

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
İŞLETME ENSTİTÜSÜ

**AKILLI TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNİN  
GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK MODEL ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bünyamin GÖL**

**Enstitü Anabilim Dalı : Yönetim Bilişim Sistemleri**  
**Enstitü Bilim Dalı : Yönetim Bilişim Sistemleri**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Çağla EDİZ**

**MAYIS – 2019**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
İŞLETME ENSTİTÜSÜ

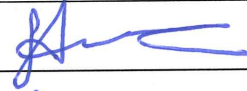


AKILLI TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNİN  
GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK MODEL ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bünyamin GÖL

Enstitü Anabilim Dalı : Yönetim Bilişim Sistemleri  
Enstitü Bilim Dalı : Yönetim Bilişim Sistemleri

“Bu tez ~~2019~~ 2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI	İMZA
Dr. Öğr. Üyesi Çoşkun EDİZ	BAŞARILI	
Dr. Öğr. Üyesi H. İbrahim GEBECİ	BAŞARILI	
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILMAZ	BAŞARILI	



SAKARYA  
ÜNİVERSİTESİ

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
İŞLETME ENSTİTÜSÜ  
TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU

Sayfa : 1/1

Öğrencinin

Adı Soyadı	:	BÜNYAMİN GÖL
Öğrenci Numarası	:	1460Y54010
Enstitü Anabilim Dalı	:	YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ
Enstitü Bilim Dalı	:	YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ
Programı	:	<input checked="" type="checkbox"/> YÜKSEK LİSANS <input type="checkbox"/> DOKTORA
Tezin Başlığı	:	AKILLI TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK MODEL ÖNERİSİ
Benzerlik Oranı	:	% 8

İŞLETME ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

BÜNYAMİN GÖL

18/06/2019  
İmza

Sakarya Üniversitesi ..... Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere .....@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

.../.../20...  
İmza

Uygundur

Danışman  
Unvanı / Adı-Soyadı: DR. ÖGR. ÜYESİ ÇAĞLA EDİZ

Tarih:18.06.2019

İmza:

KABUL EDİLMİŞTİR

REDDEDİLMİŞTİR

EYK Tarih ve No:

Enstitü Birim Sorumlusu Onayı

## ÖNSÖZ

Bu tezin yazılması aşamasında, çalışmalarımı titizlikle takip eden ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Çağla EDİZ'e katkı ve emekleri için teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında katkısı ve emeği olan, bir dönem danışmanlığımı yapan ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Alptekin ERKOLLAR'a desteği ve emeğinden dolayı teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Tezin hazırlanması süresince yaptığı araştırma ve verdiği destekten dolayı değerli mesai arkadaşım Zülküf FİLİZ'e şükranlarımı sunarım. Çalışmalarım boyunca desteğini esirgemeyen eşim Hülya GÖL'e, her ne kadar bizi meşgul etse de evimize kattığı neşe ve enerji ile motivasyon kaynağım olan kızım Aslıhan GÖL'e teşekkür eder kucak dolusu sevgililerimi sunarım. Son olarak üzerimde her daim hakkı olan anneme ve babama saygı ve şükranlarımı sunarım.

**Bünyamin GÖL**

**30.04.2019**



# İÇİNDEKİLER

<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 1: AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ</b> .....	<b>4</b>
1.1. AUS Alanında Yapılan Çalışmalar .....	4
1.2. AUS'un Tarihçesi .....	8
<b>BÖLÜM 2: AKILLI TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİ</b> .....	<b>11</b>
2.1. ATUS Politikaları .....	13
2.1.1. Dünya'da ATUS Politikaları .....	13
2.1.2. Türkiye'nin ATUS Politikası.....	16
2.2. Yolcu Bilgi Sistemleri.....	17
2.3. ATUS Haberleşme Alanında Kullanılan Teknolojiler.....	20
2.3.1. Uzun Mesafeli Haberleşme Teknolojisi .....	21
2.3.1.1. GPS Teknolojisi .....	21
2.3.1.2. GLONASS ve Diğer Uydu Navigasyon Teknolojileri.....	23
2.3.2. Kısa Mesafe Haberleşme Teknolojileri .....	24
2.3.2.1. Wİ-Fİ Teknolojisi.....	24
2.3.2.2. WİMAX Teknolojisi .....	25
2.3.2.3. Bluetooth Teknolojisi .....	26
2.3.2.4. Kızılötesi Teknolojisi .....	27
2.3.3. Mobil Cihazlarda Kullanılan Haberleşme Teknolojileri .....	27
2.3.3.1. LTE Teknolojisi .....	28
2.3.3.2. GSM Teknolojisi .....	28
2.3.3.3. GPRS Teknolojisi.....	29
2.3.3.4. 4G ve 5G Teknolojileri.....	29

2.4. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi.....	30
2.5. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinde Kullanılan Teknolojiler .....	31
2.5.1. RFID Teknolojisi .....	31
2.5.2. NFC Teknolojileri.....	32
2.5.3. QR Kod Teknolojisi.....	33
2.5.4. Temassız Kredi Kartı .....	34
2.5.5. Validatör Teknolojisi .....	34
2.6. ATUS’da Kullanılan Diğer Teknolojiler .....	35
2.6.1. Algılama Teknolojileri.....	35
2.6.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri .....	36
2.6.3. Nesnelerin İnterneti.....	36
2.6.4. Büyük Veri.....	37
<b>BÖLÜM 3: ATUS MOBİL UYGULAMALARI.....</b>	<b>39</b>
3.1. Seul Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri.....	39
3.1.1. TOPIS ve Seul Otobüs Yönetim Merkezi.....	39
3.1.2. KakaoBus Yolcu Bilgilendirme Sistemi Uygulaması .....	42
3.1.3. T-Money Kart Seul Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi .....	44
3.2. İstanbul’da ATUS Uygulamaları .....	47
3.2.1. MOBİETT Yolcu Bilgilendirme Sistemi Uygulaması .....	47
3.2.2. İstanbul Kart ve Akıllı Ödeme Sistemleri.....	51
3.3. EGO Cepte Ankara Şehir İçi Toplu Ulaşım Bilgi Sistemi .....	53
3.3.1. EGO Cepte Yolcu Bilgilendirme Sistemi uygulaması .....	54
3.3.2. Ankara Kart Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi.....	57
3.4. SAKUS Sakarya Akıllı Toplu Ulaşım Mobil Uygulaması.....	59
3.5. Konya Akıllı Toplu Ulaşım Mobil Uygulaması .....	64
3.6. BURULAŞ Bursa Akıllı Toplu Ulaşım Mobil Uygulaması.....	68
3.7. MOOVİT Toplu Ulaşım Rehberi.....	70
<b>BÖLÜM 4: ATUS MODEL ÖNERİSİ .....</b>	<b>74</b>
4.1. İncelenen Uygulamaların Karşılaştırma Tablosunun Oluşturulması.....	74
4.2. ATUS'un Sağlaması Gereken Hizmetler .....	76

4.2.1. Gereksinim Tablosunun Oluşturulması .....	78
4.2.2. Önerilen Yolcu Bilgilendirme Sistemi Menüleri.....	82
4.2.3. Önerilen Akıllı kart ve Ödeme Sistemi Menüleri.....	84
4.2.4. Önerilen ATUS Yönetici Paneli Özellikleri .....	85
4.2.5. Önerilen Uygulama Arayüzünün Tasarlanması.....	86
4.3. ATUS Model Önerisi.....	87
4.3.1. Önerilen Yolcu Bilgilendirme Sistemi .....	90
4.3.2. Önerilen Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi.....	91
4.3.3. Önerilen ATUS Modelinin Veri Akış Diyagramının Oluşturulması.....	93
<b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>95</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>99</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>107</b>

## KISALTMALAR

<b>AUS</b>	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
<b>ATUS</b>	: Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri
<b>AR-GE</b>	: Araştırma Geliştirme
<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>CODEC</b>	: Sıkıştırma, Baskıyı Azaltma (Compression, Decompression)
<b>ERTICO</b>	: Avrupa Akıllı Ulaşım Sistemi
<b>GNSS</b>	: Global Navigasyon ve Uydu Sistemleri
<b>GLONASS</b>	: Global Yörünge Navigasyon Uydu Sistemi
<b>GPRS</b>	: Genel Paket Radyo Servisi
<b>GPS</b>	: Genel Paket Servisi
<b>GSM</b>	: Global Mobil İletişim Sistemi
<b>IOS</b>	: Apple İşletim Sistemi
<b>IoT</b>	: Nesnelerin İnterneti
<b>ITS</b>	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
<b>IVS</b>	: Akıllı araç Sistemleri
<b>IVHS</b>	: Akıllı Araç ve Yol Sistemi
<b>ITSA</b>	: Akıllı Ulaşım Sistemleri Amerika
<b>ISO</b>	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
<b>ITU</b>	: Uluslararası Telekomünikasyon Birliği

<b>IC</b>	: Akıllı kart
<b>IEEE 802</b>	: Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü 802 Standartı
<b>İBB</b>	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
<b>KSCC</b>	: Kore Akıllı Kart Şirketi
<b>LTE</b>	: Uzun Vadeli Evrim
<b>MasterCard</b>	: Kredi Kartı Ödeme Sistemi
<b>MOBIETT</b>	: İstanbul Toplu Ulaşım Asistanı
<b>M2M</b>	: Makineden Makineye iletişim
<b>NFC</b>	: Yakın Alan İletişimi
<b>POS</b>	: Point Of Sale
<b>RFID</b>	: Radyo Frekans Tanımlama
<b>SAKUS</b>	: Sakarya Ulaşım Sistemi
<b>SBB</b>	: Sakarya Büyükşehir Belediyesi
<b>TOPIS</b>	: Kore Ulaşım Yönetim Sistemi
<b>VISA</b>	: Kredi Kartı Ödeme Sistemi
<b>QR Kod</b>	: Quick Response Kod
<b>QZSS</b>	: Yarı-Zenith Uydu Sistemi
<b>Wi-Fi</b>	: Kablosuz Bağlantı Alanı
<b>WiMAX</b>	: Mikrodalga Erişimi İçin Dünya Çapında Birlikte Çalışabilirlik

## ŞEKİL LİSTESİ

<b>Şekil 1</b>	: Wi-Fi Teknolojisi İle Donatılmış Toplu Ulaşım Aracı.....	25
<b>Şekil 2</b>	: WİMAX Teknolojisinin Kullanım Alanı ve Wi-Fi Teknolojisi İle Karşılaştırılması .....	26
<b>Şekil 3</b>	: Seul Otobüs Yönetim Merkezi Veri Akış Bağlam Diyagramı .....	39
<b>Şekil 4</b>	: TOPIS'in Alt Sistemleri ile Veri Akış Bağlam Diyagramı.....	41
<b>Şekil 5</b>	: KakaoBus Uygulaması Menüleri .....	43
<b>Şekil 6</b>	: Seul Akıllı Kart Karar Destek Sistemi Modeli .....	45
<b>Şekil 7</b>	: Seul T-Money Kart Uygulaması Veri Akış Ebeveyn Diyagramı .....	46
<b>Şekil 8</b>	: MOBİETT Uygulaması Ana Menüleri ve Akıllı Kart Menüsü .....	48
<b>Şekil 9</b>	: MOBİETT Uygulaması Nasıl Giderim Menüsü .....	49
<b>Şekil 10</b>	: MOBİETT Uygulaması Yakınımdaki Duraklar Menüsü.....	50
<b>Şekil 11</b>	: İstanbul Kart Uygulaması .....	51
<b>Şekil 12</b>	: İstanbul Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Diyagramı ....	52
<b>Şekil 13</b>	: EGO Cepte Mobil Uygulaması Hatlar Menüsü .....	54
<b>Şekil 14</b>	: EGO Cepte Mobil Uygulaması Duraklar Menüsü.....	55
<b>Şekil 15</b>	: EGO Cepte Mobil Uygulaması Otobüsüm Nerede Menüsü.....	56
<b>Şekil 16</b>	: EGO Cepte Mobil Uygulaması Ankara Kart Menüsü .....	56
<b>Şekil 17</b>	: Ankara Kart Mobil Uygulaması.....	57
<b>Şekil 18</b>	: Ankara Kart Mobil Uygulaması Online Alışveriş Menüsü .....	58
<b>Şekil 19</b>	: Ankara Şehir İçi Toplu Ulaşım Sistemi Veri Akış Ebeveyn Diyagramı .....	59
<b>Şekil 20</b>	: Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması .....	60
<b>Şekil 21</b>	: Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Otobüsüm Nerede Menüsü .....	61
<b>Şekil 22</b>	: Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Nasıl Giderim Menüsü .....	61
<b>Şekil 23</b>	: Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Akıllı Durak Menüsü.....	62
<b>Şekil 24</b>	: Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Kart54 Menüsü .....	63
<b>Şekil 25</b>	: SAKUS Sakarya Ulaşım Veri Akış Ebeveyn Diyagramı .....	64
<b>Şekil 26</b>	: Konya Akıllı Ulaşım Uygulaması Yakınımdaki Duraklar Menüsü.....	65
<b>Şekil 27</b>	: Konya Akıllı Ulaşım Uygulaması Otobüs Hatları Menüsü .....	66
<b>Şekil 28</b>	: Konya Akıllı Ulaşım Uygulaması Bisiklet Bul ve Otopark Bul Menüsü ....	66
<b>Şekil 29</b>	: Konya Akıllı Ulaşım Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Diyagramı .....	67

