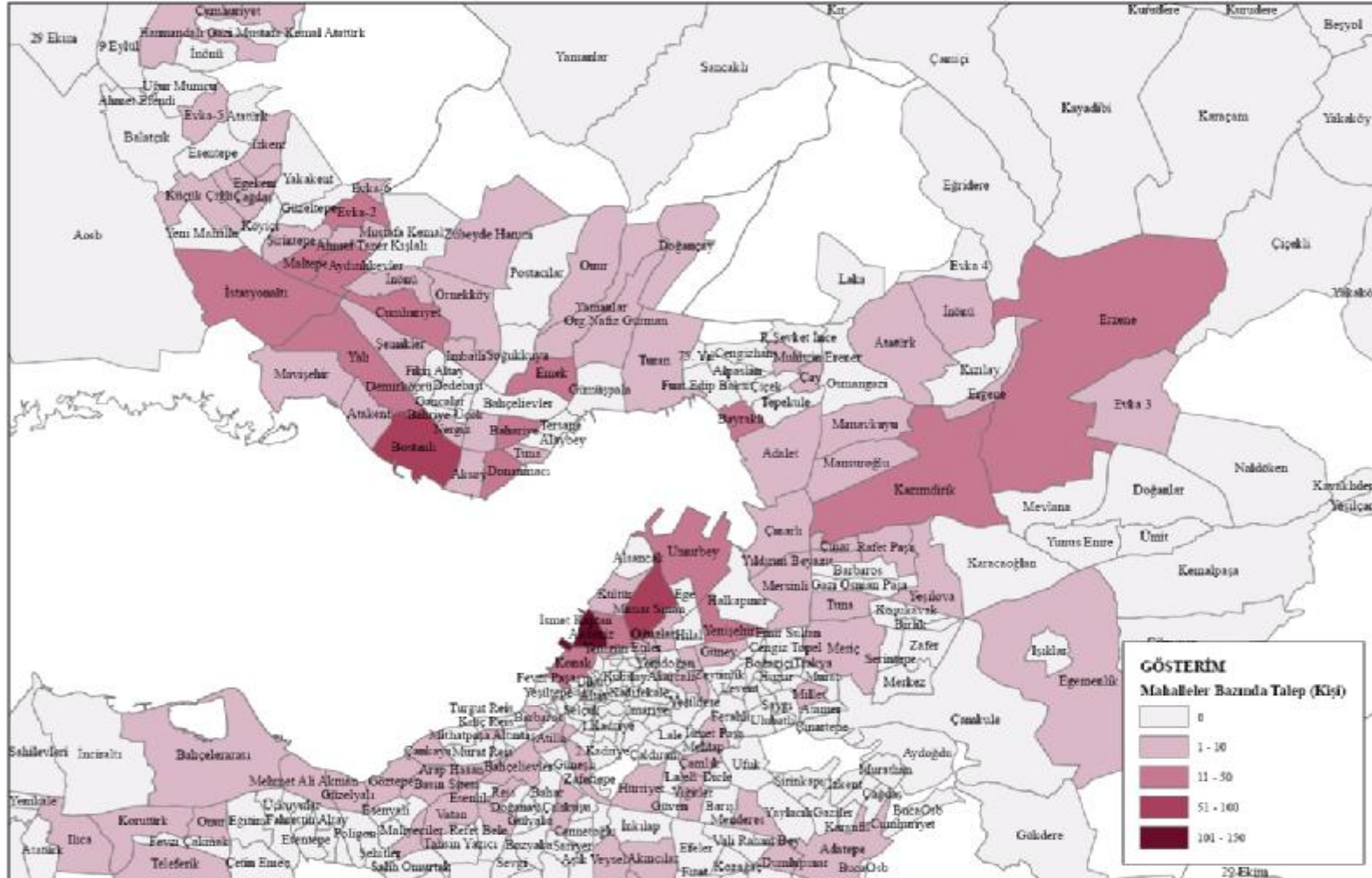
Bunun sebebi detay çalışmanın yapıldığı mahallelerde çalışan nüfusun bir kısmının Karşıyaka ve Çiğli ilçeleri içerisinde çalışması olarak açıklanabilir. Şekil 28’ de belirlenen analiz bölgesinden en çok talebin olduğu ilk 10 mahalle verilmiştir. En çok talebin olduğu 5. mahalle olan Bornova Kazımdirik Mahallesi, bölgede yaşayan öğrenci nüfusunun varlığına dikkat çekmektedir (Ege Üniversitesi’ne yönelen yolculuklar). Tablo 4.6 (Şekil 28)’da Konak Mahallesi’ne olan talep 7. sırada yer alırken, Akdeniz Mahallesi’ne olan talebin ilk sırada yer alması Bölge B’de hizmet sunan hatların son duraklarının Gümrük olması olarak düşünülebilir.

Tez çalışması kapsamında Akıllı kart verileriyle (10.05.2011) kişi-mahalle-ilçe bazında yolculuk talebinin belirlenmesi çalışması ile temel bazı analizler yapılmıştır. İlerleyen aşamalarda verinin farklı tarihler ve daha uzun periyodlar için değerlendirilmesi ile daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Kişi yolculuk rotalarının hat bazında da incelenebilir. Bu şekilde hat planlamasına altlık oluşturacak, yolcu odaklı akılcı bir yöntem geliştirilebilir. Çalışmada belirli bölgeler için pilot uygulama yapılmıştır. Çalışmanın ileriki aşamalarında kent bütünü için bu çalışmaların

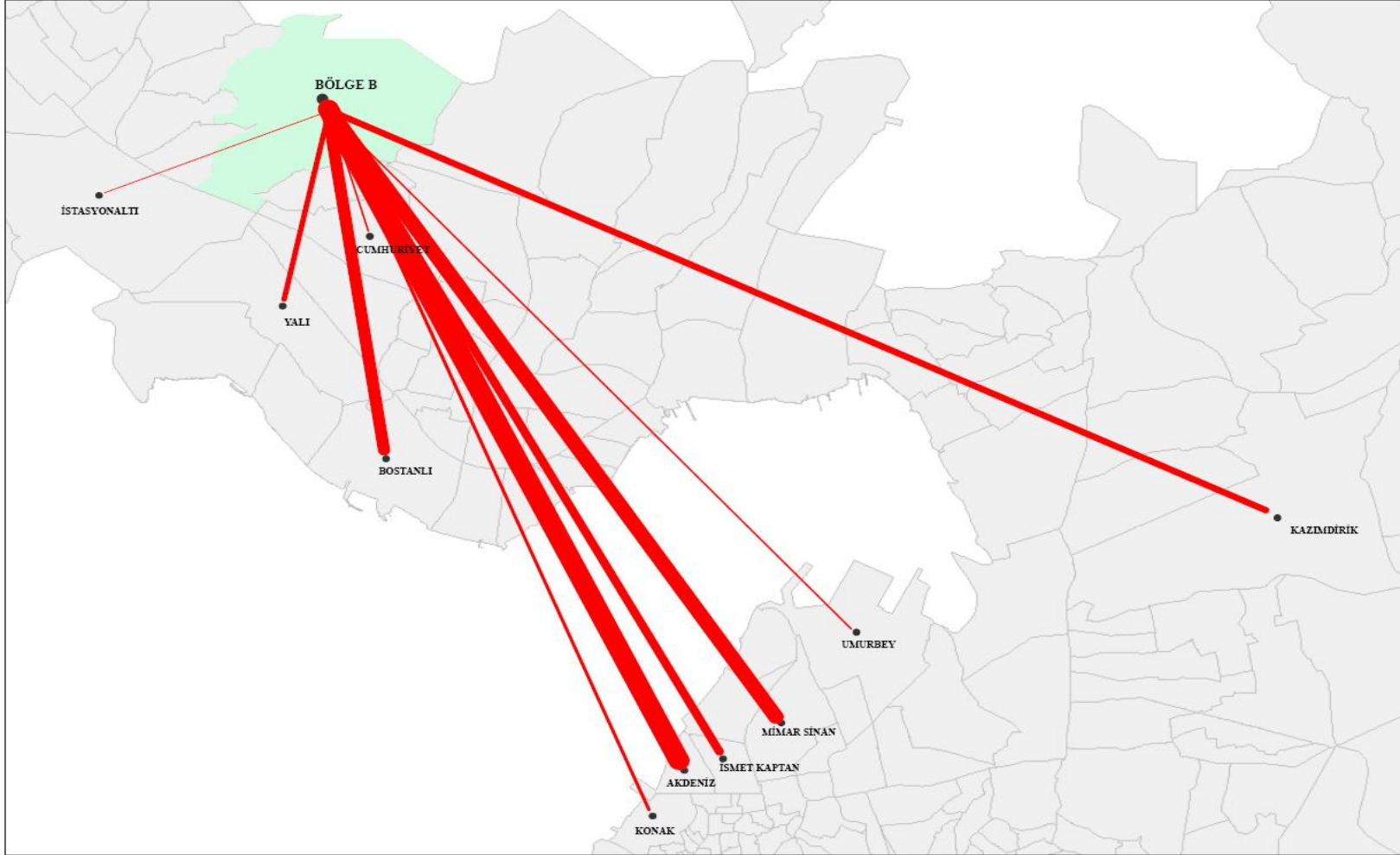
oluşturulması sistematik bir yaklaşım sunması ve geliştirilebilmesi açısından ipuçlarının yakalanmasına olanak sağlayacaktır

Tablo 4.6 Detay çalışmanın yapıldığı alanın Mahalle ve İlçe bazında yolculuk talebi (Kişi)

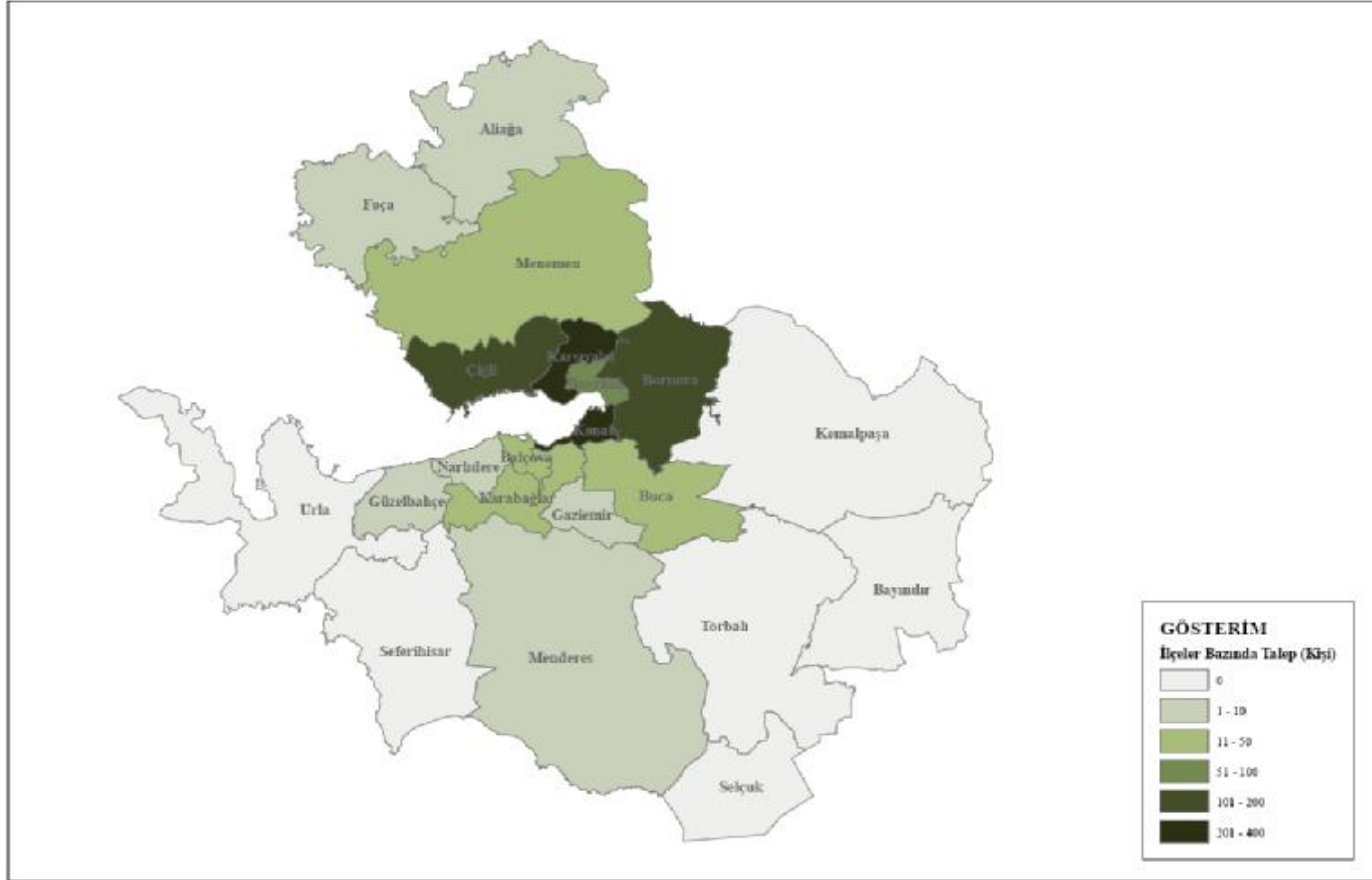
İlçe	Mahalle Adı	Mahalle Talebi (Kişi)	Talep Dağılımı (%)	İlçe Adı	İlçe Talebi (Kişi)	Talep Dağılımı (%)
Konak	Akdeniz	135	13,22%	Konak	384	37,61%
Konak	Mimar Sinan	77	7,54%	Karsiyaka	245	24,00%
Karsiyaka	Bostanlı	73	7,15%	Çiğli	117	11,46%
Konak	İsmet Kaptan	45	4,41%	Bornova	113	11,07%
Bornova	Kazımdirik	45	4,41%	Bayraklı	58	5,68%
Karsiyaka	Yalı	42	4,11%	Buca	30	2,94%
Konak	Konak	34	3,33%	Karabağlar	22	2,15%
Konak	Umurbey	33	3,23%	Menemen	19	1,86%
Karsiyaka	Cumhuriyet	30	2,94%	Balçova	18	1,76%
Çiğli	İstasyonaltı	29	2,84%	Narlidere	7	0,69%
Karsiyaka	Bahariye	27	2,64%	Gaziemir	3	0,29%
Çiğli	Maltepe	26	2,55%	Aliğa	2	0,20%
Çiğli	Aydınlıkevler	24	2,35%	Foça	1	0,10%
Karsiyaka	Donanmacı	19	1,86%	Güzelbahçe	1	0,10%
Bayraklı	Emek	18	1,76%	Menderes	1	0,10%
Bornova	Erzene	17	1,67%	Toplam	1021	100%
Çiğli	Evka-2	16	1,57%			
Konak	Yenişehir	16	1,57%			
Menemen	Esatpaşa	14	1,37%			
Bayraklı	Bayraklı	14	1,37%			
Bornova	Mansuroğlu	10	0,98%			
Karsiyaka	Aksoy	10	0,98%			
10 kişiden az yolculuklar		267	26,15%			
Toplam		1021	100%			



Şekil 4.8 Detay çalışmanın yapıldığı alanın mahalle bazında yolculuk talebi (kişi)(Deri ve Kalpakçı,2012)



Şekil 4.9 Detay çalışmanın yapıldığı bölgenin mahalle bazında yolculuk talebi (kişi)- İlk 10 mahalle(Tablo 4.6'dan alınmıştır.) (Deri ve Kalpakçı,2012)



Şekil 4.10 Detay çalışmanın yapıldığı alanın ilçe bazında yolculuk talebi (kişi)(Deri ve Kalpakçı,2012)

BÖLÜM BEŞ

SEFER ÇİZELGELEME YÖNTEMLERİ

Tez çalışmasının bu bölümünde ilk olarak sefer çizelgelemenin tanımı ve sefer çizelgelemeyi oluşturan unsurlar verilmiş ve özellikle lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemleri için sefer çizelgelemenin öneminden bahsedilmiştir. Daha sonra ise literatürde geçen sefer çizelgeleme yöntemleri ve yapılan çalışmalar irdelenmiştir. Bölümün son kısmında ise sefer çizelgeleme optimizasyonu yöntemlerinden biri olan ve tez çalışması kapsamında uygulanan Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi geniş kapsamlı olarak ele alınmıştır.

5.1 Sefer Çizelgeleme

İşletmecinin, yolcu yoğunluğunu, trafik koşullarını ve elindeki araç filosu boyutunu dikkate alarak yolcuların duraklarda bekleme sürelerini en aza indirecek ve araçlardaki doluluk oranlarının makul seviyelerde kalmasını sağlayarak yolcuların memnuniyetini arttıracak şekilde araçların gün içindeki sefer aralıklarının belirlenmesi çalışmaları "Sefer Çizelgeleme" olarak adlandırılmaktadır.

Vuchic(2005)' e göre sefer çizelgeleme, servis sıklıklarının, gerekli araç ve personel sayısının, her aracın sefer süresinin ve işletmeyle ilgili gerekli diğer bilgilerin belirlenmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca elde edilen sayısal ve grafiksel sonuçlar işletmeciler tarafından sistemin kontrolünde kullanılmakta (hareket memurları el listeleri) ve kullanıcılara da çeşitli şekillerde sefer sıklıkları duyurulmaktadır.

Kentiçi lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemlerinde mevcut yolcu talebine cevap verebilecek en uygun sefer sıklığının belirlenmesi hem işletmeci açısından hem de yolcular açısından büyük önem taşımaktadır. Eğer otobüslerin sefer sıklıkları mevcut talebi karşılayamaz ise yolculukların durakta bekleme süreleri ve duraklarda bekleyen yolcu sayıları artacaktır. Ayrıca otobüslerin sefer başına taşıdıkları yolcu

sayısı da yükselecek ve taşıt kapasitelerini zorlayarak hizmet düzeyini düşürecektir. Böyle bir durumda hem yolcu memnuniyeti ve sisteme duyulan güven azalacak hem de duraklardaki bekleme sürelerinin artmasından dolayı sefer süreleri uzayacaktır. Diğer taraftan sefer sürelerindeki artış, yakıt maliyetlerini ve egos salınımlarını da etkileyecektir. Sefer sıklığının gereğinden yüksek olması ise ulaşım ağının çoğu kesiminde işletme karlılığını azaltıcı atıl kapasitelerin oluşmasına neden olacaktır. Toplu ulaşım işletme planlaması içerisinde yer alan sefer çizelgelemenin hem kullanıcıların hem de işletmecilerin kısıtlarını sağlayacak şekilde yapılması tüm sistem açısından hayati bir önemi bulunmaktadır (Ceder, 2007).

Toplu ulaşım sistemlerinde sefer sıklıkları çok çeşitli şekilde düzenlenebilmektedir. Banliyö yerleşimlerinden kent merkezine olan mesafenin fazla olması sebebiyle, bu bölgelere hizmet veren hatlar düşük sefer sıklıkları ile çalışmaktadır. Ancak sadece zirve saatlerde yolcu yoğunluğu yüksek olan kesimlere hizmet veren hatlar ise daha yüksek sefer sıklıkları çalışabilmektedir. Çoğu zaman da yolcu talebini, sefer süresini, personel ve araç ihtiyacını ve diğer kısıtlayıcıları da dikkate alarak çeşitli sefer çizelgeleme işlemleri yapılabilmektedir (Vuchic, 2005).

Araçlar arasındaki sefer sıklıkları büyük bir ölçüde duraklarda bekleyen yolcu sayısına ve yolcu gelişlerinin dağılımına göre şekillenmektedir. Yolcu sayıları ise gün içerisindeki saatlere, haftanın günlerine ve yıl içerisindeki aylara göre değişim gösterebilmektedir. Bu durum işletmecinin her değişim için optimum sefer aralıklarının belirlemesi gerektiği anlamına gelmektedir. Mevcut işletmeler incelendiğinde (İzmir Büyükşehir Belediyesi Eshot Genel Müdürlüğü, İzmir Metro A.Ş., İzdeniz A.Ş., Eskişehir Büyükşehir Belediyesi ESTRAM, Ankara Büyükşehir Belediyesi. v.b) yıl içindeki aylardaki yolcu değişimlerine göre yaz ve kış tarifesi şeklinde haftanın günlerine göre hafta içi, cumartesi, pazar tarifesi şeklinde ve gün içindeki saatlere göre sabah, öğle ve akşam tarifeleri şeklinde farklı sefer çizelgeleri kullanılmaktadır (Şekil 5.1).

