

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

AKILLI BuKART VERİLERİ İLE HAT PLANLAMA

Yüksek Lisans Tezi

İBRAHİM AY

İSTANBUL, 2012

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

AKILLI BuKART VERİLERİ İLE HAT PLANLAMA

Yüksek Lisans Tezi

İBRAHİM AY

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

İSTANBUL, 2012

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

Tezin Adı :Akıllı BuKART Verileri İle Hat Planlama
Öğrencinin Adı Soyadı :İbrahim AY
Tez Savunma Tarihi :27.04.2012

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Yrd. Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdür Vekili

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

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü

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

Jüri Üyeleri	İmzalar
Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Yrd. Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN

TEŐEKKÖR

Tezimin her aşamasında bilgi, gÖrüş ve desteğini benden esirgemeyen, her tÖrlÖ zorlukta yanımda olan değerli danıŐman hocam Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN'e bÖlÖm hocalarımdan Prof. Dr. Mustafa ILICALI ve Öğr. Gör. Dr.NilgÖn CAMKESEN'e, bana YÖksek Lisans olanağını sunan Bursa BÖyÖkŐehir Belediyesi'ne, ayrıca mesai arkadaşlarımdan Ersel YILMAZDAMAR'a teŐekkÖrÖ bir borç bilirim.

ÖZET

AKILLI BuKART VERİLERİ İLE HAT PLANLAMA

İbrahim AY

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

Mayıs 2012, 55 sayfa

Ülkemizde gerek doğum oranının fazla oluşu, gerekse kırsal kesimlerden kent merkezlerine göçün etkisiyle kentlerde oluşan nüfus yoğunlaşmaları, bir takım alt yapı sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Ulaşım zorluğu ve trafik sıkışıklığı yerel yönetimlerin çözmeye çalıştıkları bu sorunların başında gelmektedir.

Son zamanlarda bir çok kentimizde kullanılmaya başlanan Akıllı Kartlar ile oluşturulan veri setlerinin şehir içi toplu taşıma sisteminin planlanmasında kullanılması bu çalışmanın ana hedefini oluşturmaktadır. Bu bağlamda Bursa da elektronik ücret toplamada kullanılan BuKART verilerinden hareketle örnek bir hat planlaması yapılmıştır.

Çalışmanın sonunda ise, ele alınan konular genel olarak değerlendirilmiş olup, Akıllı Kart ile elde edilen verilerin toplu taşıma sistemlerinin planlanmasında aktif kullanılmasının önemine vurgu yapılarak çalışma sonlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bursa, Toplu Taşıma Sistemi, Akıllı Kart, Hat Planlama.

ABSTRACT

ROUTE PLANNING WITH SMART CARD DATA

İbrahim AY

Urban Systems and Transportation Management
Supervisor: Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

May 2012, 55 pages

In our country, overpopulation in the urban areas which is caused by both high birth rate and emigration from rural areas to urban areas has caused various problems. Transport difficulties and traffic jam are primary major problems which local governments have been trying to solve.

The main goal of this study is the use of the data from smart cards, being recently used in many of our cities, for inner-city-public transport system. In this sense, a sample route planning has been made by using this card data in Bursa.

At the end of the study, these problems are discussed in general and active use of Smart Card data for planning of public transport systems is emphasized.

Keywords: Bursa, Public Transport System, Smart Card, Route Planning

İÇİNDEKİLER

TALOLAR.....	viii
ŞEKİLLER.....	ix
KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 AMAÇ VE KAPSAM	1
2. KAYNAK BİLGİSİ.....	3
3. AKILLI KARTLAR VE TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE KULLANIMI	6
3.1 AKILLI KARTLAR.....	6
3.1.1 Akıllı Kart Çeşitleri.....	7
3.1.2 Akıllı Kartların Kullanım Alanları.....	8
3.2 TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE AKILLI KART KULLANIMI..	9
3.2.1 Elektronik Ücret Toplama Sistemi	11
3.2.2 Bursa Toplu Taşıma Sistemi Ve BuKART Örneği.....	14
4. AKILLI KART VERİLERİNDEN ALINABİLECEK RAPOR ÖRNEKLERİ.....	16
4.1 YOLCULUK SAYISI RAPORLARI.....	16
4.1.1 Hat Yoğunluk Raporu.....	16
4.1.2 Aylık Periyotlarda Yolculuk Sayısı.....	18
4.1.3 Kurum Bazında Yolculuk Sayıları.....	19
4.2 BuKART KULLANIM RAPORLARI.....	20
4.2.1 Kişiselleştirilmiş Yolcu Profillerinin Tespiti.....	20
4.3.2 Günlük BuKART Hareket Raporu.....	22
4.3 MOD DEĞİŞİM RAPORU.....	23
4.4 DURAKLARLA İLGİLİ ANALİZLER.....	25
5. AKILLI KART VERİLERİ İLE HAT PLANLAMA.....	28
5.1 HAT PLANLAMA SÜRECİ.....	28
5.2 PLANLAMAYA KONU HATTIN ANALİZİ.....	32
5.2.1 Yolcu Sayısı Dağılımı.....	33

5.2.2 Araç Tipi Ve Kapasite Kullanımı.....	39
5.2.3 Duraklar Bazında Yolcu Biniş Dağılımı.....	41
5.3 PLANLANAN DURUM RAPORLARI.....	43
5.3.1 Araç Atamalarının Yapılması.....	45
5.4 FAYDA - MALİYET ANALİZİ.....	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKÇA.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	54

TABLULAR

Tablo 4.1: Doğu bölgesi hatları yolcu sayısı istatistiği.....	17
Tablo 4.2: 2011 yılı ortalama günlük yolcu sayısının aylık dağılımı.....	18
Tablo 4.3: Akıllı bilet kullanılan tüm araçlardaki aylık (Mayıs 2011) taşınan yolcu sayısı.....	19
Tablo 4.4: Kişiselleştirilmiş BuKART istatistikleri (Raporlama tarihi: 25.01.2012).....	21
Tablo 4.5: BuKART hareket bilgileri.....	22
Tablo 4.6: BursaRAY Acemler istasyonunda ki yolcu biniş sayıları.....	24
Tablo 4.7: 6/A Hattındaki duraklardan binen yolcu sayısı oranları.....	26
Tablo 5.1: D/2-A Hattı gidiş - dönüş yolcu sayıları (10-16 Ekim 2011).....	33
şekil 5.3: D/2-A Hattı haftalık yolcu sayısı grafiği (10-16 Ekim 2011).....	34
Tablo 5.2: D/2-A Hattı yolcu dağılımı, tur sayısı ve araç kapasitesi açısından mevcut durum analiz tablosu (10-16 Ekim 2011).....	35
Tablo 5.3: Araç tipi ve kapasiteleri.....	39
Tablo 5.4: Araç kapasite kullanım oranı.....	40
Tablo 5.5: Güzergahtaki duraklar bazında yolcu istatistiği.....	42
Tablo 5.6: D/2-A Hattında kullanılan araç tipi ve tur sayısı raporu.....	44
Tablo 5.7: Araç atamasında kapasite kriterleri tablosu.....	45
Tablo 5.8: D/2- A Hattının planlanmış hali.....	46
Tablo 5.9: Birim km maliyet tablosu.....	48
Tablo 5.10: Planlama durumunda ki ekonomik kazancı gösterir tablo.....	48

ŞEKİLLER

Şekil 3.1: Akıllı kart çeşitleri.....	7
Şekil 3.2: Toplu taşıma sistemlerinde kullanılan akıllı kart örnekleri.....	10
Şekil 3.3: Elektronik ücret toplama sisteminin şematik gösterimi.....	11
Şekil 3.4: Bütünleşik bilet sistemine tabi toplu taşıma araçları.....	14
Şekil 5.1: Hat planlama süreci.....	31
Şekil 5.2: D/2-A Hattı güzergahı.....	32
Şekil 5.3: D/2-A Hattı haftalık yolcu sayısı grafiği (10-16 Ekim 2011).....	34

KISALTMALAR

BBB	:	Bursa Büyükşehir Belediyesi
BELBİM A..	:	İstanbul Belediyesi Bilgi - İşlem Enerji Sanayi ve Ticaret A..
BOİ	:	Bursa Otobüs İşletmesi (Toplu Taşıma Şube Müdürlüğü)
BUAP	:	Bursa Ulaşım Ana Planı
BuKART	:	Bursa Kart (Akıllı Bilet)
BursaRAY	:	Bursa Metrosu (Hafif Raylı Sistem Metrosu)
BURULAŞ	:	Bursa Ulaşım Toplu Taım İşletmeciliği Sanayi ve Ticaret A..
KGS	:	Kartlı Geçiş Sistemi
OGS	:	Otomatik Geçiş Sistemi
HO	:	Özel Halk Otobüsleri
SIM	:	Subscriber Identity Module (Abone Kimlik Modülü)
UKOME	:	Ulaşım Koordinasyon Merkezi

1. GİRİŞ

Dünya'da ki nüfus artışı ve gelişen teknoloji sonucu artan hareketlilik gereksinimi, kentler üzerinde önemli sonuçlara neden olmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak yaşanan hızlı ve plansız kentleşmeler, bazı kentlerde ki nüfus patlamaları ve hızlı artan taşıt sayısı beraberinde önemli sosyal ve yönetsel sorunlar getirmiştir. Bu sorunların en önemlilerinden birisi ulaşım sorunu olması, toplu taşımacılık bilincinin oluşmasını ve kentiçi ulaşımında toplu taşımacılığa ağırlık verilmesini gerektirmiştir.

Ülkemizde 1950'li yıllardan sonra başlayan kentlere göç, ne yazık ki halen devam etmektedir. 50 yıl önce kent nüfusu toplam nüfusun yüzde 17 seviyesinde iken, 2000'li yılların başında bu oran yüzde 70'e dayanmıştır. Nüfus artışının yanında ülkemizin ekonomisi de gelişmesi ve buna bağlı olarak nüfus başına düşen araç sayısının artması kentlerimizde ulaşım sorununu da beraberinde getirmiştir. Kısıtlı yol kaynağına sahip büyükşehir belediyelerinin sınırları içerisinde, özel araç sayısı her yıl yaklaşık yüzde 10 oranında artması, kenti içi ulaşımında toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ve planlanmasındaki önemini ortaya çıkarmıştır (Keleş 2004).

Sonuç olarak; büyük kentlerdeki trafik sorununun çözümü büyük ölçüde toplu taşıma sorunlarının çözümüne bağlıdır. Toplu taşıma sistemleri çözümlerinde ise yapılan çalışmaların ekonomik ve sürdürülebilir olmasında mevcut hatların sağlıklı planlanması oldukça önemlidir. Planlamanın yapılabilmesi için yolculuk taleplerinin doğru analiz edilmesi gerektiğinden, bu aşamada daha bilimsel, sistematik çözümlerin üretilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda da ücret toplamada kullanılan akıllı biletlerde ki binişlerden elde edilen verilerin, veri madenciliği prensipleri doğrultusunda iyi analiz edilmesi ve planlamada işe yarar hale getirilmesi gerekmektedir.

1.1 AMAÇ VE KAPSAM

Bu çalışmanın temel amacı; elektronik ücret toplama sisteminde kullanılan akıllı biletlerden elde edilen verilerin, toplu taşıma sistemlerinin planlanmasında sağlayacağı katkıyı göstermektir.

Çalışma kapsam olarak 6 ana başlıktan oluşmakta olup ilk iki başlıkta trafik ve ulaşım sorunlarında toplu taşıma sistemlerinin önemi ve toplu taşımada kullanılan akıllı kartlarla ilgili genel açıklamalar yapılmış ayrıca kaynak araştırmasına yer verilmiştir. Üçüncü başlıkta ise akıllı kartların tanımlanması, çeşitleri ve kullanım alanlarına değinilerek elektronik ücret toplama sisteminin işleyişine değinilmiştir. Ayrıca pratik incelemeye konu Bursa toplu taşıma sistemi hakkında kısa bilgilendirme yapılmıştır.

Dördüncü başlıkta ise elektronik ücret toplama sisteminde kullanılan akıllı biletlerden elde edilen verilerden ne tür raporların alınabileceği hususunda örneklere yer verilmiştir. Özellikle tezin ana konusunu oluşturan, yolcu biniş verileri kullanılarak hazırlanan raporların, hat planlamada nasıl kullanılabilceği ise beşinci bölümde anlatılmıştır. Son olarak altıncı bölümde, yapılan çalışma sonucu elde edilen çıkarımlar, sonuçlar aktarılarak bazı önerilerin yapılmasıyla tez çalışması tamamlanmıştır.

2. KAYNAK BİLGİSİ

Türk Dil Kurumu'nun hazırlamış olduğu Bilim ve Sanat Terimleri Ana Sözlüğü'ne göre Toplu Taşıma, "bir kent halkının ulaşım gereksinimlerinin özel taşıt, dolmuş ve küçük binit yada altulaşım gibi kısa sürede çok insan taşımaya elverişli büyük taşıma araçlarıyla karşılanmasını içeren ulaşım dizgesi" olarak tanımlanmıştır. İngilizce ifadesi "public transportation" şeklindedir.

Bilimsel olarak Toplu Taşıma ise, belirli ve sabit bir güzergâhı olan, fiyatı bilinen, zaman tarifesi olan, kullanmak isteyen herkesin yararlanabileceği, kentiçi yolcu taşımada kullanılan sistemlerin genel adıdır. Toplu taşıma sistemlerinin temel amacı "taşıtların değil insanların taşınmasıdır". Bu amacı en iyi şekilde gerçekleştirebilmek ise toplu taşıma sistemi ile mümkündür (İlcalı vd. 2011).

Toplu taşıma, kent içerisinde genel mobilitayı sağlama, istihdam ve eğitim ile ilgili imkânlarla ulaşabilmeyi kolaylaştırma, sürdürülebilir bir kent yapısını oluşturma ve otomobil kullanımı sonucu oluşan kirlilik ve tıkanıklık düzeyini azaltma açısından önemli fırsatlar doğuran bir ulaşım türüdür (Benk ve Akdemir 2010).

Bu çalışma, içerik olarak toplu taşımanın genel yapısından ziyade, toplu taşıma sistemlerinde kullanılan elektronik ücret toplama sisteminin yapısı ve akıllı bilet kullanımı sonucu toplanan verilerin doğasına yoğunlaşmaktadır.

Bu bağlamda öncelikle akıllı kartların yapısı ve çeşitleri hakkında daha önce yapılmış tez çalışmaları incelenmiştir.

İstanbul Belediyeleri Bilgi-İşlem Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş. (BELBİM A.Ş.)'nin internet sitesinde, toplu taşıma sistemlerinde ücret toplamada kullanılan elektronik ücret toplama sistemi hakkında gerek teknik, gerekse kullanımla ilgili bilgiler bulunmaktadır.

Kişinin özlük bilgilerinin tutulmasında kullanılan akıllı kartlardaki fonksiyonların artırılması, aynı kart üzerinde kredi kartı özelliği gibi farklı işlevlerle ilgili tasarım

örneği sunan Őanlı (2007)'da akıllı kart çeşitleri ve kullandığı alanlarla ilgili geniş bilgiler vermiştir.

Nakit kullanımına alternatif teşkil eden elektronik ödeme araçlarını inceleyen İskefli (2009), toplu taşımada ücret toplama da kullanılan Akbil'in, *sahte kağıt bilet basımı* ve nakit ödeme yoluyla yapılan ulaşımı engellemesiyle ekonomiye yaptığı katkıyı ele almıştır.

Ayrıca, Tınaztepe ve diğ. (2011) tarafından, İzmir Elektrik Su, Havagazı Otobüs ve Trolleybüs Umum Müdürlüğü (ESHOT) Ulaşım Planlama Dairesi Başkanlığı'ndan alınan ve toplu taşıma sistemlerinde kullanılan akıllı bilet verileri ile İş Zekâsı (BI) yazılımı vasıtasıyla çeşitli raporlar oluşturularak tarih, saat, yön bazında analizlerin yapıldığı, hatlardaki otobüs tiplerine bağlı kapasite kullanımlarının hesaplandığı, bu bilgiler doğrultusunda hatların sefer saatleri, sıklıkları ile çalışması gereken araç sayılarının planlandığı bir makale yayımlanmıştır.

Yaygın olmasa da akıllı kart verilerinin incelenmesiyle ilgili daha önce yapılmış bilimsel literatürden çalışmalara rastlamak mümkündür. Bagchi, Gleave ve White (2003) yılındaki çalışmalarında ilk olarak akıllı kart verisinin doğasını incelemişler, daha sonra İngiltere'deki Merseyside Otobüs Şirketi ve Bradford First Otobüs Şirketi ile ilgili pilot akıllı kart verilerini kullanarak yolculuk ve otobüsten otobüse aktarma analizlerini yapmışlardır. Morency, Trepanier ve Agard (2007) ise, akıllı kart verilerini kullanarak kentiçi toplu taşıma ağı kullanımındaki değişkenliğin ölçülmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır.

Lianfu, Shuzhi, Yonggang ve Ziyin akıllı kartlardaki verilerin kentiçi toplu taşıma planlanmasında çok önemli rol oynadığını belirtmişler, akıllı kartlardaki veriyi analiz ederek karmaşık yolculuk anketlerinden elde edilen verilerin birçoğunun elde edilebileceğini göstermişlerdir (Tınaztepe vd. 2011).

Kısaca, hat planlamada akıllı kart verilerinin kullanılması hakkındaki çalışmalara 2000'li yıllarda rastlanmış olup, konuyla ilgili çalışmaların önümüzdeki zamanlarda artması beklenen bir durumdur.

3. AKILLI KARTLAR VE TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE KULLANIMLARI

Her geçen gün artan bir ivmeyle gelişen teknoloji, insan yaşamını kolaylaştırmaya devam etmektedir. Teknolojik gelişmelerin en önemli sonuçlarından birisi de, akıllı kartların yaşantımızın birçok alanında yer almaya başlamasıdır.

Bu bölümde akıllı kartlarla ilgili genel bir tanımlamanın yanında, akıllı kart çeşitleri ve kullanım alanları hakkında bilgi verilecektir. Ayrıca toplu taşıma sistemlerinde elektronik ücret toplamada yaygın bir şekilde kullanılan akıllı kart uygulamaları, Bursa ili kapsamında incelenecektir.