<b>Şekil 30</b> : BURULAŞ Uygulaması Nasıl Giderim Menüü .....	68
<b>Şekil 31</b> : BURULAŞ Uygulaması Otobüsüm Nerede, Akıllı Durak ve Geri Bildirim Menüü .....	69
<b>Şekil 32</b> : BURULAŞ Akıllı Ulaşım Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Diyagramı .....	70
<b>Şekil 33</b> : Moovit Uygulaması Ana Menüleri .....	71
<b>Şekil 34</b> : Moovit Uygulaması Yakınımda ve Hatlar Menüleri .....	72
<b>Şekil 35</b> : Moovit Uygulaması Veri Akış Bağlam Diyagramı .....	73
<b>Şekil 36</b> : Önerilen ATUS Mobil Uygulaması Arayüzü .....	87
<b>Şekil 37</b> : Önerilen ATUS Uygulama Hizmetleri .....	88
<b>Şekil 38</b> : Önerilen Yolcu Bilgilendirme Sistemi Veri Akış Bağlam Diyagramı .....	91
<b>Şekil 39</b> : Önerilen Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Dşyagramı .....	93
<b>Şekil 40</b> : Önerilen ATUS Modeli Veri Akış Ebeveyn Diyagramı .....	94

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b> AUS Kullanıcı Hizmetleri ve Hizmet Gurupları .....	12
<b>Tablo 2:</b> ATUS Uygulamaları Karşılaştırma Tablosu .....	74
<b>Tablo 3:</b> ATUS Uygulamaları Gereksinim Listesi .....	79





<b>Tezin Başlığı:</b> Akıllı Toplu Ulaşım Sistemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Model Önerisi	
<b>Tezin Yazarı:</b> Bünyamin GÖL	<b>Danışman:</b> Dr. Öğr. Üyesi Çağla EDİZ
<b>Kabul Tarihi:</b> 20 Mayıs 2019	<b>Sayfa Sayısı:</b> x (ön kısım) + 107 (tez)
<b>Anabilimdalı:</b> Yönetim Bilişim Sistemleri <b>Bilimdalı:</b> Yönetim Bilişim Sistemleri	
<p>Şehirlerin nüfuslarının artması beraberinde motorlu taşıt kullananların sayısı artmakta ve bu da trafik, hava kirliliği, enerji tüketiminin artması gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Belediyeler toplu ulaşım kullanımını özendirerek bu sorunları azaltmak, taşıt kullanımına erişemeyen vatandaşlarının ulaşım memnuniyetini arttırmak ve ulaşım sistemlerinde farklı parametreleri kontrol altına alabilmek gibi farklı sebeplerle gelişen teknolojilerden faydalanmakta ve böylece (AUS) Akıllı Ulaşım Sistemleri ihtiyaçlara göre gelişerek yayılmaktadır. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde kullanılan önemli fonksiyonlardan biri (ATUS) Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleridir. Yolcu bilgi sistemleri ve ödeme sistemlerinde kullanılan uygulamalara bakıldığında farklı teknolojilerden faydalandığı görülmektedir. Bu çalışmada ATUS uygulamaları incelendiğinde Yolcu Bilgi Sistemleri ve Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri olarak iki grupta incelenebileceği görülmüştür. Yolcu Bilgi Sistemleri, araç konum bilgisi, rota bilgisi, durak bilgisi ve hat bilgisi olmak üzere dört temel bilgilendirme hizmeti üzerine kurgulanmış, çeşitli teknolojiler kullanılarak elde edilen veriler, veri analiz ve işleme teknolojileri kullanılarak anlamlı hale getirilmiş ve mobil uygulamalar üzerinden kullanıcılara sunulmuştur. Bu sistemler incelenirken veriyi toplama, analiz etme ve son kullanıcıya sunma aşamalarının incelenebileceği ve bu aşamalarda kullanılan haberleşme teknoloji ve uygulamalarının gruplanarak değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri alanında kullanılan farklı teknolojiler incelendiğinde, bu teknolojilerin RFID, NFC, QR kod, Temassız Kredi Kartı ve Validatör Teknolojisi olarak beş grupta değerlendirilebileceği görülmüştür. Ayrıca dört farklı uygulama değişik özellikleri dikkate alınarak seçilmiş ve değerlendirilmiş, uygulama ve literatür kullanılarak çeşitli kaynaklardan incelenmiştir. Bu bilgilerden elde edilen verilerle sistemler analiz edilmiş ve sistemlerin veri akış diyagramları oluşturulmuştur. Bu çalışmada ATUS için bir örnek model önerilmiş, önerilen modelin değerlendirmesi yapılmış, kullanıcıya sağlaması gereken hizmetler ve teknolojiler sınıflandırılmış, örnek modelin mimarisi ve veri akış diyagramı oluşturulmuştur. Böylece ATUS alanında gelecekte geliştirilecek uygulamalar için faydalanılacak bir çalışma oluşturmak amaçlanmıştır.</p>	
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Mobil Ödeme, Akıllı Ulaşım, Yolcu Bilgilendirme	

**Sakarya University Graduate School of Business Abstract of Master's Thesis**

**Title of the Thesis:** Model Proposal for the Development of Intelligent Public Transportation Systems

**Author:** Bünyamin GÖL

**Supervisor:** Dr. Çağla EDİZ

**Date:** 20 May 2019

**Nu. of pages:** x (pre text) +107 (main body)

**Department:** Management Information Systems **Subfield:** Management Information

With the increase in the population of cities, the number of motor vehicle users increases and this leads to problems such as traffic, air pollution and increasing energy consumption. Municipalities benefit from developing technologies for different reasons such as reducing these problems, increasing the transportation satisfaction of the citizens who cannot access to the vehicle and increasing the control of different parameters in transportation systems by encouraging the use of public transport. Thus, the Intelligent Transportation Systems are developing according to needs One of the most important functions used in Intelligent Transportation Systems is Intelligent Public Transportation Systems. When we look at the applications used in payment systems and Passenger Information Systems in Intelligent Transportation , it is seen that different technologies are used. In this study, it was seen that IPTS applications can be examined in two groups as Passenger Information Systems and Smart Card and Payment Systems. Passenger Information Systems are based on four basic information services, vehicle location, route information, stop information and line information. Data obtained using various technologies are made meaningful by using data analysis and processing technologies and presented to users via mobile applications. While analyzing these systems, it is understood that the stages of collecting, analyzing and presenting the data to the end user can be examined and the communication technologies and applications used in these stages should be analyzed by grouping. When the different technologies used in the field of Smart Card and Payment Systems are examined, it is seen that these technologies can be examined in five groups as RFID, NFC, QR code, Contactless Credit Card and Validator Technology. In addition, four different applications were selected and evaluated by considering the different properties and examined from different sources by using the application and literature. With the data obtained from this information, systems were analyzed and data flow diagrams of the systems were formed. In this study, a sample model was proposed for IPTS, the proposed model was evaluated, the services and technologies that should be provided to the user were classified, the architecture of the sample model and a data flow diagram were created. Thus, it is aimed to create a study which will be used for future applications for IPTS.

**Keywords:** Mobile Payment, Intelligent Transportation, Passenger Information.

## **GİRİŞ**

Mobil uygulamalar sürekli büyüyen şehirlerde yaşama ve çalışma şeklimizi değiştirmektedir. Alışveriş yapma, seyahat etme, yeme içme ve eğitim gibi hayatın her alanını etkilemektedir. Yaygın kullanılmaya başlanan ATUS özellikle şehir içi ulaşımda hayatımızı kolaylaştıran zaman tasarrufu yapmamızı sağlayan teknolojik gelişmelerdendir. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri hem hizmet sağlayan kurumlar için hem de toplu ulaşım kullanıcıları için kolay ödeme ve ulaşım maliyetlerini kontrol etme imkanı sağlamaktadır. Bununla birlikte, toplu ulaşım alanında ülkemizde uygulamaların hayata geçirilmesi konusunda geç kalındığı görülmektedir. Toplumun alt gelir grubuna sahip insanlar toplu ulaşımı kullanmakta, imkan sahibi insanlar özel araçlarını kullanmayı tercih etmektedir. Toplu ulaşımın yaygınlaştırılması için bilgi verme hizmetinin günümüz teknolojilerine uygun şekilde geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerin şehirlerinde yolcu bilgi sistemleri ve Akıllı Kart ve Ödeme sistemleri daha yaygın hizmet vermektedir. Bu durum toplu ulaşım erişimi mümkün kılmakla birlikte, toplu ulaşım araçlarının kullanımını cazip hale getirmektedir.

Toplu ulaşım araçlarının kullanımının artması toplumun ekonomisine totalde büyük katkı yapmaktadır. Toplu ulaşım kullanımı, yakıt tasarrufu yapmaya ve araçların yıpranması sonucu ortaya çıkan masraflar, yaşanan kazalar sonucu kayıplar, bakım masraflar gibi giderlerin ortadan kalkmasıyla tasarrufa katkı sağlamaktadır. Bunun yanında trafik güvenliği, trafik akışının hızı ve temiz çevreye yapacağı katkıyı da toplumsal kazanç olarak görmek gerekmektedir.

### **Çalışmanın Konusu;**

Bu çalışmanın konusu; Toplu ulaşım kullanımını cazip hale getirecek mobil uygulamaların geliştirilmesinde model olacak bir ATUS modeli geliştirilmesidir. Bu çalışmada farklı ATUS uygulamaları karşılaştırılmış, uzman görüşü alınarak bir ATUS uygulama modeli oluşturulmuştur.

### **Çalışmanın Önemi;**

ATUS uygulamalarının geliştirilmesi ve yaygın kullanımı bireysel araç kullanımını azaltacak, toplu ulaşım araçlarının daha aktif kullanımını sağlayacaktır. Trafik

sıkışıklığı ve hava kirliliğinin azalacak, mobilite artacak, dolayısıyla da insan sağlığına katkı yapacak, gelecek nesillere sağlıklı şehirler ve sağlıklı nesiller taşınması sağlanacaktır. Bu çalışmada toplu ulaşımı cazip hale getirecek örnek bir ATUS uygulamasının neleri kapsayacağı incelenmiş ve bir ATUS modeli önerilmiştir.

### **Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmada, insan sağlığını ve kent hayatını olumsuz etkileyen, yaşam kalitesini düşüren bireysel motorlu araçların kullanımı yerine toplu ulaşım sistemlerini özendiren AUS uygulamalarındaki Yolcu Bilgi Sistemleri ve Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri incelenmiştir. Bu alanda yapılan çalışmaların yetersiz olduğu, Yolcu Bilgi Sistemleri ve Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinin bütüncül olarak ele alınmadığı söylenebilir. Bu çalışmada bu iki sistem bütüncül olarak değerlendirilmiş ve bu alanda geliştirilecek ATUS uygulamalarına örnek olacak ATUS modeli önerilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan literatür çalışmasında AUS alanında yapılan çalışmalara daha çok ağırlık verildiği, Akıllı Ulaşım sistemlerinin içerisinde ATUS'a kısıtlı değinildiği görülmektedir. Özellikle Avrupa ülkelerinde geliştirilen ATUS uygulamalarının ülkemizin yönetim ve ulaşım yapısına uygun olmadığı görülmektedir. Bu nedenle yurtdışından örnek uygulama seçiminde ülkemizde geliştirilmesi daha muhtemel olarak görünen Güney Kore modeli incelenmiştir. Ülkemizin şartlarına uygun bir ATUS modelinin geliştirilmesi amacıyla ülkemizde kullanılan uygulamalar ve Güney Kore modeli karşılaştırılarak, ülkemizde kullanılabilir uygun bir model kullanılabilir teknolojilerle birlikte sunulmuştur.

### **Çalışmanın Yöntemi**

Bu çalışmada ATUS uygulaması modelini oluşturmak için sistem analizi ve tasarımı aşamasında kullanılan veri analiz yöntemleri ve akış diyagramları kullanılmış, uygulamalar karşılaştırılarak uzman görüşü alınmıştır. Bu yöntemin kullanılmasının sebebi önerilecek model ile ilgili ihtiyaçların belirlenmesi ve en uygun modelin sunulmasıdır. Bu yöntemle ülke şartları dikkate alınarak ülkemizde kullanılabilir bir ATUS modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır. ATUS alanında ihtiyaçların belirlenmesi var olan sistemlerin analiz edilebilmesi için literatür taraması yapılmış ve öncelikli olarak literatürden faydalanılarak AUS'un tarihçesi, AUS politikaları, AUS mimarisi verilmiş,

ardından ATUS uygulamaları ve ATUS alanında kullanılan teknolojiler sınıflandırılmıştır yedi farklı ATUS uygulaması incelenmiştir. Bu bilgilerden elde edilen verilerle sistemler analiz edilmiş ve sistemlerin veri akış diyagramları oluşturulmuştur. Yapılan çalışmanın sonucunda ortaya çıkan sistem gereksinimleri ve kullanıcı hizmetleri ile ilgili uzman geri dönüşleri alınmış, uygulama gereksinim listesi ve incelenen uygulamaların karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur. Bu çalışmada önerilen modelin değerlendirmesi yapılmış, kullanıcıya sağlaması gereken hizmetler ve teknolojiler sınıflandırılmış, örnek modelin mimarisi ve veri akış diyagramı sunulmuştur.