Düzenli olarak işletilen toplu ulaşım hatları için günün farklı saat dilimleri içinde sabit sefer aralıkları uygulanmaktadır. Bunun ana sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- Yolcu gelişlerinin rasgele olmasından dolayı sabit sefer aralıkları yolcuların bekleme süresini minimize etmektedir.
- Sabit sefer aralıkları, gecikmelerin yayılma olasılığını minimize ederek daha güvenilir ve yüksek kapasitede hizmet verilmesini sağlamaktadır.
- Daha az ve basit bilgilerle günlük kullanıcıların daha iyi bir şekilde sefer sıklıklarını öğrenmesini sağlamaktadır.
- Daha az ve basit bilgilerle günlük kullanıcıların daha iyi bir şekilde sefer sıklıklarını öğrenmesini sağlamaktadır.

SEFER SIKLIKLARI					
PAZARTESİ - CUMA		CUMARTESİ		PAZAR	
SAAT	SIKLIK (Dakika)	SAAT	SIKLIK (Dakika)	SAAT	SIKLIK (Dakika)
06:00 - 07:00	10	06:00 - 07:30	10	06:00 - 07:00	15
07:00 - 07:30	5	07:30 - 09:00	7,5	07:00 - 12:00	10
07:30 - 09:00	4	09:00 - 11:00	10	12:00 - 19:30	7,5
09:00 - 09:30	5	11:00 - 12:00	7,5	19:30 - 22:00	10
09:30 - 12:30	7,5	12:00 - 13:00	6	22:00 - 24:00	15
12:30 - 14:30	6	13:00 - 18:00	5		
14:30 - 17:30	5	18:00 - 19:00	6		
17:30 - 19:00	4	19:00 - 20:00	7,5		
19:00 - 20:00	5	20:00 - 22:00	10		
20:00 - 20:30	6	22:00 - 24:00	15		
20:30 - 21:00	7,5				
21:00 - 24:00	10				

PAZARTESİ - CUMARTESİ		PAZAR
05: 26 36 46 56	06: 16 31 46 56	05: 16 31 46 56
07: 05 15 25 35 45 51 59	07: 11 24 37 50	07: 11 24 37 50
08: 07 15 23 31 39 47 55	08: 03 16 29 42 55	08: 03 16 29 42 55
09: 03 11 19 27 35 43 51 59	09: 08 21 34 47	09: 08 21 34 47
10: 07 15 23 31 39 47 55	10: 06 13 26 39 52	10: 06 13 26 39 52
11: 03 11 19 27 35 43 51 59	11: 05 18 31 44 55	11: 05 18 31 44 55
12: 07 15 23 31 39 47 55	12: 05 15 25 35 45 55	12: 05 15 25 35 45 55
13: 03 11 19 27 35 43 51 59	13: 05 15 25 35 45 55	13: 05 15 25 35 45 55
14: 07 15 23 31 39 47 55	14: 05 15 25 35 45 55	14: 05 15 25 35 45 55
15: 03 11 19 27 35 43 51 59	15: 05 15 25 35 45 55	15: 05 15 25 35 45 55
16: 07 15 23 31 39 47 55	16: 05 15 25 35 45 55	16: 05 15 25 35 45 55
17: 03 11 19 27 35 43 51 59	17: 05 15 25 35 45 55	17: 05 15 25 35 45 55
18: 07 15 25 35 45 55	18: 05 15 25 35 45 55	18: 05 15 25 35 45 55
19: 05 15 25 35 45 55	19: 11 24 37 50	19: 11 24 37 50
20: 05 15 25 35 45 55	20: 03 16 29 42 55	20: 03 16 29 42 55
21: 05 15 25 35 45	21: 08 21 34 45	21: 08 21 34 45
22: 06 18 30 45	22: 06 18 30 45	22: 06 18 30 45
23: 06 15 30 45	23: 06 15 30 45	23: 06 15 30 45
00: 00	00: 00	00: 00

DÖNEM	SAATLER		HAFTA İÇİ ÇALIŞMA PLANI				
	Başlangıç	Bitiş	GELEN DİZİ ARALIĞI (Dakika)	BİR SEFER SÜRESİ (Dakika)	[İŞLETİMDEKİ] DİZİ SAYISI	BİR DİZİDEKİ ARAÇ SAYISI	GİDİŞ - DÖNÜŞ TUR SAYISI
Doruk Çığ	06:15	07:00	8	48	6	6	6
Doruk Çığ	07:00	08:30	3,7	47,7	13	6	29
Gün Boyu	08:50	16:20	7,5	52,5	77	6	60
Doruk Çığ	16:20	19:33	5	50	10	6	43
Doruk Çığ	19:55	00:20	8,7	52	6	6	27
Toplam 18 Saat						Toplam 165	

DÖNEM	SAATLER		CUMARTESİ ÇALIŞMA PLANI				
	Başlangıç	Bitiş	GELEN DİZİ ARALIĞI (Dakika)	BİR SEFER SÜRESİ (Dakika)	[İŞLETİMDEKİ] DİZİ SAYISI	BİR DİZİDEKİ ARAÇ SAYISI	GİDİŞ - DÖNÜŞ TUR SAYISI
Doruk Çığ	06:15	07:25	9	54	6	6	8
Doruk Çığ	07:25	09:15	9,3	48	9	6	20
Gün Boyu	09:15	20:10	66	49,5	9	6	109
Doruk Çığ	20:10	00:20	8,7	52	6	6	25
Toplam 18 Saat						Toplam 162	

DÖNEM	SAATLER		PAZAR ÇALIŞMA PLANI				
	Başlangıç	Bitiş	GELEN DİZİ ARALIĞI (Dakika)	BİR SEFER SÜRESİ (Dakika)	[İŞLETİMDEKİ] DİZİ SAYISI	BİR DİZİDEKİ ARAÇ SAYISI	GİDİŞ - DÖNÜŞ TUR SAYISI
Doruk Çığ	06:15	07:40	9,3	56	6	6	9
Gün Boyu	07:40	19:00	8	56	7	6	85
Doruk Çığ	19:00	00:20	9,3	56	6	6	31
Toplam 18 Saat						Toplam 125	

Şekil 5.1 Toplu Ulaşım hizmeti veren çeşitli kuruluşlara ait sefer çizelgeleri-Izmir Metrosu üstte, Eskişehir Tramvayı sol altta, Ankara Metrosu sağ altta

5.2 Sefer çizelgeleme sürecinin bileşenleri

Vuchic(2005)'e göre sefer çizelgeleme süreci üç ana bölümden oluşmaktadır(Şekil 5.2). Birinci bölüm, veri girişi ya da gerekli bilgilerin hazırlanması bölümü olarak da tanımlanabilir. Bu bölüm, tüm hatların karakteristiklerini, hatların kendi aralarında ve diğer toplu ulaşım türleriyle olan aktarma durumlarını, yolcu sayılarını, servis standartlarını, her hatta ait işletme faktörlerini ve her hattın çalışma düzenini içeren bilgilerden oluşmaktadır. Bu bölümde hatlara ait çeşitli standart ve işletme bilgisinin yanı sıra sabit (hat uzunluğu) ya da belirli periyotlarda yenilenen(yolcu sayısı) bilgiler de mevcuttur.

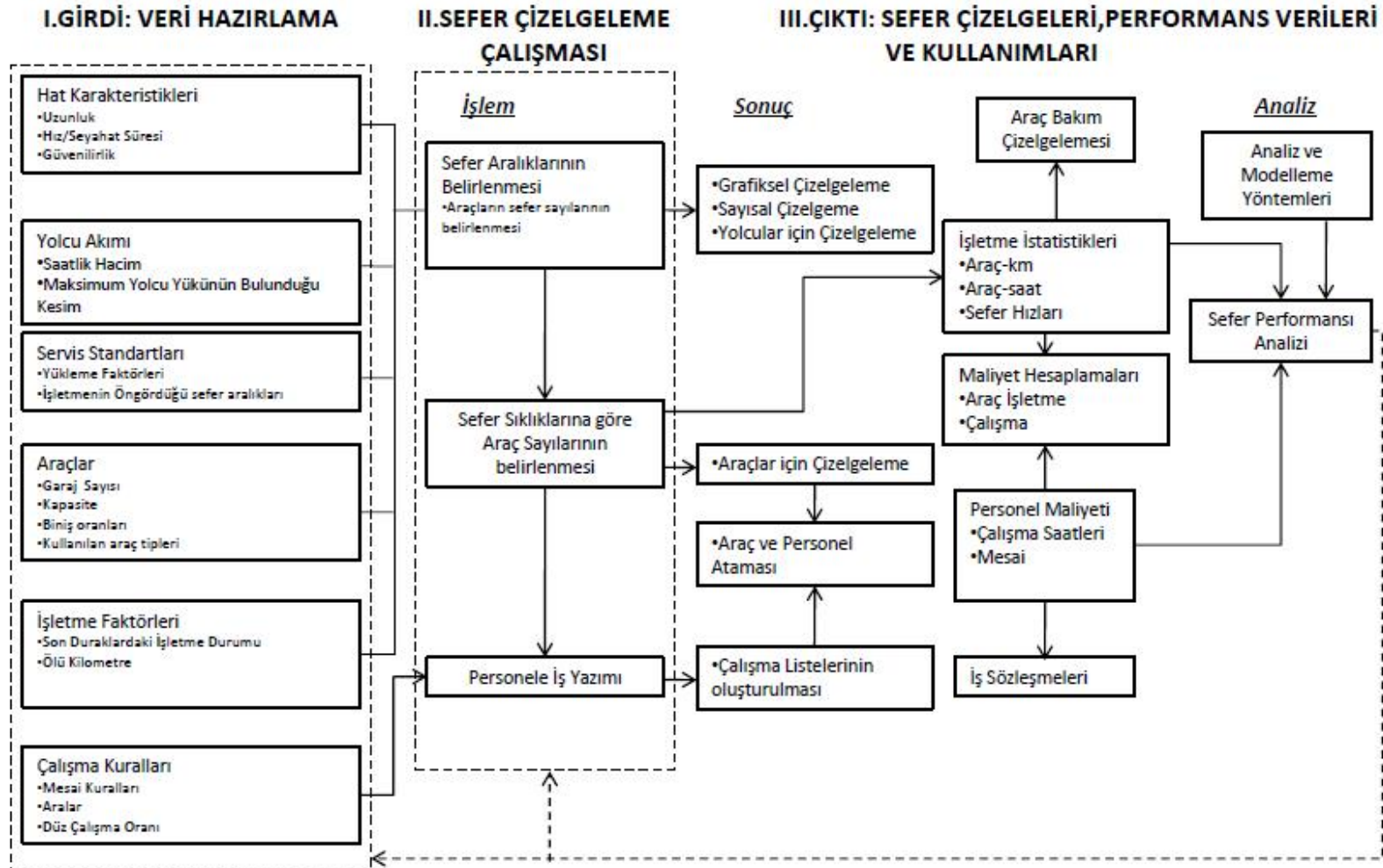
İkinci bölüm ise sefer çizelgeleme çalışması bölümüdür. Sürecin en önemli aşamasıdır. Bu bölüm de kendi içerisinde üç alt başlıkta incelenmektedir.

Birinci aşamada servis sıklıkları ve sefer süreleri belirlenmektedir. Bu aşama tamamlandığında her hatta ait sefer aralıkları hem işletmecilerin kullanacağı hem de halka duyurulacak şekilde elde edilmiş olmaktadır.

İkinci aşamada ise çizelgede yer alan her sefere bir araç ataması yapılmaktadır. Bu aşamada her aracın gün içindeki çalışma düzeni belirlenmektedir. Bir araç gün boyu ya da sadece belirli zaman aralığında çalıştırılabilmektedir.

Son aşamada ise sürücülerin gün içindeki çalışma düzenleri belirlenmektedir. Bir sürücü mesaisini gün boyu sürekli çalışarak ya da gün içerisinde parçalanmış farklı zaman aralıklarında çalışarak tamamlayabilmektedir. Ayrıca işletmeciler belirli periyotlar sonunda sürücülerini farklı hatlara kaydırarak rotasyon uygulaması yapmaktadırlar.

Üçüncü bölümde ise çalışmanın sonuç çıktıları elde edilmektedir. Bu çıktılar içerisinde çeşitli performans ölçüm verileri bulunmaktadır (Örneğin araç-km, ücret-saat, iş-saat v.b.).Bunun gibi veriler hazırlanan sefer çizelgesinin etkinliği üzerinde fikir vermektedir.



Şekil 5.2 Vuchic(2005)' e göre sefer çizelgelemenin akış şeması

Yukarıda anlatıldığı üzere Şekil 5.2' de görülen süreç çeşitli adımların dizilmesi şeklindedir. Birbirinden farklı birçok verinin(yolcu sayısı, araç sayısı, araç tipleri, yük faktörleri v.b.) kullanılması süreci daha karmaşık hale getirmektedir . Ayrıca her adımda kullanılan veriler diğer adımda elde edilecek sonucu da etkilemektedir. Bütün bu işlemlerin sonunda optimum sefer aralıkları elde edilmiş olmaktadır. Sürecin sonunda etkinlik testi yapılarak çizelge ya uygulanır ya revize edilir ya da sürecin en başına dönülerek yeni baştan hazırlanır. Yani sistem kendi içerisinde geri beslemeli şekilde çalışmaktadır.

Ceder(2007)'e göre, maliyet açısından verimli ve rasyonel bir sefer çizelgeleme sistemi, yolcu konforu ile servis maliyeti arasında bir denge kurmaktadır. Yolcu talebi ile araç arzı arasında uygun eşleşme yapıldığında, kullanılan araç sayısını minimize edecek ve mevcut yolcu talebine cevap verebilecek bir sefer çizelgeleme yapılmış olacaktır. Bu yaklaşım toplam işletme maliyetinin minimize edilmesine yardımcı olmaktadır.

Maliyet açısından verimli bir sefer çizelgeleme yaklaşımı 5 temel hedefi gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır.

1. Gerekli kaynaklara bağlı olarak opsiyonel sefer çizelgeleri geliştirmek
2. Yolcu talebi ile araçların kalkış süreleri arasındaki uygunluğu mevcut kaynakları minimize edecek şekilde arttırmak
3. Bazı istisnai durumlar için (planlamacının/çizelgecinin bildiği) yolcu talep verisi dikkate alınmadan sefer çizelgelerinde değişikliğe izin vermek
4. Birbirini takip eden zaman aralıkları için düz bir sefer çizelgeleme sistemi yapılmasına izin vermek
5. Değişik sefer sıklığı belirleme ve sefer çizelgeleme yöntemlerini birarada değerlendirmek, mümkünse entegre etmek

5.3 Sefer Çizelgeleme Yöntemleri

Toplu ulaşım sistemlerinde sefer sıklıkları çok çeşitli şekilde belirlenebilmektedir. Yolcu talebini, filo boyutunu, işletme maliyetini ve diğer kısıtları da dikkate alacak şekilde sefer sıklıklarının belirlenmesi hem işletmeci hem de yolcular açısından çok önemlidir. Bu nedenden dolayı literatürde birçok araştırmacı sefer aralıklarının belirlenmesi için çeşitli yöntemler ve ampirik bağıntılar geliştirmişlerdir.

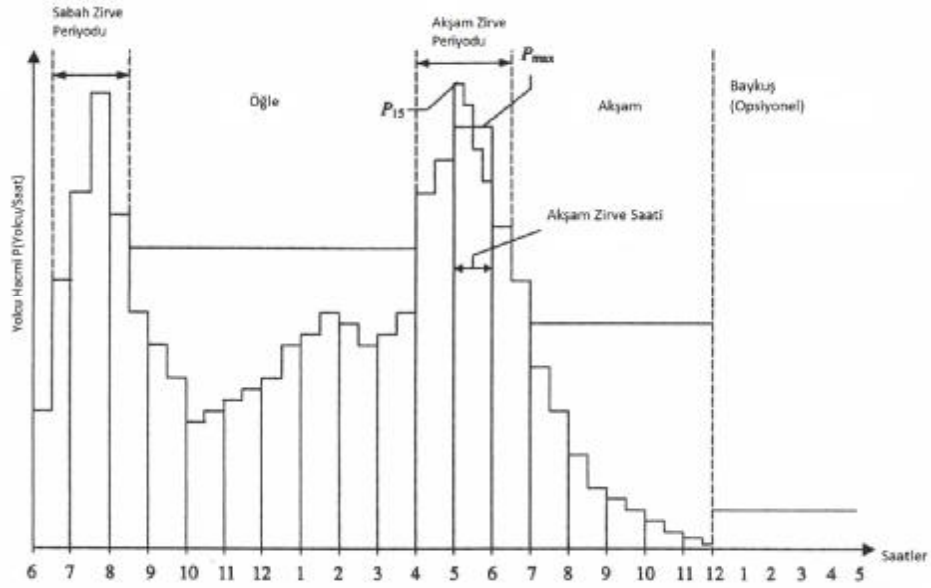
Vuchic(2005), geliştirmiş olduğu ampirik bağıntıların kullanıldığı yöntemde her hattın zirve saat içerisinde maksimum yolcu yükünün bulunduğu kesim belirlenmekte, bu kesimdeki yolcu sayısı ve otobüs kapasitesinden yararlanılarak her hat için optimum sefer sıklığı, Denklem 5.1 yardımıyla bulunmaktadır.

$$f_i = \frac{P_{di}}{\alpha_i \cdot C_{Vi} \cdot n_i}, \quad P_{di} = P_{\max i} \cdot PHC_i \quad (5.1)$$

Denklemlerdeki P_{di} "i"nci hatta ait tasarım yolcu hacmini; α_i , yükleme parametresini; C_{Vi} , kullanılan aracın kapasitesini; n_i , tek bir sefer için kullanılan araçtaki bağımsız parça sayısını; $P_{\max i}$, maksimum yolcu yükünün bulunduğu kesimdeki yolcu hacmini; PHC ise zirve saat katsayısını göstermektedir. Zirve saat katsayısı(PHC), zirve saat içerisindeki yolcu hacmi değişimini(dalgalanma) ifade etmektedir(Şekil 5.3). Bu katsayı dikkate alınarak aynı saat içerisinde hareket eden fakat aşırı yolcu yüküne sahip olan otobüslerin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Zirve saat katsayısı(PHC), Denklem 5.2 ile elde edilmektedir.

$$PHC = \frac{4P_{15}}{P_{\max}} \quad (5.2)$$

Denklemlerdeki P_{15} , 15 dakikalık en yüksek yolcu sayısını $P_{\max i}$, maksimum yolcu yükünün bulunduğu kesimdeki yolcu hacmini ifade etmektedir. Zirve saat katsayısı istenirse 15 dakikadan daha küçük zaman dilimleri için de hesaplanarak kullanılabilir. Zirve saat katsayısı teorik olarak 1 ile 4 arasında değerler almaktadır.



Şekil 5.3 Bir hattaki yolcu sayısının saatlik değişimi(Vuchic, 2005).

Ceder(2007), servis kalitesini sağlayacak ve araç sayısını minimize edecek şekilde bir sefer çizelgeleme yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemde kullanılan temel yolculuk sayısı verileri, "noktasal ölçüm" ve "araçta ölçüm" yöntemleriyle toplanarak elde edilmektedir.

Sabit bir durakta bekleyen kişi tarafından yapılan ölçüm ve sayımlar genellikle "noktasal ölçüm" olarak adlandırılmaktadır. Ölçüm; seçilen hatta ait duraklar arasındaki kesimlerde en yüksek yolcu sayısının elde edileceği durakta yapılmaktadır. Ölçümün yapılacağı durak ya daha önceden yapılmış sayımlar incelenerek ya da güzergahın daha önceden etüt edilmesi ile belirlenmektedir. Ölçüm formu duraktan geçen her araç için doldurulmaktadır. Ölçüm formunda ölçümün yapıldığı nokta, yolcu yükü sayımları, aracın durağa varış ve ayrılış zamanları, araç ve hat bilgileri yer almaktadır. Ayrıca noktasal ölçümler birden çok durakta da yapılabilir. Ölçümler, stratejik öneme sahip olan son duraklarda, aktarma noktalarında, merkezi iş alanları ve eğitim ve sağlık tesislerinin bulunduğu duraklarda hatların ayrılma birleşme noktalarındaki duraklarda ve yolcu talebinin büyük ölçüde değişim gösterdiği diğer noktalardaki duraklarda da yapılabilir.