3.1 AKILLI KARTLAR

Farklı isimlerde anılan ve çok değişik amaçlarda kullanılan akıllı kartların ortak özelliği, kart içerisine yerleştirilmiş adeta küçük bir bilgisayar gibi çalışan mikroçipin bulunmasıdır.

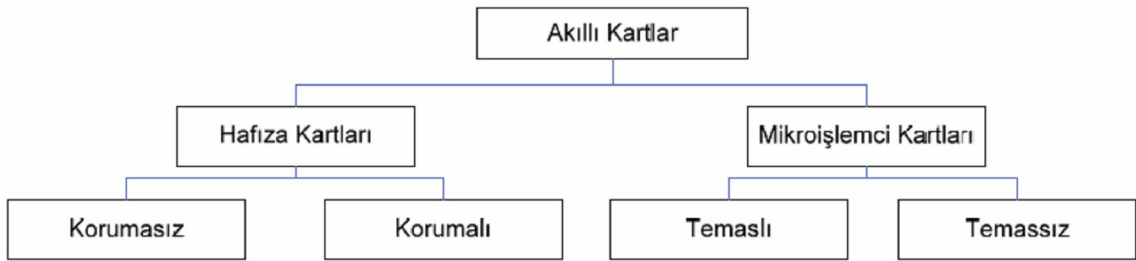
Akıllı kartı ilk bulan kişiler, Fransa'dan Roland Moreno, Almanya'dan Jergen Dethloff ve Japonya'dan Arimura olarak gösterilmektedir. Akıllı kartın ilk patenti 1974 yılında Roland Moreno tarafından hafıza kartları olarak alınmıştır. İlk mikroişlemcili akıllı kart ise 1977 yılında Michel Ugon tarafından keşfedilmiştir. 1984 yılında ilk başarılı akıllı kart uygulaması, Fransa'da telefon ödemelerinde "Telekart" ismiyle kullanılarak hayata geçirilmiştir. Bankacılık sektöründe gerçekleşen ve en önemli akıllı kart uygulaması olan *elektronik cüzdan uygulaması*, 1990'ların ortasından itibaren Avrupa'da pilot olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bu denemeler Almanya, Belçika, Hollanda, İsviçre, İsveç, İngiltere ve Danimarka'da gerçekleştirilmiştir. 1990'lı yıllarda Avrupa'da GSM telefonlarında SIM (Subscriber Identity Module-Abone Kimlik Modülü) kart kullanımının başlamasıyla, akıllı kart kullanımındaki en büyük çalışma gerçekleşmiştir. Dünyanın en büyük kredi üreticileri olan Mastercard, Visa ve Europay akıllı kartları kredi kartı olarak geliştirmek amacıyla 1993 yılında birlikte çalışma başlatmışlardır. Özellikle 2005 yılından itibaren EMV standardına geçilmesiyle akıllı kart kullanımı

daha yaygın hale gelmiştir. Haberleşme alanında, cep telefonlarında kullanılan SIM kartlar birer akıllı karttır (Rankl vd. 2003).

3.1.1 Akıllı Kart Çeşitleri

Akıllı kart çeşitleri hafıza kartları ve mikro işlemcili kartlar olmak üzere genel anlamda ikiye ayrılmaktadır. Şekil 3.1’de akıllı kartların sınıflandırılması görülmektedir.

Şekil 3.1: Akıllı kart çeşitleri



İlk akıllı kartlar telefon kartları olarak kullanılmak üzere tasarlanmış hafıza kartlarıdır. Bu kartlar; kart her kullanıldığında telefon makinesi tarafından içerisindeki krediden azaltma yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Aynı zamanda kullanıcının manyetik şeritli kartlarda uygulanan kopyalama işlemine bağlı olarak kartın içerisinde kredi bilgisini arttırması işleminden korunması gerekmektedir. Hafıza kartları çipin içerisinde ki verinin kopyalanması ve kullanıldıktan sonra tekrar geri yazılması işlemi mümkün değildir. Hafıza kartlarının tek kötü yanı içerisinde ki kredi verisi sıfırlanınca tekrar kullanılmamasıdır (Trask ve Meyerstein 1999).

Mikro işlemcili kartlar ise üzerinde işletim sistemi bulunan kartlardır. Bu tip kartlar, belleklerinde bulunan veri üzerinden işlem yapabilirler.

Temaslı akıllı kartlar, aynı bankamatiklerde olduğu gibi, okuyucunun içine itilerek yani temas ettirilerek çalıştırılırlar. Çip görünür şekilde kartın üzerine yerleştirilmiştir. Cep telefonlarında ve kredi kartları temaslı kartlara örnek gösterilebilir.

Temassız kartlar, kart okuyucu ile iletişim için fiziksel temasa ihtiyaç duymazlar. Kart okuyucu belli bir mesafe yaklaştırıldığında, çalışması için gerekli olan enerji ve veri

aktarımı kablosuz radyo frekanslarıyla gerçekleştirilmektedir. Kart okuyucu ve akıllı kart birer antene sahiptirler. Kartta bulunan anten sayesinde her iki tarafı da kullanılabilir. Bu kartların 10 cm altında çalışan ve 1 metreye kadar uzak mesafeden çalışan tipleri mevcuttur (Koçak 2006).

3.1.2 Akıllı Kartların Kullanım Alanları

Akıllı kartların kullanım alanları oldukça fazladır ve her geçen gün bu alanlar artmaya devam etmektedir. Akıllı kartların kullanım alanlarını aşağıda şekilde özetlemek mümkündür.

Telekomünikasyon: Akıllı kartların en fazla kullanıldığı sektördür. Akıllı kartların yaygınlaşmasında, telekomünikasyon sektöründe kullanılmasının büyük önemi vardır. Cep telefonlarında kullanılan SIM (Subscriber Identity Module) kartlar birer akıllı karttır. SIM kartları, abonenin, kablosuz şebekeye girişinde tanınmasını sağlayan kişisel bilgileri içerir. Global System for Mobile Communications (GSM) operatörü, bu şekilde abonelerini takip ederek daha iyi hizmet verebilir (Trask ve Meyerstein 1999).

Finans: Finans kurumları, akıllı kartları en erken kullanmaya başlayan kurumlardır. Bazı ülkelerde, akıllı karta dayalı ödeme sistemleri kurulmuştur. Daha kapsamlı sistemler üzerinde çalışılmaktadır. Dünyanın üç büyük kredi kartı üreticisi olan Europay, Mastercard ve Visa getirdikleri düzenleme ile birkaç yıl içerisinde tüm dünyada, tüm kredi kartları ve banka kartları akıllı kart teknolojisine dayalı olacaktır. Bu şekilde, hem daha güvenli bir ödeme sistemi kurulmuş olacaktır hem de bankanın müşterilerine katma değerli hizmetler sunması kolaylaşacaktır (Dikey, 2012).

Sağlık: Birçok ülkede sağlık sistemlerinde akıllı kartlar uygulanmaktadır. Kişilere verilen kartlar sayesinde, sağlık bilgilerine sağlık personeli tarafından anında ulaşılmaktadır. Sağlık akıllı kartlarında, kişinin özlük bilgileri, geçirdiği hastalıklar, gördüğü tedavileri, kullandığı ilaçlar ve alerjik tepkileri gibi bilgiler bulunmaktadır. Tüm bu veriler değerlendirilerek hastanın daha etkili ve kısa sürede iyileşmesine yönelik tedavi yöntemleri geliştirilebilmektedir (Trask ve Meyerstein 1999).

Personel Otomasyonu, Kimlik(e-kimlik, pasaport,..): Özellikle vardiya sisteminin bulunduğu fazla personele sahip şirketler için çok büyük kolaylık sağlamaktadır. Akıllı kart ile personel takibinde çalışanın imza atmak yerine okuyucu kartı okutması yeterli olmaktadır. Böylelikle hem giriş kapılarında ki uzun kuyuklar sona ermekte hem de personele ait verilerin daha güvenli bir şekilde depolanması mümkün olmaktadır. Yine kimlik kartı ve pasaportlarda da akıllı kart kullanılması kart sahiplerine erişim kolaylığı sağlamaktadır.

Kent Kart Uygulamaları: Kent kart uygulaması, Türkiye için en güncel projelerden biri olmaktadır. Birçok ilde pilot uygulaması bulunmaktadır. Kent kart uygulamasında amaç, kişinin sahip olduğu tek bir akıllı kart ile şehir içinde ulaşım, tiyatro, sinema, kütüphane, hayvanat bahçesi, otopark gibi hizmetlerden faydalanmasını sağlamaktır (Müftüoğlu 2011).

Ulaşım: Toplu taşıma sistemlerinde en önemli problem, taşıma hizmetini içine alacak ücretin alınma şekli ve toplu taşıma araçlarının kontrolüdür. Günümüze kadar taşıma sistemlerinin ücretlendirilmesinde bilet, jeton, paso ve abonman kartları kullanılmıştır. Toplu taşıma sistemlerinde akıllı kartların kullanılması ile birlikte, yukarıda belirtilen problemler çözüme kavuşmuştur. Araçlara konulan kart okuyucu cihazlar, kartın uzaktan gösterilmesi ile kartla iletişim kurduklarından yolcuların ödeme yapma işlemleri hızlanmıştır. Ayrıca kişiler, her defasında bilet alma zorunluluğundan kurtulmuşlardır. Kişiler kartlarını istedikleri bir ortamda doldurabilmektedirler. Bu uygulamanın dışında karayollarında kullanılmakta olan OGS (Otomatik Geçiş Sistemi) ve KGS (Kartlı Geçiş Sistemi) bu uygulamalara örnek gösterilebilir. Kişi otoyoldan aldığı hizmetin karşılığını anında hesabından düşmektedir (Şanslı 2007).

3.2 TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNDE AKILLI KART KULLANIMI

Toplu taşıma sistemlerinde, özellikle ücretlerin toplanması noktasında kullanılan akıllı kartlar, birçok kolaylığı da beraberinde getirmektedir. Kullanılan akıllı kartlar, sahte bilet kullanımının önlenmesinde, zaman tasarrufunda ve yolcu binişlerinin sayımında çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Ülkemizde toplu taşıma sistemlerinde kullanılan ilk akıllı kart uygulaması Akbil'dir. Akbil, bir elektronik ücret toplama sistemidir. Kullanana ön ödeme ile seyahat hakkı vermektedir. Akbil, 1995 yılında üzerinde çalışılmaya başlanmış, 1996 yılından bu yana da İstanbul taşımacılığında yaygın olarak kullanılan bir projedir. Taşımacılıkta bilet entegrasyonunu gerçekleştirerek kullanım kolaylığı sağlamıştır. Akbil ilk önce 1995 yılında İstanbul'daki toplu taşıma için entegre edilmiştir. Uygulama başarı ile sonuçlanınca 2006 yılında Malatya'da da kullanılmaya başlanmıştır. Kastamonu'da ve Hatay'da da kullanımı için gerekli platform hazırlanmıştır. Yurt dışındaki bazı ülkelerde kullanımı için ise temaslar gerçekleştirilmiştir (Demir 2006, ss. 2-4).

Akbil'in teknolojisi ABD'de geliştirilmiştir. Dallas Semiconductors firması tarafından üretilen akbilin gerçek adı "ibutton"dır. Bu teknolojinin adı ise "tom" yani "touch on memory"dir. Akbil, kağıt bilet, jeton, manyetik kart, çip kart teknolojisinden bir sonraki adımdır. Daha çok izleme ve kontrol amacıyla kullanılan bir sistem olan akbilin ömrü ortalama sekiz yıldır. Kâğıt bilete göre maliyeti daha düşüktür. Hızlı işlem sistemine sahip güvenli ve kullanımı kolay bir sistemdir. Akbil teknolojisini dünyada ulaşımda kullanan ilk ülke Türkiye'dir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, teknoloji şirketi olan Belbim'in öncülüğünde Akbil projesi hayata geçirilmiştir (Şuman 2000, s. 4).

Şekil 3.2: Toplu taşıma sistemlerinde kullanılan akıllı kart örnekleri

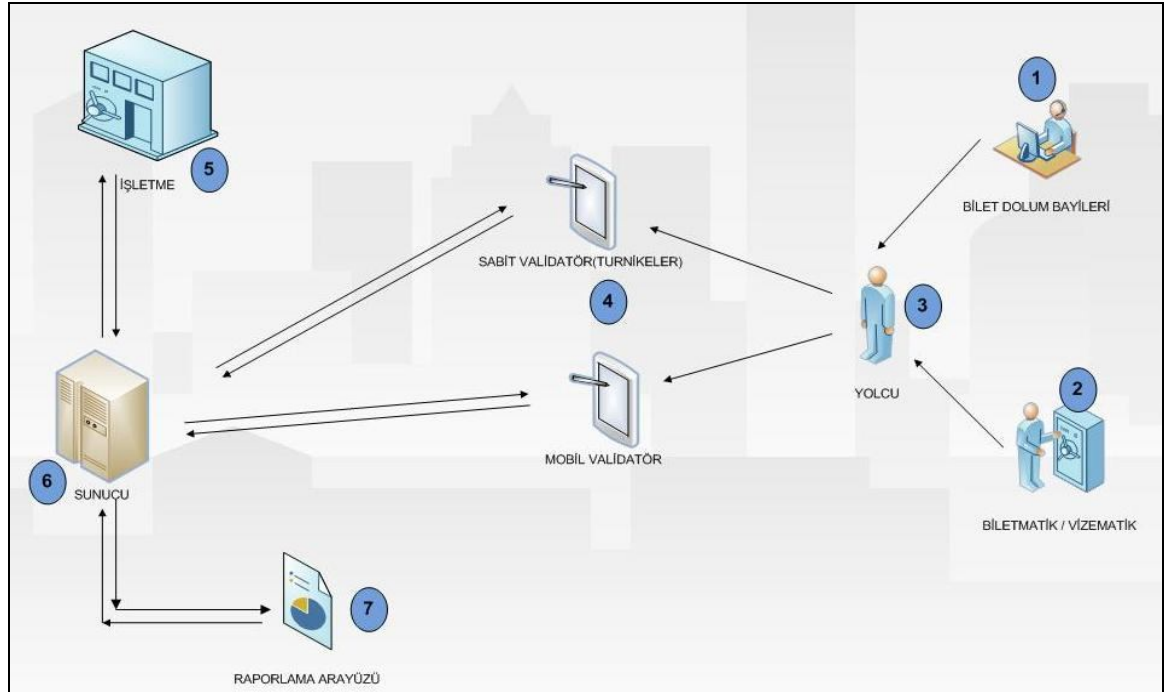


Elektronik ücret toplama sistemlerinde kullanılmaya başlanan akıllı kartlar özellikle 2000’li yıllardan itibaren kredi kartına benzer şekilde tasarlanmıştır. Ülkemizde şuan birçok şehrimizde uygulanmaya başlanan akıllı kartlar, kent yaşamında otopark, müze, tiyatro, hayvanat bahçesi gibi girişlerde de kullanılarak “kentkart” işlevini de üstlenebilmektedir. Aşağıda Şekil 3.2’de bazı şehirlerimizde toplu taşımada kullanılan akıllı kart örnekleri gösterilmiştir.

3.2.1 Elektronik Ücret Toplama Sistemi

Elektronik ücret toplama sistemi, toplu ulaşım araçları (otobüs, tramvay, metro, tren, vapur vs) için sunulan biletler (tek kullanımlı biletler, dolun yapılabilen ve farklı fonksiyonlar tanımlanabilen smartkart) ile yolcuya ön ödeme ile seyahat hakkı veren ve bu hakları işleten; güvenli, hızlı ve doğru işlem yapan bilgi yönetim sistemidir. Ülkemizde farklı şehirlerde Entegre Bilet Sistemi ve Bütünleşik Ücret Toplama Sistemi gibi farklı isimlendirmelerde yapılmaktadır.

Şekil 3.3: Elektronik ücret toplama sisteminin şematik gösterimi



Elektronik ücret toplama sistemi ve bu sistemin bileşenleri Şekil 3.3’te şematik olarak gösterilmiştir. Şemada sistem bileşenleri numaralandırılarak aşağıda açıklanmıştır.

- 1- Bilet Dolum Bayileri:** Yolcuların kullandıkları temassız akıllı kartlar üzerine POS cihazları vasıtasıyla kontör / kredi ya da abonman yüklemesinin yapıldığı bilet dolum yerleridir. Şehrin değişik noktalarında bulunmakla beraber raylı sistem istasyonları ve aktarma noktalarında daha yoğun şekilde bulunmaktadır. Dolum bayilerinde kullanılan POS cihazları vasıtasıyla merkezi yönetimle çevrimiçi veri aktarımı gerçekleşmekte olup kartların kullanım bilgileri sunuculara aktarılabilmektedir.
- 2- Biletmatikler / Vizematikler:** Biletmatikler doldurulabilir akıllı biletlere dolum yapma özelliğinde olup kağıt para kabul eden bir sistemdir. Yolcular, biletmatik vasıtasıyla başka bir kişiyle muhatap olmadan dolum işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Vizematikler ise özellikle kişiselleştirilmiş yolcu biletlerinin (öğrenci, öğretmen, engelli, gazi vb.) yıllık vize işlemlerini gerçekleştiren cihazlardır. Gerek biletmatiklerin gerekse vizematiklerin otomat kasaları dıştan gelecek darbelere karşı dayanıklı şekilde tasarlanmıştır.
- 3- Yolcu:** Akıllı kart vasıtasıyla toplu taşıma sistemlerini kullanan her bir kişi yolcu olarak kabul edilmektedir. Yolcuların kullandıkları akıllı kart tipine göre profillerini sınıflandırmak mümkündür. Bilet dolum bayisinden her hangi bir tam kartı alarak seyahat eden yolcular olabildiği gibi daha önce aldığı indirimli, ücretsiz gibi kişiselleştirilmiş bilet kullanan yolcularda bulunabilmektedir.
- 4- Validatörler (Kart Okuma Cihazı):** Elektronik bilet kartındaki bilgileri okuyabilen, geçerli veya geçersiz kartları ayırt edebilen, karttaki değer miktarını azaltan, kart üzerine düşülen değeri ve ilgili bilgileri kayıt altına alabilen, istendiğinde tuttuğu bilgileri aktarma merkezlerindeki bilgisayarlara aktarabilen çok fonksiyonlu bir cihazdır. Yolcular sürücünün gözetiminde akıllı biletlerini validatöre okutarak araca binmektedirler. Üzerlerinde bulunan monitör vasıtasıyla gerek sürücüye gerekse yolcuya bilgilendirme yapılabilmektedir. Cihaz ile elektronik biletlere geçerlilik kontrolü yapıp, güvenlik kriterlerine uygunluk gözden geçirilmektedir. Uygun olmayan, geçersiz olan, bakiyesi yetersiz olan tüm biletlerde sesli melodi çalınıp görsel mesaj görüntülenmektedir.