Bu çalışmada karşılaşılan en önemli kısıt, ATUS'un ülkemizde kamu kurumlarının hizmet alanına giren toplu ulaşım araçlarına yönelik geliştirilmesi ve buna bağlı olarak kamu kurumlarının gizlilik politikaları gereği kısıtlı veri paylaşımı yapmasıdır. Ayrıca ülkemiz koşullarında bir ATUS yazılımının yapılabilmesi için toplu ulaşım yönetim merkezleriyle entegre çalışılması ve kamu kurumlarına ait araçların sisteme entegre edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla kamu kurumlarının bu alandaki politikaları ve çalışmaları bu tezde önerilen modelin gerçek zamanlı veri ile çalışan bir mobil uygulama olarak geliştirilmesinin karşısındaki en önemli kısıtlardan birisidir. Bu nedenle önerilen modelin sistem ihtiyaçları belirlenmiş ve arayüz tasarımı yapılmış, bu aşamadan sonraki süreçler öneriye dahil edilmemiştir.

Tezin birinci bölümünde AUS alanında yapılan çalışmalara ve AUS'un tarihçesine değinilmiş, AUS'un gelişim süreçleri incelenmiştir. ikinci bölümde ATUS alanında yapılan çalışmalar, ISO'nun AUS hizmet standartları, Dünyada ve Türkiyede ATUS politikaları incelenmiş, ATUS uygulamaları ve ATUS alanında kullanılan teknolojiler sınıflandırılmıştır. Üçüncü bölümde ATUS uygulamaları incelenmiş ve veri akış diyagramları oluşturulmuştur. Dördüncü bölümde Uygulama önerisi yapılmış, gereksinim listesi çıkarılmış, uygulamaların karşılaştırma tablosu oluşturulmuş, önerilen uygulamanın veri akış diyagramları çizilmiştir. Sonuç kısmında elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yapılmış, daha sonra yapılacak çalışmalara öneriler getirilmiştir.

## **BÖLÜM 1: AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ**

Hayatımızın her alanında ulaşım bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte toplu ulaşımında insanların düşünme ve karar vermesini kolaylaştıran çözümler geliştirilmiştir. Akıllı ulaşım sistemlerinde bu uygulamalara ilk olarak trafik ışıklarını örnek gösterebiliriz. Trafik ışıkları araçların ve yayaların geçiş üstünlüğünü ayarlayan ve kavşaklarda araçların birbirine ne kadar süreyle yol vereceği sorunu çözen ilk Akıllı Ulaşım sistemidir. AUS bilişim sistemlerinin ulaşımı düzenleme ve yönlendirmede kullanımına dayanan sistemlerdir. ATUS, AUS'un bir alt sınıfıdır ve toplu ulaşımında yolcuların hayatını kolaylaştırmak için geliştirilen çözümleri kapsamaktadır (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji belgesi (2014-2023), 2014).

Kamu harcamalarının büyük bir kısmı ulaşım yatırımlarına harcanmakta, mevcut ulaşım problemlerinin çözümüne yönelik dünyanın hemen her ülkesinde projeler geliştirilmektedir. Dünyanın her yerinde, büyükşehirlerde trafik sıkışıklığının önemli bir sorun haline gelmiş olması, gelişmiş ülkeleri ATUS uygulamalarını kullanarak çözümler üretmek ve yaygınlaştırmak üzerine politikalar yapmaya zorlamıştır. GPS sistemleri ile araç konum bilgisi ve biletli ödeme sistemleri gibi uygulamalar gelişmiş ülkelerde ilk olarak kullanılmaya başlanan ATUS uygulamalarıdır.

### **1.1. AUS Alanında Yapılan Çalışmalar**

Çapalı (2009) AUS'u gelişmiş bilişim sistemleri teknolojileri üzerine kurulmuş, gerçek zamanlı güncel veri tabanlarını kullanarak çalışan, ulaşımın etkinliğini, güvenliğini geliştirmek ve hizmet kalitesini artırmak amacıyla hizmet veren bilişim sistemleri olarak tanımlamış, Doğan (2015) ise günümüzde ulaşım alanında, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) teknolojilerinin uygulanmasına yönelik çok sayıda çalışma yapıldığını söylemiş, bu teknolojiler sağladıkları faydalarla, ulaşımı daha etkili, güvenilir ve çevre dostu hale getirmektedirler ifadesini kullanmıştır.

Bodur (2013), halkın konfor isteğine paralel olarak ulaşım yatırımlarının arttığını, AUS alanında kurum ve kuruluşların çalışmalar yaptığını, ancak ulusal çapta strateji ve standartların belirlenmesine ihtiyaç olduğunu ifade etmiş, ITS Türkiye platformu oluşturulması ve bu konudaki teknoloji kirliliğinin önüne geçilmesi gerektiğine ve AUS alanında yapılan çalışmalarda koordinasyon eksikliği dikkat çekmiştir. Andersen ve

Sutcliffe'a (2000) göre, şehirlerde ortaya çıkan ulaşımdaki zorlukların en etkin şekilde ele alınmasını sağlamak için AUS'un kullanılması, AUS kullanımından elde edilebilecek kazanımlara ulaşabilmek için politikalar ve ulusal AUS stratejileri geliştirilmesi gerekmektedir.

Yardım ve Akyıldız (2004), AUS kullanıcı hizmetlerinin doğru ve eksiksiz bir şekilde tanımlanması, kullanıcı hizmetlerinin aktivite ve fonksiyon şeklinde detaylı olarak tanımlanması, fiziksel birimler ve alt sistemlerin sınırlarının tanımlanması, sistemler arasındaki bağlantıyı sağlayan mimari akışın fiziksel olarak oluşturulması gerektiğini ifade etmiştir.

Yardım ve Akyıldız'a (2004), göre uygun AUS modelini oluştururken ihtiyaca bağlı olarak aşağıdaki sorular sorulmalıdır.

- Hangi sistemler daha yararlı olacak şekilde kullanılabilir?
- Bu sistemler için hangi bilgiler gereklidir?
- Hangi bilgiler ortak kullanılmalıdır?
- Sistemler arasında karşılıklı olarak değiştirilecek bilgiler nelerdir?
- Karşılıklı bilgi değişimi esnasında hangi iletişim standartları kullanılabilir?
- Her bir sistem için hangi iletişim teknolojisi uygundur?
- Şu an kullanıma hazır olan iletişim altyapıları nelerdir?
- Nerede, ne tür standartlara ihtiyaç vardır?
- Bunlardan hangileri kullanıma hazır haldedir?

Yapılan çalışmalarda ATUS yatırımlarına dikkat çekilmiştir. Köz'e (2011) göre ATUS uygulamaları için devlet tarafından büyük yatırımlar yapılmış olsa da özel sektördeki uygulamalar, araç ve kargo izleme sistemleriyle sınırlı kalmıştır. Köz (2011) Zaman ve ücret entegrasyonunun sağlanması, kent içi ulaşımda yolcuların büyük çoğunluğunun otobüs, minibüs, metro ve raylı sistemleri kullandığı düşünüldüğünde ATUS uygulamalarına öncelik verilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Başka bir çalışmada kentlerin plansız genişlemesi ve motorlu araç kullanımının hızla artması sonucunda ortaya çıkan sorunlar hem insan sağlığını hem de kent hayatını olumsuz etkilemekte ve yaşam kalitesini düşürdüğü, sürdürülebilir ulaşım yaklaşımları geliştirilmesi, sürdürülebilir ulaşım çözümlerinden birinin de seyahatlerin toplu ulaşım ve motorsuz ulaşım türlerine kaydırılması olduğu ifade edilmiştir (Elbeyli 2012: 85). Toplu ulaşım kullanımı ile ilgili Penaloza (2004), Seoul için yaptığı çalışmada, trafik sıkışıklığı sorunlarını çözüme aracı olarak AUS'un işlevselliğinin yanı sıra birden çok dışsal soruna dikkat çekmiş, trafik sıkışıklığı sorunu için pek çok neden olduğunu ve bunların çoğunun ulaşım önlemlerinden değil, yaşam tarzları ve şehir planlamasından kaynaklandığını sonucuna ulaşmıştır.

Ulaşım alanında yapılan teknolojik yeniliklerin insanların yaşamını kolaylaştırdığı yapılan çalışmalarda görülmektedir. Özcan (2013) yaptığı çalışmada ATUS uygulamalarının, şehir yaşamını kolaylaştırdığı, insanlara zaman kazandırdığı, mobil halde iken ulaşım planı yapılmasına, toplu ulaşım konusunda doğru ve güncel bilgilere erişilmesine, insanların bilmediği alternatif güzergâhları öğrenmesini imkan sağladığı ve başka bir kaynaktan bilgi almadan istediği yere gitmesinde yardımcı olduğu, hizmeti sağlayan kamu kurumunun prestijini artırdığı, sonucuna ulaşmıştır. Doğan (2015) ise çalışmasında, Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri'nin toplu ulaşım kullanıcılarının bekleme süreleri üzerinde olan etkisi araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda bu tür sistemlerin yolcuların bekleme süresi etkilediği, yolcuların, gelişen teknolojik uygulamalardan yararlanarak, internet üzerinden, bilgisayar ve akıllı telefonlarda geliştirilen uygulamaları kullandığı sonucu bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda ATUS'un farklı tanımları ile karşılaşılmakta, ATUS uygulamalarında kullanılacak teknolojilere değinilmektedir. Eken ve Sayar (2014) Yolcu Bilgi Sistemini, varış süresi, hat, durak ve güzergâh gibi bilgileri web ve mobil ortamda kullanıcılara açılması olarak tanımlamıştır. Eken ve Sayar (2014) yaptıkları çalışmada geliştirilen sistemin, kullanıcıların "acaba otobüsüm yeni mi geçti?" ya da "ne zaman gelecek?" veya "ne kadar bekleyeceğim?" gibi sorularına cevap verdiği ifade etmiş, yapılacak çalışmalarda QR kod teknolojisinin kullanılması, GPS modülü kullanılarak aracın hızının ve anlık yerinin kullanıcıya gösterimi ve otobüslere



yerleştirilecek bir teknoloji ile kullanıcılara bekledikleri aracın doluluk oranı hakkında bilgi verecek sistemlerin geliştirileceği tahminlerinde bulunmuştur.

Ayrıca ATUS'un diğer sosyal ekonomik sektörlerle ilişkisine de değinilmiştir. Pehlivan'a (2005), göre ulaşım sektörü diğer sosyal ve ekonomik sektörlerle güçlü ilişkiye sahiptir ve yeni teknolojilerin gelişiminden etkilenmiştir. Pehlivan (2005), GPS ve CBS teknolojilerinin ve entegre sistemlerin geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu ve ulaşım sektörüne birçok fayda sağlayacağını ifade etmiş, sistemlerin etkisinin artırılması ve uygulama maliyetlerinin azaltılması için GPS teknolojisinin diğer teknolojilerle (mobil telefonlar, kameralar vs.) birleştirilmesi gerektiği söylemiştir.

ATUS iletişim sektörünün gelişimden etkilenmiştir. Kablosuz iletişim sistemlerinde gerçekleşen teknolojik gelişmelerle birlikte AUS çalışmaları hızlanmış, GPS sistemlerinin araçlara entegre edilmesi ve akıllı telefonlarda bu sistemlerin entegre gelmesi, gerçek zamanlı trafik bilgisi edinmeye, sistemlerin izlenmesine ve tahmin edilebilmesine imkan tanımıştır. GPS sistemi bulunan akıllı telefonlar ile gerçekleşen gerçek zamanlı trafik izleme ve bilgilendirme sistemleri ve trafik tahminleri yapılabilmektedir (Kılıç, 2012: 188-190). Teknolojik yeniliklerin problemleri etkili bir şekilde çözebilmesi için kurumsal destek gerekmektedir. Şehirdeki ulaşım kalitesini artırmak için geliştirilen Seul'un akıllı ulaşım kartı sistemi ile ilgili yapılan çalışmalara, vatandaşların ve ilgili kurumların teknolojik yenilikleri kabullenerek desteklemesi ve sürdürülebilirlik konusunda katkı yapmaları gerekmektedir. (Audouin, Razaghi ve Finger, 2015: 150).

Audouin ve Finger (2017) Teknolojik yeniliklerden tam olarak faydalanabilmesi için, akıllı kart sistemlerinin kurumsal reformlardan önce uygulanması ve bu uygulamalarının kullanımının önüne geçilmemesini ve hükümetlerin aceleci çözümler geliştirerek verim alınamayacak sistemler kurmasının doğru olmadığını ifade etmiştir. Özel araç kullanımını azaltabilecek ve şehirlerdeki alanlarda trafik sıkışıklığı ile mücadele bilişim sistemleri destekli mobil çözümler, yeni kurallar ve düzenlemelerin geliştirilmesini gerektiğini ifade etmiş ve bu konuda başarılı olan şehirlere dikkat çekmiştir. Güngör (2017) ise akıllı kart alanındaki gelişmelere dikkat çekmiş, Akıllı kartları gelişmiş ülkelerde alışverişlerde ve diğer ihtiyaçlarda kullanıldığını, dolayısıyla tek bir kart ile şehirde ki her olanaktan faydalanmanın ve riskinin yok denecek kadar az

olan bir akıllı kartın ulaşım sektöründe kullanımının yaygınlaştırılması gerektiğini ifade etmiştir.

ATUS uygulamalarının nasıl yaygınlaştırılacağına ilişkin çeşitli politikalar izlenmekte bu uygulamalarının yaygınlaşması için AUS'un yaygınlaşması gerektiği vurgulanmaktadır. (Kenanoğlu ve Aydın'a (2018) göre, AUS'un faydasının daha geniş bir alana yayılabilmesi için AUS teknoloji ve uygulamalarının az gelişmiş ülkelerde de yaygınlaştırılması gerekmekte, AUS teknolojilerinin dışa bağımlılığının azaltılması, bu konuda uzmanların yetişmesi, mevzuat ve standartların oturtulması ile kurumlar arası uyumun sağlanmasının gerekmekte, ülkelerin ulaşım sistemlerinin gelişmesi için AUS çatı birliklerinin kurulması, AUS hizmet ve uygulamalarının yaygınlaştırılmasının önem arz etmektedir.