Bilindiği gibi toplu ulaşım servislerinde ulaşılmak istenen temel hedeflerden biri de verilen zaman aralığında hat üzerindeki maksimum yolcu sayısı için yeterli alanın(kapasitenin) sağlanmasıdır. zirve saat faktörü yaklaşımı göz önüne alınarak j zaman aralığı için(genellikle bir saat alınır.) gerekli araç sayısı denklem 5.3 ile bulunmaktadır.

$$F_j = \frac{\bar{P}_{mj}}{g_j \cdot c} \quad (5.3)$$

Denklem 5.3' deki \bar{P}_{mj} , j zaman aralığı içinde gözlenen maksimum yolcu sayısının ortalamasını (maksimum yük), c bir aracın toplam kapasitesini(oturak sayısı ve izin verilen maksimum ayakta yolcu sayısının toplamı) ve γ_j ise j zaman aralığı içindeki yükleme faktörünü ($0 < \gamma_j \leq 1$) göstermektedir. γ_j c çarpımı ise d_0 ile gösterilen araçta arzu edilen doluluk oranını temsil etmektedir. Eğer \bar{P}_{mj} çeşitli sayıdaki ölçümler serisi olarak verilirse, ölçümlerdeki değişim de dikkate alınmalıdır. Bu şekilde bir ölçüm kullanılacaksa denklem 5.3' deki formülde \bar{P}_{mj} yerine Denklem 5.4' de verilen ifade yazılmalıdır.

$$\bar{P}_{mj} = \bar{P}_{mj} + b \cdot S_{pj} \quad (5.4)$$

Denklem 5.4' deki b, önceden belirlenmiş bir katsayıyı ve S_{pj} ise standart sapmayı göstermektedir.

Eğer noktasal ölçüm günlük maksimum yolcu sayısının elde edileceği tek bir duraktan yapılırsa Yöntem I olarak adlandırmakta ve Denklem 5.5 ve 5.6 kullanılarak sefer sıklık değeri hesaplanmaktadır.

$$F_{1j} = \left(\frac{P_{mdj}}{d_{oj}}, F_{mj} \right) \quad j=1,2,3,\dots,q \quad (5.5)$$

$$P_{md} = \max \sum_{j=1}^q P_{ij} = \sum_{j=1}^q P_{i^*j} \quad P_{mdj} = P_{i^*j} \quad (5.6)$$

F_{mj} , j zaman aralığı için gerekli minimum sefer sıklığı değerini(işletmenin belirlediği sefer sıklığı), q zaman aralıklarını, i^* günlük bazda en yüksek yolcu yükünün olduğu durağı, P_{ij} ise gözlem yapılan j zaman aralığında duraktan geçen tüm otobüslerdeki yolcu sayısının toplamını (ortalama değer ya da ortalama ve standart sapmanın toplamı olarak kullanılabilir) P_{mdj} ve P_{md} ise sırasıyla j zaman aralığında ölçüm noktasında gözlenen maksimum yolcu yükünü ve bu noktada gözlenen günlük maksimum yolcu yükünü ifade etmektedir.

Noktasal ölçüm sayımlarının kullanıldığı diğer bir yöntemde ise (Yöntem II) zaman aralıkları içinde gözlenen maksimum yolcu yükü değeri kullanılmaktadır. Yöntem II ile sefer sıklıkları için Denklem 5.7 ile hesaplanmaktadır.

$$F_{2j} = \max \left(\frac{P_{mj}}{d_{oj}}, F_{mj} \right) \quad j=1,2,3,\dots,q \quad (5.7)$$

P_{mj} , j zaman aralığında bütün duraklar içinde maksimum yük değerinin bulunduğu durakta gözlenen araçlar içindeki toplam yolcu sayısını ifade etmektedir. Yöntem II, birçok durakta gözlem gerektirdiğinden Yöntem I e göre daha maliyetli ve zaman alıcı bir yöntemdir. İki yöntem arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı kıkare testi ile belirlenebilmektedir. Daha önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar, kıkare testi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, maksimum yolcu yükünün elde edileceği durak doğru belirlendiği takdirde sefer sıklıklarının Yöntem I ile hesaplanabileceğini göstermiştir.

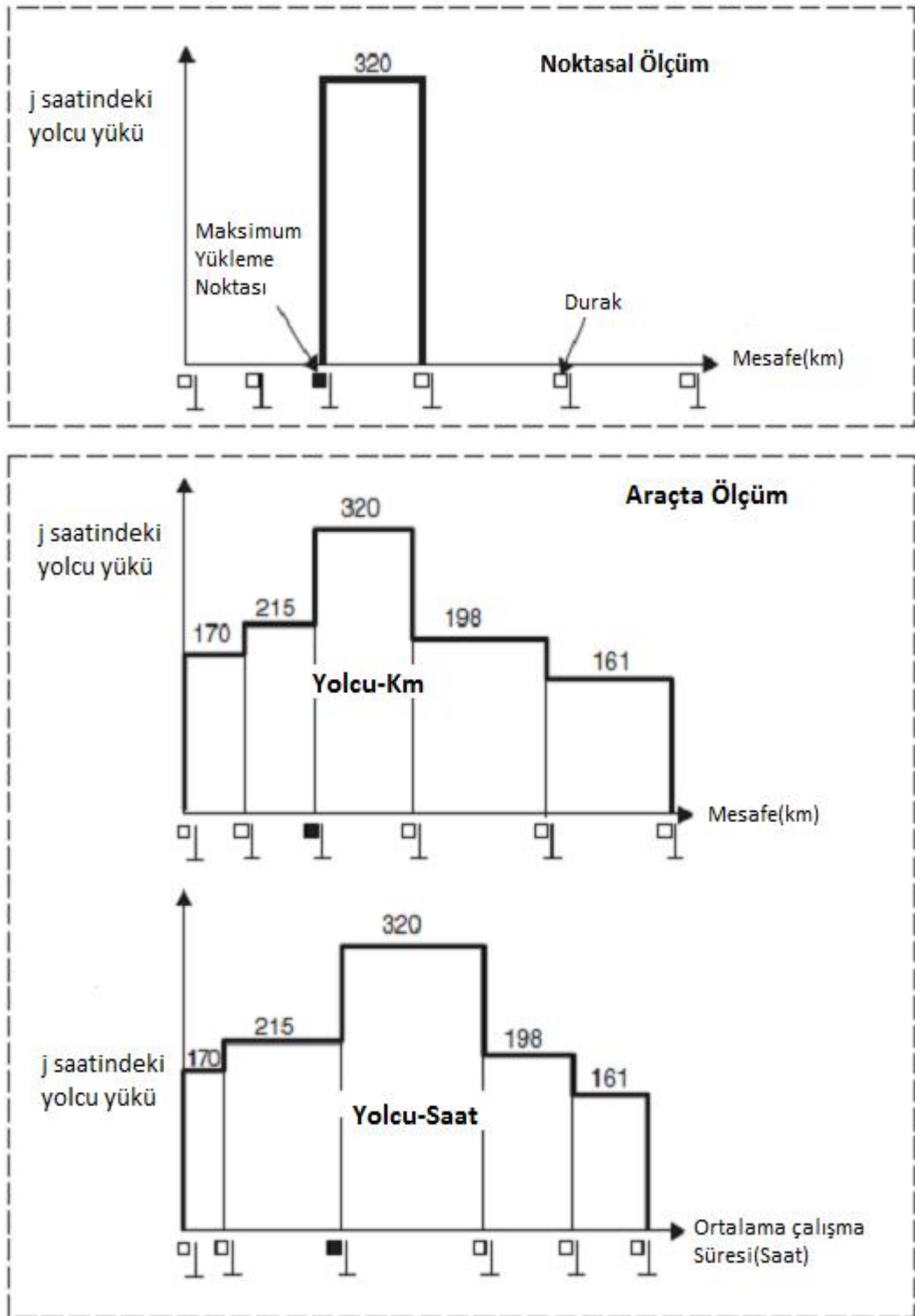
Araç içinde seyahat edilerek inen ve binen yolcu sayımı yapılması şekildeki ölçümlere ise araçta ölçüm yöntemi adı verilmektedir. Binen yolcu sayısı akıllı kart sisteminden elde edilme olanağı bulunsa da inen yolcu sayımı için en uygun çözüm her durakta inen ve binen yolcu sayısının kaydedildiği bir formu dolduran kişilerin

yaptığı ölçümdür. Şekil 5.4' de görüldüğü gibi noktasal ölçüm yönteminde sadece en yüksek yolcu sayının gözleendiği kesime ait veri elde edilirken, araçta ölçüm yönteminde tüm kesimlere ait veri(yolcu-km) elde edilebilmektedir.

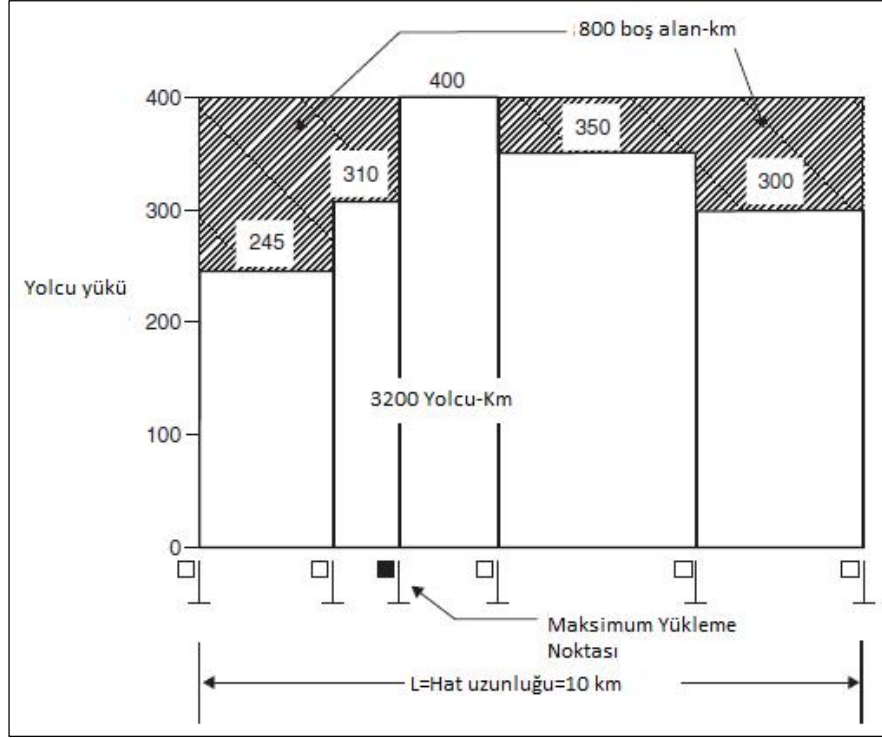
Araçta ölçüm yöntemiyle toplanan veriler, planlamacıya duraklar arasındaki değişkenlikleri yani yük profilini gözleme imkanı vermektedir. Genellikle, duraklar arasındaki kesimlerde dengesiz yolcu dağılımlarının görüldüğü hatlarda revizyon yapılması gerekmektedir. İşletmecilerin bu gibi durumlarda en çok uyguladıkları yöntem hatta çalışan bazı otobüslerin sadece belirli duraklar arasında çalışmasını sağlamaktır. Kısa dönüş prensibi olarak adlandırılan bu prensipte hattın başlangıç durağı veya başlangıç durağından sonraki bir durak ve/veya bitiş durağı ya da önceki iki durak seçilir ve bazı otobüsler belirlenen bu iki durak arasında seferlerini gerçekleştirirler. Seçilen yeni rota mevcut rotayla çakışmakta fakat mevcut rotadan daha kısa olmaktadır. Kesimlerdeki yolcu yükünün farklı olduğu durumlarda uygulanan diğer yöntemlerde hattın kısaltılması ve hattın kendi içinde ayrılmasıdır.

Yük profilindeki maksimum yükün bulunduğu kesimin değeri üzerinden bir doğru çizildiğinde, bu doğru ile diğer yükleme değerleri arasında kalan alan kullanılmayan kapasiteyi(atıl kapasite) vermektedir (Şekil 5.5).

Yük profilleri kullanılarak sefer sıklığı belirleme yöntemleri, noktasal ölçüm yöntemlerinde kullanılan maksimum yükleme değeri yerine yolcu-km değerini kullanmaktadır. Ceder(2007) tarafından Yöntem III olarak adlandırılan sefer sıklığı belirleme yöntemi, verilen araç kapasite kısıtına göre sefer sıklığı için bir alt limit veya sefer aralıkları için bir üst limiti göz önüne almaktadır. Yöntem III kullanılarak sefer sıklığı Denklem 5.8 ve 5.9 ile belirlenmektedir.



Şekil 5.4 Noktasal Ölçüm(Üstte) ve Araçta Ölçüm(Altta) yöntemleriyle elde edilen temel veriler



Şekil 5.5 Araçta Ölçüm yöntemi ile elde edilen atıl kapasite değerleri

$$F_{3j} = \max \left(\frac{A_j}{d_{oj} \cdot L}, \frac{P_{mj}}{c}, F_{mj} \right) \quad (5.8)$$

$$A_j = \sum P_{ij} \cdot l_i \quad L = \sum l_i \quad (5.9)$$

Denklemlerdeki l_i , i.sıradaki durak ile (i+1). sıradaki durak arasındaki mesafeyi, A_j , j zaman periyodu içinde L uzunluğundaki hat için yük profili altında kalan alanı göstermektedir. Denklemlerdeki diğer notasyonlar ise önceki denklemlerde verilmiştir.

Yöntem III' de verilen A_j/L oranı P_{ij} ' nin(Yöntem 2 ye göre P_{mj}) ortalama bir gösterimidir. Yöntem 3 hat üzerinde maksimum yolcu sayının bulunduğu kesimdeki yük değerinin verilen araç kapasitesini geçmeyeceğini garanti etmektedir. Bu yöntem planlamacıya farklı yolcu talebine rağmen hatta çalışan mevcut araç sayısının sabit kalmasının istendiği durumlarda, hatta araç eksikliği yaşandığında (bakım arıza kaza

sebebiyle) ve sürücü eksikliği yaşandığı durumlarda sistemin idare edilmesi olanağını sağlamaktadır. Diğer bir taraftan Yöntem III yükleme değerlerinin d_{oj} 'nin üzerinde olduğu koşullarda yolculara istenmeyen(aşırı kalabalık) seyahat koşulları sunmaktadır. Bu olumsuz durumu engellemek için Ceder(2007) tarafından Yöntem IV geliştirilmiştir. Bu yöntemde hat boyunca istenen doluluk oranını aşacak herhangi bir kesitin oluşmasına izin verilmemektedir. Böylece hizmet seviyesi de yönleme dahil edilmiştir. Yöntem IV kullanılarak sefer sıklığı Denklem 5.10 ve 5.11 ile belirlenmektedir.

$$F_{4j} = \max\left(\frac{A_j}{d_{oj} \cdot L}, \frac{P_{mj}}{c}, F_{mj}\right) \quad (5.10)$$

$$\sum l_i \leq b_j \cdot L \quad (5.11)$$

$$\text{Matematiksel olarak; } I_j = \left(i : \frac{P_{ij}}{F_j} \geq d_{oj} \right)$$

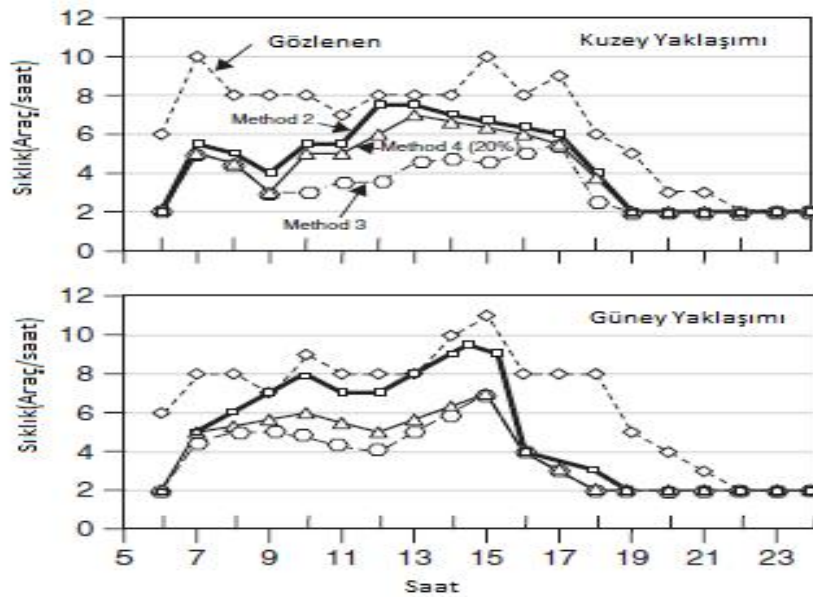
Olup, I_j , j zaman aralığında d_{oj} , doluluğunu aşan dolulukların görüldüğü durak sayısını ifade etmektedir. Denklem 5.11' de verilen β_j parametresi ile istenilen doluluk oranını geçecek kesim sayısı belirlenebilmektedir. Bu parametre planlamacıya hizmet seviyesi kriterini belirleme imkanı sağlamaktadır. β_j parametresi sifıra eşit olduğu durumda Yöntem IV, Yöntem 2' ye; 1' e eşit olması durumunda ise Yöntem III' e dönüşmektedir.

Furth ve Wilson (1985), yaptıkları çalışmada toplu taşıma sistemlerine ait hatların sefer aralıklarını belirlemek için kullanılan dört farklı yaklaşımdan bahsetmiştir. Bu yaklaşımlar:

- Yolcu talebinden doğrudan türetilmeyen işletmenin belirlediği sefer aralığı
- Zirve saatteki yolcu yükü ve araç kapasitesine bağlı olarak belirlenen sefer aralığı
- Gelir/maliyet oranının belirli sınırı aşmayacağı şekilde düzenlenen sefer aralıkları

- Yolcu-km ya da yolcu-km/saat değerlerini istenilen bir seviyede tutacak şekilde düzenlenen sefer aralıkları yaklaşımlarıdır.

Sefer aralıklarının belirlenmesi için verilen hat sisteminde bir optimizasyon modeli (lineer olmayan programlama modeli) ve çözüm algoritması geliştirilmiştir. Model, her hattaki yolcu talebinin elastik (sefer sıklığı değişimlerine duyarlı) olduğunu kabul etmektedir. Fakat modele farklı hatlar arasındaki yolcu talebi ilişkisi yansıtılmamıştır. Model, filo boyutunu, araçların maksimum doluluk oranlarını ve sübvansiyon kısıtlarını dikkate alarak, mevcut otobüsleri hatlara ayırmaktadır. Araç sıklıkları ise, bilet ücretlerine, sübvansiyon miktarına, filo boyutuna ve bekleme süresinin değerine bağlı olarak belirlenmiştir. Çalışmada farklı günlere ait zaman dilimleri dikkate alınmıştır. Los Angeles Kentinde hizmet veren 217 Nolu Otobüs hattında elde edilen sonuçlar Şekil 5. 6' da verilmiştir.



Şekil 5.6 217 No'lu hatta gözlenen sıklıkla Metod 2, Metod 3 ve Metod 4 ile elde edilen sıklık değerlerinin karşılaştırılması

Koutsopoulos ve diğerleri (1985), toplu ulaşım ağı içerisindeki araçların sıklık değerlerini belirlemek için gün içerisindeki zaman dilimlerinde değişen talebi dikkate alan bir programlama modeli geliştirmişlerdir. Ayrıca işletme maliyetlerinin ve seyahat sürelerinin zamana bağlı olarak değiştiğini varsaymışlardır. Modelde

sübvansiyon miktarı, filo boyutu ve araç kapasitesi kısıtları dikkate alınarak bir optimizasyon yapılmıştır. Modelde diğer çalışmalarda sıkça kullanılan ortalama bekleme süresi değeri(sefer aralığı süresinin yarısı) yerine daha detaylı bir bekleme süresi değeri kullanılmıştır.