Kart okuma cihazları kendilerinde bulunan mini bilgisayar vasıtasıyla bir çok fonksiyonu icra edebilmektedir. Validatörler, akıllı biletlerin çeşitlendirilmesi, kişiselleştirilmesi, bölgesel, zaman bazlı yada kilometre bazında ücretlendirmelerin yapılması, aktarmaların sağlanması gibi işlemleri hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirebilme özelliklere sahiptirler. Tüm bu işlemlerin yapılmasında merkezi sunucu ile çevrimiçi yada isteğe bağlı olarak çevrimdışı şekilde verilerin aktarımını karşılıklı gerçekleştirebilmektedirler. Validatörler raylı sistem istasyonlarında ya da otopark gibi yerlerde kullanılan turnikelere monte edilirse sabit validatör, toplu taşıma araçlarında kullanılırsa mobile validatör olarak isimlendirilir.

- 5- İşletme:** Burada ki işletme, gerek toplu taşıma sistemini gerekse elektronik ücret toplama sistemini işleten, koordine eden, gerekli politikalara karar veren kurumu veya kuruluşları temsil etmektedir. Özellikle hat değişiklikleri, ücret tarifeleri, araç ya da sürücü atamaları gibi değişikliklerin yapıldığı ve bu değişikliklerin sunucular vasıtasıyla validatörlere aktarımın sağlandığı yerlerdir.
- 6- Sunucu:** İşletme tarafından yapılan operasyonların veya validatörlerin yaptığı işlemlerden kaynaklı verilerin depolandığı sunuculardır. Elektronik ücret toplama sistemi vasıtasıyla yapılan yolcu biniş sayıları, yolcuların kullandığı akıllı biletlere ait zaman bazlı kullanım hareketleri, hatlarda çalışan sürücü bilgileri, kişiselleştirilmiş kart kullanan yolcu bilgileri gibi sistemle ilgili tüm işlemlere ait verilerin toplandığı sunuculardır.
- 7- Raporlama Arayüzü:** Mevcut toplu taşıma sisteminin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve geleceğe dair politikaların belirlenmesinde yardımcı olabilecek raporların alınabildiği bir sistemdir. Şemada ayrı bir şekilde gösterilmesine rağmen fiziksel bir yapısı bulunmayan bu yapı, sunucuda toplanan ücret toplama sistemi kaynaklı verilerin anlamlandırılmasını ve işe yarar hale gelmesini tanımlamaktadır. Yolcuların kullandığı akıllı kartlar vasıtasıyla yolcu biniş sayıları, hat, gün ya da tarife bazında alınabilmektedir. Kişiselleştirilmiş kart sayılarına bakılarak yolcu profillerinin tespit edilmesi, durak bazında yapılacak yolcu biniş verileri vasıtasıyla durak analizleri gibi işlevler yapılabilmektedir.

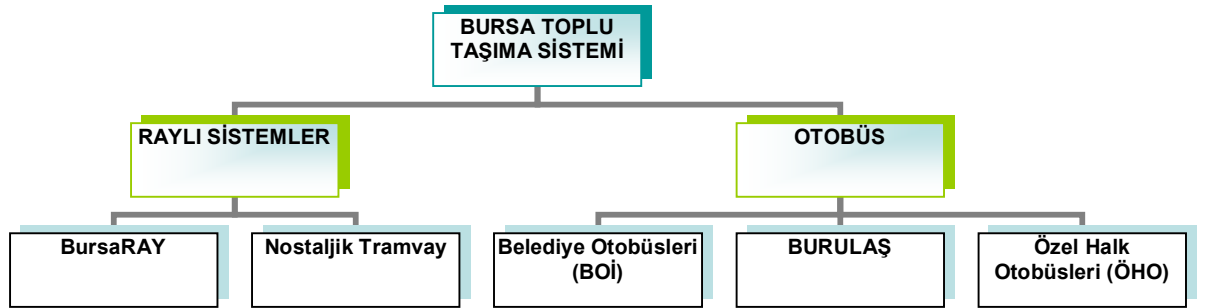
Bu çalışmanın ana teması olan akıllı kart verileri ile hat planlamada kullanılacak raporlarında bu arayüz vasıtasıyla alınabilmektedir.

3.2.2 Bursa Toplu Taşıma Sistemi ve BuKART Örneği

Bursa'da Toplu Taşıma Sistemi farklı taşıma araçlarından oluşmaktadır. Bunlar; Raylı Sistemler, Otobüsler, Minibüsler, Dolmuşlar, Taksiler ve Servis araçlarıdır. Bunların yanında Uludağ'a yolcu götürüp getiren Teleferik sistemi de bulunmaktadır.

Bu toplu taşıma türlerinden sadece Raylı Sistemler ve Otobüslerde akıllı biletler kullanılmakta ve Bütünleşik Bilet Sistemine Entegre Toplu Taşıma Sistemi diye tanımlanmaktadır. Diğer toplu taşıma türlerinden minibüsler, taksiler, dolmuşlar ve servis araçları toplu taşımanın bir parçası olmasına rağmen akıllı kart kullanmayan araçlardır. Bu çalışmanın konusunu oluşturan yani akıllı bilet kullanarak toplu taşıma hizmeti veren araçlar Şekil 3.4.'te görülmektedir.

Şekil 3.4: Bütünleşik bilet sistemine tabi toplu taşıma araçları



Bursa toplu taşıma sisteminde bütünleşik bilet sistemine dahil olan ve akıllı kartlarla yolcu taşıyan işletmeler; Bursa Büyükşehir Belediyesine bağlı Toplu Taşıma Şube Müdürlüğü (BOİ), Bursa Büyükşehir Belediyesi iştirak şirketi olan Bursa Ulaşım Toplu Taşıma İşletmeciliği Sanayi ve Ticaret A.Ş.(BURULAŞ) ve Özel Halk Otobüsçüleri Odası'dır. Yine Raylı sistemler işletmeciliği de BURULAŞ tarafından yapılmaktadır.

BOİ Otobüsleri kamu eliyle işletilirken BURULAŞ ve ÖHO özel şirket tarafından işletilmektedir. BURULAŞ şirketi, bünyesinde ki araçlarını çalıştırdığı gibi, alt yüklenici şeklinde ihale yada sözleşme vasıtasıyla çalıştırdığı otobüsleride çalıştırmaktadır. Yine Özel Halk Otobüsleri Odası, Batı(300) ve Doğu(55) şeklinde iki ayrı yapıda şekillenerek 300 araç batı bölgesi hatlarında, 55 araç ise doğu bölgesi hatlarında çalıştırmaktadır. Özel Halk Otobüsleri araçları Büyükşehir Belediyesi ile 2002 yılında yapmış oldukları sözleşme gereği sayı ve kapasite olarak sabit bir şekilde çalışmaktadırlar. Hepsi 9 metrelik araçlar olup toplamda 355 otobüs bulunmaktadır.

Bütünleşik bilet sistemine tabi araçlarda yolcuların ödeme yapmak için kullandıkları akıllı kart, "Bursa Kart" anlamına gelen BuKART'tır. Minibüsle, dolmuşla veya taksiyle yapılan yolculuklarda ödeme nakit olarak aracın içinde yapılmaktadır. Hafif Raylı Sistemde ve otobüslerde elektronik bilet sistemi mevcuttur. Yolcular bir istasyona veya bir otobüse girmekte ve yolculuğa başlamadan önce BuKART'larını bir otomat vasıtasıyla nakde dönüştürmektedirler. Her defasında spesifik bir yol ücreti karttan düşülmektedir. Elektronik biletler bütün şehir bölgesinde bulunan çok sayıda satış yerinden alınabilmektedir.

BuKART kullanımının en önemli avantajlardan birisi, toplu taşıma kullanan tüm yolcuların binış sayılarını, dolayısıyla hatların yoğunluklarını tespit etmeye, ileriye dönük planlamaların yapılmasında veri sağlamaya katkıda bulunmasıdır.

4. AKILLI KART VERİLERİNDEN ALINABİLECEK RAPOR ÖRNEKLERİ

Yukarıda ki bölümde de değinildiği gibi akıllı biletlerin kullanımı sonucu oluşan yüzlerce biniş verisi veritabanlarında tutulmaktadır. Bu ham verileri kullanarak hazırlanacak raporlar, toplu taşıma sisteminin daha iyi anlaşılıp analiz edilmesine yardımcı olabilmektedir. Bu bölümde yolcu binişleri ve akıllı kart kullanımı sonucu elde edilen verilerden işe yarayabilecek rapor örneklerine yer verilmiştir. Örnek raporlar oluşturulurken ana sunucuda saklanan binlerce akıllı kart verisi içerisinde istenilen bilgiler çeşitli algoritmalar yardımıyla çekilmiştir. Daha sonra bu veriler üzerinde de çeşitli işlemler hesaplamalar yapılarak raporların son hali verilmiştir. Tabloların hazırlanmasında kullanılan ham veriler Bursa Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Dairesi Başkanlığı'ndan alınmıştır.

4.1 YOLCULUK SAYISI RAPORLARI

Hat planlamasında yolculuk hareketleri en önemli unsurlardan birisidir. Yolcu binişlerini değişik zaman dilimlerine göre değerlendirmek hattın yoğunluğu, verimliliği, araç kapasiteleri ve sefer sıklıkları gibi birçok konuda fikir vermektedir. Ayrıca yıl içerisinde elektronik ücret toplama sistemi kullanan tüm araçlarda ne kadar yolcu taşındığı bilgileri belirli periyotlarda alınabilmektedir. Yine gün içerisinde alınan yolculuk sayısı raporlarından zirve saatlerin tespitini yapmak mümkün olmaktadır.

4.1.1 Hat Yoğunluk Raporu

Yolculuk biniş verilerinin kullanılmasıyla tüm hatlar için istenilen tarih ve saat aralığındaki biniş verilerini gün, saat dilimi ve hattın yönü bazında gösterecek özellikte raporlar hazırlamak mümkündür.

Bursa Büyükşehir Mücavir Alanı içerisinde, örneğin Özel Halk Otobüsçüleri Odası tarafından işletilen Doğu Bölgesi hatlarına ait bazı istatistiki bilgiler Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1'de görüleceği üzere 2011 yılı Mayıs ayı içerisinde Doğu Bölgesindeki her bir hatta çalışan araç sayısı, güzergah uzunluğu, gün içinde yaptığı tur sayısı, hafta içi taşınan günlük ortalama yolcu sayısı ve yolcu sayısının güzergah uzunluğuna bölünmesiyle elde edilen oran görülmektedir.

Tablo 4.1: Doğu bölgesi hatları yolcu sayısı istatistiği

ÖHO-Doğu MAYIS 2011	GÜZERGAH	Çalışan Araç Sayısı (a)	Hat Uzunluğu (b)	Günlük Servis Sayısı (c)	Ortalama Haftaiçi Günlük Yolcu Sayısı (d)	Tur Başına Ortalama Yolcu (e=d/c)	Yolcu/Km (f=e/a)
27/A	KAPLIKAYA - GÖĞÜS HAST.	3	15,0	44,0	1713	39	2,60
21/B	KAZIM KARABEKİR - ATATÜRK CAD.	2	14,3	27,0	956	35	2,48
20/A	MİLLET - ATATÜRK CAD.	3	18,5	37,0	1470	40	2,15
20	MİLLET - BURSA DEV. HAST. ATATÜRK CAD.	1	20,2	12,0	1487	124	6,14
21/C	MEVLANA - ATATÜRK CAD.	2	17,2	29,0	1399	48	2,81
22/D	YİĞİTLER TOKİ - İNÖNÜ CAD.	2	18,1	30,0	1198	40	2,21
23/A	MEŞE KOOP. - ATATÜRK CAD.	3	19,8	42,0	2556	61	3,07
17/A	PANAYIR - ATATÜRK CAD.	3	19,7	44,0	1718	39	1,98
21	SAMANLI - ATATÜRK CAD.	2	21,6	23,0	798	35	1,61
19/D	FERTUR İLKÖĞRETİM OKULU - Ç. DEV. HAST.	3	20,5	36,0	1633	45	2,21
23	FIDYEKIZIK - Y. İ.HAST. - ATATÜRK CAD.	3	20,1	40,0	2077	52	2,58
22/C	VAKIF - İNÖNÜ CAD.	1	20,0	15,0	645	43	2,15
18/A	ALTINOVA - ÇEKİRGE DEV. HAST.	3	25,3	29,0	1299	45	1,77
21/A	YAVUZSELİM - ATATÜRK CAD.	2	17,3	30,0	730	24	1,41
19/B	DEMİRTAŞ - ATATÜRK CAD.	3	28,4	39,0	1722	44	1,55
22/B	İSABEY - Y. İHTİSAS HAST. - ATATÜRK CAD.	2	29,6	21,0	1049	50	1,69
22/S	DEĞİRMENÖNÜ - ATATÜRK CAD.	1	29,6	10,0	901	90	3,05
22	H.KIZIK - C.KIZIK - ATATÜRK CAD.	2	32,6	20,0	1192	60	1,83
22/A	KARAPINAR - Y. İHTİSAS HAST. - ATATÜRK CAD.	1	29,1	10,0	582	58	2,00
19/C	MİLLET - ÇEKİRGE DEV. HAST.	4	38,1	29,0	1844	64	1,67
26/B	ŞİRİNEVLER - ATATÜRK CAD.	2	34,0	16,0	1041	65	1,91
24/B	BAĞLARALTI - ATATÜRK CAD.	2	37,8	15,0	799	53	1,41
24/D	75. YIL MAH. - ATATÜRK CAD.	2	23,3	20,0	1021	51	2,19
TOPLAM 24 Hat		52	24	618,0	29830	1205	2,28

Bu hatlarda çalışan araçların hepsi 9 metre uzunluğunda olup araç kapasiteleri eşittir. Tablo incelenecek olursa, 4. sırada ki 20 numaralı hattın yolcu/km oranı 6.14 olmakla en yüksek seviyede olup, teorik olarak 1 km gidilen yolda 6.14 yolcu taşındığı anlamına gelmektedir. Bu orana bakarak aynı araç kapasitesi ile çalışan diğer hatlara göre yolcu sayısı açısından en verimli hattın 20 numaralı hat olduğunu söylemek mümkündür. Yine

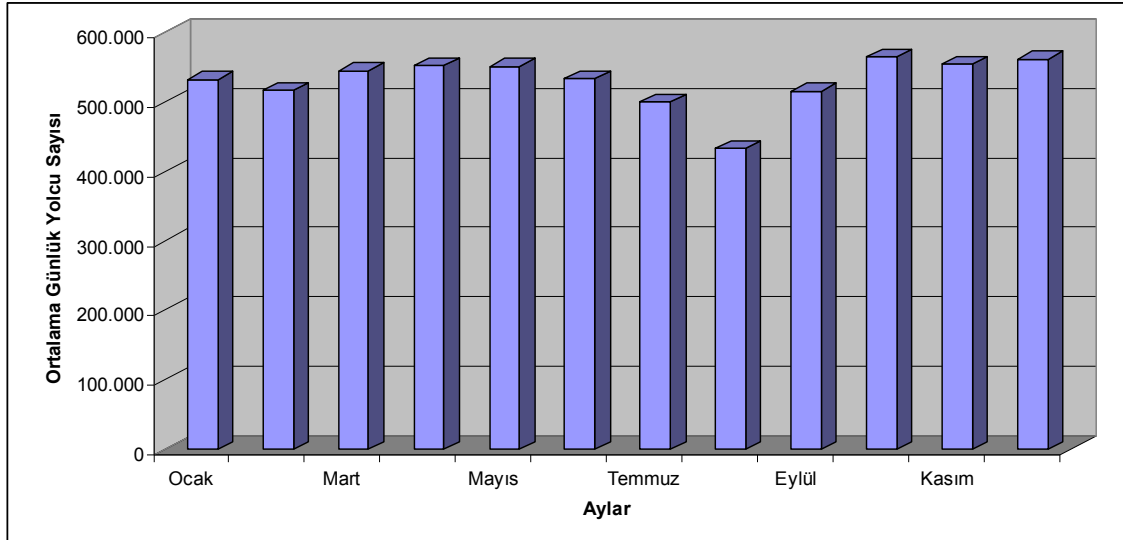
aynı hatta tur başına 124 yolcu düşmekte olup, diğer hatlara göre daha yoğun yolcu taşınmıştır. Özetle bu tablo, yolcu yoğunluğu, tur başına düşen yolcu sayısı gibi bazı kriterler açısından hatların birbirleri ile kıyaslanmasında planlamacıya genel olarak bazı fikirleri vermektedir.

4.1.2 Aylık Periyotlarda Yolculuk Sayısı

Mevsimsel değişimler (yaz, kış), çeşitli etkinlikler ve önemli günler (Fuar, okulların açılması, resmi ve dini bayramlar), gün tipleri(hafta içi, hafta sonu) ve gün içerisindeki saat dilimlerindeki farklılıklar yolculuk sayılarını etkilemekte, bu nedenle de yaz, kış, fuar vb gibi çeşitli planlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu planların yapılması için hatlardaki mevcut yolculuk sayılarının değişik şekillerde raporlandırılması ve analiz edilmesi gerekmektedir.

Akıllı kartlardan elde edilen veriler vasıtasıyla yolcu biniş sayıları aylık periyotlarda incelenebilmekte ve mevsimsel değişiklikler analiz edilebilmektedir.

Tablo 4.2: 2011 yılı ortalama günlük yolcu sayısının aylık dağılımı



Tablo 4.2’de 2011 yılı içerisinde ortalama günlük yolcu sayısının aylık bazda dağılımı görülmektedir. Tablo incelendiğinde Şubat ve Ağustos aylarında yolcu sayısı azalmış

olup bunun sebebi Şubat ayında yarıyıl tatilinin olmasının ve yaz tatilinin ve Ramazan ayının Ağustos ayına denk gelmesinin etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Bu tabloya benzer şekilde yolculuk sayıları daha farklı zaman dilimlerine ya da hat gruplarına göre de alınabilmektedir.