Bu alanda yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır ki, ATUS uygulamaların geliştirilmesi ve toplu ulaşımın yaygınlaştırılması çevre ve insan sağlığının korunması için çok önemli bir yere sahiptir. yapılan çalışmalardan, bu uygulamaların geliştirilmesi için teknolojik yeniliklerin toplu ulaşım alanında kullanılması, toplu ulaşım hizmeti veren sektörlerin diğer bir çok sosyal ve ekonomik sektörler ile işbirliği içerisinde çalışması gerektiği sonucu ortaya çıkmakta, şehirlerde oluşan trafiğin ve çevre kirliliğinin azaltılması, toplu ulaşım kullanımının özendirilerek kullanıcı sayısının artırılması için Yolcu Bilgi Sistemleri ve Akıllı kart ve Ödeme Sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir.

## **1.2. AUS'un Tarihçesi**

Akıllı Ulaşım Sistemleri konusunda yapılan AR-GE çalışmaları genellikle özel sektör tarafından yürütülmektedir. AUS sektörünün standartları, dünyada belli başlı üç AUS kuruluşu (ITS JAPAN, ITS AMERİCA ve ERTICO) tarafından belirlenmektedir. Avrupa'da Akıllı Ulaşım Sistemleri alanında bir çerçeve mimari oluşturulmuştur. AUS'un tüm sınıflarını kapsayacak şekilde tasarlanan bu mimari ile Avrupa bünyesinde kurulacak akıllı ulaşım sistemlerinde bir standart oluşması hedeflenmiştir. Toplu Ulaşım Yönetimi, Yolculuk Planlaması ve Seyahat Yönetimi gibi ATUS uygulamalarının yanında Trafik Yönetimi, Acil Durum Araçları, Yol Ücretlendirme, Yardımcı Sistemler ile Denetim Sistemleri ve bunlar ile ilgili uygulamalar mimariyi oluşturmaktadır. Japonya'da ise AUS alanında özellikle araç navigasyon, Araç Bilgi İletişim Sistemi,

Elektronik Ücret Toplama sistemi gibi uygulamalara ağırlık verilmiş, Japonya ATUS uygulamaları pazarında çok fazla yer alamamıştır (Bodur, 2013: 2-18).

AUS başlangıçta otoyollardaki trafik akış problemlerini çözmeye ve hizmet kalitesini yükseltmeye yönelik geliştirilmiştir. AUS alanında geliştirilen ilk uygulamalar 1960'lı yılların sonlarına doğru kullanılmaya başlanan Elektronik Değişken Mesaj İşaretleri ve trafik lambalarında kullanılan kameralardır. Ancak zaman içinde ulaştırmanın birçok alanını içine alan çalışmalarla çok geniş bir uygulama alanına sahip olmuştur. Yolcu Bilgi Sistemleri ve Akıllı Kart Sistemleri AUS altında geliştirilen ATUS uygulamalarıdır. AUS'nin gelişimde Avrupa, Amerika ve Güney Asya ülkeleri ön plana çıkmış ve dikkat çekmiştir. AUS alanında ilk çalışmalar, 1980'lerde Japonlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Japonlar, AUS'u trafik kontrolünde kullandığı için özellikle isimlendirmemiştir. AUS'un öneminin artması ve ayrı bir sistem olarak değerlendirilmesi ile birlikte bu çalışma Japon Akıllı Araç Sistemi (IVS) programı olarak adlandırılmıştır. Siemens'in, 1980'lerde Berlin'de yaptığı çalışma yol rehberlik sistemleri konusunda yapılan ilk çalışmalardan biri olmuş, Avrupalılar bu çalışmaya karayolu taşımacılığı bilişimi olarak atıf yapmışlardır. Yine aynı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri ise Akıllı Araç Otoyol Sistemleri (IVHS) olarak adlandırdığı sistemle ilk çalışmalara başlamıştır (Andersen ve Sutcliffe, 2000: 99).

1990'lı yıllarda Avrupa'da ERTICO - ITS Europe teşkilatı kurulmuştur. Bu teşkilatın kurulma amacı AUS standartlarını belirlerken yapılan çalışmalarına kaynak sağlamaktır. Yine 1990'lı yıllarda Amerika'da "ITS Amerika kurulmuştur bu teşkilat Amerika'nın AUS birliği olarak faaliyet göstermektedir. 1992 yılında dünya çapında AUS standartlarını belirlemek amacıyla uluslararası AUS toplantıları yapılmaya başlanmıştır. 2001'de Japonya'nın AUS birliği "VERTIS", "ITS Japan" adını almıştır. Pasifik Asya bölgesinde bulunan diğer ülkeler de bu kuruluş üyesi olmuşlardır. ERTICO, ITSA ve ITS Japan kuruluşları tarafından "AUS Dünya Kongreleri (ITS World Congress)" düzenlenmektedir. 1980'li yıllarda gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, gelişmeye devam eden ülkelerde de şehir nüfusu hızlı bir şekilde artmaya devam etmiştir. Gelişmiş ülkelerde nüfus artış hızı yavaşlamış ancak şehirlerin toplam nüfusu artarak devam etmiştir. Gelişmiş ülkelerin şehir nüfusunun hala arttığı dikkate alınırca ülkemizde de bu artışın uzun süre devam edeceği öngörülebilir. Şehir nüfusunun artması şehirlerin

çevresinde yerleşimi artırmıştır. Nüfusun artışı şehirleri trafik sıkışıklığı problemi ile yüzleştirmiştir. Çalışma alanları ile yaşam alanları farklı bölgelerde yapılaşmaya başlamış, büyükşehirlerde işe gidiş gelişlerde motorlu araç kullanımı zorunluluk haline gelmiştir. Şehir merkezlerinin gürültü kirliliğinden kaçışın başlaması uzak çevre yerleşimlere ilgi artırmış bu da kişisel araç kullanımını artırmıştır. Ülkemizde kişi başına düşen motorlu araç sayısı Japonya, Amerika ve Avrupa'nın çok gerisindedir. Ancak buna rağmen, büyükşehirlerde trafik sıkışıklığı, önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekonomik olarak gelişmiş ülkeler bireyse araç sahipliği oranlarında doyum noktasına ulaştıkları bilinmektedir. Türkiye'de bu artışın devam ettiği dikkate alınarak, şehirlerde trafik sıkışıklığı sorununun hızla yaygınlaşacağı ve ciddi problemleri beraberinde getireceği gerçeği tahmin edilmektedir. Motorlu araç sahipliğindeki artış trafik kazalarında da artışa neden olmaktadır. Trafik akışının düzensiz olması kaza riskini beraberinde getirmekte, yaralanmalı ve ölümlü trafik kazaları meydana gelmektedir. Bu sorunların çözümü noktasında toplu ulaşım araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması gerekliliği ortaya çıkmakta, toplu ulaşım araçlarını kullanımını yaygınlaştırmak için ise ATUS uygulamalarının yolcuların toplu araç ulaşım araçlarını kullanmaya teşvik edecek nitelikte tasarlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji belgesi (2014-2023), 2014:13-15).

Güncel bilişim teknolojileri kullanılarak toplu ulaşımında yaşanan sorunlara kalıcı çözümler geliştirilebilmektedir. ATUS uygulamalarının fonksiyonelliği ile farklı toplu ulaşım araçları arasında entegrasyon kurularak, yolcuların seyahat öncesi ve seyahat sırasında alacağı hizmetlerin etkinliği ve erişim hızı arttırılabilmektedir. ATUS insan, araç ve mekan arasında çok yönlü veri alışverişi sağlayarak yolcuların seyahatlerini kolaylaştırılması, kişisel mobilete ve rahatlığın arttırılması, toplu ulaşımın konfor ve güvenliğinin arttırılması, toplu ulaşım sistem performansının iyileştirilmesi amaçlarına hizmet eden uygulama ve teknolojileri kapsamaktadır. Bu sistemler Trafik sıkışıklığının azaltılması, ulaşım sürelerinin azaltılması, ulaşım maliyetlerinin azaltılarak ekonomiye katkıda bulunulması, çevreye verilen zararın azaltılması ve enerji tasarrufuna katkı sağlanması gibi amaçlara da dolaylı yoldan hizmet etmektedir.

## **BÖLÜM 2: AKILLI TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİ**

Gelişmiş ülkelerde ATUS alanında politikalar geliştirilmekte, çeşitli ATUS uygulamaları kullanılmaktadır. Bu uygulamalar kullanılan ulaşım türüne ve kullanılan teknolojiye göre farklılık gösterdiği gibi, oluşturulan standartlara ve bölgesel ihtiyaçlara göre de değişkenlik göstermektedir.

Araştırmalara göre ATUS uygulamaları bu alanda geliştirilen politikalardan önce kullanılmaya başlamış ve politikaların oluşturulmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu durum teknolojik gelişmenin ve bu alanda duyulan ihtiyaçların bir gereği olarak ortaya çıkmaktadır. Genellikle uygulamalar teknolojinin gelişmesine bağlı olarak şekillenmektedir. Uygulamaların kullanım politikası, stratejisi ve mevzuatı, uygulamanın yaygınlaşmaya başlamasından sonra oluşturulmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde ATUS politikalarına değinilmiş, önerilecek modele örnek teşkil edebilecek Yolcu Bilgi Sistemleri, Akıllı Duraklar ve Akıllı Ödeme Sistemi uygulamaları anlatılmıştır.

AUS'un planlanması ve sistemlerin entegrasyonunda, etkin bir mimari oluşturulabilmesi için yerelde ulaşım hizmeti veren ve hizmet politikalarını belirleyen kurum kişilerin süreçte etkin olması önemlidir. Uygun mimarinin tasarlanması sayesinde, mimariye uygun uygulama ve teknolojilerin geliştirilmesi, ilgili kurumların etkin rol alması sistemlerin yaygınlaşması ve yolculara etkin hizmet verebilmesi sağlanabilir.

ATUS'un tasarımında öncelikle uygulamanın kullanılacağı bölgenin ihtiyaçları ve kullanıcı hizmetleri tespit edilmelidir. Uluslararası Standardizasyon Örgütü'nün geliştirmekte olan ülkelere yönelik geliştirdiği AUS kullanıcı hizmetleri ve hizmet sınıflandırmaları tablosu ülkelerin AUS mimarisini oluşturulması esnasında rehber olmaktadır (Yokota, 2004).

AUS ile ilgili teknoloji ve uygulamalar için standartların geliştirilmesi ihtiyacı 1990'lı yıllarda ortaya çıkmıştır. 1990'lardan itibaren bu amaçla komite ve kurullar oluşturulmuştur. Avrupa Standardizasyon Komitesi, Uluslararası Standardizasyon Örgütü ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği standartların oluşturulması amacıyla çeşitli komite ve kurullar oluşturularak çalışmalar yapmaktadır (Noyes, 2013: 8-10).

AUS mimarisinin planlanmasında Tablo 1’de gösterilen hizmet alanlarından 1. ve 7. satırdaki, Yolcu Bilgisi ve Ulaştırmayla ilgili Elektronik Ödeme hizmet alanları ve bunlara bağlı hizmetler ATUS sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Toplu ulaşımda kullanıcı hizmetleri ülkelerin ihtiyaçları doğrultusunda değiştirilmekte ve çeşitlendirilmektedir. Mantıksal mimari sürecinde, kullanıcı hizmetleri oluşturulurken kullanılacak teknolojiler dikkate alınmadan hizmetlerin tamamını kapsayan tasarımlar geliştirilmektedir. Mantıksal mimarinin ortaya çıkmasının ardından fiziksel mimari oluşturulmaktadır. Mantıksal mimaride sistemin fonksiyonelliği dikkate alınırken, fiziksel mimari bu fonksiyonları görevini nasıl yerine getireceğine odaklanılmaktadır (Yokota, 2004: 6-11).