Bu işlem için geliştirilen alt modelde örneğin durağa gelen ilk otobüsün kalabalık olması nedeniyle yolcuların otobüse binemeyip diğer otobüsü beklemesi durumu da göz önüne alınmıştır. Başka bir alt modelde ise, modelde minimize edilmek istenen toplam maliyet değeri içine yolcuların rahatsızlıkları eklenerek, yolcu rahatsızlık değerleri de ölçülmüştür. Lineer olmayan problem olarak çözülen modelin fazla karmaşık olması nedeniyle araştırmacılar modelin daha basit bir versiyonunu geliştirmişlerdir. Böylece model lineer programlama yöntemiyle çözülebilir hale gelmiştir. Bu modelde ise günlük periyotlar kendi içlerinde sabit sefer aralıklarının uygulandığı alt periyotlara ayrılmıştır.

LeBlanc (1988), sefer sıklık değerlerini belirlemek için farklı hatlar için türel ayırım atama modeli kullanmıştır. Yazar amaçlanan metodoloji içinde türel ayırım modellerinin nasıl kullanılacağını göstermiştir. Toplu ulaşım kullanım oranlarının ve belirlenen sefer sıklık değerlerinin trafik tıkanıkları üzerindeki etkisi de modelde dikkate alınmıştır.

Banks (1990), toplu ulaşım sistemlerinde sefer sıklıklarının düzenlenmesi için bir model önerisi sunmuştur. Yapmış olduğu çalışmada yolcu talebinin sefer sıklığı ile değiştiği ve yolcu talebinin sabit olduğu durumları karşılaştırmıştır.

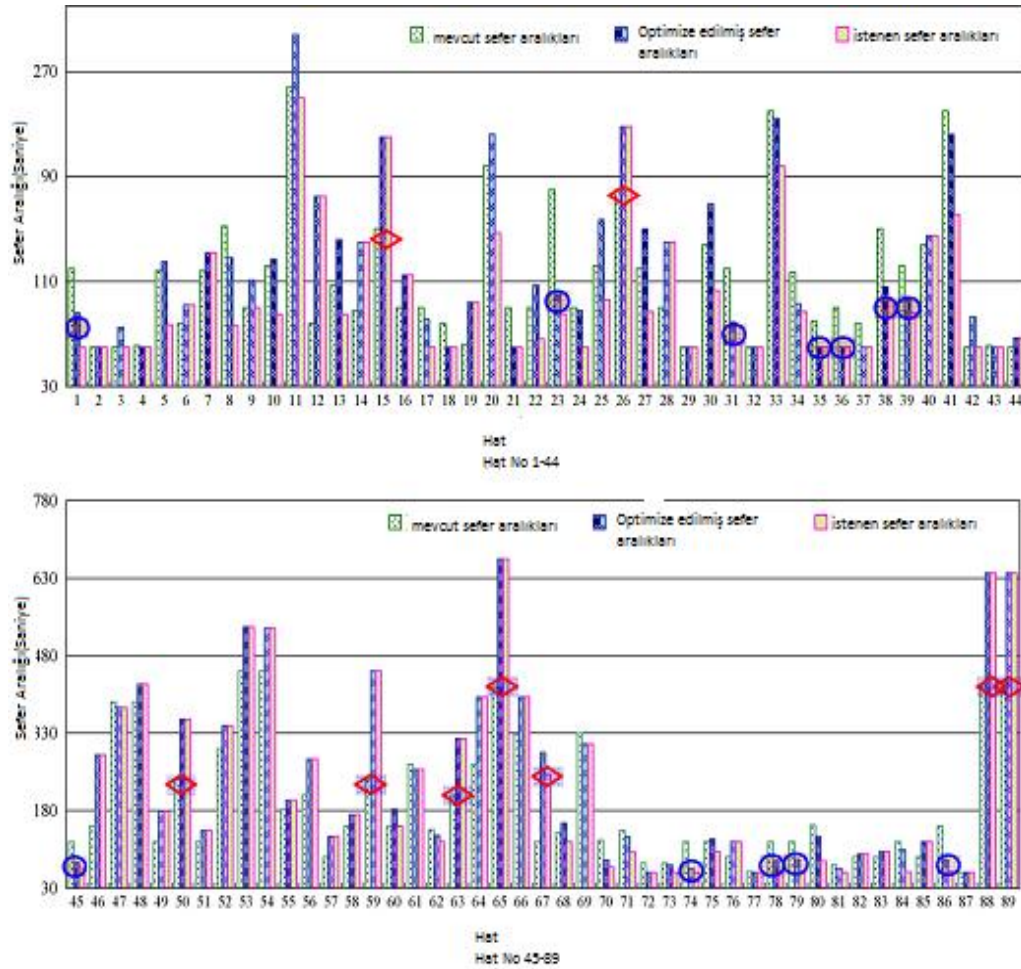
Kısıtsız durumlar ve filo boyutu ve kapasite kısıtlı durumlar için optimum çözümler elde edilmiştir. Kısıtsız durum için elde edilen analitik sonuç, optimum sefer aralığı değerinin, işletme maliyetinin ve seyahat süresinin karekökü ile ve bekleme süresi ,maliyet ve yolcu sayısının kareköklerinin tersi ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Kısıtlı durum için ise herhangi analitik bir çözüm elde edilememiştir.

Khasnabis ve Rudraraju (1997), sinyalize arterleri kullanan otobüs hatlarını simulasyonda test etmişler ve sinyalize kavşakların sefer sıklıklarının belirlenmesinde göz önüne alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Wirasinghe (2003), yapmış olduğu çalışmada Newell tarafından geliştirilen yöntemin geçerliliğini farklı durumlar için (zirve dışı saatte sabit sefer aralığı uygulaması, işletmenin belirlediği sefer aralıkları uygulaması, alternatif bekleme süresi varsayımları, skolastik talep, çoktan çoka talep) test etmiştir. Newell' a göre eğer araçlar yolcu talebini karşılayacak kadar geniş ise sefer sıklığı, yolcuların geliş oranlarının kareköküyle doğru orantılıdır. Newell' ın metodunun geliştirilmesi ile elde edilen sonuçlar ise optimum sefer aralığı değerinin, yolcuların bekleme sürelerinin oranı ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Çalışmanın sonunda, birçok farklı koşulda çeşitli değişiklikler yapılarak uygulanan Newell tarafından geliştirilen yöntemin kullanılabilir olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Sefer sıkları belirlenirken sadece yolcu hacmi değil filo boyutu, kapasite kısıtları, işletme maliyeti ve işletmecinin belirleyeceği diğer kısıtlarda göz önüne alınmalıdır. Ayrıca sadece belirli saat aralıkları için değil hizmet verilen tüm saat aralıkları için sefer sıklığı değerleri belirlenmelidir. Daha kapsamlı ve günün saatlerine göre değişen sıklık değerlerini belirleme işlemine de kısaca " sefer çizelgeleme" olarak adlandırılmaktadır.

Yua ve diğerleri (2011), verilen talep matrisi ile işletme maliyeti ve yolcu maliyeti arasında kabul edilebilir bir denge kuracak şekilde otobüs hatlarının sefer sıklıklarının düzenlemeyi amaçlamışlardır. Oluşturdukları model, en iyi servis kalitesini minimum işletme maliyeti ile sağlamaya çalışmaktadır. Tabu araştırmasına dayalı Paralel genetik algoritma(PGA) yöntemi ile oluşturulan sefer aralığı optimizasyon modeli çözülmüş ve sonuçlar değerlendirilmiştir(Şekil 5.7). Modelin kurulması için gerekli veriler Çin'in Dalian Kentinden toplanmıştır. Sonuçlar, paralel genetik algoritmanın otobüs hatlarının sefer aralıklarının belirlenmesinde kullanılabilir bir yöntem olduğunu ortaya çıkartmıştır. Ayrıca bu şekilde eldeki kaynak durumuna göre servis kalitesinin artırılması sağlanmıştır.



Şekil 5.7 Paralel genetik algoritma(PGA) yöntemi ile oluşturulan sefer aralıklarının mevcut durumla karşılaştırılması

Haghani, Banihashemi Chiang (2003), yapmış oldukları çalışmada sefer çizelgelemede garaj sayısının etkisini inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada üç farklı sefer çizelgeme modelini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Modeller, bir tek garajlı ve iki adet çok garajlı sefer çizelgeme modelini içermektedir. Modeller Baltimore kentinde test edilmiş ve sonuçlar mevcut sefer çizelgeleme ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda ölü kilometre hızının sefer çizelgelemede dikkate alınması gereken önemli bir parametre olduğu ortaya çıkmıştır.

Sun, Zhou ve Wang (2008), yaptıkları çalışmada sefer çizelgeleme optimizasyonu ile BRT hatlarının işletme kalitesini arttırmayı amaçlamışlardır. Yolcu seyahat ve

işletme maliyetlerini minimize eden bir amaç fonksiyonu ile yolcu sayısı, süre ve sıklık değerlerini içeren kısıtlar altında modeli oluşturmuşlardır. Sefer sıklıkları üç ana kombinasyondan oluşmaktadır: Normal çizelgeleme, zon çizelgelemesi ve ekspres çizelgeleme. Model genetik algoritma ile çözülmüş ve elde edilen sonuçlar yapılan optimizasyonla toplam maliyetlerin % 62 oranında azaltılabileceğini göstermiştir. Yapılan duyarlılık analizleri ise yüksek trafik hacmi altında ve düşük hızlarda seyahat süresinin maliyeti akılcı sefer çizelgeleme kombinasyonu ile azaltılabileceğini göstermiştir.

Alp (2008), yapmış olduğu çalışmada önce çok amaçlı karar verme kavramını açıklanmış, sonra çeşitli hedef programlama modelleri ile İETT'ye bağlı Kağıthane garajı verilerini kullanarak yolcu talebini, filodaki araç sayısını, araç tiplerini ve sefer sürelerini dikkate alarak otobüs hatları için optimum sefer sıklık değerlerini belirlemiştir. Bu çalışma ile dağıtım problemleri için DHP yöntemi ile etkin çözüm elde edilebileceği gösterilmiştir. Kullanılan hedef kısıtları, farklı öncelik ve ağırlıklar kullanarak bir araya getirilip farklı modeller elde edilebileceği, sistemi etkileyen diğer faktörler dikkate alınarak oluşturulan farklı modellerle daha etkin sonuçlar elde edilebileceği ortaya konmuştur.

Uludağ(2010), yapmış olduğu doktora çalışmasında İzmir ili kent içi otobüs ağı durak yerleri ve otobüs sıklık değerleri yolcu ve işletmeler açısından hizmet seviyesinin yükseltilmesi adına incelenmiştir. Çalışma kapsamında İzmir İli otobüs ağında yer alan Lozan ve Montrö duraklarını kullanan toplam 26 adet hatta ait yolcu talep değerleri, seyahat süreleri, araç kapasite ve filo parametreleri kullanılarak doğrusal hedef programlama modeli geliştirilmiş, en uygun sefer sıklık değerleri elde edilmeye çalışılmıştır.

5.4 Hedef Programlama ve Doğrusal Hedef Programlama

5.4.1 Hedef Programlamanın Tanımı

Günümüzde çok amaçlı karar verme koşullarında oldukça sık kullanılan Hedef Programlama(HP) Yöntemi Yöneylem Araştırması'nın çalışma konuları içerisinde

yer almaktadır. Yöneylem Araştırması ise genellikle kıt kaynakların tahsis edilmesi gereken durumlarda en iyi şekilde bir sistemi tasarlamaya ve işletmeye yönelik karar verme sürecine bilimsel bir yaklaşımdır (Topçu,2000).

Hedef Programlama yönteminde karar vericiden, her amaç için erişilmesi arzu ettiği bir hedef değer belirlenmesi istenir. Daha sonra, tercih edilen çözüm bu hedef değerlerden sapmaları minimum kılan çözüm olarak belirlenir(Evren ve Ülengin, 1992).Hedef Programlama Yönteminde, kurulan model içerisindeki karar verici tarafından tanımlanan kısıtların sağlanmasına, kurulan hedef fonksiyonuna göre istenen hedef kısıtlardan sapmanın minimize edilmesine çalışılır.

Bu yöntem, esas olarak doğrusal programlamaya dayanmaktadır. Fakat Hedef Programlama Yöntemi'nin Doğrusal Programlamadan en önemli farkı kısıt denkleminde sapma değişken(ler)inin yer almasından dolayı kısıt denklemlerinin eşitlik şeklinde ifade edilmesi ve hedefe ilişkin sapma değişken(ler)ini içeren amaç fonksiyonunun hedeflerden sapmayı minimum kılmaya çalışmasıdır. Ayrıca karar verici tarafından amaç fonksiyonları için önem sırası belirlenebilir ve öncelik sıralarına göre önceden belirlenmiş olan hedeflerden sapma da minimum kılmaya çalışılabilir. Literatürde bu duruma öncelikli hedef programlama yöntemi adı verilmektedir.

5.4.2 Hedef Programlamanın Tarihsel Gelişimi

Hedef Programlama (HP) modeli 1950'lere dayanmasına rağmen 1970'lerin ortasından bu yana etkin bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır.(Alp, 2008). Hedef Programlama ilk kez 1950lerin başında Charnes ve Cooper tarafından doğrusal programlamanın çok amaçlı ve esnek kısıtlamalı problemlerin çözümündeki yetersizliği göz önüne alınarak geliştirilmiştir. HP'nın çözüm algoritması ise 1961'de Charnes ve Cooper tarafından ortaya konmuştur. Algoritma daha sonra 1965'de Ijiri, 1972'de Lee ve 1976'da Ignizio tarafından geliştirilmiştir.

5.4.3 Hedef Programlamanın Başlıca Uygulama Alanları

Gerçek hayattaki pek çok alanda uygulanma olanağı bulunan hedef programlama yöntemi, çok amaçlı karar verme koşullarının olduğu pek çok durumda çözüm yöntemi olarak kabul edilmektedir. Hedef programlama tekniğinin kullanıldığı alanlardan bazılarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür; Ulaştırma Problemleri ve Lojistik, Üretim Planlaması, Enerji Planlaması, İşgücü Planlaması, Hastanelerde Kaynak Planlaması, Proje Seçimi ve Yönetimi, Portföy Seçimi, Finansal Planlama, Pazarlama, Beslenme Problemleri, Yatırım Planlaması, Performans Değerlendirme, Toplam Kalite Yönetimi, Tedarikçi Firma Seçimi, İş Değerlendirme, Tarımsal Üretim ve Yönetim, Kuruluş Yeri Seçimi, Sağlık Hizmetlerinin Planlaması.

5.4.4 Doğrusal Hedef Programlama(DHP)

Hedef Programlama yönteminin içerisinde yer alan Doğrusal Hedef Programlama, Genel HP modelini oluşturan fonksiyonların tümünün doğrusal olması ve doğrusal programlama koşullarının sağlanması durumunda söz konusu olur(Alp, 2008).

5.4.4.1 Doğrusal Hedef Programlama Modellerindeki Temel Tanımlar

Amaçlar: Kriterlerin karar vericilerin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şekli olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992). Karar vericilerin isteklerini genel olarak belirten kavramdır (Schnierdejans, 1984).

Hedefler: Amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şekilleri olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992). Hedefler, ulaşılmak istenilen düzeyin sayısal bir değer olarak ifade edilmiş halidir (Alp, 2008).

Karar Değişkenleri: Modelde karar verici tarafından değeri belirlenmek istenen bilinmeyenlere karar değişkeni adı verilir (Kocadağlı, 2005). Karar değişkenleri X_i 'ler ile ifade edilmektedir. Karar değişkenleri, DP problemlerinde tanımlanan değişkenlerin aynısıdır (Öztürk, 2007).

Sapma Değişkenleri: Belirlenen hedeflerden uzaklaşmanın sayısal değeridir. Hedeflenen başarı ile gerçekleştirilen başarı değeri yakınlaştıkça sapma değişkenlerinin değeri de küçülmektedir. Hedeflerin üstünde veya altında elde edilen faaliyetlerin miktarını belirleyen değişkenlerdir (Öztürk, 2007). Belirlenen her bir hedef fonksiyonu için negatif sapma (d^-) ve pozitif sapma (d^+) adı verilen iki adet sapma değişkeni tanımlanır. Hedefe ulaşamamışsa negatif sapma, hedefin üzerinde bir başarı sağlanmışsa pozitif sapma ile karşılaşılır.

Sistem Kısıtları: Teknolojik, yapısal ya da sistem kısıtlayıcıları probleme ilişkin geliştirilen ve HP modellerinde de tam olarak sağlanması gereken ve hiçbir sapmaya izin verilmeyen kısıtlayıcılarıdır (Öztürk, 2007). Söz konusu bu kısıtlar, eldeki kısıtlı kaynakları ifade ederler (Ignizio, 1985). Ayrıca doğrusal programlamadaki kısıtlara karşılık gelirler ve doğrusal programlama modellerindeki gibi ifade edilirler. Hedef Programlama modellerinde sistemin çözümünden önce öncelikle bu kısıtların sağlanmasına çalışılmaktadır.

Hedef Kısıtları: Ulaşılmak istenen hedef değerlerini gösteren fonksiyonlardır. Hedef kısıtları sistem kısıtlarından daha esnek bir yapıya sahiptirler. Karar vericinin ulaşmayı istediği veya gerekli gördüğü hedefler, HP modeline, hedef kısıtlayıcıları olarak aktarılır (Alp, 2008).

Amaç Fonksiyonları(Başarı Fonksiyonları): Herhangi bir amaç için belirlenen hedeften olabilecek sapmaları en küçükleyen fonksiyona amaç fonksiyonu adı verilir (Kocadağlı, 2005). Doğrusal Hedef programlama modellerindeki tüm başarı fonksiyonlarının belirli bir öncelik seviyesi ve ağırlığa göre toplam şeklinde yazılmasıyla oluşturulurlar (Alp, 2008).

Eşit Önemde Çoklu Hedefler Yöntemi: Bu yöntemde belirlenen hedeflerin önem derecelerine dikkat edilmemektedir. Bütün hedefler eşit önemdedir (Çakır, 2002).

Hedeflerin Ağırlıklandırması Yöntemi: Bu yöntemde belirlenen hedeflere önem düzeylerine göre ağırlık katsayıları(W_i) verilerek hedefler tek bir amaç fonksiyonu

olarak ifade edilirler. Mutlak amaçların ağırlıklandırılması, bu amaçların daha düşük önem düzeyindeki amaçlardan daha önce karşılanmasını sağlamaktadır.

Öncelikli Üstünlük Yöntemi: Bu yöntemde hedeflerin öncelik düzeyleri karar verici tarafından belirlenerek amaç fonksiyonu oluşturulur. Amaç fonksiyonunda çok önemliden az önemliye doğru sıralanan hedefler öncelik sırasına göre işleme girmektedir. İlk önce birinci öncelikli hedef gerçekleştirildikten sonra sırasıyla diğer öncelikli hedefler gerçekleştirilir.