4.1.3 Kurum Bazında Yolculuk Sayıları

Elektronik Ücret Toplama Sistemi içerisinde olan tüm araçlarda ki binişleri, işleticiler bazında raporlayarak hangi işleticinin ne kadar yolcu taşıdığı bilgilerine ulaşmakta mümkün olabilmektedir. Ayrıca bu binişlerin işleticiler bazında ayırım yapılması, hak edişlerin tespit edilmesinde kolaylık sağlamaktadır.

Tablo 4.3: Akıllı bilet kullanılan tüm araçlardaki aylık (Mayıs 2011) taşınan yolcu sayısı

OTOBÜS VE BursaRAY YOLCU DAĞILIMI		Hat Sayısı	Çalışan Araç Sayısı	Yedek Araç Sayısı	Toplam Araç Sayısı	Toplam Günlük Ort. Yolcu Sayısı (Hafta içi)	Yolcu %
OTOBÜS	BOİ	17	34	28	62	16.137	3
	BURULAŞ	68	197	30	227	130.372	24
	BURULAŞ (Sözleşmeli)	48	118	28	148	62.256	11
	ÖHO (Batı Bölgesi)	62	282	18	300	148.597	27
	ÖHO (Doğu Bölgesi)	24	52	3	55	29.830	5
OTOBÜS TOPLAM		219	683	107	792	387.191	70
BursaRay		-				164.960	30
2011 MAYIS AYI TOPLAM HAFTAİÇİ GÜNLÜK ORTALAMA YOLCU SAYISI						552.151	100

Tablo 4.3 incelendiğinde toplam 3 farklı işletme (BOİ, BURULAŞ, ÖHO), 219 otobüs hattını işletmektedir. Bu hatlarda yapılan tüm yolculuklar elektronik akıllı bilet olan BuKART kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mayıs ayında ki hafta içi günlerin ortalaması olarak bir günde yapılan 552.151 yolcunun yüzde 3'ü Belediye Otobüsleriyle, yüzde 35'i BURULAŞ otobüsleriyle, yüzde 32 Özel

Halk Otobüsleri ile taşınırken yüzde 30'u ise Hafif Raylı Sistem yani BursaRAY ile taşınmıştır. Otobüslerin toplamda taşıdığı yüzde 70'lik yolcu 683 aktif çalışan otobüsle taşınmıştır.

Bu raporu, gün bazında alabilmek mümkün olduğu gibi değişik zaman periyotlarına göre yani aylık yıllık vb. bazda da almak mümkündür.

4.2 BuKART KULLANIM RAPORLARI

Bursa ilinde 2001 yılında BursaRAY'ın işletilmeye başlanmasıyla elektronik bilet uygulamasına geçilmiş olup, 2003 yılında ise toplu taşıma araçlarını da kapsayacak şekilde genişletilerek entegrasyon sağlanmıştır. Böylece yaklaşık 700 araçlık bir otobüs filosunda ve BursaRAY'da taşınan tüm yolculuklarda para kullanımı kalkmış, elektronik BuKART kullanımı başlamıştır. Yapılan bu düzenlemeyle ilk binişten sonra ücretsiz veya indirimli aktarma işlemi de mümkün olmuştur.

Elektronik Ücret Toplama Sistemi ile birlikte, kart kullanan tüm yolcu hareketleri zaman ve hat bazında veri tabanlarına kaydedilebilmekte ve istenilen zamanlarda çeşitli raporlar için bu veriler kullanılabilir. Ayrıca yolcuların durumuna göre indirimli, indirimsiz, gazi, engelli vs. şeklinde "kişiselleştirilmiş kartlar" düzenlenebilmekte, bu vesileyle de yolcu profillerinin ayrımları yapılabilmektedir.

4.2.1 Kişiselleştirilmiş Yolcu Profillerinin Tespiti

Bursa Büyükşehir Belediyesi Toplu Taşıma Sisteminde, iki tip, tek kullanımlık manyetik kartlar kullanılabileceği gibi birden fazla kullanımlı, üzerine para yüklenebilen kartlarda kullanılabilmektedir. Ayrıca indirimli, ücretsiz ve aylık abonman kart şeklinde "kişiselleştirilmiş" kartlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle yolcuların seyahat esnasında kullandıkları kartın çeşidine göre yolcu binişlerinden elde edilen verilerin analiz edilmesiyle yolcu profilleri hakkında bilgi edinilmesi mümkün olmaktadır.

Tablo 4.4'te Bursa ilinde 2011 yılı içerisinde Kişiselleştirilmiş BuKART'lar hakkındaki işlemler ve aktif kullanılan kart sayıları hakkında bazı istatistiki bilgiler verilmiştir. Tabloya göre 25.01.2012 tarihi itibarıyla toplam 257.035 kişide aktif kişiselleştirilmiş BuKART varken bunların 61.728 tanesi 2011 yılı içerisinde verilmiştir. Aktif kartların 153.234 tanesi, yani yarısından fazlası öğrenciler tarafından kullanılmaktayken, 58.180 adetle ikinci sırayı 60 yaş üstü kişiler almıştır. Yine yaklaşık 2 milyona sahip Bursa ilinde, ücretsiz BuKART kullanan en az 14.778 engelli vatandaşımızın olduğu ve bunun indirimli BuKART kullanan 14.770 adet öğretmen sayısından fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 4.4: Kişiselleştirilmiş BuKART istatistikleri (Raporlama tarihi: 25.01.2012)

SEYAHAT KARTI(BuKART) İSTATİSTİK TABLOSU (2011 YILI)									
Kart Tipi	Kart Türü	Aktif	Cezalı	Değişim	İade Edilebilir	İptal	Kayıp	Vize	Yeni
İndirimli	60 Yaş	58.180	36	182	175	1.215	1.276	44.428	11.304
	Abonman İndirimli	2.127	1	4	-	-	4	26	2.018
	Kurumsal	4.802	9	85	26	15	81	-	1.620
	Öğrenci	153.234	469	133	1.780	82	11.318	101.083	39.142
	Öğretmen	14.770	22	742	75	31	497	10.656	2.324
Ücretsiz	65 Yaş	1.759	3	114	7	110	57	1.436	209
	Basın	571	4	35	2	7	27	451	91
	Engelli Refakatçi	3.688	36	786	39	65	97	1.593	1.381
	Engelli Ücretsiz	14.778	34	476	60	210	473	11.354	2.149
	Gazi	43	-	14	-	-	1	36	2
	Harcırah	439	3	66	1	26	11	179	81
	Postacı	251	-	2	1	-	3	180	12
Tam	Abonman Tam	2.392	-	1	-	-	3	51	1.395
TOPLAM		257.035	617	2.641	2.166	1.761	13.848	171.478	61.728

Kişiselleştirilmiş kart kullanım verilerinden hareketle, belirli periyotlarda ne kadar akıllı kartın kaybolduğu, vizelendiği veya uygunsuz kullanım sonucu cezalandırıldığı gibi bilgilere de ulaşmak mümkündür.

4.3.2 Günlük BuKART Hareket Raporu

Yolcuların kullandıkları akıllı BuKART'larla yapılan tüm işlemler kaydedilmekte ve veri tabanına aktarılmaktadır. Dolum bayilerinde yapılan TL yüklemeleri, vizematiklerde ve biletmatiklerde yapılan veya binış esnasında validatöre okutma esnasında ki işlemler sunuculara aktarılmakta ve istenildiği zaman değişik opsiyonlarda raporlar alınabilmektedir. Her akıllı biletin üzerinde bir seri numara bulunmaktadır. Kartın kişiselleştirilmesi bu seri numaraya göre yapılmakta ve kartla yapılan günlük hareketlerin kim tarafından gerçekleştirildiği kolayca tespit edilmektedir. Tablo 4.5'te seri numarası belli olan bir kişinin bir hafta boyunca yolcu binışleri görülmektedir. Hangi tarih ve saatte hangi işleticiye ait araçla hangi hatta bindiği bilgileri bulunmaktadır.

Tablo 4.5: BuKART hareket bilgileri

KART SERİ NO	TARİH	ARAÇ NO	İŞLETİCİ NO	HAT
4201739484	24.04.2012 07:12:00	2207	60	B-16/A
4201739484	24.04.2012 07:19:24	9007	100	METRO
4201739484	24.04.2012 18:29:00	2045	63	6/F
4201739484	24.04.2012 21:10:00	2233	63	8/L
4201739484	25.04.2012 07:15:00	2221	63	8/L
4201739484	25.04.2012 07:24:01	9007	100	METRO
4201739484	25.04.2012 18:24:50	851	101	B-7
4201739484	26.04.2012 07:12:55	803	101	B-6
4201739484	26.04.2012 18:27:53	851	101	B-7
4201739484	27.04.2012 07:12:08	803	101	B-6
4201739484	27.04.2012 18:25:59	807	101	B-7
4201739484	28.04.2012 07:16:00	2220	63	8/L
4201739484	28.04.2012 07:23:16	9007	100	METRO
4201739484	29.04.2012 14:39:00	2223	63	8/L
4201739484	29.04.2012 18:47:23	9002	100	METRO
4201739484	30.04.2012 07:15:51	803	101	B-6
4201739484	30.04.2012 18:24:57	851	101	B-7
4201739484	30.04.2012 21:21:00	2202	60	B-16/A
4201739484	30.04.2012 21:29:34	9007	100	METRO

Bu rapora kartın üzerinde bulunan kredi miktarı, hattın tarifesi gibi bilgileri de eklemek mümkün olabilmektedir. Bu tür raporlar, kartının iki kez okutulması gibi yolcu şikâyetlerinin değerlendirilmesinde ve adli tıp olaylarında kişinin ne zaman ve hangi güzergahtaki hattı kullandığı gibi bilgiler, delil amaçlı kullanılabilir.

4.3 MOD DEĞİŞİM RAPORLARI

Toplu Taşıma Sistemlerinin planlanmasında en önemli veri, yolcuların hangi bölgelere ne amaçla ve ne kadar sayıda yolculuk ettiklerinin tespit edilmesidir. Bu tespitin yapılmasında genelde başvurulan yöntem, hane halkı anketleridir. Anketlerden çıkan sonuçlara göre, yolculuk çekim merkezlerinin ve yolculuk sayılarının tespit edilmesiyle planlamalar yapılmaktadır. Ancak anketlerden alınan bu sonuçlar, istatistiki bilgi olduğundan kesinliği olmayıp tahmini sonuçları içermektedir.

Anketlerden elde edilmeye çalışan sonuçlara benzer şekilde, akıllı kart verileri ile de bir takım sonuçlara ulaşmak mümkün olabilmektedir. Akıllı kart verileri günümüzün gelişmiş teknolojik yazılım ve bilgisayarları tarafından derlendiği için kesinlik gücü daha fazla olmaktadır.

Akıllı kart verileri kullanarak, yolcuların hangi hattan inerek hangi hatta aktarma yaptıkları, yapılan yolculuklarda ki kişilerin öğrenci, öğretmen vb şekilde yolcu profillerine göre binış sayıları, aktarma yapan yolcuların hangi bölgelerden geldiği gibi bilgiler elde edilebilmektedir.

Tablo 4.6'da BursaRAY'ın 31 istasyonu içerisinde yoğun binışlerin olduğu Acemler İstasyonu'nda bir hafta içerisinde yapılan tüm binışler ve bu binışlerden kaçının aktarma yoluyla sağlandığı görülmektedir. Tablo incelenecek olursa sol tarafta ki sütunda yolcuların kullandıkları bilet tipleri sıralanmıştır. Yukarı da ki başlıklarda da izah edildiği üzere yolcu kartları ya kişiselleştirilmiş kartlardır (öğrenci, öğretmen, engelli, gazi vb), yada herhangi bir yolcunun birden fazla kez yükleme yapabildiği "Tam BuKART" şeklindedir. Bunların yanında tek kullanımlık 2 ve 3 TL'lik manyetik kartlar da bulunmaktadır. Tabloda ki yolculuk sayıları bu kart tiplerine göre kısımlandırılmıştır.

Tablo 4.6: BursaRAY Acemler istasyonunda ki yolcu biniş sayıları

BursaRAY ACEMLER İSTASYONU YOLCU BİNİŞLERİ (17 - 23 KASIM 2011)																
BİLET TİPİ	TURNİKELERDEN YAPILAN TÛM BİNİŞLER								OTOBÜSLERDEN AKTARMA BİNİŞ YAPANLAR							
	17	18	19	20	21	22	23	GENEL TOPLAM	17	18	19	20	21	22	23	AKTARMA TOPLAM
Tam (3 TL)	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
İndirimli (2 TL)	424	401	477	448	484	478	298	3010	-	-	-	-	-	-	-	-
Harcırah	15	15	21	17	23	8	-	99	3	5	6	3	6	7	-	30
Postacı	4	5	3	4	4		-	20	2	5	3	2	1	-	-	13
65 + Ücretsiz	2	8	4	3	5	6	7	35	2	7	3	2	4	4	5	27
Engelli	169	172	176	183	185	134	116	1135	92	102	94	74	96	73	50	581
Engelli Refakatçi	13	18	17	26	17	12	19	122	4	5	8	6	3	5	9	40
Basın	11	13	9	13	12	7	4	69	3	8	5	2	4	3	-	25
Gazi	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
İstasyon Kartı	698	652	716	623	651	578	411	4329	-	-	-	-	-	-	-	-
Öğrenci	3123	3224	3303	3006	3545	1993	1648	19842	947	999	1041	784	1144	1005	627	6547
Öğretmen	191	176	182	232	198	138	87	1204	79	75	82	73	81	48	38	476
60 + İndirimli	208	169	234	231	225	191	120	1378	107	88	111	98	119	118	51	692
Tam BuKART	5609	5080	5492	5600	5779	5443	3584	36587	2528	2231	2312	1881	2520	2481	1278	15231
Kurumsal Kart	373	330	355	315	332	53	42	1800	29	19	18	18	21	11	10	126
GENEL TOPLAM	10840	10264	10989	10701	11460	9042	6336	69632	3796	3544	3683	2943	3999	3755	2068	23788

Yolcu binişlerine bakılacak olursa 17-24 Kasım 2011 tarihleri arasında Acemler Metro İstasyonu'nda 69.632 kişi biniş yapmışken, bu binişlerin yaklaşık üçte biri yani 23.788 kişi aktarma yoluyla binişini gerçekleştirmiştir. Acemler İstasyonunun hemen yakınında Otobüslerin durakladığı bir alan olmasına rağmen aktarmanın az olması üzerinde düşünülmesi gereken hususlardan biridir. Bu noktada aktarma ücretlerini incelemek gerektiği düşünülebilir.

Yine yapılan yolculuklarda ki önemli bir payı 19.842 kişi ile öğrencilerin alması bu bölgede bulunan okulların fazla olduğunu göstermektedir. Nitekim istasyon yakınında 4 adet lise bulunmakta ve öğrencilerin büyük bir bölümü istasyondan indikten sonra ve istasyona gelirken yürüyerek gelmektedir.

Ayrıca 1800 kişilik Kurumsal Kart kullanıcılarından sadece 126 aktarma yapılmış olması, istasyonun hemen yakınında bulunan Büyükşehir binalarında çalışan ve Kurumsal Kart kullanan yolculara işaret etmektedir. İş çıkışı yürüyerek istasyona gelip aktarma yapmadan binişlerini gerçekleştirmektedirler. Bunlara ilaveten 1135 engelli vatandaşımızdan 581 tanesinin aktarma yaptığı düşünülürse istasyonda ki engellilere yönelik düzenlemelerin ne kadar önemli olduğu da görülmektedir. Bu çıkarımlara benzer şekilde sonuçlara ulaşmak mümkündür.

4.4 DURAKLARLA İLGİLİ ANALİZLER

Duraklardan binen yolcu sayılarının bilinmesi, otobüslerin tur boyunca güzergâhın hangi bölgelerinde daha yoğun olduğu hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. GPS teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, akıllı kart kullanan yolcuların konum bilgilerinin de veritabanlarına aktarılmasıyla hangi yolcunun hangi duraktan bindiği bilgileri elde edilebilmektedir. Bu bilgilerden hareketle en yoğun yolcusu olan durakların tespit edilmesi ve en önemlisi hangi yolcunun nerden bindiğiyle beraber hangi durakta aktarma yaptığı, yani yolcu yönelişlerinin anlaşılmasıyla hat planlamada önemli olan yolcu taleplerinin tespitinde kolaylıklar sağlayacaktır. Ancak şuan ki mevcut Bursa Toplu Taşıma Sisteminde yolcu biniş bilgilerinde konum bilgisi bulunmadığından hangi duraktan kaç yolcunun bindiği tespit edilememektedir.