**Tablo 1**  
**AUS Kullanıcı Hizmetleri ve Hizmet Grupları**

Hizmet Alanları	Hizmet Grupları
<b>1.Yolcu Bilgisi</b>	1.1 Yolculuk öncesi bilgi 1.2 Yolculuk sırasındaki bilgi 1.3 Yolculuk hizmetleri bilgisi 1.4 Yolculuk öncesi güzergâh rehberi ve animasyon 1.5 Yolculuk sırasında güzergâh rehberi ve animasyon 1.6 Yolculuk planlama desteği
<b>2.Trafik Yönetimi ve İşlemleri</b>	2.1 Trafik kontrolü 2.2 Ulaştırmayla ilgili olay yönetimi 2.3 Talep yönetimi 2.4 Ulaştırma altyapısının bakım yönetimi
<b>3.Araç İçi Sistemler</b>	3.1 Ulaştırmayla ilgili görüş iyileştirme 3.2 Otonom araç işlemi 3.3 Çarpışma önleme 3.4 Emniyet hazırlığı 3.5 Çarpışma öncesi kısıtlamaların tertibi
<b>4.Yük Taşımacılığı</b>	4.1 Ticari araç ön izin 4.2 Ticari araç idari işlemleri 4.3 Otomatik yol kenarı emniyet denetimi 4.4 Ticari araç içinde emniyet takibi 4.5 Yük taşımacılığı filo yönetimi 4.6 İntermodal bilgi yönetimi 4.7 İntermodal merkezlerin yönetimi ve kontrolü 4.8 Tehlikeli yüklerin yönetimi
<b>5.Toplu Taşıma</b>	5.1.Toplu taşıma yönetimi 5.2. Talebe duyarlı ve paylaşımlı toplu taşıma
<b>6.Acil Durum</b>	6.1 Ulaştırmayla ilgili acil durum duyurusu ve kişisel güvenlik 6.2 Acil durum araçlarının yönetimi 6.3 Tehlikeli madde ve olay duyurusu

<b>7.Ulaştırmayla İlgili Elektronik Ödeme</b>	7.1 Ulaştırmayla ilgili elektronik mali işlemler 7.2 Ulaştırmayla ilgili elektronik ödeme hizmetlerinin entegrasyonu
<b>8.Karayolu Ulaştırması İle İlgili Kişisel Emniyet</b>	8.1 Toplu taşıma güvenliği 8.2Savunmasız karayolu kullanıcılarının emniyetinin arttırılması 8.3 Engelli karayolu kullanıcılarının emniyetinin arttırılması 8.4 Akıllı kavşaklar ve bağlantı yolları
<b>9.Hava ve Çevre Koşullarının İzlenmesi</b>	9.1 Hava durumunun izlenmesi 9.2 Çevre koşullarının izlenmesi
<b>10.Afet Müdahalesi Yönetimi ve Koordinasyonu</b>	10.1 Afet veri yönetimi 10.2 Afet müdahale yönetimi 10.3 Acil durum merkezleri ile koordinasyon
<b>11.Ulusal güvenlik</b>	11.1 şüpheli araçların izlenmesi ve kontrolü 11.2 Enerji tesisleri veya boru hatlarının izlenmesi

**Tablo 1:** AUS Kullanıcı Hizmetleri ve Hizmet Gurupları (Yokota, 2004: 13).

## **2.1. ATUS Politikaları**

ATUS ulaşımda yaşanan trafik sıklıkklığı, zaman kaybı ve çevre kirliliği gibi çeşitli sorunların çözümüne katkı sağlamaktadır. Ulaşım alanında kullanılan bu tür uygulama ve teknolojilerin yaygınlaştırılması konusunda politikalar oluşturulmaktadır. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde oluşturulan bu politikalar farklılık gösterse de temelde aynı çevre ve trafik problemleri üzerinde durulduğu yapılan çalışmalarda anlatılmaktadır. ATUS'un desteklenmesi, konforlu bir toplu ulaşımın sağlanması, trafik sıklıkklığının azaltılması, hava kirliliğini ve enerji tüketiminin azaltılması konularına katkı sağlayan ATUS'un, bilişim sistemleri sektörünün gelişimine de fayda sağlayacağı görülmektedir.

### **2.1.1. Dünya'da ATUS Politikaları**

Toplu ulaşımın trafik sıklıkklığı, sağlık problemleri ve çevre kirliliği sorunlarının başında geldiğinin uzun yıllardır bilincinde olan AB lkeleri akıllı toplu ulaşım sistemlerinin kararlı bir Şekilde uygulanarak sistematik bir Şekilde yaygınlaştırılması sağlayacak politikalar geliştirmiştir. AB lkeleri tarafından etkili ve sürdürülebilir bir toplu ulaşım için bilişim sistemlerinin ve bu alandaki gelişmelerin önemli role sahip olacağı öngörülmektedir. AB lkeleri akıllı toplu ulaşım sistemlerinin bu doğrultuda geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması konusunda politikalar oluşturmuş, çeşitli uygulamalar geliştirmiştir.

AB tarafından Karayolu Taşımacılığında AUS'un Yaygınlaştırılması direktifi hazırlanmıştır. Direktifin temel amacı AUS'un ve buna bağlı alt sistemlerin ve kullanılan uygulamalarında yaygınlaşmasıdır. Ulaşım alanında kullanılan sistemlerin entegre çalışmasının sağlanması, kesintisiz ve kolay erişim, paydaşlar arasında entegre çalışmalar yürütülmesi ve hizmetlerin devamlılığının sağlanması gibi ikincil amaçlar da vardır (White Paper, 2011: 17).

AUS'un AB genelinde yaygınlaştırılmasında etkin olmak, maliyet yönünden verimli olmak, hizmet kalitesi yönünden orantılı olmak, hizmetlerin devamlılığını destekler nitelikte olmak, birlikte çalışabilirliği sağlamak, geçmişteki uygulamalarla uyumlu, onları destekler nitelikte olmak, mevcut şebeke ve altyapılarla uyumlu olmak, erişimde eşitliği sağlamak, yer tespiti hizmetinde güvenilirliği yüksek olmak, farklı ulaştırma araçları arasında koordinasyonun sağlayabilmek, yürürlükte olan AB kural ve politikalarına uyumun sağlanmak prensipleri geliştirilmiştir (European Commission, 2019).

AB'nin bu alandaki politikalarında yolcu bilgilendirme ve ödeme sistemlerinin tüm ulaştırma araçlarında ortak sistemlerin kullanılması ile kesintisiz toplu ulaşıma imkan sağladığı belirtilmektedir. ATUS'un kullanılması yolcuların daha hızlı ve kesintisiz bilgilendirilmesi ve şehirlerin ana problemlerinden olan trafik sıklığının azalmasını sağlayacaktır. ATUS'nin kullanımı yaşlanan Avrupa toplumunun seyahat bilgi hizmetleri, kesintisiz ulaşım imkanları, kolay ödeme hizmetleri gibi toplu taşıma ihtiyaçlarına cevap verecektir. Avrupa'da kullanılan ATUS uygulamalarını genel olarak değerlendirdiğimizde, toplu ulaşım kapasitesinin, güvenilirlik ve tahmin edilebilirliğin artmasını, seyahat süreleri kısılmasını sağladığı, trafik sıklığının azalmasına sağladığı katkı ile trafik kazalarının sayısının azalmasına katkı yapmaktadır (European Union, 2010). ATUS'un kullanımı toplu ulaşım araçlarının kullanım kapasitelerini artırmakla beraber yolculara etkin yolculuk planı yapma ve çevreye en az zarar veren toplu ulaşım aracını seçme olanağı da sağlamaktadır. Gerçek zamanlı, detaylı yolcu bilgilendirmesinin yanında, ödeme sistemlerinin farklı araç türlerinde çalışabilir olması, farklı toplu ulaşım araçları arasında aktarma yapmayı kolaylaştırmaktadır. ATUS uygulamaları uzun zamandır farklı ulaşım araç türlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu uygulamalar her ulaşım türünde farklı isimlerle



anılmaktadır. AB'nin AUS Direktifinde yer alan öncelikli alanlar, toplu ulaşım alanındaki faaliyet planlarına doğrudan entegre edilmiştir (European Union, 2010 ).

Amerika'da AUS'un yaygınlaştırılmasını teşvik etmek amacıyla 'Yenilikçi Teknolojiler ve Stratejiler' başlığı ile kanunlaştırılmıştır. Kanunlaştırılan bu politikalar ile hem büyükşehirlerde hem de taşrada, yolcu ulaşımı için ATUS'un yaygınlaştırılması, sistemler arası entegrasyonun sağlandığı, yolcu odaklı bir sistem yaklaşımı geliştirilmesi amaçlanmaktadır. ABD'de ATUS uygulama ve teknolojilerinin ülke genelinde uygulandığı bir akıllı toplu ulaşım sistemleri programı üzerinde çalışmaktadır (Moving Ahead, 2019).

Japonya'da "Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Uluslararası Standardizasyonu" kapsamında 2009 yılında ATUS konusu ile ilgili Beyaz Kitap Belgesi hazırlanmıştır. Japonya'da ATUS uygulamalarının gelişimi, etkinliğinin artırılması, bu alanda çalışan yerel endüstrilerin gelişimi, uluslararası standartları desteklemek ve mevcut sistemlerin uluslararası standartlara uygun hale getirilmesi amacıyla Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) çalışmalar yürütmektedir (MLIT, 2009: 111-112). Bu çalışmada, Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin toplu ulaşım hizmetlerinde kullanımı, yerelde toplu ulaşım sistemlerinin verimliliğinin ve hizmet seviyesinin artırılması hususlarına önem verilmiştir. Akıllı kart ve ödeme sistemleri kullanımı içinde bir takım politikalar geliştirilmiş, büyük şehirlerde kullanılan IC kartlardan farklı olarak, küçük bölgelerde daha düşük maliyetli bir IC kart geliştirilmesi desteklenmiştir (Japan Station, 2019).

ATUS hizmetlerine örnek olarak gösterilen, Seul'de toplu ulaşım araçlarının zaman kontrolünü sağlamak, ulaşım araçları ile ilgili çeşitli bilgileri sağlamak, toplu ulaşım verilerine dayanarak toplu ulaşım politikalarını geliştirmek, özel araç kullanımını azaltmak amacıyla toplu ulaşım araçlarını daha popüler hale getirmek için Transport Operation and Information Service (TOPIS) tarafından otobüs yönetim sistemleri geliştirilmiştir ve özel kuruluşlara bilgi desteği sağlamaktadır. Seul yerel yönetiminin otobüs operasyonlarının verimliliğini artırmak için geliştirdiği otobüs bilgi sistemi TOPIS sistemi ile entegre çalışmaktadır. Bu, otobüslerin konumlarını belirlemek, zamanlamayı kontrol etmek ve internet, cep telefonu ve tablet bilgisayarlar aracılığıyla yolculara bilgi vermek için Küresel Konumlandırma Sistemi teknolojilerini

kullanılmaktadır. Bu bilgiler aynı zamanda yöneticilerin sistemi geliştirmek amacıyla yaptığı çalışmalara destek sağlamakta, karar verme süreçlerinde yardımcı olmaktadır (Kim, 2007: 112-116).

### **2.1.2. Türkiye'nin ATUS Politikası**

Toplu Ulaşım sistemini cazip hale getirmek, özel araç kullanımını azaltmak ve insanların toplu ulaşım araçlarını ulaşımda birinci alternatif görmelerini sağlayabilecek çözümler üretilmelidir. Bunu yapabilmek için ATUS uygulamalarının ve bilişim teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Yolcuların duraklarda ve trafikte geçirdikleri srenin kısaltılması ve toplu ulaşım araçlarının aktarma ve ödeme sistemlerinde birbiri ile entegre çalışmasının sağlanması, kesintisiz ve güvenli bir ulaşım sunulmasının yanında ücretlerin kullanıcılar açısından makul düzeyde olması gerekmektedir. şehirlerin hızlı ve plansız büyümesi, yüksek nüfus artışı ve bireysel araç sahipliğindeki artış, yakıt tüketiminin artması, vrenin kirlenmesi, kazalar ve trafik sıklığı gibi problemlere sebep olmaktadır. Mevcut problemlerin zm, yeni sistemlerin geliştirilmesi, sistemler arası entegrasyonun sağlanması, ödeme kolaylığı, güvenlik ve vre gibi konularda gelişimin sağlanması için bilişim teknolojilerine dayalı çalışmalar yapılmakta yerel yönetimler, merkezi yönetimler ve kalkınma ajansları tarafından önemli bt ve kaynak sağlanmaktadır.

şehirlerdeki mevcut ulaşım sistemlerine entegre edilerek yolculuk planlamalarının yapıldığı güncel ATUS'ların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Toplu ulaşım alternatifleri, tahmini varış süresi, güzergah planlama, evrimii harita bilgisi, akıllı kart ve ödeme sistemleri gibi toplu ulaşım hizmetlerinin ve günümüzde kullanıcıların bilgiye erişiminin en kolay yöntemi olan mobil uygulamaların geliştirilmesi, toplu ulaşımda kullanılan bütün araçların ATUS sistemlerine entegre edilmesi ve yeni bilgi kaynaklarının sunulması hedeflenmektedir. Bu hedefler kapsamında, güncel teknolojilerden yararlanılarak ulaşımda ihtiyaç duyulan hizmetlere yönelik uygulamalar geliştirilmesi, veri ilişkili karar destek sistemleri oluşturulması, ulaşımda taleplerin yönetilebilmesini daha kolay ve etkili sistemler üzerinden yapabilmek için yolcu bilgilendirme sistemleri geliştirilmesi ve açık veri sistemleri oluşturularak verileri daha değerli ve kullanılabilir formatlarda paylaşıma açmak gibi stratejiler üzerinde çalışılmaktadır. Mobil deme sistemleri için de, akıllı kart, mobil ve

e-bilet uygulamaları, QR kod, temassız ödeme, NFC, kredi kartı ile ödeme sistemlerinin standartlaştırılması ve bu yöntemlerin yaygınlaştırılması çalışmaları yapılmaktadır. Trafik sıkışıklığını rahatlatmayı amaçlayan bilişim sistemleri teknolojilerinin kullanılması ve ATUS uygulamalarının standartlaştırılması, ulaşımın tüm alanlarında bilişim sistemi tabanlı uygulamaların etkin hale getirilerek entegrasyonunun sağlanması hedefleri Türkiye'nin ATUS politikalarında yer almaktadır. Bu politikalarla ulaşımında engelli, yaşlı, öğrenci gibi özel kart sahibi vatandaşların ulaşım ihtiyaçlarını karşılanması, yayaların ve bisikletlilerin güvenli ve sağlıklı hareket etmesinin sağlanması, çevre kirliliğinin azaltılması ve enerji verimliliğinin sağlanması gibi toplu ulaşım kullanımını teşvik eden politikalarının gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Türkiye'de ATUS uygulama ve teknolojilerinin geliştirilmesi yaygınlaştırılması ve kullanımının teşvik edilmesine yönelik projelerin desteklenmesi, sanayi kuruluşları ve üniversitelerle işbirliği yapılarak standartlara uygun teknik ve yöntemlerin geliştirilmesi ve üretilmesi hedeflemektedir (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji belgesi (2014-2023), 2014: 27-28).