5.4.4.2 Doğrusal Hedef Programlama Modellerindeki Bağıntılar

Genel olarak, doğrusal hedef programlama modelleri amaç fonksiyonu, hedef kısıtları ve sistem kısıtları olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Ayrıca karar vericinin tercihlerine göre amaç fonksiyonları ağırlıklı ve/veya öncelikli yapıda kurulabilirler. Tipik bir Doğrusal hedef programlama modeline ait amaç fonksiyonu Denklem 5.12 ve Denklem 5.13 ile ifade edilmektedir. Hedef kısıtları Denklem 5.14 ve sistem kısıtları ise Denklem 5.15 ile verilmiştir.

$$Z = \text{Min} \sum_{t=1}^n |f(x) - G_t| \quad t = 1, 2, 3, \dots, s \quad (5.12)$$

$$f(x) - G_t = d_i^- - d_i^+ \quad d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad (5.13)$$

$$f(x) - d_i^- + d_i^+ = G_t \quad (5.14)$$

$$g(x)_i \leq b_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (5.15)$$

Hedef programlama aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere (Denklem 5.16) genel bir model gösteriminde de formüle edilebilir (Oliveria vd., 2003).

$$\text{Min } Z = w d + w d \quad (5.16)$$

Amaç fonksiyonlarının ağırlıklı ve/veya öncelikli yapıda kurulduğu Doğrusal Hedef Programlama modelinin en geniş hali Denklem 5.17' de verilmiştir.

$$\text{Min}[P_1 w_1(d_i^-, d_i^+), P_2 w_2(d_i^-, d_i^+), \dots, P_k w_k(d_i^-, d_i^+)] \quad (5.17)$$

Verilen denklemlerdeki; P_k öncelik parametresi, Z , amaç fonksiyonunu; w , her bir hedefin önemini açıklayan ağırlık katsayısını; d_i^- , negatif sapmayı; d_i^+ , pozitif sapmayı; G_i , ulaşılmak istenen hedefin düzeyini; $f(x)$, hedefin doğrusal fonksiyonunu; x , karar değişkenini; $g(x)$ ise sistem kısıt denklemini ifade etmektedir

5.4.4.3 DHP Hedef Kısıtları Fonksiyonlarındaki Sapma Değişkenlerinin Kullanımındaki İlkeler

Denklem 5.14'de de verilen hedef kısıtı denkleminde yer alan sapma değişkenlerinin kullanımı için üç ana durum söz konusudur(Tablo 5.1).

1.Durum(Eşitlik Durumu): Bu durumda hedef kısıtı, negatif(d_i^-) ve pozitif(d_i^+) sapma değişkenlerinin her ikisini birden içerir. (Ozan,1986). Amaç fonksiyonunda ($d_i^+ - d_i^-$) terimi yer alır. Bu durumda her iki sapma değişkeni birden minimum kılmaya çalışılır.

2.Durum: Bu durumda hedef kısıtı, negatif(d_i^-) ve pozitif(d_i^+) sapma değişkenlerinin her ikisini birden içerir. Fakat karar vericinin seçimine göre saptamalardan birine kayıtsız kalınır ve diğer sapma minimize edilmeye çalışılır. Amaç fonksiyonunda sadece minimize edilecek olan sapma yer almaktadır.

3.Durum: Bu durumda ise saptamalardan biri kesinlikle kabul edilmez ve diğer sapma minimize edilmeye çalışılır. Amaç fonksiyonunda sadece minimize edilecek olan sapma yer almaktadır. Hedef kısıtı, negatif(d_i^-) ve pozitif(d_i^+) sapma değişkenlerinden sadece minimize edilecek olan sapma değerini içerir.

Tablo 5.1 DHP modellerine ait hedef kısıtlarındaki sapma değişkenlerinin kullanımı

Durum		Hedef Kısıtı	Amaç Fonksiyonu
1		$f(x) - d_i^- + d_i^+ = G_i$	$d_i^+ - d_i^-$
2	A	$f(x) - d_i^- + d_i^+ = G_i$	d_i^+
	B		d_i^-
3	A	$f(x) + d_i^+ = G_i$	d_i^+
	B	$f(x) - d_i^- = G_i$	d_i^-

5.4.5 Hedef Programlamanın Avantajları ve Dezavantajları

Hedef Programlamanın sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Bu yöntemle iki ya da daha çok amaca sahip karar problemlerinin çözümü yapılabilir.
- HP kullanıcıya, amacın öncelikleri (üstünlükleri) bakımından etkin bir çözüm sunarken, birbirine zıt amaçların amaç fonksiyonunda yer almasına fırsat verir.
- Gevşek kısıtlara (mutlaka sağlanması zorunlu olmayan kısıtlara) izin verilir.
- DP problemlerinin çözümünde kullanılan simpleks yöntemi HP problemlerinin çözümünde de kullanılır ve böylece hesaplamaların hızlı ve sonuçların etkin olması sağlanır.
- HP, DP’da “Uygun Çözüm Mevcut Olmayan” problemlere bir çözüm geliştirmede yardımcı bir teknik olarak kullanılabilir (Alp, 2008).

Hedef Programlamanın getirdiği dezavantajlar ise aşağıdaki gibi sıralanabilir

- Amaç fonksiyonu çok sayıda başarı fonksiyonunun birleştirilmesi ile oluşturulur. Bu nedenle, karmaşık bir yapıya sahip olabilir.
- Hedef değerleri karar vericiler tarafından belirlendiği için subjektif bir nitelik taşır.
- Karar vericiler ayrıca hedeflerin ağırlık ve öncelik seviyelerini belirlerler, bu da yine subjektif bir durum oluşturur. Ağırlık ve öncelik seviyelerinin bağdaşık hale getirecek bir yol bulunmalıdır.

- Çözüm sonucunda bulunan sonucun karar vericiler tarafından her zaman tatmin edici olmasını garanti edemez(Alp, 2008).

BÖLÜM ALTI

İZMİR TELEFERİK BÖLGESİ ÖRNEĞİ İÇİN DOĞRUSAL HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMİ VE AMPİRİK BAĞINTILAR İLE SEFER ÇİZELGELEME OPTİMİZASYONU

Tez çalışmasının bu kısmında, beşinci Bölümde detaylı olarak bahsedilen sefer çizelgeleme yöntemlerinden Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi ve Vuchic(2005) tarafından geliştirilen ampirik bağıntıların İzmir Merkez Kent sınırları içerisinde belirlenen bir bölge üzerindeki uygulaması anlatılmıştır. İlk önce çalışma kapsamında seçilen bölge ve hizmet veren otobüs hatlarıyla ilgili açıklamalar verilmiş daha sonraki aşamada ise verilerin toplanması ve arazi çalışmaları anlatılmış ve bu verilerin analizleri ile ilgili değerlendirmeler sunulmuştur. Sonraki kısımda ise sefer çizelgeleme optimizasyonu için gerekli modellerin kurulması ve bu modellerden elde edilen sonuçlar verilmiştir.

6.1 Çalışmanın Kapsamı

Çalışma kapsamında, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattı seçilmiş, sabah zirve saati (07:00-09:00) içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek uygun otobüs sefer sıklıkları Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntılar ile belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında belirlenen alan işletmeci (ESHOT) tarafından 5. Bölge ya da Teleferik İşletme Bölgesi olarak adlandırmaktadır. Bölge içerisindeki arazi kullanımları incelendiğinde ağırlıklı olarak konut alanlarının olduğu görülmüştür. Ayrıca seçilen bölgedeki yolculuk talepleri de ağırlıklı olarak kent merkezi yönüne doğrudur. Çalışma kapsamında incelenen otobüs hatları Güzelbahçe, Narlıdere, Balçova ve Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'ndaki talebi Konak-Halkapınar bölgesindeki merkezi iş alanlarına ve çeşitli aktarma merkezlerine taşımaktadır. Şekil 6.1, 6.2 ve 6.3 ' de analiz bölgesi ve bu bölgeye hizmet veren otobüs hatlarının

izlediği güzergahlar verilmiştir. Güzergah üzerinde yer alan fakat Buca ve Karşıyaka bölgesine hizmet veren otobüs hatları modellere dahil edilmemiştir. Sefer sıklığı modellemeleri yapılan otobüs hatları Tablo 6.1’de verilmiştir. Söz konusu hatlarda, sabah 07:00-09:00 saatleri arasında kullanılan otobüslere ait tip, kapasite, sefer sıklığı, araç sayısı bilgileri ise Tablo 6.2’de verilmiştir.

Çalışma kapsamındaki otobüs hatlarının kullandığı güzergâhlar, gün içerisinde trafiğin ve yolcu talebinin çoğunlukla yoğun olduğu Mithat Paşa Caddesi, Mustafa Kemal Sahil Bulvarı, Cumhuriyet Bulvarı, Fevzi Paşa Caddesi, Talat Paşa Caddesi, Şair Eşref Bulvarı ve Atatürk Caddelerini kapsamaktadır. Otobüs hatlarının hizmet verdiği cadde ve sokaklar Şekil 6.3’de verilmiştir. Şekil 6.3 incelendiğinde çalışma kapsamında incelenen otobüs hatlarının tamamının başlangıç noktalarının kentin batı yakasındaki yerleşim bölgeleri, bitiş noktalarının ise Merkezi İş alanı bakımından yoğun olan Konak ve Alsancak bölgeleri olduğu görülecektir.



Şekil 6.1 İzmir Büyükşehir Belediyesi Sınırları(5216 No' lu yasaya göre) ve Çalışma Alanı

Tablo 6.1 Çalışma kapsamına giren otobüs hatlarına ait güzergâh bilgileri

No	Hat No	İlk Durak	Son Durak	Güzergâh
1	6	Arıkent	Halkapınar Metro	Narlıdere-F.Altay -Konak-Talatpaşa
2	7	Sahilevleri	Konak	Narlıdere - F.Altay - Mithatpaşa
3	8	Güzelbahçe	Halkapınar Metro	Mithatpaşa - Montrö - Alsancak
4	12	F.Altay	Halkapınar Metro	Mithatpaşa-Talatpaşa
5	169	Balçova	Halkapınar Metro	Ata Caddesi-Mithatpaşa-Talatpaşa
6	209	Zeytinalanı	Konak	Siteler-Narlıdere - F.Altay - Mithatpaşa
7	216	Oyak Sitesi	Halkapınar Metro	Mithatpaşa - Bamane- Kahramanlar
8	305	Atatürk Mah.	Konak	9 Eylül Hast. - F.Altay – Mithatpaşa
9	311	İnciraltı	Konak	F. Altay – Mithatpaşa
10	371	Narbel	Halkapınar Metro	2.İnönü-F.Altay-M.Paşa-Basmane-Montrö
11	554	Narlıdere	Halkapınar Metro	F.Altay -Mithapaşa-Talatpaşa

Tablo 6.2 Otobüs hatlarına ait tip, kapasite, sefer sıklığı araç sayısı bilgileri

Hat No	Otobüs Tipi	Otobüs Kapasitesi	Sefer Aralığı(dk.)	Sefer Sıklığı	Sefer Süresi(dk.)	Araç Sayısı
6	Solo	100	30	4	130	4
7	Solo	100	25	5	80	3
8	Körüklü	150	20	6	160	8
12	Körüklü	150	15	8	60	3
169	Körüklü	150	5	24	80	20
209	Körüklü	150	20	6	120	6
216	Solo	100	15	8	60	3
305	Solo	100	30	4	60	2
311	Solo	100	15	8	60	4
371	Solo	100	20	6	90	5
554	Körüklü	150	15	8	130	8

Şekil 6.4 incelendiğinde otobüs hatlarının Mithatpaşa Caddesi'nin her iki yanındaki yerleşim bölgelerinden başladığı ve Mithatpaşa Caddesi'ni kullanarak Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'na ulaştığı görülmektedir. Mustafa Kemal Sahil Bulvarından sonra Bahribaba(Konak)'da bazı otobüslerin son durak yapmakta olup bazı otobüs hatlarının' da bu nokta 'da ayrılarak Halkapınar Metro' da son durak yapmakta olduğu görülmektedir. Çalışma Kapsamında incelenen 11 adet otobüs hattının tamamı Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'nı tamamen ve Mithat Paşa Caddesinin çeşitli bölümlerini kısmen kullanmaktadırlar. Mustafa Kemal Sahil Bulvarı otobüs hatları için kritik bir yığılma koridoru olduğu unutulmamalıdır.



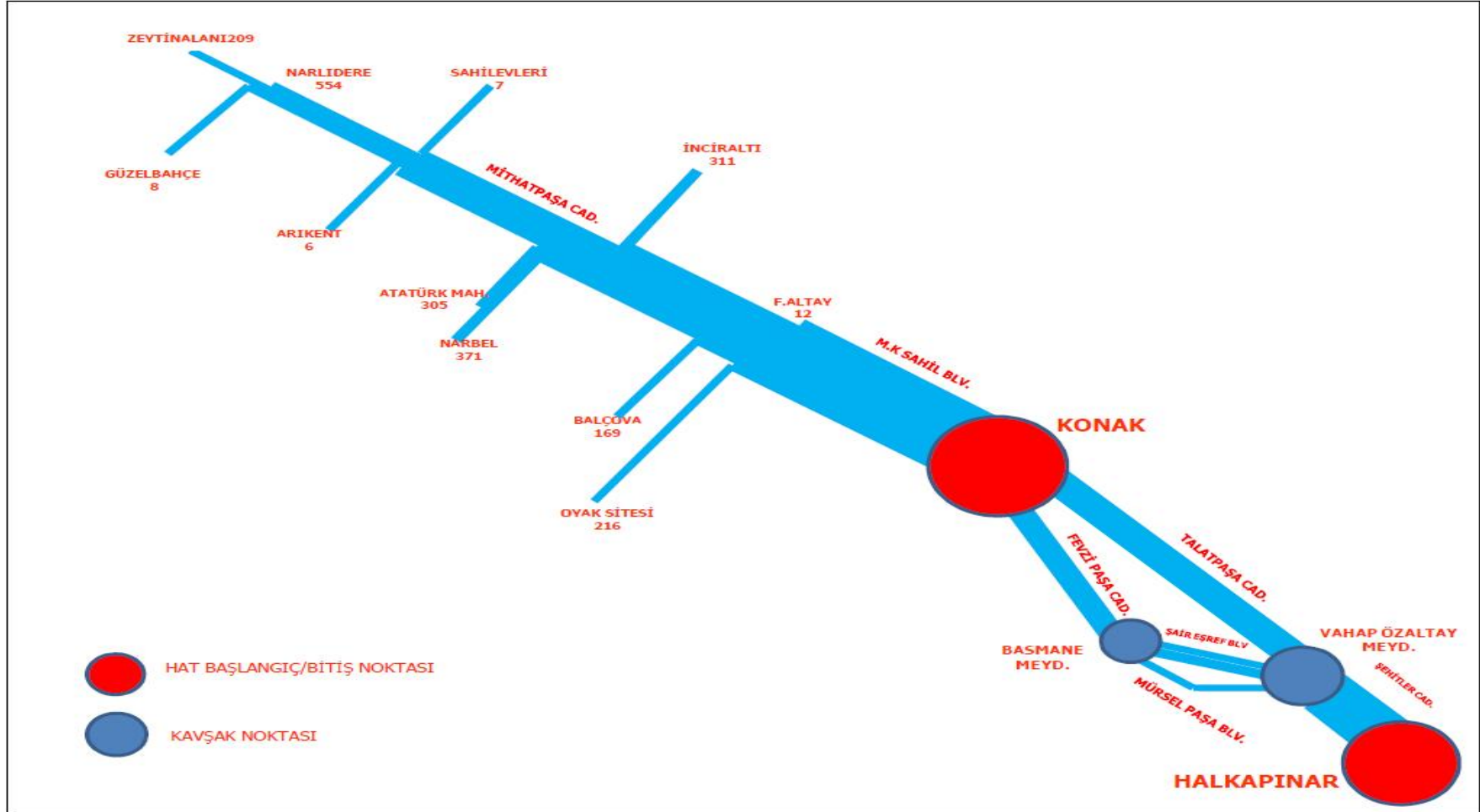
Şekil 6.2 Çalışma kapsamında incelenen ilçeleri ve sınırlarını gösteren (Güzelbahçe-Narlıdere-Balçova-Konak) uydu görüntüsü



Şekil 6.3 Çalışma kapsamında incelenen otobüs hatlarının hizmet alanları ve kullandığı caddeler(Güzelbahçe-Narlidere-Balçova yerleşimleri)



Şekil 6.3(Devamı) Çalışma kapsamında incelenen otobüs hatlarının hizmet alanları ve kullandığı caddeler(Konak İlçesi)



Şekil 6.4 Çalışma kapsamında incelenen otobüs hatlarının yığılma koridorlarını gösteren kroki

6.2 Veri Toplama ve Analiz

Bilindiği gibi otobüs sefer sayılarının belirlenmesindeki en önemli faktör mevcut yolcu talebidir. Hem ampirik bağıntılarda hem de DHP yönteminde (sistem kısıtlarının belirlenmesinde) birbirinden farklı biçimlerde olsa da otobüs hatlarının hizmet ettiği kesimlerdeki yolcu talebi dikkate alınmaktadır. Bu yüzden öncelikli olarak güzergâh üzerindeki yolcu talebinin belirlenmesi için çeşitli gözlem, veri toplama ve modelleme çalışmaları yapılmıştır.

6.2.1 Arazi Çalışmaları

Seçilen hatlardaki yolcu talebinin belirlenmesi için hafta içi standart günlerde (Salı-Çarşamba-Perşembe) sabah zirve saati (07:00–09:00 arası) içerisinde kalan seferlerin bazılarında inen ve binen yolcu sayımı yapılmıştır. Her durakta binen-inen yolcu sayıları hazırlanan bir sayım föyünün (Tablo 6.3) yolculuk sırasında doldurulmasıyla elde edilmiştir. Yolculuk sırasında otobüsteki her kapının yanında bulunan birer gözlemci tarafından binen-inen yolcu sayıları föylere işlenmiş ve büro ortamında elde edilen bilgiler değerlendirilmiştir. Duraklardan binen yolcu sayıları ayrıca işletmenin (ESHOT) kaydettiği verilerle karşılaştırılmıştır. Akıllı kart sisteminde kayıtlı olan verilerin bir örneği Tablo 6.4'de verilmiştir. Ayrıca MATLAB' da yazılan bir program yardımıyla durak yoğunluk raporlarından saat dilimlerine ait hat-durak, durak ve hat bazında binişlerin analizleri yapılmıştır.