Tablo 4.7: 6/A Hattındaki duraklardan binen yolcu sayısı oranları

DURAK ID	DURAK ADI	DURAK ARASI MESAFE(KM)	TOPLAM YOLCU SAYISI	ORAN (%)
D3175	MENEKŞE SİTESİ 1	0,00	4	0,4
D0405-S	MENEKŞE SİTESİ 2	0,30	8	0,8
D2560	125. YIL ATATÜRK SAĞLIK M.	0,80	7	0,7
D0408	ARDIÇ KENT	1,10	2	0,2
D2838-S	ALTINŞEHİR ÇETİN EMEÇ CADDESİ	1,70	11	1,1
D0399-S	ALTIN ŞEHİR 1	2,20	8	0,8
D3386	ALTIN ŞEHİR 2	2,30	5	0,5
D0402	ALTINŞEHİR 2	2,50	21	2,1
D3257	ALTINŞEHİR 3	2,80	9	0,9
D0404	ALTINŞEHİR MUHTARLIĞI	3,00	35	3,5
D0409-S	ALTIN ŞEHİR 4	3,40	9	0,9
D0411	ALTINŞEHİR 5	3,70	12	1,2
D0412	ALTINŞEHİR 6	4,00	4	0,4
D0413	ALTINŞEHİR 7	4,20	2	0,2
D0414	ALTINŞEHİR 8	4,40	7	0,7
D0415	ALTIN ŞEHİR 9	4,60	12	1,2
D2833	UĞUR MUMCU BULVARI 2	4,80	18	1,8
D2835	UĞUR MUMCU BULVARI 1	5,00	3	0,3
D0416-S	SAYDAM TEKSTİL	5,50	24	2,4
D0369	KÜÇÜK SANAYİ 1	6,10	37	3,6
D0370	KÜÇÜK SANAYİ CAMİİ	6,50	14	1,4
D0371	ERTUĞRUL CAD. 1	6,70	5	0,5
D0372	ERTUĞRUL CAD. 2	7,10	9	0,9
D0332	YILDIRIM CAD. 12	7,70	23	2,3
D0417	YILDIRIM CAD. 11	8,10	3	0,3
D0418	YILDIRIM CAD. 10	8,60	6	0,6
D0420	YILDIRIM CAD. 9	8,80	3	0,3
D0421	YILDIRIM CAD. 8	9,10	12	1,2
D0422	SÜLEYMAN CURA İ.Ö.O.	9,20	21	2,1
D0423	YILDIRIM CAD. 6	9,60	7	0,7
D0424	YILDIRIM CAD. 5	10,00	12	1,2
D0425	YILDIRIM CAD. 4	10,30	67	6,6
D0426	YILDIRIM CAD. 3	10,60	7	0,7
D0443	YILDIRIM CAD. 2	10,90	31	3,1
D0314	YILDIRIM CAD. 1	11,10	4	0,4
D0127	JİMER HASTANESİ	11,30	32	3,2
D0128	MİHRAPLI CAD. 2	11,70	12	1,2
D0129	DİKKALDIRIM CAD. 4	12,10	6	0,6
D0130	MİHRAPLI CAMİİ	12,60	2	0,2
D0131	DİKKALDIRIM CAD. 2	13,00	34	3,4
D0132	DİKKALDIRIM CAD. 1	13,30	7	0,7
D0377	LEVAZIM	13,70	2	0,2
D0378	6.DEĞİRMEN SK.	14,00	9	0,9
D0189	KÜKÜRTLÜ GİRİŞİ	14,60	8	0,8
D0190	TİCARET SANAYİ ODASI İ.Ö.O.	15,10	121	11,9
D0191	KÜKÜRTLÜ 4	15,30	2	0,2
D0192	KÜKÜRTLÜ 3	15,60	49	4,8
D0193	KÜKÜRTLÜ 2	15,90	3	0,3
D0194	KAPLICALAR	16,40	12	1,2
D0156	YAYCILAR	17,10	2	0,2
D0157	KÜLTÜRPAK	17,50	25	2,5
D0047	ALTIPARMAK	17,90	76	7,5
D0048	ÇATAL FIRIN	18,50	8	0,8
D0051	TİMURTAŞ PAŞA 2	19,00	79	7,8
D0060	KAFKAS PERON 2	19,70	43	4,2
D0427	MAVİKÖŞE	20,00	6	0,6
D0428	YEŞİL CADDE	20,30	7	0,7
D0436-S	YEŞİL	20,50	4	0,4
D2612	ŞİBLE	20,80	2	0,2
D0431-S	ZEYİNLER	21,40	1	0,1
D0432	DEREBAHÇE	21,60	0	0,0
Toplam Yolcu			1014	100,0

Bu nedenle konunun anlatılmasında kullanılacak tablo, 1'şer dakikalık yolcu biniş raporlarının güzergâh bilgileriyle karşılaştırılmasıyla, duraklardaki yolcu biniş tahminlerinden oluşturulmuştur. Önümüzdeki zamanlarda bilet sistem teknolojilerinde yapılacak olan teknik iyileştirmeler sonucunda her duraktan hangi saat diliminde ne kadar yolcu bindiği bilgileri raporları kesin olarak elde edilebilecektir.

Bir güzergâh boyunca hangi duraktan ne kadar yolcu binişi olduğunun bilinmesi, durakların kullanım yoğunluğu hakkında ipucu vermektedir. Tablo 4.7'de 6/A hattına ait hafta içi günlerde saat 6 - 9 arasındaki yolcu binişleri durak bazında gösterilmiştir.

Duraklardan binen yolcu sayılarının tüm güzergâh boyunca taşınan yolcu sayısına oranının yüzde 5'ten fazla olduğu duraklardan daha yoğun şekilde yolcu bindiği söylenebilir. Bursa Ulaşım Ana Planı (BUAP, 2012) çalışmasına göre aşağıda belirtilen mesafe değerlerinin aşılması durumunda, yerleşim bölgelerine (duraklara yaya olarak erişilebilen yerleşim bölgeleri) yeterli erişimin varlığı belirtilmiştir.

- i. Bir hafif metro durağından 1.000 m,
- ii. Bir tramvay durağından 600 m,
- iii. Düşük imar yoğunluğunun olduğu bölgelerde otobüs duraklarından 500 m,
- iv. Yüksek imar yoğunluğunun olduğu bölgelerde ve merkezi bölgelerde otobüs duraklarından 400 m,
- v. Minibüs ulaşımı yapılan bir güzergâhtan (sabit durak olmadığından) 300 m olmalıdır.

Bu bilgilerden hareketle yüksek imar yoğunluklu bir bölgede iki durak arası mesafenin 400 metre olması ulaşım açısından erişilebilir olarak kabul edilebilir. Bu bağlamda tablo incelenirse yolcu biniş oranı yüzde 0.5 oranından az olan ve iki durak arası mesafe 400 metreden az olan durakların özel bir durumları olmadıkça kaldırılması, verimli bir hat planı için önemlidir.

5. AKILLI KART VERİLERİ İLE HAT PLANLAMA

Büyük kentler başta olmak üzere vatandaşların yolculuk taleplerini karşılamak toplu taşıma kurumları için çözülmesi gereken problemlerin başında gelmektedir. Bu talepler gerçekleşirken aynı zamanda akaryakıt, şoför, otobüs gibi kalemlerin de optimal kullanılmasının gerektiği açıktır. Hatların doğru planlanması yolcu memnuniyetini arttıracığı gibi, kurum kaynaklarının da verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Bilindiği üzere, hatların sıklık planlamasında kullanılan en önemli verilerden biri hatlardaki biniş sayılarıdır. Bununla birlikte kullanılan araç tipi, sefer süresi servis sıklıklarını doğrudan etkileyen faktörlerdir. Bunun yanı sıra hatların güzergahları planlanırken, durak yoğunlukları, hatların durak kesişim bilgileri ve yolcu kartlarının hareket bilgilerinden yararlanılması yapılan planlamayı en iyiye yaklaştıracaktır. Bu nedenle, başarılı bir toplu taşıma sistemi için sefer ve hat planlamasının entegre olduğu bir sistem tasarlanması ve sorunun çözümüne odaklı bir plan çerçevesinde hareket edilmesi gerekmektedir. Planlamanın doğru yapılabilmesi ve sürekliliğin sağlanması için önemli bir diğer konu ise; verilerin gelecek zamanlarda da sağlıklı erişilebilmek üzere düzgün depolanması ve veritabanı için uygun tablo ve görünüm yapıları hazırlanmasıdır. Bununla birlikte, veritabanının kullanıcının planlamada raporları doğru şekilde hazırlamasına elverişli yapıda olması gerekmektedir. Hat planlamasının önemli bir ayağını oluşturan verilerin analiz edilmesinde, fazla olan veri yığınlarının zaman bakımından performansın artırılması amacıyla indeksler doğru oluşturulmalı ve veriler ilişkisel veri tabanına doğru aktarılmalıdır (Tınaztepe ve diğ. 2011).

5.1 HAT PLANLAMA SÜRECİ

Toplu taşıma sistemlerinin planlanmasında maksimum verimliliğin sağlanması için en önemli konulardan biriside hatların planlanmasıdır. Ülkemiz ulaşım mevzuatı gereği kentiçi ulaşımında hat planlaması işi kamu kurumları, yani belediyeler tarafından yapılmakta veya yaptırılmaktadır.

Hat planlamasının temelini oluşturan en önemli iki amaçtan birincisi, yolculuk memnuniyetinin artırılarak toplu taşımanın özendirilmesi, ikincisi ise bu memnuniyetin

sağlanmasında ülke kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasıdır. Bu iki ana amacın gerçekleşmesinde çok farklı faktörler vardır ve planlama aşamasında bu faktörlerin analiz edilerek tek potada eritilmesi gerekmektedir.

Hat planlama süreci; yeni bir hattın kurulması, halihazırda olan bir hattın verimliliğinin artırılması, hattın güzergahının yeniden revizyon edilmesi, hatta ki yolculuk sayısına bağlı olarak uygun araç kapasitenin tespit edilmesi, uygun sefer aralıklarının tespiti gibi bir çok konuyu içermektedir. Bunların yanında, bazı şehirlerimizde olduğu gibi hatlarda özel işletmecilik yapan kişi ya da kurumların kar - zarar durumunun da dikkate alınması gerekmektedir.

Bu bölüm, hat planlamasına ait süreçlerinin analiz edilmesini ve gerek kurum açısından gerekse yolcular açısından maksimum faydayı sağlayacak, sistematik ve sürekli gelişime açık bir yaklaşımın nasıl olabileceği sorusunun cevabını kapsamaktadır. Bu cevabın aranmasında Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden alınan veriler kullanılarak örnek hat planlaması yapılmıştır. Hat planlaması yapılırken önce sürecin nasıl işlediğine dair analizler yapılmış daha sonra akıllı kart verilerinden faydalanılarak daha bilimsel ve sistematik çözümler üzerinde durulmuştur. Yapılan bu çalışmada, akıllı kart verilerinin hat planlaması sürecinde sağlayacağı katkı üzerinde durularak, ulaşım planlama sisteminin kurulması ve bu sistem ile vatandaş taleplerinin hızlı ve doğru bir biçimde karşılanması hedeflenmiştir.

Önceki bölümlerde de değinildiği gibi ülkemizde son yıllarda bir çok şehirde kağıt bilet yerine elektronik kartlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu kartlar üzerine elektronik devre aracılığıyla değer yüklenebilmekte, kart okuyucu cihazlarda işlem gördükçe üzerinden değer düşülebilmekte, kullanım bilgilerini saklayarak güncellenebilmekte ve temassız çalışabilmektedir. Araç içerisinde Validatör ismindeki cihaza kartın okutulmasıyla, yolculuk binişleriyle ilgili bilgiler toplanabilmekte ve veri tabanlarına aktarılabilmektedir. Veri tabanlarında toplanan bu bilgilerin çeşitli şekillerde raporlandırılmasıyla hatlarda taşınan yolculuk sayıları, hangi durakta ne kadar sayıda yolcu bindiği gibi konularda fikir sahibi olunabilmektedir.

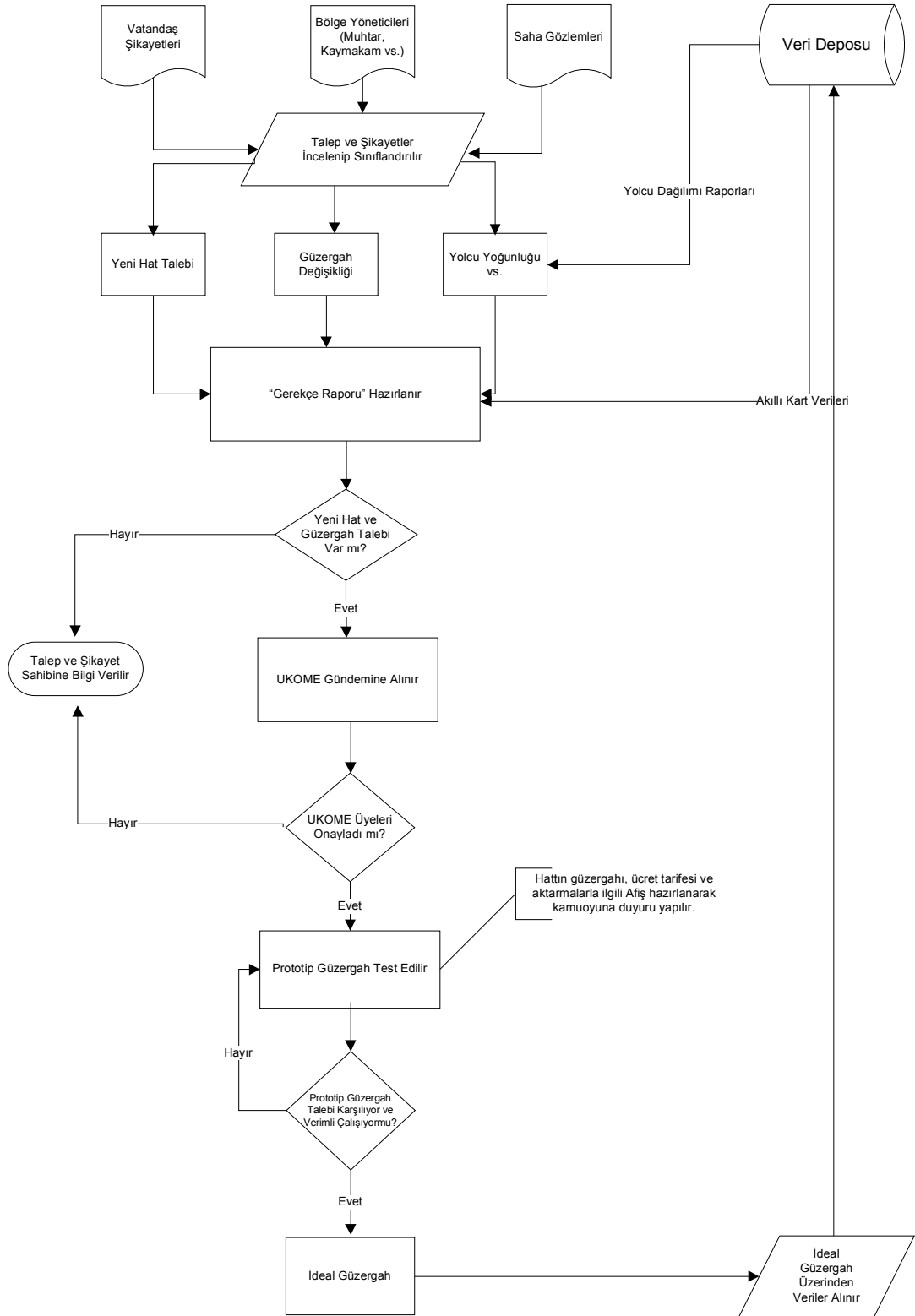
Bursa Büyükşehir Belediyesi'nde hat planlaması ile ilgili çalışmalar, Ulaşım Dairesi Başkanlığı'na bağlı Toplu Taşıma Şube Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmektedir. Hatlarla ilgili planlamanın ana kaynağını, vatandaşlardan, bölge yöneticilerinden gelen talep ve şikâyetler (dilekçe, mail, telefon vb. kanallarla) ve Belediye yetkililerinin gerçekleştirdiği saha gözlemleri ve verimlilik çalışmaları oluşturmaktadır. Elde edilen bu verilerin analiz edilmesi sonucu hatlarla ilgili konular genel olarak şu başlıklar altında sınıflandırılmaktadır.

- i. Yeni hat kurulması talepleri,
- ii. Mevcut hattın güzergah değişikliği ile ilgili talepler,
- iii. Mevcut hattın yoğunluğu, sefer sıklığı gibi konularda talep ve şikâyetler,
- iv. Özel işleticiler tarafından hattın kar-zarar durumuyla ilgili talep ve şikâyetler.

Alınan bu talepler Belediye Yetkilileri'nce konusuna göre incelenmekte olup, gerektiğinde konuyla ilgili teknik bir *Gerekçe Raporu* hazırlanmaktadır. Bu raporda, yeni hat kurulacaksa bölge nüfusu yoğunluğu, yolculuk çekim merkezleri, güzergah altyapısı, güzergah uzunluğu gibi konular işlenmektedir. Eğer mevcut güzergahta bir değişiklik talep ediliyorsa, değişiklik talebinin bölgenin diğer sakinleri ve hatları üzerindeki etkileri, işletmecilik açısından verimli olup olmaması gibi konular değerlendirilmektedir. Eğer hatların yoğunluğu, sefer saatleri gibi konularda şikâyet ve talep alınmışsa söz konusu hattaki yolcu binişleri akıllı kart verilerinden elde edilerek analiz edilmekte ve bilimsel bir değerlendirme yapılmaktadır. Akıllı kart verileri incelenirken yeni hattın yada güzergah değişikliğinin bölge hatlarıyla olan kesişim noktaları ile birlikte değerlendirilmesi, zaman bazlı yolculuk yoğunlukları gibi konulara dikkat edilmektedir.

Şekil 5.1'de ki hat planlama sürecinde gösterildiği gibi hazırlanan Gerekçe Raporu, söz konusu talep ve şikâyetin eki olarak UKOME gündemine sunulur. UKOME üyelerinin onaylamasıyla birlikte yeni hattın kurulması ya da güzergah değişikliği gerçekleşmiş olur.