## **2.2. Yolcu Bilgi Sistemleri**

Dünya genelinde, şehirlerin trafik yoğunluğu sürekli olarak artmakta, toplu ulaşım araçlarında yolcu sayısı belirli bir ortalama kalmaktadır. Yolcuları bireysel araç kullanımının rahatlığından vazgeçirmek çaba gerektiren bir iştir ve bunu yapmak için ATUS uygulama ve teknolojilerine başvurulmaktadır. Bu uygulama ve teknolojilerde yolcu davranışı üzerine odaklanarak, yolculuk öncesi ve yolculuk sırasında yolculara zamanında ve doğru bilgi verilmesi hedeflenmiştir. Bu bilgiler yolcuların ulaşım türleri, ulaşım alternatifleri, güzergahlar, kalkış süreleri, yolculuk süreleri hakkında bilinçli karar vermelerine olanak sağlamaktadır. Otobüsler ulaşım sistemlerinin önemli bileşenleridir. Günümüzde gelişen iletişim teknolojileriyle birlikte ATUS'nin bir alt hizmeti olan Yolcu Bilgilendirme Sistemleri sağlamış olduğu faydalarla, bireysel araç kullanımına alternatif olarak toplu ulaşımın artmasını sağladığı için giderek önem kazanmaktadır.

Yolcu Bilgilendirme Sistemleri, geniş bir yolcu kitlesine yolculuk süreçleri ile ilgili bilgi sağlamak ve bu sistemlerden elde edilen bilgiyi iletmek için çeşitli bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmaktadır. Yolculara bu tür bilgileri sağlamanın, genellikle

yolcuların daha iyi bir yolculuk seçimi yapmasına olanak sağlamakta ve mevcut ulaşım imkanlarının daha iyi kullanılmasını desteklemektedir. Yolcu Bilgilendirme Sistemleri yaygın olarak kullanılmakta ve her yıl daha fazla gelişmektedir. Birçok ülkede yöneticiler, Yolcu Bilgilendirme Sistemleri hizmetinin potansiyel etkileri konusunda oldukça yüksek beklentilere sahiptir ve ulaşımında tıkanıklık, hava kirliliği, gürültü gibi sorunları azaltacak şekilde yolcu davranışlarını değiştireceğini düşünmektedirler (Doğan, 2015: 10-16).

Gerçek zamanlı varış bilgisini belirlemek için gerekli olan teknoloji bir çeşit otomatik araç konumu belirleme sistemidir. Otomatik araç konumu belirleme sistemleri her otobüsün konum bilgisini sağlamanın yanında bazı durumlarda araç hızı, yönü ve çizelge uyumluluğu gibi diğer kritik bilgileri de sağlamaktadır. Araçların konumlarını otomatik olarak belirleyen sistemler, yolcu bilgilendirme sistemleri için gerekli bilgiyi sağlamanın yanında, diğer bilgilendirme sistemlerinden elde edilen çok önemli bilgilerle birlikte entegre edilerek araç kontrol işlemi gibi birçok operasyonel faydayı da sağlamaktadır. Yolcu bilgilendirme sistemleri gerçek zamanlı ulaşım performansı analizini kolaylaştırmakla birlikte toplu ulaşım sistem planlaması yapmak için gerekli bilgi altyapısını oluşturmaktadır.

Yolcu bilgilendirme sistemlerinin başlıca amaçlarından biri zaman ve enerji tasarrufudur. Bu sistemler toplu ulaşım araçlarında bulunan GPS konum verilerini alarak işleyen ve aracın yolcunun bulunduğu durağa ulaşması için kalan süreyi hesaplama ve bunu yolcularla paylaşma prensiplerine göre çalışmaktadır. Bu süreler duraklarda bulunan ekranlarda paylaşmakta, ayrıca iletişim araçları ve uygulamalar üzerinden yolculara bilgi verilmektedir.

Yolcu bilgilendirme sistemlerinin olduğu çoğu toplu ulaşım sistemlerinde daha etkili tecrübeler uygulanmış ve işlemlerin zamanında olması amacıyla zaman çizelgeleri geliştirilmiştir, ve böylece çizelgelerin uyumunun farkında olan otobüs işletmecileri aksaklıklara daha iyi tepkiler verebilmişlerdir (Casey, Labell, Moniz, Royal, Sheehan, ve Sheehan, 2001: 22).

Pasifik Asya bölgesinde Seoul'de gerçek zamanlı toplu ulaşımın operasyonlarının yönetilebilmesi için Otobüs Yönetim Merkezi kurulmuştur. Toplu ulaşım araçlarının

hareket saatlerinin ve operasyon emirlerinin iyileştirilmesi, daha fazla toplu ulaşım bilgisi sağlanması ve sürdürülebilir gerçekçi bir kamu trafik politikası tasarısı uygulanmıştır. Otobüs Yönetim Merkezi, konum izleme teknolojisini kullanarak verileri toplar ve verileri işleyerek anlamlı hale getirip operatörlere ve sürücülerle paylaşmaktadır. Aynı şekilde toplanan verilerin yolcularla paylaşılması için Otobüs Bilgi Sistemi kurulmuştur. Otobüs Bilgi Sistemi, toplu ulaşım araçlarının hareket süreleri ile ilgili tahminleri toplamak için internet siteleri ve mobil servisler gibi bilişim teknolojilerini kullanmaktadır. Toplanan bu bilgiler, yolcu bilgi sistemleri aracılığı ile yolcuların erişimine açılmaktadır. Yolculara sunulan internet ve mobil uygulamalar daha iyi hizmet verebilmek için yolcuların ihtiyaçlarına odaklanarak geliştirilmektedir (Lee, 2016: 1-2).

Yolcu Bilgi Sistemleri, yolculuk planlamada kullanılabilen, yolcunun kullanmayı düşündüğü ulaşım türünün hangi güzergahta yer aldığını ve kalkış zamanının ne olduğunu içeren, ulaşım bilgisini sağlamaktadır. Evde, iş yerinde, park ve biniş tesislerinde veya ulaşım istasyonlarında yolculuk öncesi yolcu bilgilendirmesinin sağlanması, yolcuların daha bilinçli kararlar vermesini sağlayarak trafik sıkışıklığın azalması ve zaman kaybının önlenmesine yardım edebilmektedir. Bu sistemler, bir noktadan başka bir noktaya bütün yol üzerinde bilgi sağlayabilmekte ayrıca yol güzergahının planlanmasını da desteklemektedir. Yolculuk öncesi bilgilendirmenin sağlanmasında, yolcuların davranışı ve kararlarının desteklenmesi konularına odaklanılmaktadır. Bu durum, yolculara yolculuklarından önce zamanında ve doğru bilgi temin edilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla akıllı telefonlar, kişisel bilgisayarlar, kişisel iletişim araçları, bilgi noktaları, otomatik veri alma sistemleri gibi sistemler kullanılmaktadır (Developing Traveler Information Systems Using the National ITS Architecture, 1998: 2-1). Bu sistemler otobüslerin bir merkezden takip edilmesi, otobüslerin doluluk oranlarının bilinmesi, trafik bilgisi ve güzergah üzerinde bekleyen bir yolcunun, sistemdeki bir otobüsün, o durağa ne kadar uzaklıkta bulunduğunu, yaklaşık olarak ne kadar süre sonra durakta olacağını öğrenmesini sağlamaktadır (Çapalı, 2009: 22).

Kullanılan teknolojiler sayesinde yolcu bilgilendirme sistemleri toplu ulaşım araçlarının rota ve zaman bilgilerini gerçek zamanlı verebilmektedir. Bu bilgilerin alınması tercihe

göre otomatik bildirim şeklinde olabildiği gibi kullanıcının anlık kontrolü ile de olabilmektedir. Bu sistemler yolculara gerçek zaman içinde otobüsün faaliyet bilgisini sunarak yolcu taleplerini artırmaktadır. Bu tür geliştirilmiş sistemler yolcuların ATUS'u kabulüne ve bu sistemlere karşı algılanan güvene de olumlu yönde katkı yapmaktadır (Bang, 1998: 28). Toplu ulaşım araçlarının varış süreleri ve yolculuk süreçleri ile ilgili zaman detaylarının bilinmesi yolcuların kaygılarını azaltmakta doğru ve huzurlu bir yolculuk yapmalarını sağlamaktadır. Bu tür sistemlerin verdiği hizmet toplu taşıma sistemleri için güven oluşturmada ve toplu ulaşımı tercih edilebilir kılmaktadır. Bu sistemlerin varlığı, hizmetin güvenilirlik algısının artmasını sağlamaktadır (Kronborg, 2002: 9).

Mobil uygulamalarda kullanılan sistemin dışında akıllı durak kavramıyla ifade edilen farklı uygulamalar da geliştirilmektedir. Akıllı durak sistemi yolcuların yolculuk planlamalarına yardım etmekte, doğru zamanda, doğru durakta olmaları için yönlendirme sağlamaktadır. Bu sistemler ulaşım hizmeti sağlayan kurumun yönetilebilirliğine katkı sağladığı gibi, yolcuların durakta bekleme sürelerini de azaltmaktadır (Avikon, 2018). Avrupa ülkelerinde geliştirilen, SafeWay2School sistemi, çocukların güvenliğine yönelik tasarlanan ve servis araçları ile entegre çalışan bir sistemdir. Çocukların üzerlerine yerleştirilen verici ve duraklarda bulunan vericiler arasında veri iletişimi duraktan geçen araçlara uyarı gönderilmektedir. Bu sistem ile çocukların güvenliği sağlanmakta ve kazalar azaltılmaktadır. Araçlarda bulunan GPS vericileri sayesinde hangi durakta çocuk olduğu bilgisi araç operatörüne iletilmektedir. Avrupa'nın bir çok ülkesinde bu sistemin 2012 yılından bu yana kullanılmaktadır (Safeway2school, 2013)

### **2.3. ATUS Haberleşme Alanında Kullanılan Teknolojiler**

ATUS uygulamalarının geliştirilmesi ve entegrasyonunda kullanılan anahtar teknolojiler vardır. Bu teknolojiler uzun mesafeli, kısa mesafeli, ve bu ikisinin karışımını kapsayan mobil haberleşme sistemi olarak üç bölümde incelenir. Özellikle mobil iletişim teknolojileri bu alanda kullanılan en temel teknoloji oluşturmaktadır. Uydu sistemleri, radyo frekansları, GPS sistemleri, global konum belirleme sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri, Büyüveri, yakın alan iletişim teknolojileri gibi bir çok teknoloji ATUS sistemlerinde kullanılmaktadır.

### **2.3.1. Uzun Mesafeli Haberleşme Teknolojisi**

Uydu sinyalleri sayesinde, yer zaman ve hava koşulları fark etmeksizin global koordinat sisteminde, duyarlılığı yüksek, istenilen anda sürekli olarak, konum, hız ve zaman belirlemeye yarayan navigasyon sistemi teknolojisi Global Navigasyon ve Uydu Sistemleri (GNSS) teknolojisi olarak adlandırılmaktadır (Yalvaç, 2017).

GNSS teknolojisi anlık trafik bilgisi, mesafe, güzergah gibi bilgileri sağlayan araç içi navigasyon, konum tabanlı servisler ve rota yönlendirme sistemleri arkasındaki temel teknolojidir. Amerikan teknolojisi Global Positioning System (GPS) ve Rus teknolojisi Global Orbiting Navigation Satellite System (GLONASS) GNSS sistemini oluşturan ve dünya üzerinde en sık kullanılan sistemlerdir. GNSS ülkelerin, uydu sinyallerini alarak konum, hız ve zamanı hesaplayabilmek için geliştirdiği sistemlerdir. ABD tarafından geliştirilen GPS ilk uydu navigasyon sistemidir. Ancak Rusya GLONASS, Avrupa Galileo, Çin BeiDou ve Japonya QZSS uydu navigasyon sistemlerini geliştirmiştir. Tek sistem kullanılarak yapılan konumlandırma yönteminde 4'ten az uydu ile iletişim kurulduğu zaman konumlandırmanın doğru ve güvenilir olmaması gibi bir sorun ile karşılaşmaktadır. Sinyallerin kentsel alanda yüksek binalar tarafından engellenmesi, konumlandırma doğruluğunu önemli ölçüde etkilemekte sinyal kalitesi düşmektedir. Konumlandırma doğruluğunu arttırmak için, çoklu uydu navigasyon sistemi kullanan modüller geliştirilmiştir (Dow, Neilan ve Rizos, 2008: 192-195). Bu modüller yüksek teknolojili araçlarda kullanılmaktadır ve artan uydu sayısı ile yüksek konum doğruluğunu sağlama ve parazitlere karşı dayanıklılığı artırma gibi avantajları vardır. GNSS modülleri, otomotiv navigasyon sistemlerinde, eğlence sistemlerinde, Akıllı Ulaşım Sistemlerinde araç izlenmesinde, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde, artırılmış gerçeklik uygulamalarında, hassas zamanlamalı uygulamalarda, afet önleme yönetim sistemlerinde sismik dalgalanmaların ve toprak kaymalarının izlenmesinde ve barajların izlenmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. (Furuno, 2018).