Bilindiği gibi sabah zirve saatinde yolcu talebi, konut alanlarından merkezi iş alanları ve şehir merkezine doğrudur. Otobüs hatlarının kullandığı duraklardaki, binen ve inen yolcu sayıları incelendiğinde Güzelbahçe, Narlıdere, Balçova ve Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'ndaki duraklarda binişlerin, Konak – Halkapınar arası duraklarda ise çoğunlukla inişlerin yapıldığı görülmüştür. Bu durum da öngörülerin doğruluğunu kanıtlamaktadır. Gün içerisindeki binişlerin dağılımları incelendiğinde de özellikle sabah zirve saatinde kent merkezine doğru gidiş yönündeki binişlerin konut alanlarında ve aktarma merkezlerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Tablo 6.3 169 Numaralı Balçova - Halkapınar Metro Hattı için hazırlanmış yolcu sayım föyü

Hat	: 169	Plaka	35 YS 229			Gözlemci	:
Tarih	: 16.02.2010	Otobüs Tipi	Mercedes Connecto			Hava Durumu	: Çok Bulutlu
Saat	: 08:30						
Durak No	Durak Adı	İnen Yolcu Sayısı 1.Kapı	İnen Yolcu Sayısı 2.Kapı	İnen Yolcu Sayısı 3.Kapı	Toplam	Durakta Bekleme Süresi	Duraklar Arası Seyahat Süresi
1	Balçova	0	0	0	0	19	0
2	Teleferik	0	0	0	0	0	45
3	Ekonomi	0	0	0	0	9	40
4	Kabaoğlu	0	0	0	0	18	19
5	Çifte Selviler	0	0	0	0	29	33
6	Gümüş	0	0	0	0	30	46
7	Balçova Belediyesi	0	0	0	0	12	49
8	Kabristan	0	0	0	0	18	39
9	Balçova Anadolu Lisesi	0	0	0	0	25	44
10	Barış	0	0	0	0	9	63
11	İkiztepe	0	0	0	0	0	30
12	Maliye Meslek Lisesi	0	0	0	0	38	45
13	Üçkuyular Pazar Yeri	0	0	0	0	27	51
14	Üçkuyular İskele	0	1	0	1	15	60
15	Depo	0	0	0	0	18	72
16	Güzelyalı	0	0	0	0	46	42
17	Göztepe	0	0	0	0	18	64
18	Vali Konağı	0	1	0	1	12	65
19	Sadık Bey	0	0	0	0	22	86
20	Köprü	0	0	0	0	23	50
21	Küçükyalı	0	0	0	0	30	52
22	Mithat Paşa Lisesi	1	0	0	1	13	22
23	Mektupçu	0	0	0	0	21	63
24	Yalı	0	0	0	0	0	45
25	Asansör	0	0	0	0	28	17
26	Karataş	1	0	0	1	41	109
27	Kız Lisesi	0	0	0	0	14	40
28	Atatürk Kültür Merkezi	14	9	3	26	87	65
29	Belediye Sarayı	7	4	1	12	31	154
30	SSK	8	10	3	21	31	137
31	Dokuz Eylül Rektörlük	6	4	0	10	20	176
32	Devlet Hastanesi	16	12	7	35	27	100
33	Talatpaşa	2	4	0	6	14	76
34	Alsancak Gar	9	0	1	10	39	227
35	Güzel Sanatlar	1	0	0	1	15	119
36	Demir	0	0	0	0	0	24
37	Umur Bey	0	0	0	0	0	40
38	Eğitim sitesi	1	0	0	1	15	22
39	Halkapınar	2	0	2	4	12	102

Tablo 6.4 169 Numaralı Balçova - Halkapınar Metro Hattı için Akıllı kart sisteminden alınmış durak yoğunluk raporu örneği

hat kodu	Otobüs Id	Plaka	Durak Id	Durak Adı	Durak Sıra No	Yön	Varış Zamanı	Ayrılış Zamanı	Bekleme Süresi	Hız	Yolcu Sayısı
21691	29369	YS228	50176	Balçova	1	Gidiş	08:29:33	08:30:36	1,05	7	6
21691	29369	YS228	50174	Teleferik	2	Gidiş	08:31:10	08:31:18	0,13	48	
21691	29369	YS228	50172	Ekonomi	3	Gidiş	08:31:51	08:32:15	0,4	24	
21691	29369	YS228	50170	Kabaoğlu	4	Gidiş	08:32:23	08:32:57	0,57	16	5
21691	29369	YS228	50168	Çifte Selviler	5	Gidiş	08:33:17	08:34:04	0,78	12	10
21691	29369	YS228	50166	Gümüş	6	Gidiş	08:34:32	08:35:25	0,88	12	11
21691	29369	YS228	50148	Balçova Belediyesi	7	Gidiş	08:35:53	08:36:28	0,58	17	5
21691	29369	YS228	50146	Kabristan	8	Gidiş	08:36:46	08:37:27	0,68	17	4
21691	29369	YS228	50142	Balçova Anadolu Lisesi	9	Gidiş	08:38:09	08:38:55	0,77	9	1
21691	29369	YS228	50140	Barış	10	Gidiş	08:39:31	08:40:00	0,48	19	1
21691	29369	YS228	50138	İkiztepe	11	Gidiş	08:40:16	08:40:38	0,37	19	
21691	29369	YS228	50006	Maliye Meslek Lisesi	12	Gidiş	08:41:10	08:42:00	0,83	11	12
21691	29369	YS228	50300	Üçkuyular Pazar Yeri	13	Gidiş	08:42:36	08:43:18	0,7	10	8
21691	29369	YS228	50298	Üçkuyular İskele	14	Gidiş	08:43:58	08:44:27	0,48	17	1
21691	29369	YS228	10204	Depo	15	Gidiş	08:45:18	08:45:48	0,5	15	3
21691	29369	YS228	10202	Güzelyalı	16	Gidiş	08:46:12	08:47:09	0,95	11	10
21691	29369	YS228	10200	Göztepe	17	Gidiş	08:47:53	08:47:53	0	34	3
21691	29369	YS228	10198	Vali Konağı	18	Gidiş	08:49:06	08:49:40	0,57	14	1
21691	29369	YS228	10196	Sadık Bey	19	Gidiş	08:50:43	08:51:23	0,67	15	5
21691	29369	YS228	10194	Köprü	20	Gidiş	08:51:52	08:52:28	0,6	15	5
21691	29369	YS228	10192	Küçükyalı	21	Gidiş	08:52:59	08:53:41	0,7	8	5
21691	29369	YS228	10190	Mithat Paşa Lisesi	22	Gidiş	08:53:49	08:54:22	0,55	9	2
21691	29369	YS228	10188	Mektupçu	23	Gidiş	08:55:06	08:55:46	0,67	11	4
21691	29369	YS228	10186	Yalı	24	Gidiş	08:55:55	08:56:03	0,13	50	
21691	29369	YS228	10184	Asansör	25	Gidiş	08:56:21	08:57:01	0,67	8	2
21691	29369	YS228	10148	Karataş	26	Gidiş	08:58:28	08:59:27	0,98	11	3
21691	29369	YS228	10146	Kız Lisesi	27	Gidiş	08:59:41	09:00:13	0,53	13	1
21691	29369	YS228	10144	Atatürk Kültür Merkezi	28	Gidiş	09:00:55	09:02:39	1,73	4	23
21691	29369	YS228	10103	Belediye Sarayı	29	Gidiş	09:04:43	09:05:33	0,83	12	1
21691	29369	YS228	10105	Sosyal Sigortalar Kurumu	30	Gidiş	09:07:28	09:08:33	1,08	7	4
21691	29369	YS228	10107	Dokuz Eylül Rektörlük	31	Gidiş	09:10:54	09:11:32	0,63	13	
21691	29369	YS228	10109	Devlet Hastanesi	32	Gidiş	09:12:44	09:13:58	1,23	7	
21691	29369	YS228	10111	Talatpaşa	33	Gidiş	09:14:20	09:14:59	0,65	10	
21691	29369	YS228	10415	Alsancak Gar	34	Gidiş	09:18:21	09:19:42	1,35	7	
21691	29369	YS228	10441	Güzel Sanatlar	35	Gidiş	09:20:39	09:21:05	0,43	17	
21691	29369	YS228	10443	Demir	36	Gidiş	09:21:15	09:21:25	0,17	49	
21691	29369	YS228	10445	Umur Bey	37	Gidiş	09:21:48	09:22:03	0,25	29	
21691	29369	YS228	10447	Eğitim sitesi	38	Gidiş	09:22:16	09:22:43	0,45	7	
21691	29369	YS228	10454	Halkapınar	39	Gidiş	09:23:45	09:23:56	0,18	26	

Çalışma kapsamında incelenen duraklardan kent merkezine doğru yapılan binişlerinin listesi Tablo 6.5' de sunulmuştur. Şekil 6.5' de duraklardaki yoğunluklar gösterilmiştir.

Tablo 6.5 Sabah zirve saatinde duraklardan kent merkezine doğru yapılan biniş sayıları

Durak Bilgileri			Biniş Sayıları			Durak Bilgileri			Biniş Sayıları		
Durak Sıra No	Durak ID	Durak Adı	07:00-08:00	08:00-09:00	TOPLAM	Durak Sıra No	Durak ID	Durak Adı	07:00-08:00	08:00-09:00	TOPLAM
1	50006	Maliye Meslek Lisesi	206	236	442	83	50212	İnciraltı Yurdu	9	4	13
2	10144	Atatürk Kültür Merkezi	72	262	334	84	50260	Lojmanlar	6	6	12
3	10202	Güzelyalı	114	182	296	85	50369	Bankacılar Sitesi	5	7	12
4	50042	Şehitlik	194	62	256	86	50080	Kirazlı	6	6	12
5	50168	Çifte Selviler	93	117	210	87	50074	Camcı	10	2	12
6	10148	Karataş	38	171	209	88	50094	Fidanlık	5	7	12
7	50166	Gümüş	86	109	195	89	10545	Oyak Sitesi Son Durak	7	5	12
8	50300	Üçkuyular Pazar Yeri	67	124	191	90	50286	Çamtepe	7	4	11
9	10190	Mithat Paşa Lisesi	47	104	151	91	10111	Talatpaşa	3	8	11
10	10200	Göztepe	42	105	147	92	10415	Alsancak Gar	2	9	11
11	50036	Uludağ	72	71	143	93	10117	Hisar Onu	1	10	11
12	50176	Balçova Son Durak	60	79	139	94	50098	Şehit Üst Teğmen Deveci	8	3	11
13	10105	Sosyal Sigortalar Kurumu	25	113	138	95	50298	Üçkuyular Iskele	7	3	10
14	50142	Balçova Anadolu Lisesi	68	70	138	96	50064	Didem Işık İlk Öğretim Okulu	5	5	10
15	10192	Kuçukyalı	28	108	136	97	50024	Kantar	4	5	9
16	50148	Balçova Belediyesi	57	71	128	98	50363	Güzelbahçe Sağlık Ocağı	8	1	9
17	10204	Depo	44	81	125	99	50365	Okul Durağı	7	2	9
18	50040	Sitelere	75	45	120	100	50048	İstihkam Okulu	2	7	9
19	50034	Narlıdere Cami	52	68	120	101	50174	Teleferik	1	8	9
20	50028	Güzel Sanatlar Fakültesi	49	71	120	102	50290	Beyaz Durak	2	6	8
21	50146	Kabristan	47	70	117	103	10107	Dokuz Eylül Rektörlük	3	5	8
22	50250	Vadi	68	49	117	104	10109	Devlet Hastanesi	2	6	8
23	10196	Sadık Bey	22	93	115	105	50088	Birikeççi	5	3	8
24	50012	Molla Kuyusu	46	68	114	106	50068	Pına	4	4	8
25	50038	Koprubaşı	48	63	111	107	10186	Yalı	3	4	7
26	50018	Hoca	49	61	110	108	50276	Yağmur	1	6	7
27	50226	İkinci İnönü Meydan	51	56	107	109	50078	Şahin	6	1	7
28	50010	Balçova Kahveler	43	62	105	110	10387	Dispanser	0	7	7
29	10188	Mektupcu	21	82	103	111	50246	Radar	3	4	7
30	10194	Köprü	26	68	94	112	10146	Kız Lisesi	1	5	6
31	50032	Narlıdere İtfaiye	35	56	91	113	50357	Stad	3	3	6
32	50245	Narbel Yeni Son Durak	28	56	84	114	50382	Konutlar	6	0	6
33	50030	Balı	44	40	84	115	50062	Çeşme	4	2	6
34	50170	Kabaoğlu	48	36	84	116	50272	Doktor Eroğlu Parkı	3	2	5
35	50020	Dörtöyl	30	43	73	117	10544	Fevzi Çakmak	2	3	5
36	50046	Narlıdere Kaymakamlık	28	43	71	118	50224	Çocuk Parkı	3	2	5
37	50726	Zeytinalanı Meydan	33	38	71	119	10441	Güzel Sanatlar	1	3	4
38	50026	İzsu	28	39	67	120	50076	Baydar	1	3	4
39	50727	Zeytinalanı Son Durak	21	39	60	121	50054	Subay Gazinosu	2	2	4
40	50140	Barış	26	31	57	122	10178	Adnan Saygun Sanat Merkezi	3	1	4
41	50222	Maltepe	6	47	53	123	50220	Çayırli	4	0	4
42	50016	Teleferik	24	23	47	124	50292	Demet	0	3	3
43	50138	İkiztepe	17	30	47	125	50280	Sahil Evleri Son Durak	3	0	3
44	50108	Kahveler	19	28	47	126	50270	Sahil Evleri	2	1	3
45	50022	Dokuz Eylül	14	31	45	127	50050	Pertev Bey	3	0	3
46	10184	Asansör	9	35	44	128	50044	Narlıdere Belediye	1	2	3
47	50058	İstihkam	26	15	41	129	10329	Hocazade Cami	0	3	3
48	10198	Vali Konağı	10	27	37	130	10349	Mürsel Paşa	1	2	3
49	50052	Lojmanlar	22	14	36	131	50278	İnci	1	1	2
50	10121	Çankaya	8	26	34	132	10327	Lozan	0	2	2
51	10506	Mehmetçik	30	3	33	133	50096	Elif	1	1	2
52	50362	Güzelbahçe Meydan	22	10	32	134	10385	Trafo	0	2	2
53	50232	Köprü	20	10	30	135	50202	Ata Durağı	2	0	2
54	50293	Arikent Son Durak	13	15	28	136	10443	Demir	1	0	1
55	50084	Anıt	22	6	28	137	10445	Umur Bey	0	1	1
56	50014	İş Bankası Evleri	14	13	27	138	50060	Halk Plajı	1	0	1
57	50234	Seyran	22	5	27	139	10389	Mimar Sinan	0	1	1
58	50248	Trafo	12	15	27	140	50210	Deniz Müzesi	1	0	1
59	50288	Tuna	13	11	24	141	50206	Beşyol	1	0	1
60	50380	Seferhisar Kavşak	15	8	23	142	50326	Narlıdere Son Durak	0	1	1
61	50092	Altıncı Yıl Anadolu Lisesi	15	8	23	143	10447	Eğitim Sitesi	0	0	0
62	50237	Atatürk Mahallesi Son Durak	14	9	23	144	10454	Halkapınar Metro (6,8,12,16,19,26,31,554)	0	0	0
63	50371	Güzelbahçe Son Durak	14	7	21	145	50266	İhsan Akyanak Parkı	0	0	0
64	50367	Asır	14	7	21	146	50262	Askeri Birlik	0	0	0
65	50090	Liman	10	11	21	147	50258	Koşk	0	0	0
66	50104	Taş Ocağı	7	14	21	148	10022	Bahribaba Alt (7) Durakları	0	0	0
67	50070	Maltepe	11	9	20	149	50082	Yemişçi	0	0	0
68	10103	Belediye Sarayı	9	10	19	150	50056	Ege Ordu	0	0	0
69	10180	Fahrettin Altay Meydan	7	12	19	151	10353	Montrö	0	0	0
70	50008	Beyaz	8	10	18	152	50102	Çamlıca Mahallesi	0	0	0
71	50244	Hasan İyler İlköğretim Okulu	11	7	18	153	10019	Bahribaba Alt (305) Durakları	0	0	0
72	10333	Teket (Altınöyl Durakları)	7	10	17	154	10119	Kavafar	0	0	0
73	50172	Ekonomi	9	8	17	155	10407	Yimmi Altı Ağustos	0	0	0
74	50274	Bakı Parkı	11	5	16	156	10409	Kapaklı Spor Salonu	0	0	0
75	50066	Liman Reis	12	4	16	157	10458	Halkapınar Metro (216,217)	0	0	0
76	50240	İkinci İnönü Mahalle Muhtarlığı	9	7	16	158	10021	Bahribaba Alt (305) Durakları	0	0	0
77	50072	Balkıcı Kahvesi	7	8	15	159	50213	İnciraltı Son Durağı	0	0	0
78	50100	Sitelere	9	6	15	160	50208	İnciraltı	0	0	0
79	50268	Iskele	4	10	14	161	50204	Sera	0	0	0
80	50086	Eczane	11	2	13	162	10020	Bahribaba Alt (311) Durakları	0	0	0
81	50724	Zeytinalanı Kriş	9	4	13	163	50242	Şahin	0	0	0
82	50106	Damlar	8	5	13	164	10323	Montrö	0	0	0
ARA TOPLAM			2785	3887	6672				183	194	377
GENEL TOPLAM			2968	4081	7049						

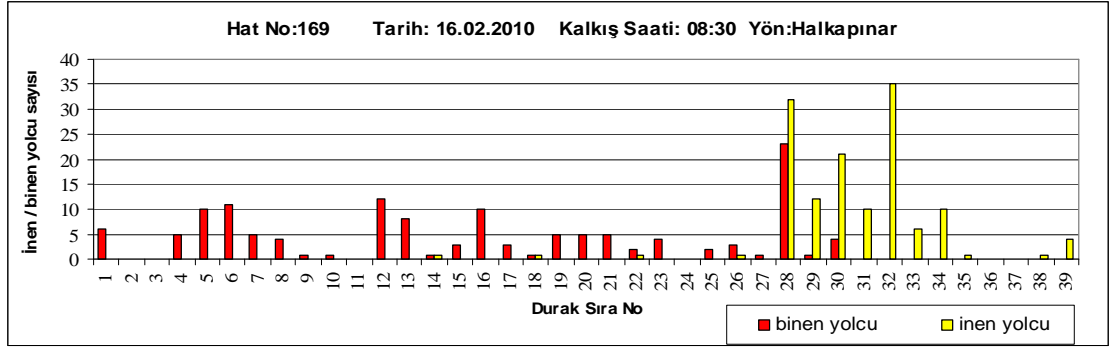


Şekil 6.5 Çalışma kapsamında incelenen otobüs hatlarının hizmet verdiği duraklardaki binış yoğunlukları(Güzelbahçe -Fahrettin Altay arasında kalan bölge)

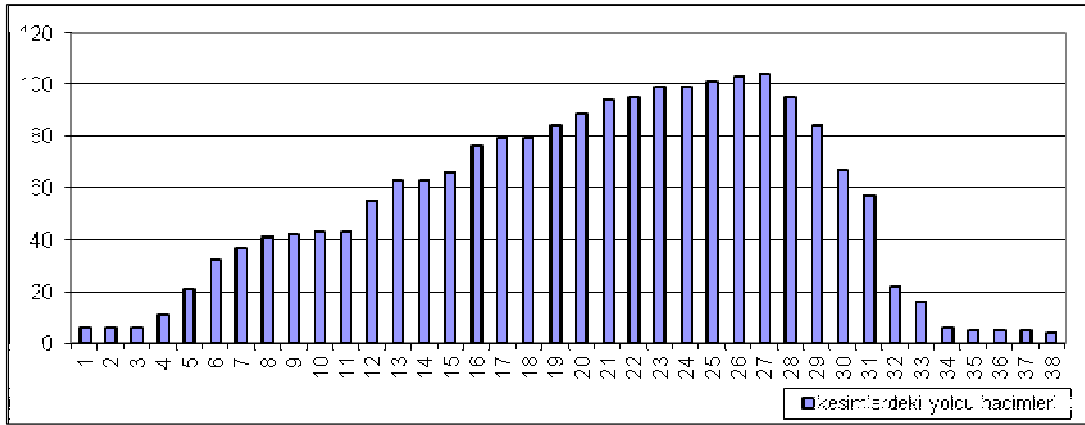


Şekil 6.5(devamı) Çalışma kapsamında incelenen otobüs hatlarının hizmet verdiği duraklardaki biniş yoğunlukları(Fahrettin Altay - Halkapınar arasında kalan bölge)

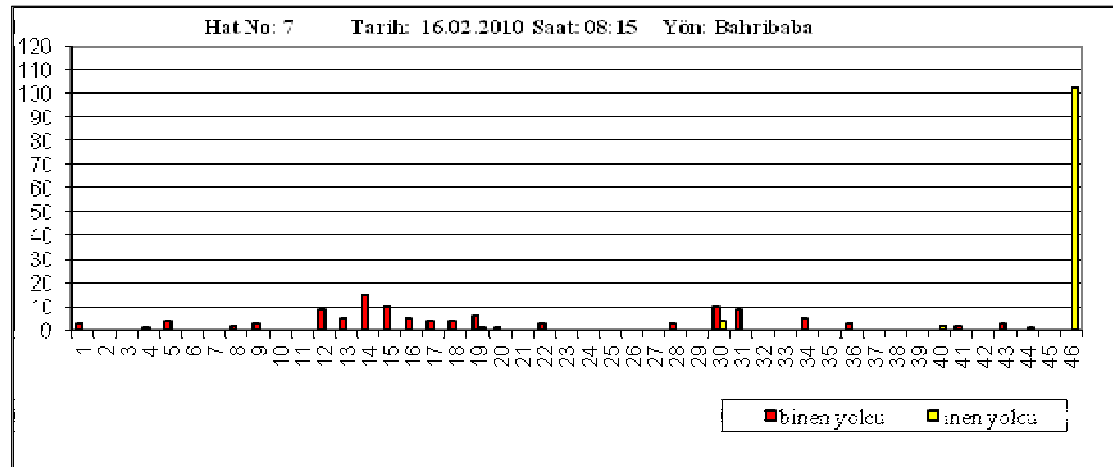
İnen-binen yolcu sayımı ve gözlem çalışmaları yapılan hatlardan 169 numaralı Balçova-Halkapınar Metro ve 7 Numaralı Sahilevleri -Konak hatları için oluşturulan inen- binen yolcu sayıları grafiği Şekil 6.6 ve Şekil 6.8 'de görülebilir.