Şekil 5.1: Hat planlama süreci

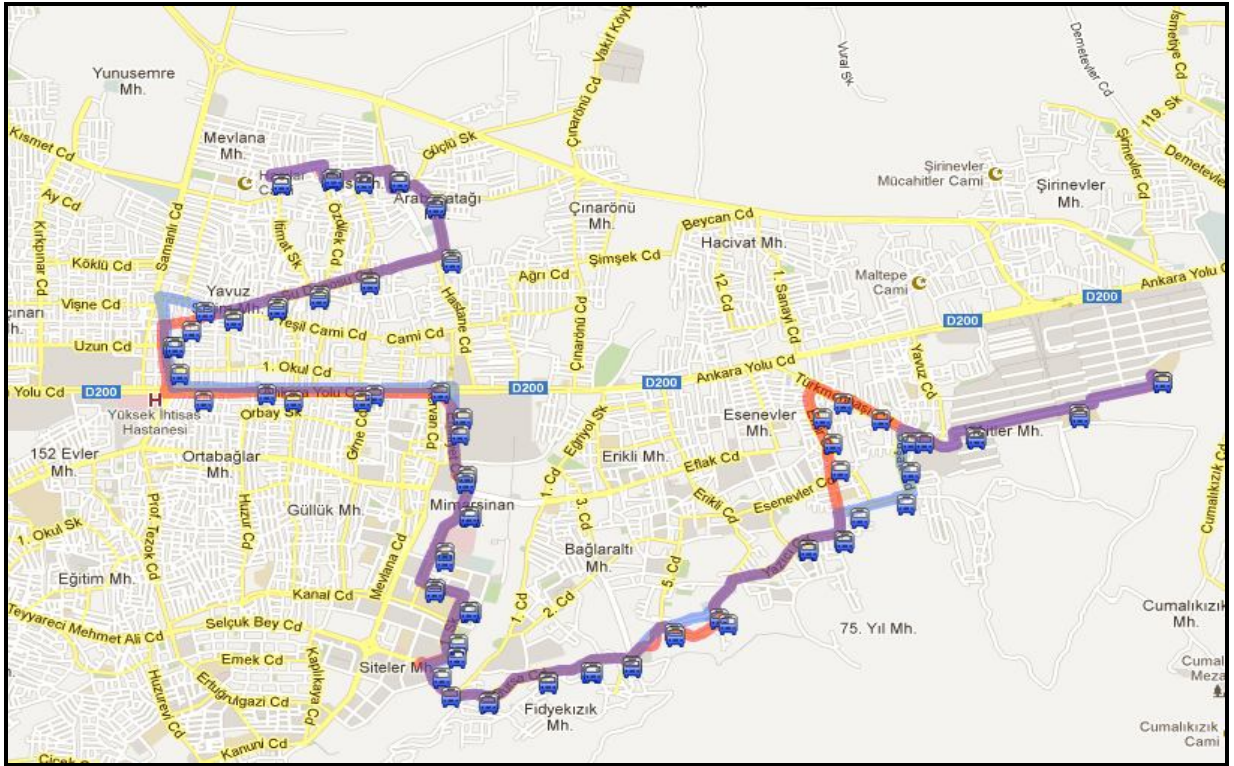


Yeni hat kurulması durumunda, hattın güzergahı, ücret durumu ve aktarmalarla ilgili, bölge sakinlerini bilgilendirmek amaçlı hazırlanan afişler durak vb. yerlere asılarak yolculara duyurulur. Kurulan yeni hat 60 ile 90 günlük teste tabi tutulur. Testin sonucunda yeterli sayıda yolcu sayısına ulaşılmışsa ve talebi karşılayıp verimli çalışıyorsa ideal güzergâh belirlenmiş olur. Tüm bu süreçler Şekil 5.1’de gösterilmiştir.

5.2 PLANLAMAYA KONU MEVCUT HATTIN ANALİZİ

Hat planlama süreci yeni hattın kurulması, halihazırda olan hattın verimliliğinin artırılması, hattın güzergahlarının revizyon edilmesi gibi bir çok konuyu kapsamaktadır. Bu başlıkta ise Bursa il sınırlarında bulunan D/2-A hattı, akıllı bilet verilerinden hareketle bir haftalık yolcu binişlerine göre analiz edilecektir. Daha sonra yolcu yoğunluk durumuna göre araç ataması yapılarak mevcut durumla planlanan durum arasında ki farklar fayda maliyet açısından değerlendirilecektir.

Şekil 5.2: D/2-A Hattı güzergahı



Kaynak : Bursa Büyükşehir Belediyesi - Ulaşım Dairesi Başkanlığı, 2012

D/2-A hattı Bursa ilinin doğu bölgesinde bulunan bir hattır. Şekil 5.2'de görüldüğü üzere Mevlana Mahallesinden başlamakta, Ankara yolundan BursaRAY Metrosunun son istasyonu olan Arabayatağı istasyonuna uğrayarak devam etmekte, Kuzey ekseninde Mimar Sinan Bulvarından ilerleyerek Fidyekızık Mahalesinden Otosansit Sanayi Bölgesine varmaktadır. Güzergah boyunca iki hastane ve dört tane okul bulunmaktadır. Gidiş güzergahı ile dönüş güzergahı hemen hemen aynı olup 12 km uzunluğundadır. Ankara yolu istikametinde devam eden Metronun son istasyonu olan Arabayatağı istasyonunda inen ve aynı istasyondan Metroya binen yolcuları Kuzey - Güney ekseninde taşıdığından besleme hattı özelliği taşımaktadır.

5.2.1 Yolcu Sayısı Dağılımı

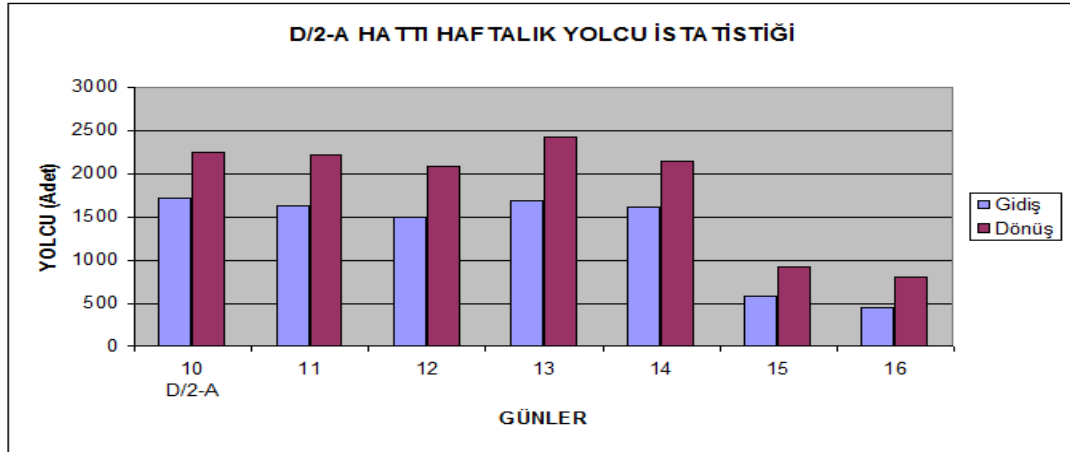
D/2-A hattının akıllı kart binişlerinden hareketle elde edilen yolcu biniş sayılarının, 10 - 16 Ekim 2011 tarihleri arasında bir haftalık periyottaki günlere göre gidiş - dönüş dağılımı Tablo 5.1'de görülmektedir.

Tablo 5.1: D/2-A Hattı gidiş - dönüş yolcu sayıları (10-16 Ekim 2011)

Hat	Gün (Ekim 2011)	Gidiş	Dönüş	Genel Toplam
D/2-A	10 (Pazartesi)	1715	2249	3964
	11 (Salı)	1622	2219	3841
	12 (Çarşamba)	1491	2090	3581
	13 (Perşembe)	1680	2419	4099
	14 (Cuma)	1615	2149	3764
	15 (Cumartesi)	583	915	1498
	16 (Pazar)	453	797	1250
Toplam D/2-A		9159	12838	21997

Gidiş - dönüş bazında yolcu binişleri farkının daha iyi anlaşılması için Şekil 5.3'teki grafik incelenecek olursa, gidiş ve dönüş yolcu sayılarının eşit olmadığı görülmektedir. Tüm günler boyunca dönüşte daha fazla yolcu taşınmıştır. Ayrıca çalışma günlerini de kendi aralarında karşılaştırdığımızda perşembe günü en fazla yolcu taşınırken çarşamba günü diğer günlere kıyasla en az yolcu taşınmıştır. Yine hafta sonu taşınan yolcu sayısı hafta içi taşınan yolcu sayısının nerdeyse yarısı kadardır.

Şekil 5.3: D/2-A Hattı haftalık yolcu sayısı grafiği (10-16 Ekim 2011)



Aynı hattın yolcu binişlerini, gün içinde ki saat dilimlerine bölerek de incelemek mümkündür. Tablo 5.2'de D/2-A hattında bir haftalık periyotta taşınan yolcu sayısı, günler bazında 6:00 - 9:00, 9:00 - 16:00 gibi saat dilimlerine ayrılarak gün içerisindeki hangi zaman diliminde ne kadar sayıya ulaştığı görülebilmektedir. Özellikle hafta içi günlerde 6:00 - 9:00 saat dilimlerinde gidişte yolcu yoğunluğu fazla iken, dönüşlerde ise öğle saatlerinden itibaren akşam saatlerine kadar yoğunluğun fazla olduğu gözlenmektedir. Saat 20:00 'den itibaren yolcu sayısı azalmakta ve geç saatlerde ise en az seviyeye düşmektedir.

Yine aynı tabloya bakarak hafta içi, cumartesi ve pazar günlerinde taşınan yolcu binişlerinin gidiş-dönüş bazında ve belirli zaman dilimlerine göre ayrı ayrı dağılımını, toplam yolcu ve ortalama günlük yolcu sayılarını da tabloda görmek mümkündür.

Bunlara ilaveten ayrıca;

- i. Tur sayısı ve başlangıç saati,
- ii. Kullanılan araç tipi, kapasitesi ve aracın kullanım yüzdesi (Bir sonraki başlıkta araç tip ve kapasiteleri ile ilgili açıklama ayrıca yapılacaktır) gibi değerler görülmektedir.

Tablo 5.2: D/2-A Hattı yolcu dağılımı, tur sayısı ve araç kapasitesi açısından mevcut durum analiz tablosu

Hat Adı	Saat Dilimi	Tur Saati	Tur Dakikası	Araç Tipi	Araç Kapasite	HAFTA İÇİ						CUMARTESİ				PAZAR				
						Gidiş			Dönüş			Gidiş		Dönüş		Gidiş		Dönüş		
						Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	
D/2-A	06 -- 09	6	45	TIP 3	71	153	31	43				13	18							
			55	TIP 3	71				249	50	70									
		Toplam 6					153	31		249	50		13							
		7	0	TIP 3	71	449	90	126			19	27							9	13
			15	TIP 3	71	460	92	130			13	18	14	20						
			35	TIP 3	71	367	73	103					22	31					1	1
			50	TIP 3	71										13	18				
			55	TIP 3	71	273	55	77			18	25	11	15						
	Toplam 7					1549	310		560	112		50		47		13		10		
	8	5	TIP 3	71						172	34	48			23	32				
		15	TIP 3	71	249	50	70					17	24							
		20	TIP 3	71						128	26	36								
		25	TIP 3	71													11	15		
		35	TIP 3	71	152	30	43					4	6							
		40	TIP 3	71						81	16	23			14	20				
		45	TIP 3	71														14	20	
		55	TIP 3	71	165	33	46					12	17							
	Toplam 8					566	113		381	76		33		37		11		14		
	Toplam 06 -- 09					2268	454		1190	238		96		84		24		24		
	09 -- 15	9	0	TIP 3	71					116	23	33			10	14				
15			TIP 3	71	105	21	30													
20			TIP 3	71						160	32	45			16	23				
35			TIP 3	71	296	59	83					30	42			16	23			
40			TIP 3	71						142	28	40			3	4				
55			TIP 3	71	97	19	27					7	10							
Toplam 9					498	100		418	84		37		29		16					
10		0	TIP 3	71						120	24	34								
		10	TIP 3	71												2	3			
		15	TIP 3	71	119	24	34					8	11							
		20	TIP 3	71						240	48	68			24	34		32	45	
		35	TIP 3	71	157	31	44					11	15							
	50	TIP 3	71						113	23	32			9	13		5	7		
Toplam 10					369	74		473	95		19		33		2		37			

Hat Adı	Saat Dilimi	Tur Saati	Tur Dakikası	Araç Tipi	Araç Kapasite	HAFTA İÇİ						CUMARTESİ				PAZAR					
						Gidiş			Dönüş			Gidiş		Dönüş		Gidiş		Dönüş			
						Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite		
D/2-A	06 -- 09	6	45	TIP 3	71	153	31	43				13	18								
			55	TIP 3	71				249	50	70										
		Toplam 6					153	31					13								
		7	0	TIP 3	71	449	90	126				19	27						9	13	
			15	TIP 3	71	460	92	130			225	45	63	13	18	14	20				
			35	TIP 3	71	367	73	103			189	38	53			22	31			1	1
			50	TIP 3	71													13	18		
			55	TIP 3	71	273	55	77			146	29	41	18	25	11	15				
	Toplam 7					1549	310			560	112			50		47		13		10	
	8	5	TIP 3	71						172	34	48			23	32					
		15	TIP 3	71	249	50	70						17	24							
		20	TIP 3	71						128	26	36									
		25	TIP 3	71													11	15			
		35	TIP 3	71	152	30	43						4	6							
		40	TIP 3	71						81	16	23			14	20					
		45	TIP 3	71															14	20	
		55	TIP 3	71	165	33	46						12	17							
	Toplam 8					566	113			381	76			33		37		11		14	
	Toplam 06 -- 09					2268	454			1190	238			96		84		24		24	
	09 -- 15	9	0	TIP 3	71					116	23	33			10	14					
			15	TIP 3	71	105	21	30													
			20	TIP 3	71						160	32	45			16	23				
			35	TIP 3	71	296	59	83						30	42			16	23		
			40	TIP 3	71						142	28	40			3	4				
55			TIP 3	71	97	19	27						7	10							
Toplam 9					498	100			418	84			37		29		16				
10		0	TIP 3	71						120	24	34							2	3	
		10	TIP 3	71																	
		15	TIP 3	71	119	24	34						8	11							
		20	TIP 3	71						240	48	68			24	34			32	45	
		35	TIP 3	71	157	31	44						11	15							
		40	TIP 3	71						113	23	32			9	13					
		50	TIP 3	71															5	7	
		55	TIP 3	71	93	19	26														
Toplam 10					369	74			473	95			19		33		2		37		

Hat Adı	Saat Dilimi	Tur Saati	Tur Dakikası	Araç Tipi	Araç Kapasite	HAFTA İÇİ						CUMARTESİ				PAZAR						
						Gidiş			Dönüş			Gidiş		Dönüş		Gidiş		Dönüş				
						Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite			
D/2-A	09 -- 15	15	0	TIP 3	71				294	59	83											
			10	TIP 3	71										3	4						
			15	TIP 3	71	181	36	51														
			20	TIP 3	71				260	52	73	5	7									
			30	TIP 3	71									36	51				16	23		
			35	TIP 3	71	174	35	49				30	42			21	30					
			40	TIP 3	71				550	110	155								38	54		
				55	TIP 3	71	130	26	37													
				Toplam 15			485	97		1104	221		35	80		24		54				
				Toplam 09 -- 15			3435	687		6272	1254		246	489		220		419				
	16 -- 19	16	16	0	TIP 3	71				238	48	67			14	20			28	39		
				10	TIP 3	71										18	25					
				15	TIP 3	71	141	28	40				14	20								
				20	TIP 3	71				386	77	109			20	28				36	51	
				30	TIP 3	71											14	20				
				35	TIP 3	71	141	28	40				31	44								
				40	TIP 3	71				316	63	89							9	13		
					55	TIP 3	71	123	25	35			5	7								
					Toplam 16			405	81		940	188		50	34		41		64			
		17	17	17	0	TIP 3	71				206	41	58			40	56			26	37	
					10	TIP 3	71										9	13				
					15	TIP 3	71	133	27	37				22	31							
					20	TIP 3	71				360	72	101			38	54				14	20
					35	TIP 3	71	177	35	50												
40					TIP 3	71				214	43	60					44	62		68	96	
50					TIP 3	71											17	24				
				55	TIP 3	71	132	26	37			39	55									
			Toplam 17			442	88		780	156		61	122		26		108					
18	18	18	0	TIP 3	71				258	52	73			24	34			32	45			
			10	TIP 3	71										34	48						
			15	TIP 3	71	200	40	56				15	21									
			20	TIP 3	71				350	70	99							5	7			
			30	TIP 3	71																	
			35	TIP 3	71	128	26	36				3	4									
			40	TIP 3	71				190	38	54					28	39		30	42		
			50	TIP 3	71													22	31			
			55	TIP 3	71	178	36	50			23	32										
			Toplam 18			506	101		798	160		41	52		61		62					

Hat Adı	Saat Dilimi	Tur Saati	Tur Dakikası	Araç Tipi	Araç Kapasite	HAFTA İÇİ						CUMARTESİ				PAZAR				
						Gidiş			Dönüş			Gidiş		Dönüş		Gidiş		Dönüş		
						Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	Günlük (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	Toplam (Adet)	% Kapasite	
D/2-A	16 -- 19	19	0	TIP 3	71				312	62	88			36	51			10	14	
			15	TIP 3	71	153	31	43												
			20	TIP 3	71				124	25	35			46	65			40	56	
			30	TIP 3	71									5	7					
			35	TIP 3	71	107	21	30				8	11							
			40	TIP 3	71				132	26	37			22	31			26	37	
			50	TIP 3	71									15	21					
	55	TIP 3	71	80	16	23				14	20									
	Toplam 19					340	68		568	114		22		104		20		76		
	Toplam 16 -- 19					1693	339		3086	617		174		312		148		310		
	20 -- 23	20	20	0	TIP 3	71				132	26	37								
				10	TIP 3	71								6	8					
				20	TIP 3	71	105	21	30	74	15	21	2	3	16	23		8	11	
				40	TIP 3	71				68	14	19			6	8		10	14	
				45	TIP 3	71	110	22	31											
		Toplam 20					215	43		274	55		2		22		6		18	
		21	21	21	5	TIP 3	71				110	22	31			4	6		8	11
					10	TIP 3	71	168	34	47				32	45			36	51	
					30	TIP 3	71				64	13	18							
					35	TIP 3	71	27	5	8				4	6					
					45	TIP 3	71											3	4	
					55	TIP 3	71				34	7	10			1	1			
		Toplam 21					195	39		208	42		36		5		39		8	
22		22	22	0	TIP 3	71	45	9	13				5	7				6	8	
				20	TIP 3	71				12	2	3			1	1				
				25	TIP 3	71	152	30	43											
	30			TIP 3	71													12	17	
	45			TIP 3	71	35	7	10	29	6	8	11	15	2	3					
Toplam 22					232	46		41	8		16		3			18				
23	23	23	0	TIP 3	71										16	23				
			10	TIP 3	71	41	8	12	52	10	15	13	18							
			35	TIP 3	71	44	9	12	3	1	1									
Toplam 23					85	17		55	11		13			16						
Toplam 20 -- 23					727	145		578	116		67		30		61		44			
Toplam D/2-A					8123	1625		11126	2225		583		915		453		797			

5.2.2 Araç Tipi ve Kapasite Kullanımı

Araçların hatlara atanmasında, hattın mevcut yolcu yoğunluğuna göre uygun araç kapasitesinin seçimi önemli bir kriterdir. Bursa ilinde ki toplu taşıma sisteminde elektronik ücret toplama sistemine tabi olarak çalışan mevcut filodaki aktif ve yedek araçların sayısı toplam 795 adettir. Bu araçlardan 457 adedi 9 metre uzunluğunda olup mevcut filoda ki en büyük dilimi oluşturmaktadır. Diğer araçların uzunluklarına göre TİP ayrımları, oturan ve ayakta yolcu sayılarına göre toplam kapasiteleri Tablo 5.3'de gösterildiği gibidir.