#### **2.3.1.1. GPS Teknolojisi**

Küresel Konumlandırma Sistemi GPS (Global Positioning System) bir nesnenin yer yüzündeki konumunu belirlemek için kullanılan bir uydu navigasyon sistemidir. GPS teknolojisi ilk olarak 1960'larda ABD ordusunun kullanımı için üretilmiştir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte kişisel kullanımda da ihtiyaç duyulması GPS'nin

bireylerin kullanımına açılmasını sağlamıştır. Günümüzde, GPS alıcıları otomobiller, akıllı telefonlar, egzersiz saatleri ve CBS cihazları gibi birçok sistem ve teknolojiye entegre edilmiştir. GPS sistemi GPS uyduları, yer kontrol istasyonları, GPS alıcıları olmak üzere üç temel bölümden oluşmaktadır. GPS sistemi, yeryüzünün yaklaşık 19.300 kilometre uzakta uzayda yer alan uydulardan oluşur. Dünyanın etrafını yaklaşık 12 saatte bir, saatte 11.200 kilometre hızla dönerler. Güneş enerjisi ile çalışırlar. Uydular eşit mesafelerle konumladıkları için dünyanın her yerini görebilmektedir (Pehlivan, 2005: 445-450). Her bir GPS uydusu, uydunun mevcut konumunu, yörüngesini ve zamanını içeren bir mesaj yayımlar. GPS alıcısı, birden fazla uydudan gelen yayınları birleştirerek tam konumu belirler. Konumu en doğru şekilde belirlemek için 4 uydu ideal olsa da bir alıcının konumunu belirlemek için en az üç uyduya ihtiyaç vardır. GPS cihazının uydu ile bağlantı kurabilmesi alıcının gücüne bağlı olarak değişmektedir. Araçlardaki GPS üniteleri genellikle saat veya akıllı telefonlardaki alıcılardan daha güçlüdür. GPS alıcıları kapalı alanlarda nispeten daha zayıf bağlantı kurarlar. Buna rağmen GPS teknolojisi dış mekanda kullanım için idealdir. Mobil cihazlar, genellikle kapalı alanlarda en yakın gsm şebekesini kullanarak konum belirlerler. Bu da vericinin bulunduğu konuma göre sapmalar göstermektedir (TechTerms, 2018).

GPS sistemi de internet gibi küresel bilgi altyapısının önemli bir parçasıdır. Ücretsiz, herkese açık ve güvenilir olması, modern yaşamın her yönünü etkileyen yüzlerce uygulamanın geliştirilmesine yol açmıştır. GPS teknolojisi, cep telefonları, kol saatleri gibi bireysel cihazlarda olmazsa olmaz olarak kabul edildiği gibi toplu ulaşım araçlarının da en önemli teknolojisidir. İletişim ağları, bankacılık sistemleri, elektrik şebekeleri doğru zaman senkronizasyonu için büyük ölçüde GPS sistemleri kullanılır. GPS, ulaşımda kazaların önleyebilmekte, arama kurtarma çalışmalarına yardımcı olarak hayat kurtarıcı olabilmektedir. GPS, hava ulaşımında da uçuş güvenliğini artıracak teknolojilerin temelini oluşturmaktadır. GPS teknolojisi geliştiricilerin hayal gücüne bağlı olarak yaşamın her alanında her teknolojiye entegre edilebilecek bir teknolojidir. GPS servisleri dünya çapında 1980 yılından bu yana ücretsiz olarak hizmet vermektedir (gps.gov, 2018).



GPS teknolojisi ATUS sistemlerinde toplu ulaşım araç konumlarının gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlar. GPS teknolojisi ile donatılmış olan taşıtların konumları anlık olarak araç yönetim merkezinden takip edilebilmektedir. Bu sayede araçların programlanan şekilde hareket edip etmedikleri kontrol edilebilir ve herhangi bir aksama yaşanması durumunda tedbir alınır. Bu sistemler ayrıca uygulama üzerinden kullanıcılara da araçların konumları hakkında bilgi verir (Yardım ve Akyıldız, 2005: 409).

### **2.3.1.2. GLONASS ve Diğer Uydu Navigasyon Teknolojileri**

Amerika'nın GPS teknolojisi dünya üzerinde en çok kullanılan GNSS Teknolojisi olsa da, diğer ülkelerin de bu alanda kullanılan teknolojileri mevcuttur. İdeal kullanımı şekli birden çok uydulu GNSS modülleri olsa da ayrı kullanıldıkları alanlarda mevcuttur. GPS dışında en yaygın olanları GLONASS, Galileo ve Beidou'dur.

GLONASS Rusya'nın GPS versiyonudur. GLONASS'ın amacı Rusya'da faaliyet göstermek olduğu için kuzey ülkelerinde daha verimli çalışmaktadır. Amerika'nın GPS'i geliştirmekteki amacında olduğu gibi Rusya'da GLONASS'ı Askeri amaçla geliştirmiştir. Ancak bu sistemler günlük yaşamı önemli bir parçası haline gelmiş hayatın her alanında kullanılabilir olması bu teknolojileri ülkeler için önemli bir global pazar teknolojisi haline getirmiştir. Rusya 2007'de GLONASS'ı sivil ve ticari kullanım için uygun hale getirmiştir (Alçay ve İnal, 2010).

Galileo Avrupa ülkelerinin Amerikan sistemlerine bağımlılığı azaltmak için geliştirdikleri bir global navigasyon sistemidir. Galileo ücretsiz temel navigasyon hizmeti sunmayı amaçlamaktadır. Çin'in Beidou uydu navigasyon sistemi, Asya-Pasifik bölgesine hizmet veren GPS ile rekabet edebilmek için geliştirilen bir sistemdir. Çin hükümeti, askeri alanda doğru ve bağımsız konum belirleme sistemi olarak Beidou'yu kritik olarak görüyor. Bununla birlikte, sivil kullanım amaçları içinde geliştirilmektedir. Beidou, diğer sistemlerden farklı olarak telekomünikasyon hizmetleri sunmaktadır. Konum ve zaman bilgisi sağlamanın yanı sıra, kısa mesaj yoluyla iletişim kurmaya olanak tanımaktadır (LiveViewGPS, 2014).

Bu sistemlerin dışında Japonya'nın sahip olduğu QZSS ve Hindistan'ın sahip olduğu IRNSS geliştirilen diğer global navigasyon sistemleridir.

### **2.3.2. Kısa Mesafe Haberleşme Teknolojileri**

Kısa mesafeli iletişimde kullanılan kablosuz iletişim teknolojisi bir ağ yapısı şeklinde veya noktadan noktaya iletişim sağlayan teknolojidir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan kablolu yapılarla kablosuz yapılar birbiri ile benzer çalışma prensiplerine sahiptir. Bu yapıların birbirinden farklı iletken maddenin farklı olmasıdır. Kablosuz yapılar iletken olarak havayı kullanırken kablolu yapılar ise kabloda kullanılan çoğunlukla bakır olan maddeyi kullanmaktadır. Ancak kablosuz yapılar güçlü elektrik dalgalarını iletememektedir. (MEB, 2011: 3-10)

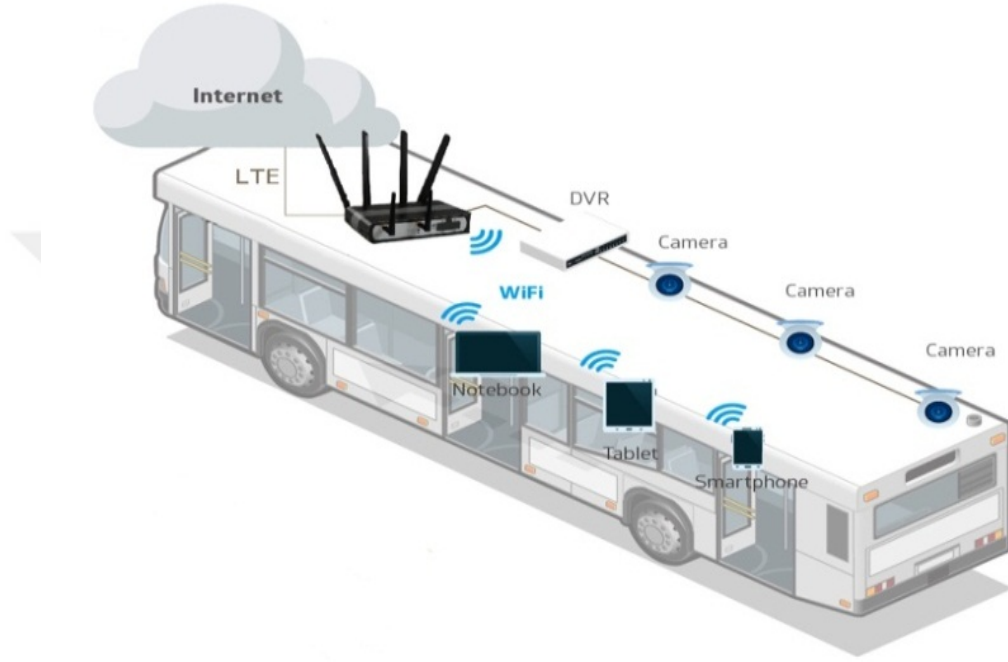
Kablosuz iletişim teknolojileri günümüzde bir çok yeniliğe hizmet etmekle birlikte, maliyetleri düşürmekte, hareketliliği ve veriye erişimi artırmaktadır. Kablosuz iletişim teknolojileri kullanım alanı ve amacına göre çok sayıda teknoloji ve protokolden oluşmaktadır. Kızılötesi, bluetooth, Wi-Fi, WiMAX gibi teknolojiler kablosuz iletişim teknolojilerini oluşturur. Bu teknolojiler ulaşımda kullanılması birkaç yüz metre aralığında,

- Araçlar ile araçlar arasında,
- Araçlar ile yol kenarı arasında,
- Araçlar ile trafik işaretleri arasında,
- Sürücü ile araç arasında hızlı bir iletişim ortamı sunar.

#### **2.3.2.1. Wi-Fi Teknolojisi**

Wi-Fi teknolojisinin standardı IEEE 802.11'dir. Hem iş hem de ev ortamlarında kablosuz yerel alan ağı oluşturmada tercih edilir. Wi-Fi teknolojisine sahip cihazlar aralarında radyo frekanslarını kullanarak kablosuz ağ oluştururlar. Wi-Fi dağıtıcılar geliştiricilerin tercihinine göre çok sayıda alıcı cihaza bağlanabilir ve iki yönlü veri aktarımı yapabilirler. Desteklediği frekans aralığı ise 2.4GHz ile 5GHz'dir. Öncelikle özel uygulamalar için tasarlanmış olsa da, geniş bantlı internet erişimi ihtiyacını karşılamak için de kullanılmaktadır. Wi-Fi teknolojisi ile bir çok cihaz aynı kablosuz ağ üzerinden bağlantıyı aynı anda kullanabilmektedir. Bu nedenle toplu alanlarda da vatandaşlara geniş bantlı internet hizmet vermek içinde kullanılmaktadır (Dwumfuo ve Salakpi, 2011: 1374-1375). Bu toplu alanlardan biride toplu ulaşım araçlarıdır. Toplu

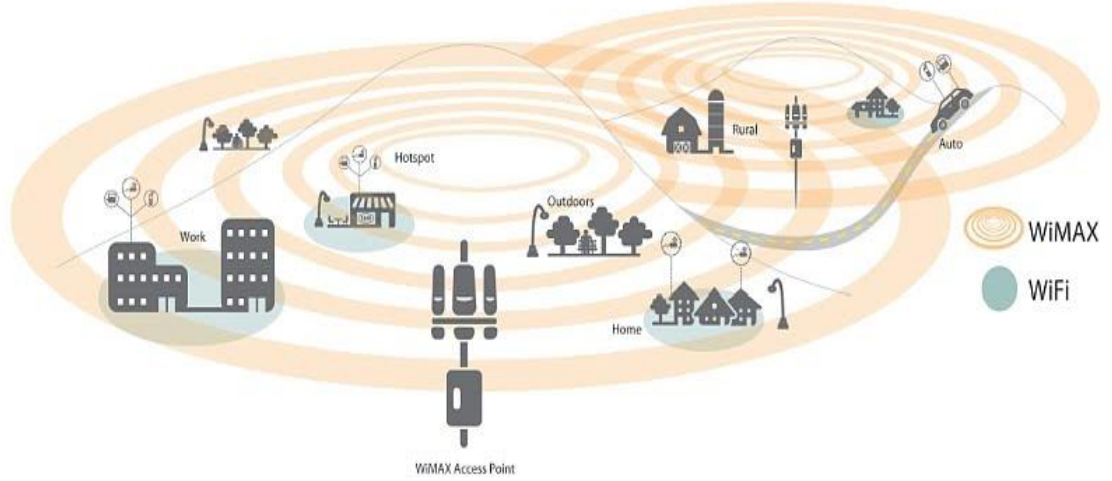
ulaşım araçlarında bulunan Wi-Fi cihazları LTE yani mobil hat üzerinden internete çıkış yapılmaktadır. Toplu ulaşım araçlarında kameralar, validatörler ve yolcuların mobil cihazları Wi-Fi router üzerinden internete bağlanmaktadır. Toplu ulaşım araçlarında kullanılan Wi-Fi teknoloğisi Şekil 1' de gösterilmiştir. Bu cihazlar sayesinde toplu ulaşım bilgi sistemlerini yöneten merkezlere de bilgi aktarımı yapılmaktadır.