Şekil 6.6 169 numaralı Balçova –Halkapınar Metro hattına ait inen-binen yolcu grafiği



Şekil 6.7 169 numaralı Balçova –Halkapınar Metro hattına ait kesim hacim grafiği



Şekil 6.8 7 Numaralı Sahilevleri– Konak hattına ait inen-binen yolcu grafiği

Bilindiği gibi kentlerin değişik bölgeleri arasındaki yolculuk taleplerini etkileyen faktörlerden biri de bölgelerin arazi kullanım durumudur. Özellikle sabah zirve saatlerindeki yolculuklar konut alanlarından merkezi iş alanları ve eğitim alanlarına doğru bir eğilim göstermektedir. Akşam zirve saatlerde ise sabah zirve saatinin genellikle tam tersi bir durum ile karşılaşılmaktadır. Toplu ulaşım sistemleri özellikle otobüsler, duruş sayılarına göre incelendiğinde sabah zirve saatinde kent merkezine doğru işletilen hatlarda çok duraktan az durağa ve çok duraktan tek durağa olan işletme yöntemleri görülmektedir(Keskin A.,1992).

Otobüs işletmesini kullanan yolcuların binecekleri otobüs hatları ve incekleri duraklar günün saatine göre ve yolcuların iniş yaptıkları durak çevresindeki arazi kullanım özelliklerine bağımlı olmakla beraber hattın başlangıç ve bitiş noktası, hat üzerindeki duraklardan başka hatlara ve ulaşım türlerine aktarma imkanının bulunması, hattın izlediği güzergah ve bu güzergah üzerindeki trafik özellikleri, hava koşulları, hattın hizmet verdiği bölgenin sosyo-ekonomik durumu ve bölgenin demografik yapısı gibi faktörler de inen duraklarda inen yolcu sayısını büyük oranda etkilemektedir. Bu yüzden İzmir Kenti için durak bazında incek yolcu sayısı ile ilgili genel bir tahmin yapma imkanı oldukça zordur. Fakat daha önce bahsedilen faktörlerin benzerlik gösterdiği alanlar bölgelendirilebilir ve bu bölgede çalışma alanı içerisinde incelenen her otobüs hattına ait durağın 500 m yarıçap içerisindeki alana giren bölgenin arazi kullanım özellikleri ve durağın aktarma niteliği belirlenmiştir

Sayım ve gözlemler sonucu elde edilen veriler incelendiğinde bölge içerisinde yer alan duraklar için aşağıdaki yorumlar yapılabilir.

Bölge içerisinde yer alan otobüs hatlarına genel olarak başlangıç noktasından itibaren 5-8 durak arasında herhangi bir inişe rastlanmamıştır. Arazi kullanım özellikleri bakımından kamu kurumu olarak tanımlanan Narlıdere Belediye ve Balçova Belediye gibi duraklarda yolcu inişi bulunmamaktadır. Bunun sebebi bu kurumların İzmir geneline değil sadece bölgeye hizmet vermesi ve analiz edilen otobüs hatlarına biniş yapan yolculukların kent merkezine ulaşma eğilimlerinin bulunması olabilir.

Önemli bir ara aktarma noktası olan Maliye Meslek Lisesi Durağı ara aktarma noktası olmasına rağmen incelen hatlardan özellikle Halkapınar Aktarma Merkezi'nde son durak yapan otobüs hatlarından bu durakta inen yolcu bulunmamaktadır. Ayrıca tam tersine diğer hatlardan bu hatlara aktarma yapıldığı görülmüştür. Bunun sebebi ise Halkapınar ve Konak da son durak yapan hatların kent merkezine hizmet verdiğinden bu otobüs hatların binen yolcuların bu durakta herhangi bir aktarma ihtiyacının bulunmaması olabilir.

İnen yolcu sayıları incelendiğinde en çok inişin Bahribaba, Atatürk Kültür Merkezi, Sosyal Sigortalar Kurumu ve Devlet Hastanesi duraklarında olduğu görülmüştür. Bu durakların arazi kullanım özellikleri dikkate alındığında Bahribaba ve Atatürk Kültür Merkezi Duraklarının İş Merkezleri, Hastaneler ve kamusal alanların bulunduğu kent merkezi olarak nitelendirilen Konak bölgesine hizmet verdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca Bahribaba ve Atatürk Kültür Merkezi durağında inen yolcuların Konak İstasyonu ile Bornova Metro hattına ve Konak Vapur İskelesi ile vapur hatlarına erişimi mümkün olmaktadır. Bu duraklarda inen yolcuların hangi oranda vapur ve metro hatlarına aktarma yaptıkları detaylı bir biçimde analiz edilmelidir.

Atatürk Kültür Merkezi durağında yoğun bir yolcu binişinin de olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise Bahribaba' da son durak yapan hatlar ile kent merkezine gelen yolcuların Atatürk Kültür Merkezi' ndeki yüksek iniş miktarı sebebiyle boş otobüslere binerek Gümrük ve Alsancak bölgelerine gitmeleri olarak açıklanabilir.

6.2.2 Yolcu Talebinin Modellenmesi

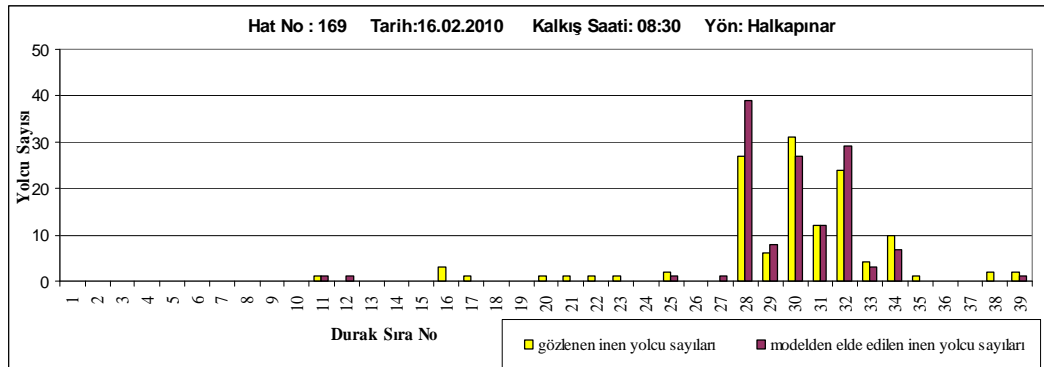
Yolcu sayımlarından yola çıkılarak duraklarda inen yolcu sayıları, bu amaç için yazılan bir bilgisayar programı yardımıyla elde edilmiş böylece incelenen her otobüs hattı için sabah zirve saatinde(07:00-09:00) her durakta toplam inen yolcu sayılarına ulaşılmıştır. MATLAB da yazılan program, zirve saat içinde kent merkezindeki duraklar arasındaki yolcu iniş oranının sabit kalacağı varsayımına dayanmaktadır.

Her duraktan binen yolcular, sayımlardan yola çıkılarak her otobüs hattı için elde edilen durak iniş oranlarına göre kent merkezindeki duraklarda iniş yapmaktadırlar.

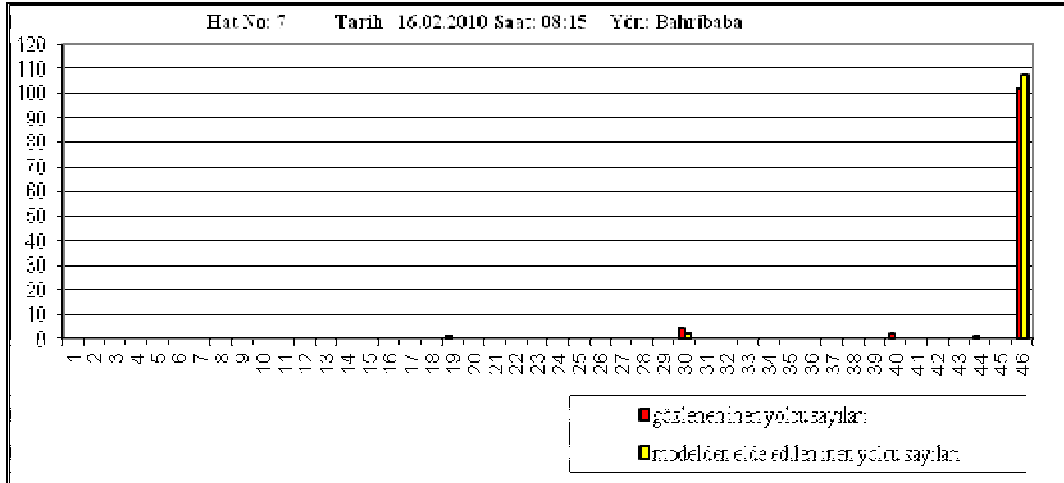
Sonuçlar, gözlenen değerler karşılaştırılmış ve modelin kullanılabilirliği ortaya çıkarılmıştır. 169 numaralı Balçova-Halkapınar Metro ve 7 numaralı Sahilevleri – Konak hatları için modelden elde edilen sonuçların yolcu sayımlarıyla karşılaştırması Şekil 6.9 ve Şekil 6.10' da verilmiştir. Ayrıca model yardımıyla her hat için ait kesim hacimleri(yolcu), ortalama yolculuk uzunluğu(km), ortalama yolculuk hacmi(yolcu-km/km) ve ortalama binen yolcu sayısı(yolcu/km) değerleri de elde edilmiştir(Tablo 6.6). Model sonuçlarının gözlenen inen yolcu sayılarından sapma miktarı en fazla %20 düzeyinde olup, hattın son durağına yakın olan duraklarda sapma miktarı kayda değer ölçüde azalmaktadır. Daha yüksek talepli hatlarda karşılaşılan model sapmaları ise daha düşük düzeydedir.

Tablo 6.6 Sabah zirve saati verileri kullanılarak modelden elde edilen sonuçlar

Hat No	Hat Uzunluğu(km)	Toplam Durak Sayısı	Binen Yolcu Sayısı	En fazla Yolcu Hacminin Bulunduğu kesim	Kesimlerdeki En Fazla Yolcu Sayısı	Tüm Kesimlerdeki Toplam Yolcu Sayısı	Ortalama Yolculuk Uzunluğu(km)	Ortama binen yolcu hacmi (yolcu/km)	Ortalama Yolcu Hacmi (yolcu-km/km)
6	44	51	366	Karataş-Kız Lisesi	326	9002	24,60	8,32	204,59
7	33,2	46	347	Kız Lisesi-Bahribaba	347	8339	24,03	10,45	251,17
8	66	82	893	Kız Lisesi-AKM	832	28859	32,32	13,53	437,26
12	27,4	27	75	Kız Lisesi-AKM	52	451	6,01	2,74	16,46
169	34,6	39	2142	Kız Lisesi-AKM	1868	38343	17,90	61,91	1108,18
209	57,2	71	650	Kız Lisesi-AKM	650	27765	42,72	11,36	485,40
216	32,4	35	258	Karataş-Kız Lisesi	204	3030	11,74	7,96	93,52
305	27,8	36	353	Kız Lisesi-Bahribaba	353	8734	24,74	12,70	314,17
311	27,5	31	196	Karataş-Kız Lisesi	196	3328	16,98	7,13	121,02
371	44	53	592	Karataş-Kız Lisesi	554	17071	28,84	13,45	387,98
554	47,5	55	1177	Karataş-Kız Lisesi	1041	31800	27,02	24,78	669,47



Şekil 6.9 169 numaralı Balçova-Halkapınar Metro hattı için modelden elde edilen sonuçların yolcu sayımlarıyla karşılaştırması



Şekil 6.10 7 Numaralı Sahilevleri- Konak hattı için modelden elde edilen sonuçların yolcu sayımlarıyla karşılaştırması

6.3 Doğrusal Hedef Programlama Hesap Modelinin Geliştirilmesi

Çalışmanın sonraki aşamasında ise DHP modelinin kurulması amacıyla modele ait karar değişkenleri, sistem kısıtları, hedef kısıtları ve başarı (amaç) fonksiyonları belirlenmiştir.

6.3.1 Karar Değişkenlerinin Belirlenmesi

Modele ait karar değişkenleri, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattının (Tablo 4.2) sabah 07:00-09:00 saatleri arasında yapması gereken sefer sayısı olarak kabul edilmiştir.

6.3.2 Sistem Kısıtlarının Belirlenmesi

Çalışma süresince kesimlerden geçen otobüs hatlarının toplam kapasitesinin kesimlerdeki yolcu talebini karşılaması gerekliliği ise modelin sistem kısıtı olarak tanımlanabileceğine rağmen kurulan modeldeki temel amacın kesimlerdeki atıl(kullanılmayan) kapasitenin minimize edilmesi olmasından dolayı, oluşturulan denklemlere sapma değişkenleri eklenerek bu kısıtlar birer hedef kısıtı haline getirilmiştir.

6.3.3 Hedef Kısıtlarının Belirlenmesi

Çalışma süresince kesimlerden geçen otobüs hatlarının toplam kapasitesinin kesimlerdeki yolcu talebini karşılaması gerekliliği ise modelin birinci hedef kısıtı olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, ulaşım ağındaki bir kesime hizmet veren otobüs hatlarına ait sefer sıklığı ve otobüs taşıma kapasitesinin, kesime ait yolcu talebinden fazla olması gerekmekte ve taşıma kapasitesi ile yolcu talebi arasındaki farkın minimum düzeyde olması gerekmektedir (Denklem 6.1). Bu nedenle birinci kısıtının belirlenmesi için kesimler, hizmet aldıkları otobüs hatlarına göre bölgelere ayrılmış (Tablo 6.7) ve her bölgedeki maksimum yolcu sayısına sahip kesim belirlenmiştir.

$$\sum_1^i C_i X_i + d_i^+ - d_i^- = T_i \quad (6.1)$$

Tablo 6.7 Ulaşım ağı kesim bölgeleri ve hizmet veren otobüs hatları

1	209	12	311
2	8	13	6-7-8-209-305-311-371-554
3	8-209	14	169
4	8-209-554	15	216
5	7	16	6-7-8-169-209-305-311-371-554
6	6	17	6-7-8-12-169-209-305-311-371-554
7	6-7-8-209-554	18	6-7-8-12-169-209-216-305-311-371-554
8	371	19	6-12-169-554
9	305	20	8-216-371
10	305-371	21	8-371
11	6-7-8-209-305-371-554	22	216

Denklem 6.1’ de verilen, C_i “i”nci bölgeyi kullanan otobüslerin araç kapasitesini; X_i , otobüs sefer sıklığını; d_i^+ , otobüs hatlarına ait sefer sıklığı ve otobüs taşıma kapasitesinin, kesime ait yolcu talebini karşılayamaması durumunda oluşacak eksik kapasite değerini; d_i^- ise kesimde sağlanan fazla kapasite değerini (kullanılmayan kapasite) ve T_i “i”nci bölgedeki maksimum yolcu talebini göstermektedir. Daha önce de belirtildiği üzere kesimlerden geçen otobüs hatlarının toplam kapasitesinin kesimlerdeki yolcu talebini karşılaması gerektiğinden modelin sistem kısıt denklemlerinde sadece d_i^- negatif sapma değerleri kullanılmıştır.

Çalışmada oluşturulan modellerde, belirlenen 11 adet hat için işletmenin 07:00-09:00 saatleri arasında tahsis ettiği otobüs sayısı hedef kısıtı olarak dikkate alınmıştır. İşletmenin elinde körüklü ve solo olmak üzere iki tip otobüs bulunduğu için modellerde iki ayrı hedef kısıtı belirlenmiştir (Denklemler 6.2 ve 6.3). Oluşturulan hedef kısıtları, sefer sıklıklarının, ele alınan 07:00-09:00 saatleri arasındaki 120 dakikalık süreçte filodaki toplam otobüs sayısına ve her bir otobüs hattının sefer süresine bağlı olduğunu göstermektedir. Literatürde de benzer çalışmalar mevcuttur (Alp, 2008).

$$\sum_{i=1}^{h_K} \frac{t_i}{T} X_i + d_K^+ - d_K^- = N_K \quad (6.2)$$

$$\sum_{i=1}^{h_S} \frac{t_i}{T} X_i + d_S^+ - d_S^- = N_S \quad (6.3)$$

Denklemler 6.2 ve 6.3 de yer alan t_i , otobüs hatlarının sefer süresini; T , gözlem süresini (120 dk.); h_K , körüklü otobüslerin çalıştığı hat sayısını; h_S , solo otobüslerin çalıştığı hat sayısını; X_i , otobüs sefer sıklığını; N_K , işletmenin belirlenen hatlara tahsis ettiği körüklü otobüs sayısını; N_S , işletmenin belirlenen hatlara tahsis ettiği solo otobüs sayısını; d_K^+ ve d_S^+ , işletmenin kullanmadığı körüklü ve solo otobüs fazlasını d_K^- ve d_S^- , ise işletmenin ihtiyacı olan körüklü ve solo otobüs eksikliğini göstermektedir.

6.3.4 Amaç Fonksiyonlarının Belirlenmesi

Modelde, hedef kısıtlarının eşit öncelikli olacağı kabul edilmiştir. Oluşturulan amaç fonksiyonu, bu iki kısıta ait negatif sapma toplamının minimize edilmesi şeklindedir (Denklemler 6.4). Dolayısıyla, kesimlerde sağlanan fazla kapasite değerinin (kullanılmayan kapasitenin) ve işletmenin ihtiyacı olan körüklü ve solo otobüs eksikliğini minimize edilmesi istenmektedir.

$$Z = \min \left[\sum_{i=1}^i d_i^- + d_K^- + d_S^- \right] \quad (6.4)$$

6.4 Hedef Programlama Modelinin Çözümü

Daha önce bahsedildiği üzere, belirlenen kısıtlar ve amaç doğrultusunda oluşturulan model WinQSB paket programı kullanılarak çözülmüştür. Model sonuçlarına ait bilgiler Sonuçlar ve Öneriler Bölümünde verilmiştir.

6.5 Ampirik Bağntı Hesap Modelinin Geliştirilmesi

Ampirik bağıntıların kullanıldığı yöntemde ise her hattın zirve saat içerisinde maksimum yolcu yükünün bulunduğu kesim belirlenmekte, bu kesimdeki yolcu sayısı ve otobüs kapasitesinden yararlanılarak her hat için optimum sefer sıklığı, önceki bölümde verilen Denklem 5.1 yardımıyla bulunmaktadır (Vuchic,2005).

Denklemlerdeki α_i değeri, otobüslerin en fazla kapasiteye kadar yüklenebileceği öngörüldüğünden “1,0” olarak alınmıştır. Kullanılan araçlar körüklü ve solo otobüsler olduğundan n değeri de “1,0” olarak alınmıştır. Ampirik bağıntılardan elde edilen sefer sıklıklarının DHP yöntemiyle elde edilen sefer sıklıklarıyla karşılaştırılması istendiğinden zirve saat katsayısı “1,0” olarak kullanılmıştır. Sefer sıklıkları modellenecek hatların sabah zirve saati için tasarım hacimleri Tablo 6.6' da verilmiştir.

6.6 Model Sonuçları

Tez çalışması kapsamında İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattı seçilmiş, sabah zirve saati (07:00-09:00) içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek uygun otobüs sefer sıklıkları Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntı ile belirlenmiştir. Az sayıda otobüs hattının hizmet verdiği ve yolcu sayısının az olduğu kesimlerde, yolcuların bekleme sürelerinin makul bir değere çekilmesi gerektiğinden tüm otobüs hatları için minimum 30 dakika sefer aralığı kısıtı konularak mevcut sefer sıklık değerleriyle karşılaştırılmıştır (Tablo 6.8).

DHP model sonuçları incelendiğinde, Narlıdere, Güzelbahçe gibi kent merkezine daha uzak ve yolcu sayısının az olduğu kesimlere hizmet veren otobüslerin (6-7-8-554) sefer sıklıklarının, kent merkezine daha yakın ve yolcu sayısının fazla olduğu kesimlere hizmet veren otobüslerin (169-12) sefer sayılarına göre oldukça az olduğu görülmektedir. Böylece DHP yöntemi ile bu kesimlerde kullanılmayan kapasitenin en aza indirilmesi sağlanmıştır.