Tablo 5.3: Araç tipi ve kapasiteleri

TIP GRUP	Uzunluk	Filodaki Araç Sayısı	Oturan Yolcu Sayısı	Ayakta Yolcu Sayısı	Toplam Kapasite
TIP 1	6 Metre	32	16	5	21
TIP 2	7 Metre	20	22	28	50
TIP 3	9 Metre	457	26	45	71
TIP 4	12 Metre	225	34	63	97
TIP 5	18 Metre	61	42	109	151
Genel Toplam		795			

Yaygın olarak araçların isimlendirilmesinde minibüs, midibüs, otobüs veya körüklü otobüs gibi ifadeler kullanılmaktadır ancak kapasiteyi belirleyen ana unsur aracın uzunluğu olduğundan tip ayrımı uzunluğa göre yapılmıştır.

Mevcut hatta kullanılan araçların kapasitelerinin değerlendirilmesi açısından Tablo 5:2' ye tekrar dönülecek olursa, D/2-A hattında bir hafta boyunca yapılan tüm turlarda, TİP 3, yani 9 metre uzunluğunda ve 71 yolcu kapasiteye sahip aracın çalıştırıldığı görülmektedir. Ayrıca tabloda kapasite kullanım oranları değişik renklerde gösterilmiştir. Burada gösterilen kapasite kullanım oranı; yapılan her bir turda taşınan yolcu sayısının günlük ortalamasının araç kapasitesine bölünmesiyle elde edilen değerdir. Örnek olarak saat 6:45'te yapılan turda hafta içi günlerde toplam 153 yolcu taşınmış olup gün ortalaması 31 yolcudur. Yani bu yolcuların taşınmasında 71 yolcu kapasiteli TİP 3 aracının kapasitesi yüzde 43 oranında kullanılarak çalıştırılmaktadır. Tüm turlar bu şekilde kapasite oranlarına göre renklendirilmiştir. Renklendirme yapılmasının nedeni tabloya bakıldığında kapasite kullanımlarının anlaşılmasında kolaylık sağlamasıdır.

Tablo 5.4: Araç kapasite kullanım oranı

Kapasite Kullanım Oranı (%)	Renklendirme	Ekonomik açıdan değerlendirme
0 - 40	Kırmızı	Verimsiz - Kapasite altı
41- 60	Mavi	Orta verimli
61 - 100	Lacivert	Verimli - Tam Kapasite
101 ve üzeri	Siyah	Kapasite Üstü

Yukarıda ki tabloda da görüldüğü gibi araçların kapasite kullanım oranlarına göre ekonomik açıdan değerlendirme maksatlı bazı kabuller yapılmıştır. Örneğin kapasite kullanım oranı yüzde 41 - 60 arasındaysa tam kapasitede kullanılmış olup yani verimli bir tur yapıldığı kabul edilmiştir ve tabloda mavi renkle gösterilmiştir. Ancak burada unutulmaması gereken önemli bir nokta bulunmaktadır oda tabloda görülen yolcu sayısı değerleri, sadece tur boyunca olan binişleri göstermesidir. Yani bir tur boyunca 71 bir yolcu taşıyan ve araç kapasite de 71 yolcu (TİP 3) olan bir araç, teorik olarak tam kapasitede çalışmış gibi gözükse de güzergah boyunca aracın her zaman dolu olduğu anlamını taşımamaktadır. Araç atamalarında bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Söz konusu tabloya bakarak D/2-A hattını, araç kapasitesi kullanım oranı açısından değerlendirmek gerekirse, genel anlamda hafta içi günlerde hafta sonu günlere göre daha fazla yolcu taşındığını anlaşılmaktadır. Hafta içi günlerde gidişlerde sabah 06:00 - 07:00 arasında kapasite kullanım oranı yüzde 130'lara varmakta iken, saat 11:00 ile 14:00 arasında ise dönüşlerde kapasite oranının fazla olduğu görülmektedir. Akşam saatlerinde özellikle 19:00'dan itibaren araçlar düşük kapasitede çalışmakta ve gece saatlerinde bu oran yüzde 10'lara kadar düşmektedir.

Özetle Tablo 5.2'ye bakılarak bir hatta çalışan araç tipi ve kapasitesini, taşınan yolcu sayısının günlere göre gidiş dönüş bazında dağılımını, tur sayılarını, tur başına düşen yolcu sayısını ve araç kullanım kapasitesinin yüzde oranını görmek mümkündür. Bir hattın genel olarak değerlendirilmesinde, bu tablo planlamacıya bir takım ipuçlarını vermektedir.

5.2.3 Duraklar Bazında Yolcu Biniş Dağılımı

Bir hattın değerlendirilmesinde, tur başına düşen yolcu sayısına yada kullanılan araç kapasite oranına göre hareket etmek planlamacıyı yanıltabilir. Mevcut güzergah boyunca yoğun yolcu binişlerinin hangi duraktan/duraklardan yapıldığı yada güzergahın hangi kilometlerinde yoğunlaştığını tespit etmek hattın karakteristik yapısının anlaşılmasında önemlidir.

Akıllı kat verileri içerisinde yolcu biniş bilgilerinin yanında konum bilgileri de mevcut olsaydı hangi duraktan kaç yolcunun biniş yaptığını tespit etmek çok daha kolay olabilirdi. Teknolojik olarak bu mümkün olsa da şuan ki Bursa toplu taşıma sisteminde bu teknolojik altyapı mevcut değildir. Her ne kadar konum bilgileri, şuan ki mevcut akıllı bilet verileri içerisinde mevcut değilse de güzergahın uzunluğu, güzergahta bulunan durak sayısı, duraklar arası mesafe ve yolcu biniş zamanlarından hareket ederek tahmini bir rapor hazırlamak mümkün olabilmektedir. Yapılan bu kabullerle hazırlanan çizelge Tablo 5.5'te görülmektedir. Tabloda 12 km uzunluğunda ki D/2-A hattı güzergahı yüzdeler olarak 4 parçaya bölünmüş ve bu parçalarda olan duraklardan bir hafta boyunca binen yolcular gidiş ve dönüş bazında tabloya yansıtılmıştır. Yansıtılan bu değerlerde gidiş veya dönüşlerde yolcu biniş sayıları, 50 ve altında ise beyaz renkte, 50 - 100 arası sarı renkte, 100 ve üzeri ise kırmızı renkte gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde, hafta sonu günlerde taşınan yolcu sayısı az olduğundan duraklarda ki yolcu binişleri genelde beyaz renkte görülmekte iken, hafta içi gidiş yönünde D3056 ve D1329 duraklarında tüm günlerde 100 ve üzeri yolcu bindiği görülmektedir. Yine dönüş bakıldığında güzergahın yüzde 50 - 75 arasında ki duraklardan yoğun binişlerin olduğu gözlenmektedir. Bu bölgede bir hastane ve iki okulun bulunmasından kaynaklı yolcu binişlerinin artırdığı söylenebilir.

Önümüzdeki zamanlarda akıllı bilet kullanımını sonucu konum bilgilerinin de elde edilmesiyle bu raporları yüzde yüz netlikte oluşturmak mümkündür.

Tablo 5.5: Güzergahtaki duraklar bazında yolcu istatistiği

Hat	Tip	Mesafe Dili mi,	Durak Kodu *	GÜNLER (10-16 Ekim 2011)							Genel Toplam	
				10	11	12	13	14	15	16		
D/2-A	Gidiş	% 00-25 arası	D1801	33	29	21	27	20	17	5	152	
			D1802	75	65	67	70	58	34	22	391	
			D2982-S	45	43	40	41	34	32	14	249	
			D1803	62	76	57	62	70	27	24	378	
			D1805	65	69	63	89	93	26	10	415	
			D1806	68	71	88	94	77	17	21	436	
			D3056	130	129	131	152	142	30	42	753	
			D1327	42	47	46	32	50	19	18	254	
			Toplam % 00-25 arası	520	526	513	567	544	202	156	3028	
		% 25-50 arası	D1328	75	63	34	68	61	20	24	345	
			D1329	205	195	154	201	150	41	74	920	
			D1309	45	25	85	91	96	41	16	399	
			D1330	62	44	39	80	64	45	32	366	
			D1214-S	60	79	83	52	54	28	19	375	
			D1161-S	58	63	51	37	61	32	23	325	
			D1162	129	138	76	73	75	26	17	534	
			D1941	52	81	51	97	73	17	5	376	
			Toplam % 25-50 arası	686	688	573	599	634	250	210	3640	
		% 50-75 arası	D1941-S	59	68	50	81	44	23	20	345	
			D1940-S	51	42	43	59	60	18	11	284	
			D1938-S	47	41	54	70	56	14	10	292	
			D1958	71	40	35	63	22	12	9	252	
			D1957	31	38	23	42	62	24	7	227	
	D1966		90	60	49	46	60	10	9	324		
	D1967-S		30	24	25	31	9	1	8	128		
	D1980-S		17	18	29	25	27	8	1	125		
	Toplam % 50-75 arası		396	331	308	417	340	110	75	1977		
	% 75-100 arası	D1979-S	24	23	20	9	47	3		126		
		D1977-S	20	6	12	14	11		1	64		
		D3017	37	14	16	17	11	9		104		
		D3016-S	4	10	11	26	9	4	1	65		
		D3013	28	24	38	31	19	5	10	155		
	Toplam % 75-100 arası	113	77	97	97	97	21	12	514			
	Toplam Gidiş	1715	1622	1491	1680	1615	583	453	9159			
	Dönüş	% 00-25 arası	D3013-S	32	7	51	26	18	9	54	197	
			D3015	147	152	89	136	108	26	81	733	
			D3287	73	51	65	102	65	24	41	421	
			D1974	39	55	28	40	47	25	11	245	
			D1969	62	46	48	84	59	52	72	423	
			D1967	53	119	86	69	76	43	29	474	
			D1966-S	53	61	78	87	65	60	21	425	
			D3034	174	176	159	204	136	183	137	1149	
			Toplam % 00-25 arası	633	666	604	742	574	402	446	4067	
			% 25-50 arası	D3035	111	124	99	97	88	58	16	593
				D1938	90	98	55	122	118	47	40	568
				D1940	59	80	68	99	81	26	20	439
				D3036	46	83	63	87	75	14	6	374
D1163				71	63	73	39	76	61	30	413	
D1213				68	99	57	117	63	28	37	469	
D1161		92		58	123	118	88	58	23	560		
Toplam % 25-50 arası		537		605	538	679	587	292	172	3410		
% 50-75 arası		D1307	140	142	130	67	91	33	48	681		
		D1308	198	148	133	164	127	38	37	845		
		D3061	113	139	158	131	120	21	2	681		
		D1310	152	114	80	178	122	36	13	687		
		D1311	146	75	146	125	127	16	19	654		
		D1312	95	104	47	88	103	15	35	487		
		D1313	149	70	123	115	123	27	6	615		
		D1707	34	43	36	41	71	6	6	237		
		Toplam % 50-75 arası	1027	835	882	901	884	192	166	4887		
		% 75-100 arası	D2979	21	34	12	46	40	14		167	
			D2980	18	26	16	30	12			102	
D1805-S			4	22	18	10	26	3	4	87		
D1803-S			2	11	7	2	4		3	29		
D2982			5	6	9	6	7	2	2	37		
D1802-S			2	12		2	12			28		
D1801-S				2	4	1	3	10	4	24		
Toplam % 75-100 arası		52	113	66	97	104	29	13	474			
Toplam Dönüş	2249	2219	2090	2419	2149	915	797	12838				
Toplam D/2-A	3964	3841	3581	4099	3764	1498	1250	21997				

Açıklama

: Durak kodları hattın rota sırasına göre sıralanmış olup, güzergah sırasını takip etmektedir.

Günlük 50 <= yolcu hareketine sahip duraklar
 Günlük 100 <= yolcu hareketine sahip duraklar

5.3 PLANLAN DURUM RAPORLARI

Yukarıda ki başlıklarda, incelemeye konu hattın güzergah yapısı, bir hafta boyunca taşınan yolcu sayısı, araç kullanım kapasitesi ve yolcuların duraklar bazında binişlerinin dağılımı gibi bilgiler verilerek hattın mevcut durumu analiz edilmiştir. Tüm bunlar yapılırken akıllı bilet kullanımından kaynaklı verilerden faydalanılmıştır. Bu başlıkta ise, mevcut durum bilgilerinden hareketle alternatif bir hat planlaması yapılacaktır.

Hat planlamasında iki unsur hayati önem taşımaktadır. Bunlar;

- i. Yolcuları taşıırken yolculuk memnuniyetinin sağlanması için tur sayılarının uygun sıklıkta olması,
- ii. Hattın mevcut yapısına göre oluşan yolculuk taleplerinin, uygun kapasiteli araçlarla taşınması sağlanarak araç maliyetlerinin optimal düzeyde tutulmasıdır.

Tur sayılarının sıklıkları ile atanacak aracın tipi, birbirleriyle yakın ilişkisi olan iki özelliştir.

Planlamaya geçmeden önce aşağıda D/2-A hattının tur sayısı ve tur başına düşen ortalama yolculuk sayısını gösterir tablo verilmiştir (Tablo 5.6). Uygun araç kapasitesinin seçiminde ve tur sıklığını belirlemede bu tablodan faydalanılacaktır. Diğer bir ifadeyle bu tablo araç - atama hazırlık tablosudur. Tablo incelenecek olursa mevcut durumda, sabah saat 6:00 ile gece 24:00 saatleri arasında yapılan tur sayıları, hafta içi ve hafta sonu günlerine göre gidiş - dönüş bazlı yolculuk sayıları ve kullanılan araç tip ve kapasitesi gösterilmiştir. Hafta içi günlerde gidiş ve dönüşte eşit şekilde 50 kez tur düzenlenmişken toplamda 100 kez tur yapılmıştır. Hafta sonlarında ise gidiş ve dönüş tur sayıları eşit olmayıp daha az sayıda düzenlenmiştir. Tüm turlarda 71 kapasiteli aynı araç türü (TİP 3) kullanılmıştır.

Tablo 5.6: D/2-A Hattında kullanılan araç tipi ve tur sayısı raporu

Hat Adı	Tur Saati	Araç Tipi	Kapasite (Yolcu)	HAFTA İÇİ				CUMARTESİ				PAZAR			
				Gidiş		Dönüş		Gidiş		Gidiş		Gidiş		Gidiş	
				Tur Sayısı	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Tur Başına Yolcu
D/2-A	6:00-7:00	TİP 3	71	1	31	1	50	1	13						
	7:00-8:00	TİP 3	71	4	77	3	37	3	17	3	16	1	13	2	5
	8:00-9:00	TİP 3	71	3	38	3	25	3	11	2	19	1	11	1	14
	9:00-10:00	TİP 3	71	3	33	3	28	2	19	3	10	1	16		
	10:00-11:00	TİP 3	71	3	25	3	32	2	10	2	17	1	2	2	19
	11:00-12:00	TİP 3	71	3	23	3	56	3	11	2	24	2	8	1	38
	12:00-13:00	TİP 3	71	3	52	3	81	2	12	3	37	2	25	3	33
	13:00-14:00	TİP 3	71	3	38	3	69	3	21	2	46	3	22	2	36
	14:00-15:00	TİP 3	71	3	25	3	79	2	19	3	33	2	23	3	40
	15:00-16:00	TİP 3	71	3	32	3	74	2	18	2	40	2	12	2	27
	16:00-17:00	TİP 3	71	3	27	3	63	3	17	2	17	3	14	2	32
	17:00-18:00	TİP 3	71	3	29	3	52	2	31	3	41	2	13	3	36
	18:00-19:00	TİP 3	71	3	34	3	53	3	14	2	26	3	20	2	31
	19:00-20:00	TİP 3	71	3	23	3	38	2	11	3	35	2	10	3	25
	20:00-21:00	TİP 3	71	2	22	3	18	1	2	2	11	1	6	2	9
21:00-22:00	TİP 3	71	2	20	3	14	2	18	2	3	2	20	1	8	
22:00-23:00	TİP 3	71	3	15	2	4	2	8	2	2			2	9	
23:00-24:00	TİP 3	71	2	9	2	6	1	13			1	16			
Toplam D/2-A	TİP 3	71	50	31	50	43	39	15	38	24	29	14	31	24	

5.3.1 Araç Atamalarının Yapılması

Araç ataması yapılırken en önemli kriter, atama yapılacak saat diliminde ki tur başına düşen yolcu sayısı ile araç kapasitesinin uyumlu olmasıdır. Tablo 5.6'da gösterilen tur başına yolculuk sayıları ile Tablo 5.7'de gösterilen araç kapasitelerinin karşılaştırılması sonucu, hangi turda hangi aracın kullanılmasının uygun olduğu anlaşılabilir.

Tablo 5.7: Araç atamasında kapasite kriterleri tablosu

Araç Tipi	Uzunluk(m)	Yolcu Sayısı
TİP 1	6	1 - 20
TİP 2	7	21 - 50
TİP 3	9	50 - 71
TİP 4	12	71 - 97
TİP 5	18	97 - 151

Tablo 5.7'de görüleceği üzere, toplu taşıma filosunda ki araçlar uzunluklarına göre 5 çeşide ayrılmış ve taşıyacakları minimum ve maksimum yolcu sayıları gösterilmiştir. Örnek olarak, tur başına düşen yolcu sayısı 21 ile 50 arasında ise TİP 2 aracın seçilmesi uygun olacaktır.

Ancak sadece tur başına yolcu sayısına bakılarak araç atamasının yapılması gidiş ve dönüş turlarında kullanılacak farklı tipteki araçların filo yönetimini zorlaştırabilmektedir. Yani araç ataması yapılırken çeşitli iterasyonlar yapılacağı gibi tek tabloda tüm kriterleri düşünerek atama yapılması da mümkündür. Bu bakımdan araç atamasında dikkat edilmesi gereken kriterlerden bazılarını sıralamak gerekirse;

- i. Gidiş veya dönüşte tur başına düşen ortalama yolcu sayısı,
- ii. Atanacak aracın kapasitesinin tur başına düşen yolcu sayısına uygunluğu,
- iii. Filo yönetimi açısından bir önce atanan yada bir sonra atanacak aracın kapasitesiyle uygunluğu,
- iv. Atanacak araç kapasitesine bağlı olarak, tur sıklıklarının maksimum 1 saati geçmeyecek şekilde değiştirilebileceği hususlarına bakılmalıdır.

Tablo 5.8: D/2- A Hattının planlanmış hali

Hat Adı	Tur Saati	HAFTA İÇİ						CUMARTESİ						PAZAR					
		Gidiş			Dönüş			Gidiş			Dönüş			Gidiş			Dönüş		
		Tur Adet	Araç Tipi	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Araç Tipi	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Araç Tipi	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Araç Tipi	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Araç Tipi	Tur Başına Yolcu	Tur Sayısı	Araç Tipi	Tur Başına Yolcu
D/2-A	6:00-7:00	1	TİP 3	31	1	TİP 3	50	1	TİP 1	13									
	7:00-8:00	4	TİP 4	77	3	TİP 4	37	3	TİP 1	17	3	TİP 1	16	1	TİP 1	13	2	TİP 1	5
	8:00-9:00	3	TİP 2	38	3	TİP 2	25	3	TİP 1	11	2	TİP 1	19	1	TİP 1	11	1	TİP 1	14
	9:00-10:00	3	TİP 2	33	3	TİP 2	28	2	TİP 1	19	3	TİP 1	10	1	TİP 1	16			
	10:00-11:00	3	TİP 2	25	3	TİP 2	32	2	TİP 1	10	2	TİP 1	17	1	TİP 1	2	2	TİP 1	19
	11:00-12:00	3	TİP 2	23	3	TİP 2	56	3	TİP 1	11	2	TİP 1	24	2	TİP 1	8	2	TİP 1	38
	12:00-13:00	3	TİP 4	52	3	TİP 4	81	2	TİP 2	12	3	TİP 2	37	2	TİP 2	25	2	TİP 2	33
	13:00-14:00	3	TİP 4	38	3	TİP 4	69	3	TİP 2	21	2	TİP 2	46	3	TİP 2	22	2	TİP 2	36
	14:00-15:00	3	TİP 4	25	3	TİP 4	79	2	TİP 2	19	3	TİP 2	33	2	TİP 2	23	3	TİP 2	40
	15:00-16:00	3	TİP 4	32	3	TİP 4	74	2	TİP 2	18	2	TİP 2	40	2	TİP 2	12	2	TİP 2	27
	16:00-17:00	3	TİP 3	27	3	TİP 3	63	3	TİP 1	17	2	TİP 1	17	3	TİP 1	14	2	TİP 2	32
	17:00-18:00	3	TİP 3	29	3	TİP 3	52	2	TİP 2	31	3	TİP 2	41	2	TİP 1	13	3	TİP 2	36
	18:00-19:00	3	TİP 3	34	3	TİP 3	53	3	TİP 1	14	2	TİP 2	26	3	TİP 2	20	2	TİP 2	31
	19:00-20:00	3	TİP 3	23	3	TİP 3	38	2	TİP 1	11	3	TİP 2	35	2	TİP 2	10	3	TİP 2	25
	20:00-21:00	2	TİP 1	22	3	TİP 1	18	1	TİP 1	2	2	TİP 1	11	1	TİP 1	6	2	TİP 1	9
21:00-22:00	2	TİP 1	20	3	TİP 1	14	2	TİP 1	18	2	TİP 1	3	2	TİP 1	20	1	TİP 1	8	
22:00-23:00	3	TİP 1	15	2	TİP 1	4	2	TİP 1	8	2	TİP 1	2				2	TİP 1	9	
23:00-24:00	2	TİP 1	9	2	TİP 1	6	1	TİP 1	13										
Toplam D/2-A		50		31	50		43	39		15	38		24	28		14	31	24	

Araç atamasında ki kriterler göz önünde bulundurularak D/2-A hattının planlanmış hali Tablo 5.8'de gösterilmiştir. Tablo incelenecek olursa araç atamaları sadece tur başına yolcu yoğunluğuna göre yapılmamıştır. Gidiş ve dönüş tur başına yolcu yoğunluğuna birlikte bakılarak araç ataması yapılmıştır. Ayrıca, aynı tipte olan araçların gidişte kullanıldığı tur sayısı kadar dönüşte de atanmasına çalışılmıştır. Mevcut D/2 hattı güzergahının orta kısımlarında garaj bulunduğundan tur bitişlerinde ki araçların garaja dönmeleri gidiş ve dönüşlerde yaklaşık eşit mesafededir. Ancak tur bitiş noktaları garajlara uzak olan hatlarda, gidiş ve dönüş turlarında kullanılan araç tiplerinin eşit sayıda yada buna yakın olması önemlidir. Çünkü tür bitiminde servis dışı olarak garaja giderken ölü kilometre sayısı artmakta ve maliyetin yükselmesine neden olmaktadır.

Hafta sonları ise yolcu sayısı fazla azaldığından sadece iki tip araç kullanılmıştır. Ayrıca tur sıklıkları makul seviyede olduğundan araç kapasitesine bağımlı olarak tur sayılarında değişikliğe gidilmemiştir.

5.4 FAYDA – MALİYET ANALİZİ

Hat planlamasında hedeflenen durum yolcu memnuniyetini maksimize eden, işletmecilik maliyetlerini minimize eden durumdur. Bu bakımdan yapılacak herhangi hat planlaması, bu iki unsur açısından değerlendirilerek kalibre edilmelidir. Yolcu memnuniyeti açısından bakıldığında, sık aralıklarla yapılan turlar, araçların doluluk oranlarının fazla olmaması, konforlu ve erişilebilir araç olması önemlidir. Ancak seçilen araç tipinin işletme maliyeti açısından sonuçlarına bakmak için çeşitli analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu analizin yapılmasında maliyet açısından çok değişik parametreler bulunmaktadır.

Bursa Büyükşehir Belediyesi yetkililerinden alınan bilgilerden yola çıkarak hazırlanan birim km maliyet tablosu aşağıda görülmektedir (Tablo 5.9). Tablo incelenecek olursa, maliyetler; akaryakıt, lastik, bakım ve arıza açısından ayrı ayrı hesaplanmış, şoför vb gibi işçilik giderleri temel maliyet kalemlerinin yüzde 25 kadar diğer giderler olarak alınarak araç tipleri bazında tablo hazırlanmıştır.

Tablo 5.9: Birim km maliyet tablosu

		ARAÇ TİPLERİ				
		TIP 1	TIP 2	TIP 3	TIP 4	TIP 5
		6 Metre	7 Metre	9 Metre	12 Metre	18 Metre
AKARYAKIT	TÜKETİM (100KM/lt)	15,26	19,36	34,97	41,43	54,64
	BİRİM FİYAT (lt/TL)	3,69	3,69	3,69	3,69	3,69
	KM MALİYET	0,563	0,714	1,290	1,529	2,016
LASTİK	ADET	4	6	6	6	10
	DEĞİŞİM (KM)	75000	75000	75000	75000	75000
	BİRİM FİYAT (TL)	600	750	750	900	1250
	KM MALİYET (ADET*TL/KM)	0,032	0,06	0,06	0,072	0,17
BAKIM	PERİYOT (KM)	15000	15000	20000	25000	30000
	BİRİM FİYAT (TL)	300	325	400	550	1000
	KM MALİYET (TL/KM)	0,02	0,02	0,02	0,022	0,03
ARIZA	PERİYOT (KM)	30000	30000	30000	30000	30000
	BİRİM FİYAT (TL)	500	750	1000	1000	1250
	KM MALİYET (TL/KM)	0,017	0,025	0,033	0,033	0,042
DİĞER GİDERLER (%25)		0,158	0,205	0,351	0,414	0,564
TOPLAM KM MALİYET (TL)		0,773	1,001	1,721	2,037	2,781

Yapılan hesaplamalar sonucu, "birim km maliyeti" yani bir aracın 1 km gitmesinde oluşan maliyet, 6 metrelik TİP 1'de 0,773 TL iken, TİP 5'te 2. 781 TL olduğu görülmüştür.

Tablo 5.10: Planlama durumunda ki ekonomik kazancı gösterir tablo

Araç Tipi	Mevcut Durum					Planlanan Durum					
	Yapılan Tur Sayısı	Tur Uzunluğu (Km)	Toplam Tur Uzunluğu (Km)	Birim Km Maliyeti (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Yapılan Tur Sayısı	Tur Uzunluğu (Km)	Toplam Tur Uzunluğu (Km)	Birim Km Maliyeti (TL)	Toplam Maliyet (TL)	
TIP 1	-	-	-	0,77	-	93	12	1116	0,77	863	
TIP 2	-	-	-	1,00	-	86	12	1032	1,00	1033	
TIP 3	237	12	2844	1,72	4895	26	12	312	1,72	537	
TIP 4	-	-	-	2,04	-	31	12	372	2,04	758	
TIP 5	-	-	-	2,78	-	-	-	-	-	-	
Genel Toplam					4.895 TL	Genel Toplam					3.191 TL

Daha sonra D/2-A hattının mevcut durumunda yapılan tur sayıları ile güzergah uzunluğu çarpılarak toplam kat edilen km uzunluğu elde edilmiştir. Tablo 5.10'da görüleceği üzere elde edilen bu değer de, araç çeşidine (TİP 3) göre birim maliyetle çarpılmasıyla toplam maliyet 4.895 TL olarak hesaplanmış olup bu maliyet bir hafta boyunca D/2-A hattında yapılan yolcu taşımacılığının maliyetini göstermektedir. Aynı hesaplamalar planlanan durum içinde yapılanca toplam maliyet 3.191 TL olarak

çıkmiştir. Görüldüğü üzere sadece bir hatta yapılacak planlama da bir haftalık periyotta ki işletmecilikte 2/5 oranında maliyet kazancı sağlamaktadır.

Sonuç olarak bir hattın planlamasında, çok farklı etkenler vardır. Akıllı bilet verileri vasıtasıyla yapılacak planlamalarda bu etkenlerin en önemlileri dikkate alınarak yapılacak hat planlamaları maliyet avantajı sağlayacaktır. Bununla beraber uygun araç kapasitelerinin seçilmesiyle, yolcu memnuniyet seviyesi yükseltilerek vatandaşların toplu taşımaya yönelimleri arttırılacaktır.

Son yıllarda toplu taşıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan akıllı biletlerden elde edilecek verilerden faydalanılarak, geliştirilebilecek algoritmalar vasıtasıyla, yapılan planlamanın tüm hatlarla birlikte hesaplayabilecek dinamik bir bilgisayar yazılımının geliştirilmesi, toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilmesinde ve yönetilmesinde hayati önem taşımaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Değişerek ve gelişerek büyüyen ülkemizde, toplu taşıma sistemi çözümlerinde, geçmişten gelen tecrübeye dayanan klasik yaklaşımlar, artık mevcut sistemi çözmede yeterli olamamaktadır. Bu durum, toplu taşıma sistem çözümlerinde daha bilimsel ve sistematik yapılanmayı zorunlu kılmaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasında, öncelikle akıllı kartların yapısı, çeşitleri incelenmiş daha sonra akıllı kartların toplu taşıma sistemlerinde, özellikle elektronik ücret toplama amaçlı kullanıldığı anlatılmıştır. Akıllı biletlerin kullanılmasıyla oluşan verilerden hareketle oluşturulabilecek raporların, toplu taşıma sisteminin doğasını anlamada ki önemi üzerinde durulmuştur. Çalışmanın son bölümünde ise akıllı kart verileri vasıtasıyla hazırlanan tablolarla, örnek bir hattın mevcut durumu ortaya konmuş, daha sonrasında ise yeni bir hat planlaması yapılarak maliyet avantajı ve yolcu memnuniyeti açısından değerlendirilmeler yapılmıştır.

Bir gün içerisinde sadece BursaRAY'a yaklaşık 200 bin yolcu binişinin olduğu düşünülürse, akıllı kartlarda ki verilerin büyüklüğü hakkında fikir sahibi olabiliriz. Bu kadar veriyi anlamlı raporlar haline dönüştürmek, toplu taşıma sistemlerinde ayrı bir çalışmanın gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Böyle bir çalışmanın yapılmasıyla, günümüzde her geçen gün karmaşık hal alan toplu taşıma sistemlerinin planlanması ve sorunların çözümlenmesinde daha gerçekçi ve daha sistematik bir yaklaşım elde etmek mümkün olacaktır.

Özellikle 2000'li yılların başından itibaren toplu taşıma sistemlerinde ücret toplama kullanımını artıran elektronik kartlardan elde edilen verilerin, veri madenciliği prensiplerine göre analiz edilmesi ve anlamlı sonuçlar çıkartılması gerekmektedir. Bu verilerden hareketle sefer planlaması, hat planlaması, durak analizi, aktarma noktalarının tespiti gibi bir çok konuda fikir sahibi olup, kentin toplu taşıma sistemlerinin planlamasında bu hususları göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Konu hakkında ki 5. Bölüm detaylı incelendiğinde toplu taşıma planlaması yapılırken güvenilir verilere dayanan analizlerin yapılması sonucu elde edilen sonuçların neler sağlayacağı ve ne kadar doğru bir

yaklaşım olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle Bursa gibi dışarıdan göç alan metropollerde ve büyümeye devam eden kentlerde böyle bir güvenilir sistemin gerekliliği tartışılmazdır.

Bunlarla beraber, akıllı biletlerin kullanımları nedeniyle sağladığı avantajlarda unutulmamalıdır. Okullarda ki öğrencilere ve öğretmenlere verilecek olan kişiselleştirilmiş BuKART bilgileri (adı, soyadı, adresi, okulu vs.), yapılan protokol gereği Milli Eğitim Bakanlığı'dan online olarak alınabilmekte, öğrencinin veya öğretmenin sadece T.C. vatandaşlık numarasıyla kişiselleştirilmiş akıllı biletleri verilebilmektedir. Buda matbu kağıt, zaman, personel gideri bakımından önemli düzeyde tasarruf sağlamaktadır.

Önümüzde ki yıllarda Bursa'da otobüs ve raylı sistemlerle beraber minibüs ve taksilerde de Akıllı Kart kullanımına başlanarak, bu sistemin diğer ulaşım türleriyle de entegre edilmesi ve bütünleşik bir ulaşım planının uygulanması ile şehrin toplu taşıma sorunlarının planlama kısmında ki zorlukların önüne geçilebileceği söylemek mümkündür. Bunun içinde toplu taşıma çözümleri için geliştirilen teknolojik altyapının yani yazılım sistemlerinin, her gün binlerce gelen biniş verilerinden, planlamacıya doğru ve anlamlı raporları verecek şekilde konfigüre edilmesi gerekmektedir. Tüm hatlardan gelen yolcu biniş verileri, arka planda geliştirilecek algoritmalar vasıtasıyla dinamik bir yapıya dönüştürülmeli ve söz konusu toplu taşıma sisteminin anlaşılması için gerekli raporları sağlayan ara yüz yazılımları geliştirilmelidir.

Bunun yanı sıra, sistemin teknolojik gelişimi, sürekli kılınmasıyla vatandaş taleplerine daha hızlı müdahale edilmesine imkan verilerek, yolcu memnuniyetinin artırılması ve kurum kaynaklarının daha verimli kullanılması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Keleş, R., 2004. *Kentleşme politikası*, Ankara, İmge Kitabevi Yayınları.

Rankl, W., Effing, W., 2003. *Smart Cards: Smart Card Handbook* , Editör : Cox, K. s. 18-23.

Sürekli Yayınlar

- Bagchi, M., Gleave, S.D., & White, P., 2003. *Use of Public Transport Smart Card Data for Understanding Travel Behaviour*, European Transport Conference.
- Ilıcalı, M., Camkesen, N., Kızıldaş, M., 2011. *Kentiçi Toplu Taşımada Verimliliğin Artırılması*, TRANSİST 2011 Bildiriler Kitabı, 2011. İstanbul.
- Morency, C., Trepanier, M., & Agard, B., 2007. *Measuring Transit Use Variability with Smart - Card Data*, Transport Policy, Vol.14, s, 193-203.
- Tınaztepe, S., Selanik, M., Kuvvetli, Ü., Özkilçık, M. & Osmanoğulları, E., 2011. *Akıllı Kart Verileri ile Hat Planlaması*, TRANSİST 2011 Bildiriler Kitabı, İstanbul.
- Trask, N. and Meyerstein, M., 1999. *Smart Cards in Electronic Commerce*, BT Technol J.

Diğer Yayınlar

- Demir, İ. 13 Eylül 2006. *Akbil Dünyaya Açılıyor*, Kent Yaşam, http://www.yasamgazetesi.com/news_article_view.asp?ID=2&hID=2271
- İskefli, T., (2009). *Vergi Kayıp ve Kaçağı İle Mücadele de Nakit Kullanımı Azaltıcı Uygulamalar: Akbil Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Koçak, A., (2006). *Akıllı Kartlar Kullanarak Sayısal Araç Ruhsatı İçin Web Tabanlı Bir Prototip Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Müftüoğlu, Z., (2011). *Akıllı Kartlarda Saldırlara Karşı Tedbir Yöntemlerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Şanslı, A., (2007). *Akıllı Kimlik Kartı Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Şuman, N. 22 Haziran 2000. *Akbil'de Yeni Teknoloji Arayışları*, http://www.bthaber.net/274/menu_haber_05.htm.
- Türk Dil Kurumu, *Bilim ve Sanat Terimleri Ana Sözlüğü*.
- www.belbim.com.tr
- www.bursa.bel.tr

ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı** : İbrahim AY
- Sürekli Adresi** : Bursa Büyükşehir Belediyesi / Ulaşım Dairesi Başkanlığı -
Toplu Taşıma Şube Müdürlüğü
Acemler - Osmangazi/BURSA
- Doğum Yeri ve Yılı** : Erzurum / 15.03.1983
- Yabancı Dili** : İngilizce
- İlk Öğretim** : Büyük Orcuk İlköğretim Okulu / 1993
- Orta Öğretim** : Trabzon Fatih Lisesi / 1999
- Lisans** : Dumlupınar Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri
Mühendisliği Bölümü / 2005
- Çalışma Hayatı** : 2009-Dev. Ediyor Bursa Büyükşehir Belediyesi (Ulaşım
Dairesi Başkanlığı) / Bursa / Endüstri Mühendisi
- : 2006-2009 İstanbul Avrupa Yakası PTT Başmüdürlüğü
Sirkci / İstanbul / Endüstri Mühendisi