Tablo 6.8 Mevcut ve modellenen sefer sıklıkları

Hat No	Hat Adı	Uygulanan	DHP Yöntemi	Ampirik Bağntı
6	Arıkent-Halkapınar Metro	4	4	4
7	Sahilevleri-Konak	5	4	4
8	Güzelbahçe-Halkapınar Metro	6	4	5
12	F.Altay-Halkapınar Metro	8	11	4
169	Balçova-Halkapınar Metro	24	8	12
209	Zeytinalanı-Konak	6	4	4
216	Oyak Sitesi-Halkapınar Metro	8	5	4
305	Atatürk Mah.-Konak	4	4	4
311	İnciraltı-Konak	8	4	4
371	Narbel-Halkapınar Metro	6	4	5
554	Narlıdere-Halkapınar Metro	8	4	6
Toplam :		87	56	56
Atıl Kapasite :		37.456	12.270	15.756

Mevcut sefer sıklıkları ile DHP yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında DHP'nin, 12 numaralı hat haricinde, genellikle uygulamadan daha düşük sefer sıklığı verdiği görülmektedir. 30 dakikalık minimum sefer aralığının sağlandığı koşulda dahi toplam atıl kapasite, uygulamanın üçte birine inmiştir. Körüklü otobüslerin yolcu yoğunluğunu dikkate alacak şekilde sisteme katılması da bu sonuç üzerinde etkilidir. Güzergâhı F.Altay Meydanı'ndan başlayan 12 no'lu hattın, yolcu sayısının fazla olduğu Konak-Alsancak bölgesine hizmet vermesi daha yüksek sefer sıklığı ile karşılaşılmasına neden olmuştur.

Ampirik bağntı ise toplamda DHP sonuçlarıyla aynı fakat mevcut durumun çok daha altında sefer sayısı vermektedir. Toplam sefer sayısı aynı olmasına rağmen toplam atıl kapasite DHP yönteminden daha yüksektir. Atıl kapasiteyi oldukça

düşürebilecek olan bu yaklaşımın en olumsuz yönü mevcut otobüs sayısını dikkate almayıdır. Yükleme parametresinin tamamen uygulayıcının tercihine bırakılması da ampirik bağıntıdan elde edilen sonuçların yolcu konforunu yeterince dikkate almadığı sonucuna götürmektedir.

Çalışma kapsamında modellenen otobüs hatlarının sefer süreleri oldukça yüksektir ve hatların çoğu kesimlerinde kullanılmayan kapasiteler bulunmaktadır. Ayrıca sefer sıklığı modellenen otobüs hatlarının tamamının Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'nda çakıştığı görülmektedir. Dolayısıyla daha etkin bir otobüs sistemi için uygun bir noktada aktarma merkezi kurularak kentin dış bölgelerinden gelen yolcuların bu noktada aktarma yaparak şehir merkezine giriş yapmaları, daha tutarlı sefer sıklıkları elde edilmesi bakımından gereklidir. Ayrıca DHP yönteminde 12 Numaralı F.Altay-Halkapınar Metro Hattına ait sefer sıklığının diğer hatlara göre fazla olması da bu uygulamayı işaret etmektedir.

Takip eden çalışmalarda, ele alınan otobüs hat sayısının artırılarak ve daha fazla güne ait yolculuk verileri toplanarak çalışma kapsamının genişletilmesi düşünülmektedir. DHP modellerinin kurulması hat sayısı ve kısıtlar arttıkça zorlaşmaktadır. Çeşitli bilgisayar programları oluşturularak DHP modelinin veri girişi ve senaryo denemeleri açısından daha kolay kullanılabilir hale getirilmesi gerekmektedir. Kurulan DHP modeli daha çok toplu taşıma altyapısının maksimum verimlilikte kullanılmasına yönelik olduğundan, elde edilen sonuçlar her bir hatta kullanılan otobüs sayısını minimizasyonunu ön plana çıkarmıştır. Doluluk oranlarının gerçekçi bir şekilde gözlemlenerek konfor unsurunun ön plana çıkarıldığı bir yaklaşım ve dolayısıyla konfor unsuruna yönelik yeni kısıtlar, çalışmanın ilerleyen aşamalarında geliştirilecektir.

BÖLÜM YEDİ

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında ilk olarak akıllı kart sistemleri ile ücret toplama sistemleri incelenmiş ve elde edilen verilerin ulaşım planlamasında nasıl kullanılabilceği ve toplu ulaşım OD matrisi nasıl elde edilebileceği üzerinde durulmuştur. Daha sonra ise çeşitli sefer çizelgeleme yöntemleri incelenmiş ve İzmir kenti güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattı için, sabah zirve saati (07:00-09:00) içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek uygun otobüs sefer sıklıkları Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntı ile belirlenmiştir. Ayrıca İzmir kentindeki otobüs toplu taşımacılığı ve altyapısının oluşturan duraklar, otobüs hatları, garajlar ve aktarma merkezleri incelenmiş ve akıllı kart verilerinin analizleri yapılarak sistem hakkında fikir verecek bazı bulgular elde edilmiştir. Bu çalışmaların ışığında genel olarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Akıllı kart verilerinin çeşitli yazılım ve algoritmalarla değerlendirilmesi ulaşım planlamasında kullanılacak hatların yönlerine göre saatlik bazda duraklardan aldığı yolcu sayıları, aktarmalı biniş yapan yolculuk miktarı, aktarma merkezleri ve duraklardaki yolcu yoğunluklarının gün içerisindeki saatlik değişimi gibi bilgiler elde edilmiştir. Ayrıca bu bilgilerden bazıları sefer sıklıklarının belirlenmesinde de kullanılmaktadır.

Kent içi ulaşım planlama çalışmalarında ulaşılmak istenen temel çıktılardan biri de O-D Matrisi olarak adlandırılan başlangıç-bitiş matrisidir. Elde edilen matris daha önceden belirlenmiş başlangıç ve bitiş noktaları arasında ne kadar sayıda yolculuğun yapıldığını göstermektedir. Toplu ulaşım O-D matrisi ancak klasik dört aşamalı talep modelinin ilk üç aşaması tamamlandıktan sonra elde edilebilmekte, bunun için de hanehalkı ulaşım anketleri ve türel dağılım da dâhil olmak üzere çok büyük maliyet ve emek gerektiren aşamalar uygulanmaktadır. Akıllı kart verileri ile toplu ulaşımında düzenli yolculuklara ait O-D matrisinin geliştirilmesi emek ve maliyeti büyük ölçüde azaltacaktır.

Tez çalışması kapsamında Akıllı kart verileriyle (10.05.2011) kişi-mahalle-ilçe bazında yolculuk talebinin belirlenmesi çalışması ile temel bazı analizler yapılmıştır. İlerleyen aşamalarda verinin farklı tarihler ve daha uzun periyodlar için değerlendirilmesi ile daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Kişi yolculuk rotalarının hat bazında da incelenebilir. Bu şekilde hat planlamasına altlık oluşturacak, yolcu odaklı akılcı bir yöntem geliştirilebilir. Çalışmada belirli bölgeler için pilot uygulama yapılmıştır. Çalışmanın ileriki aşamalarında kent bütünü için bu çalışmaların oluşturulması sistematik bir yaklaşım sunması ve geliştirilebilmesi açısından ipuçlarının yakalanmasına olanak sağlayacaktır.

Sefer sıklıklarının belirlenmesi için otobüs hatlarının kullandığı duraklar arasındaki kesimlerin yolcu yüklerinin bulunması gereklidir. Bunun için sabah zirve saati içinde belirlenen bölgede hizmet veren otobüs hatlarında yolcu iniş-biniş sayımı ve çeşitli gözlem çalışmaları yapılmıştır. Literatürde de araç içi ve durak bazlı olmak üzere iki çeşit yolcu yükü ölçüm yönteminin olduğu görülmüştür. Bu işlemler hem uzun zaman alıcı ve sadece sınırlı sayıda otobüs hattı için yapılabilecek çalışmalardır. Akıllı kart verileri ile kullanıcıların bireysel düzeyde biniş bilgileri takip edilerek hangi noktalar arasında yolculuk yaptıklarının tahmin edilebilir. Bu bilgiler otobüs bilgileri ile birleştirilerek otobüs bazında duraklarda iniş yapan yolcu sayılarına ve kesimler arasındaki doluluk oranlarına ulaşılabilir.

Mevcut sefer sıklıkları ile DHP yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında DHP'nin, 12 numaralı hat haricinde, genellikle uygulamadan daha düşük sefer sıklığı verdiği görülmektedir. 30 dakikalık minimum sefer aralığının sağlandığı koşulda dahi toplam atıl kapasite, uygulamanın üçte birine inmiştir. Çalışmada sabah zirve saatindeki toplam yolculuk değerleri kullanılarak sefer sıklıkları belirlenmiştir. Gözlemler sonucunda sabah zirve saati içinde bile çok farklı doluluk oranlarına sahip otobüslerin bulunduğu belirlenmiştir. Kurulan DHP modeli daha çok toplu taşıma altyapısının maksimum verimlilikte kullanılmasına yönelik olduğundan, elde edilen sonuçlar her bir hatta kullanılan otobüs sayısını minimizasyonunu ön plana çıkarmıştır. Doluluk oranlarının gerçekçi bir şekilde gözlemlenerek konfor

unsurunun ön plana çıkarıldığı bir yaklaşım ve dolayısıyla konfor unsuruna yönelik yeni kısıtlar geliştirilebilir.

Sefer sıklığı sonuçları incelendiğinde yüksek yolcu yoğunluğuna sahip 169 numaralı Balçova-Halkapınar Metro hattında DHP yöntemi ile elde edilen sıklık değerinin mevcut duruma göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi sabah zirve saatinde belirli bir doluluğa ulaştıktan sonra bu hatta yolcu yüklemesi yapılmamasıdır. Yani bu hattın Mustafa Kemal Sahil Bulvarından yolcu almadığı söylenebilir. Bu sonuçlar irdelendiğinde yüksek yoğunluklu bölgelerden kent merkezine olan talebi karşılamak için ekspres hatların açılması uygun olduğu sonucuna varılabilir.

Tez çalışması kapsamında İzmir kenti güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren 11 adet otobüs hattı ele alınmıştır. Otobüs hat sayısının artırılarak ve daha fazla güne ait yolculuk verisi toplanarak çalışma kapsamının genişletilebilir. DHP modellerinin kurulması hat sayısı ve kısıtlar arttıkça zorlaşmaktadır. Çeşitli bilgisayar programları oluşturularak DHP modelinin veri girişi ve senaryo denemeleri açısından daha kolay kullanılabilir hale getirilmesi gerekmektedir.

Sefer sıklığı modellenen otobüs hatlarının tamamının Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'nda çakıştığı görülmektedir. Dolayısıyla daha etkin bir otobüs sistemi için uygun bir noktada aktarma merkezi kurularak kentin dış bölgelerinden gelen yolcuların bu noktada aktarma yaparak şehir merkezine giriş yapmaları, daha tutarlı sefer sıklıkları elde edilmesi bakımından gereklidir. Ayrıca DHP yönteminde 12 Numaralı F.Altay-Halkapınar Metro Hattına ait sefer sıklığının diğer hatlara göre fazla olması da bu uygulamayı işaret etmektedir. Akıllı kart bilgilerinin analizlerinin yapıldığı bölümde de elde edilen sonuçlar irdelendiğinde özellikle vapur ve banliyö sistemi bağlantılı aktarma noktalarının etkinliği olduğu düşüktür. Otobüs hatlarının bu sistemlere entegre olacak şekilde oluşturulması hem bu noktalardaki aktarma sayılarını hem de vapur ve banliyö sistemini kullanan yolcu sayısını arttıracaktır.

Banliyö sistemine entegrasyonu sağlayan aktarma noktalarının çoğunluğunda ve yüksek yolcu yoğunluğu bulunan duraklarda fiziki alan yetersizliği bulunmaktadır. Planlama aşamasında dikkate alınmayan bu faktör mevcut durumda birçok sıkıntıya neden olmaktadır. Tez kapsamı dışında tutulan bu durumun çözüümü için daha detaylı etütler yapılması gerekmektedir.

Tez çalışması sonucunda Yöneylem Araştırması'nın çalışma konuları içerisinde yer almakta olan "Doğrusal Hedef Programlama" nın ulaşım mühendisliğinde de kullanışlı bir yöntem olduğu da ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Agard, B., Morency, C., & Trepanier, M. (2006). Mining public transport user behaviour from smart card data. In: 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing - INCOM 2006, Saint-Etienne, France, May 17-19.
- Alp, S. (2008). Doğrusal hedef programlama yönteminin otobüsle kent içi toplu taşıma sisteminde kullanılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, (13), 73-91.
- Banks, J. H. (1990). Optimal headways for multi-route transit systems. *Journal of Advanced Transportation*, (24), 127–154.
- Ceder, A.(2007). *Public Transit and Operation. Theory, Modelling and Practice*(1. Edition) UK: Butterworth-Heinemann.
- Charnes, A., Cooper, W. W. ve Ferguson, R. O. (1955). Optimal estimation of executive ompensation by linear programming. *Management Science*, (1), 138-151.
- Charnes, A. ve Cooper, W. W. (1961). *Management models and industrial applications of linear programming*. NY: Wiley & Sons.
- Çakır, E. (2002). *Hedef Programlama*. 10 Mart 2012, www.slideshare.net/cakirengin/hedef-programlama-presentation.
- Deakin, E., & Kim, S. (2001). Transportation Technologies: Implications for Planning. University of California Transportation Center, Paper, 536, 27.

Deri, A., ve Kalpakcı, A. (2012). Akıllı Kart Bilgileriyle Kişi-Mahalle-İlçe Bazında Yolculuk Talebinin Belirlenmesi. ESHOT Genel Müdürlüğü, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Ulaşım Genel Koordinasyon Şube Müdürlüğü: İzmir.

Deri, A., Özuysal, M., Koçer ,U. ve Çalışkanelli, S. P,(2011). Kentiçi otobüs işletiminde sefer çizelgeleme optimizasyonu, 9. *Ulaştırma Kongresi Bildiriler Kitabı*, 233-244.

Evren, R. ve Ülengin, F. (1992). *Yönetimde çok amaçlı karar verme*. İstanbul: İTÜ Matbaası.

Furth, P. G. ve Wilson, W. H. M. (1981). Setting frequencies on bus routes: Theory and practice. *Transportation Research Record*, (818), 1–7.

Haghani A., Banihashemi M. ve Chiang K.(2003). A comparative analysis of bus transit vehicle scheduling models. *Transportation Research Part B* ,37, 301–322.

Ignizio, J. P. (1976). *Goal programming and extensions*. Lexington: Lexington Books.

Ignizio, J. P. (1985). *Introduction to linear goal programming* (2. Baskı). CA: Duxbury Press.

İzmir Büyükşehir Belediyesi,ESHOT Genel Müdürlüğü[ESHOT](2012a). *Eshot Genel Müdürlüğü 2011 -Faaliyet Raporu*. İzmir: Ulaşım Dairesi Başkanlığı.

İzmir Büyükşehir Belediyesi,ESHOT Genel Müdürlüğü[ESHOT](2011a). *Eshot Genel Müdürlüğü 68 Yıllık Ulaşım Serüveni*. İzmir: Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

İzmir Büyükşehir Belediyesi,ESHOT Genel Müdürlüğü[ESHOT](2011b). *Eshot Genel Müdürlüğü 2012 Yılı Performans Programı Raporu*. İzmir: Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

İzmir Büyükşehir Belediyesi,ESHOT Genel Müdürlüğü[ESHOT](2009). *Eshot Genel Müdürlüğü 2010-2014 Stratejik Planı Raporu*. İzmir: Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

İzmir Büyükşehir Belediyesi, Eshot Genel Müdürlüğü [ESHOT]. (b.t). *Bu durak "çok akıllı"*. 14 Nisan 2012, <http://www.eshot.gov.tr/HaberDetay.aspx?ID=226>.

İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzban A.Ş. [İZBAN]. (b.t). *Hakkımızda*. 8 Ekim 2011, <http://www.izban.com.tr/Sayfalar/Single.aspx?Page=22>.

İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzdeniz A.Ş. [İZDENİZ]. (b.t). *Hakkımızda*. 8 Ekim 2011, <http://www.izdeniz.com.tr/Pages/Single.aspx?id=42>.

İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir Metro A.Ş (2011). *İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir Metro A.Ş*. İzmir: Ulaşım Dairesi Başkanlığı.

İjiri, Y. (1965). *Management goals and accounting for control*. Amsterdam: North-Holland.

Kalpıkcı, A.(2012). Ara Toplu Taşıma Sistemlerinin Şehirçi Otobüs Hatları ile Entegrasyonu, YayınlanmamışYüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kayserilioğlu,S.(2011).*Osmanlıda ulaşımın serüveni II*. İstanbul: Görsel Dizayn Ofset

Khasnabis, S. ve Rudraraju, R. K. (1997). Optimum bus headway for preemption: A simulation approach. *Transportation Research Record*, (1603), 128–136.

- Keskin, A.(1992). *Toplu Taşıma Sistemleri*. İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.
- Kocadağlı, O. (2005). *Doğrusal hedef programlama ile bütçeleme*. 20 Şubat 2012. www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o18s2.pdf.
- Koutsopoulos, H. N., Amedeo, R. O. ve Wilson, N. H. M. (1985). Determination of headways as a function of time varying characteristics on a transit network. *Computer Scheduling of Public Transport 2*, 391–413.
- LeBlanc, L. J. (1988). Transit system network design. *Transportation Research*, (22B), 383–390
- Lee, S. M. (1972). *Goal programming for decision analysis*. Philadelphia: Auerback.
- Morency, C., Trepanier, M., & Agard, B. (2006).Analysing the variability of transit users behaviour with smart card data. In: The 9th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems - ITSC 2006, Toronto, Canada, September 17-20.
- Munizaga, A.M., & Palma, C.(2012). Estimation of a disaggregate multimodal public transport Origin–Destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile. *Transportation Research Part C*, 24, 9–18
- Oral, Y. (2012). Eshot otobüsleri işletme optimizasyonu ve hat planlama önerileri sonuç raporu (Taslak). *ESHOT Otobüs hatlarını geliştirme amaçlı planlama projesi “Danışmanlık Hizmeti”*, İzmir.
- Ozan, T. (1986). *Applied mathematical programming for engineering and production management*. New Jersey: Prentice-Hall.

- Öztürk, A. (2007). *Yöneylem araştırması* (Genişletilmiş 9. Baskı). Bursa: Ekin Kitabevi.
- PARK, J.Y., & Kim, D. J. (2008). The Potential of Using the Smart Card Data to Define the Use of Public Transit in Seoul. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2063, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC, pp. 3-9.
- Pelletier, M. P., Trépanier, M., & Morency, C.(2011). Smart Card Data Use in Public Transit: A Literature Review, *Transportation Research Part C*, 19, 557-568.
- Schniederjans, M. J. (1984). *Linear goal programming*. New Jersey: Petrocelli Books.
- Steuer, R. E. (1986). *Multiple criteria optimization: Theory, computation and application*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Sun C., Zhou W. ve Wang Y.(2008). Scheduling combination and headway optimization of bus rapid transit. *Systems Engineering And Information Technology*,8(5), 61-67.
- Topçu, İ. (2000). *END 331 Yöneylem araştırması ders notları*. İstanbul: İTÜ Matbaası.
- Trepanier, M., Morency, C, & Blanchette, C.(2009). Enhancing Household Travel Surveys Using Smart Card Data, 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, 15 p. (CD-ROM).
- Trepanier, M., Tranchant, N., & Chapleau, R.(2007). Individual Trip Destination Estimation in a Transit Smart Card Automated Fare Collection System, *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*.11(1), 1-14.

Uludağ , N. (2010). *Bulanık Optimizasyon ve Doğrusal Hedef Programlama Yaklaşımları ile Otobüs Hatlarının Modellenmesi*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Utsunomiya, M., Attanucci, J., & Wilson, N., (2006). Potential Uses of Transit Smart Card Registration and Transaction Data to Improve Transit Planning, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1971, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC, pp. 119-126, (2006).

Vuchic, R. V. (2005). *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*. New Jersey: John Wiley and Sons Inc.

Wirasinghe, S. C. (2003). Initial planning for urban transit systems. In advanced modeling for transit operations and service planning. *Elsevier Science*, 1–29.

WONG, S. C., & Tong, C.O.(1998). Estimation of Time-Dependent Origin-Destination Matrices for Transit Networks. *Transportation Research Part B*, 32, 35-48.

Yua B., Zhongzhen Y., Suna X., Yaob B., Zenga Q. ve Jeppesenc E.(2011). Parallel genetic algorithm in bus route headway optimization. *Applied Soft Computing*, 11(8), 5081-5091.