**Şekil 1:** Wi-Fi Teknoloğisi İle Donatılmış Toplu Ulaşım Aracı

### 2.3.2.2. WiMAX Teknoloğisi

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) teknoloğisi bölgesel geniş bant internet ihtiyacının karşılanması için geliştirilmiştir. Bu teknoloji genellikle internet erişimi sağlanamayan bölgelerde kullanılmaktadır. Şekil 2'de WiMAX teknoloğisi nin kullanım alanı gösterilmiş Wi-Fi teknoloğisi ile karşılaştırılmıştır. Görüş hattının açık olduğu alanlarda 50km'ye yakın bir menzile ve 75 Mbit/s hızında yüksek veri aktarım hızına sahiptir. Bu sayede kırsal bölgelerde internet hizmetinin verilmekte, mobil uygulamalara ve bir çok iletişim sistemine erişim sağlanmaktadır. Şehir merkezi dışında kalan kırsal bölgelerde hizmet veren toplu ulaşım araçları da bu sistemler üzerinden internet erişimi sağlayabilmektedir. (Dwumfuo ve Salakpi, 2011: 1376-1377).)



**Şekil 2:** WiMAX Teknolojisinin Kullanım Alanı ve Wi-Fi Teknolojisi İle Karşılaştırılması (Vizocom, 2016).

### 2.3.2.3. Bluetooth Teknolojisi

Bluetooth teknolojisi 2000’li yıllarda popüler olmaya başlamış eski diyebileceğimiz bir teknolojidir. Cihazlar arasında kablosuz veri transferini yapmaya yarayan bluetooth teknolojisi çok fazla tercih edilen bir veri aktarım teknolojisi olmasa da hala birçok cihaz bluetooth teknolojisini desteklemektedir. Bluetooth teknolojisi kullanıcılar tarafından çeşitli alanlarda kullanılmaya devam etmektedir. Bluetooth teknolojisinin kullanıldığı en popüler alanlar akıllı cihazlar ve kameralardır. Bu cihazlara kablosuz bağlantı kurarak kullanabileceğimiz bluetooth kulaklıklar, fare ve klavyeler, hoparlörler, akıllı saatler, fitness performansı ölçen cihazlar ve adım sayarlar, araçlarda kullanılan multimedya cihazları, lüks araçlarda kullanılan uzaktan çalıştırma ve güvenlik sistemlerini örnek verebiliriz. Bluetooth alıcı ve vericileri 10-12 metre mesafede 2.45 GHz frekans bandında aynı anda 8 cihaza kadar bağlantı yapılabilmektedir. Bu cihazlar ile toplu ulaşım araçlarının durak ve kavşaklarda veya istenen noktalarda veri iletişimi yapılması sağlanarak konum bilgisi veya araçla ilgili çeşitli bilgiler alınabilir (Jacob ve Issac, 2008).

### 2.3.2.4. Kızılötesi Teknolojisi

Kızılötesi teknolojisi yüksek hızla çalışan düşük maliyetli sistemlerdir. Diğer sistemlere göre izlemesi daha zor olduğu için daha güvenli veri aktarımı yapılabilir. Bağlantı yapılan iki cihaz arasında veri aktarımının akıcı olması, alıcı ve verici arasına engelin

bulunmaması ve mesafenin optimum olmasına bağlı olarak değişir. Kızıl ötesi ışınlar duvar vb. cisimlerden geçemez ancak cam gibi saydam yüzeyleri geçebilirler. Bu nedenle kızıl ötesi iletişim kapalı alanlarda sınırlı olmaktadır. Kızılötesi iletişimini cihaz ve araçlarda kullanmak için bir kızıl ötesi verici ve bir kızıl ötesi alıcıya ihtiyaç vardır. Uygun tasarlanmış bir kızıl ötesi sistem ile 5-6 metre mesafedeki cihazı kontrol etmek mümkündür. Kızıl ötesi ışınlar geliştiricilerin tercihine bağlı olarak farklı standartlarda çalışabilmektedir. AUS uygulamalarında özellikle yol bilgilerinin gerçek zamanlı paylaşımında kullanılmaktadır (Akgül, Çetin ve Akar, 2011: 474-475).

### **2.3.3. Mobil Cihazlarda Kullanılan Haberleşme Teknolojileri**

Artık mobil telefonlar hayatımızın her alanında mevcut ve her anımızda yanımızda bulunduruyoruz. Günlük hayatta önemi gittikçe artan mobil cihazlar gelişen teknoloji ile birlikte doğru kullanılması durumunda insan hayatını kolaylaştıran en önemli araçlardan birisidir. Teknolojiye olan ihtiyaç gün geçtikçe artmakta ve hayatın her alanında daha fazla bilişim teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Mobil cihazların hayatımızın her alanına girmesi ve doğrudan ihtiyaç haline gelmesi mobil cihaz teknolojisi üreten firmalar kendilerini yenilemek zorunda bırakmış, gelişen son teknolojilerle birlikte bir çok hizmeti verebilir duruma getirmiştir. Mobil cihazların gelişmesi ve geldiği son nokta dikkate alınır, uygulama marketlerinin kullanıcılara sunduğu olanaklar özel hayattan iş yaşamına kadar bütün alışkanlıklarımızı organize etmektedir. Bilişim teknolojilerinin önemli ürünlerinden olan cep telefonları ve tablet bilgisayarlar, günümüzde insanoğlunun sahip olduğu en yaygın kullanılan teknolojik cihazlardır.

Özellikle Mobil telefonlara eklenen özellikler bu cihazı basit bir iletişim aracı olmaktan öteye taşımıştır. Artık akıllı olarak nitelenen telefonlar sayesinde bireyler pek çok iletişim kanalını aynı anda kullanabilme, bilgisayarlarda yapılabilecek bazı temel işlemleri zaman ve mekândan bağımsız olarak gerçekleştirebilme imkânı kazanmışlardır. Cep telefonlarında yaşanan bu gelişimin sonucunda günümüzde akıllı telefon satışları bilgisayar satışlarını geçmiş durumdadır (Özcan, 2013: 10)

Cep telefonlarını bu kadar popüler yapan şey elbette sahip olduğu teknolojilerdir. Bu teknolojiler cihazdan cihaza farklılık gösterse de temelde aynı işlevi bir çok mobil telefon yapabilmektedir. Cep telefonlarının taşıdığı bu teknolojileri mobil teknoloji olarak adlandırabiliriz. Bu mobil teknolojiler sayesinde mobil cihazlarda farklı servis

hizmetleri kullanılabilir. Yeni teknolojiye sahip mobil cihazların tamamında mobil operatörlerin sağladığı sim kartlar ile internet erişimi sağlanabilmektedir (Jakimoski, 2014: 16).

LTE (Long Term Evaluation), GSM (Global System for Mobile Communication), GPRS (General Packet Response Service), 4G ve 5G gibi teknolojiler mobil cihazlarda kullanılan veri iletişim teknolojileridir (Ekren ve Kesim, 2016: 41-42). Bu mobil teknolojiler ATUS uygulamalarının geliştirilmesi, araçların ve toplu ulaşım sistemlerinin entegrasyonu, internet erişimi ve yaygın kullanımının sağlanması için en temel teknolojilerdir.

### **2.3.3.1. LTE Teknolojisi**

Mobil telefonlarda kullanılan uygulamalar, internet ve medya içeriklerinin kalitesine bağlı olarak megabayt bazında kullanılan kapasite artması yüksek bant genişliği ve internet hızı ihtiyacını doğurmaktadır. LTE (Long Term Evolution) yüksek hızlı kablosuz veri aktarıma sağlayan ağ teknolojilerine verilen addır. 4G sonrası geliştirilen yüksek hızlı kablosuz veri aktarımı sağlayan iletişim teknolojileri bu isimle mobil cihazlarda kullanılmaktadır. LTE teknolojisi, 100 Mbps veri indirme, 50 Mbps veri yükleme kapasitesine sahiptir. LTE teknolojisi ile sağlanan internet erişiminde yüksek bant genişliği gerektiren veri aktarımlarında düşük bekleme süreleri sağlanmaktadır. GSM operatörleri ve telekomünikasyon şirketleri bu standardı kullanmaktadır. 4G ve üzeri teknolojiler LTE aracılığı ile mobil iletişim teknolojilerinde kullanılmaktadır (Khan, Qadeer, Ansari ve Waheed, 2009: 337).

### **2.3.3.2. GSM Teknolojisi**

GSM (Global System for Mobile communication) en yaygın cep telefonu iletişim protokolüdür. Bu protokolün oluşturulma amacı tüm Avrupa ülkeleri için ikinci nesil olarak adlandırılan tek bir standart belirlemek olsa da daha sonra Dünya’da iletişim protokolü olarak kullanılmaya başlamıştır. GSM ağları dünyanın her bölgesinde 900-1900 mhz frekans aralıklarında çalışmaktadır. Bu teknoloji veri iletişimini GSM operatörlerinin kurduğu baz istasyonları aracılığı ile gerçekleştirmektedir. Bu teknoloji faks, sesli mesaj, kısa mesaj ve yüksek kapasiteli veri iletişimi sağlamaktadır (Georgiev, Georgieva ve Smrikarov, 2004: 2-5).

2G teknolojisinin gelişmesiyle servis sağlayıcı operatörler bu standartları ticari olarak pazarlamaya başlamıştır. Bir Finlandiya firması tarafından farklı ülkelerdeki operatörler arasında roaming hizmet sağlamak için geliştirilmiştir. Bu teknolojilerde aynı hattan birden fazla sinyal göndermek için CODEC (Compression, Decompression) algoritması kullanılmıştır. Yapılan kodlamalarla ses kalitesi yükselmiş ve gürültü en aza indirgenmiştir (Rayan ve Karishna, 2014: 685-686).

### **2.3.3.3. GPRS Teknolojisi**

GPRS (General Packet Radio Service) mobil şebekeler üzerinden internete bağlanılmasına, paket anahtarlama veri aktarımı yapılmasına imkan veren bir mobil veri iletişim teknolojisidir. Paket anahtarlama, gönderilen verinin küçük parçalara ağ üzerinden gönderilmesi ve alıcı tarafında birleştirilmesi esasına göre çalışır. 2G teknolojisi ile geliştirilen GSM teknolojisinden daha hızlı 3G teknolojisinden daha yavaştır. Bu yüzden 2.5G ve 2.75G isimleriyle de anılmaktadır. 2.5G teknolojisi ile birlikte mobil iletişim teknolojileri için önemli adımlarından biri olan GPRS teknolojisi de geliştirilmiştir. Bu teknoloji ile devre ve paket anahtarlama sistemleri geliştirilmiştir. Veri paketlerini istenen adrese göndermek için sadece o pakete atanmış bir veri yolu bulunmaktadır. Bu sistem verinin güvenliği ve hızlı bir şekilde istenen adrese ulaşmasına imkan sağlamaktadır. GPRS, teknolojisi kullanıcılara mobil GSM operatörleri üzerinden GSM teknolojisinden dört kat daha hızlı, veri güvenliği sağlanmış kablosuz internet hizmeti sunmaktadır (Shukla, Khare, Garg ve Sharma, 2013: 58).

### **2.3.3.4. 4G ve 5G Teknolojileri**

4G teknolojisi 2010 yılından itibaren mobil telefonlardaki hızlı gelişim ile günümüz akıllı telefonlarının ihtiyaç duyduğu yüksek hızlı interneti düşük maliyette IP tabanlı ağ sistemler üzerinden sunmaya başlamıştır. Her geçen gün gelişen akıllı cihazlar ve cihazlarda sunulan görüntü kalitesi hızlı veriye olan ihtiyacı artırmakta, buna bağlı olarak yeni teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. 4G teknolojisinden geliştirilen 5G teknolojisi altyapılara bağlı olarak 2020'den sonra kullanılmaya başlayacaktır. 5G teknolojisi ile 1 Gpbs'den fazla bant genişliği, 25 Mbps bağlantı hızını sağlanmış veri trafiği açısından en yüksek kapasiteye ulaşacaktır. Bu teknoloji mobil cihazlarda sınırsız kablosuz iletişim imkanı, medya yayınlarının izlenmesi, yapay zeka kullanan cihazların

kullanılması sağlanmakta, IPv6 protokolünün mobil cihazlara entegrasyonu hedeflenmektedir (Gohil, Modi ve Patel, 2013: 289-290).

4G ve 5G teknolojilerinin mobil uygulamaların daha etkin hizmet vermesine olanak tanıyacak veri aktarım hız ve kapasitesine sahip olması, gerekli durumlarda veriyi cihaza indirmeden bulut bilişim sistemlerinin kullanılmasını sağlamaktadır.

#### **2.4. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi**

Yolcuların seyahat esnasında nakit ücret ödemediği toplu ulaşım araçlarını kullanmalarını sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler aynı zamanda kullanıcı verilerinin işlenmesi ve saklanması da sağlamaktadır. Akıllı kart diye tabir ettiğimiz bu kartlar, ulaşım sağlayan kurumların verdiği kartlar olabileceği gibi öğrenci kartı, personel kartı veya kredi gibi herhangi sisteme entegre edilmiş başka bir kartta olabilir. Genellikle bu kartlar plastik yada kartondan olmakla birlikte veriyi saklayan, işleyen manyetik bir alan yada bir çipe sahiptirler. Bu kartlar bir çok işlemi yapabilecek şekilde kodlanabilir. Ödeme işlemi gerçekleştirmek için doğrudan temas veya daha ileri teknolojilerde çalışabilen kart okuyucuları kullanılır. (Yardımcı ve Akyıldız, 2005: 409).

Günümüzde ödeme işlemleri akıllı kartların dışında akıllı ödeme sistemleri diye tabir ettiğimiz sistemlerde kullanılan yakın alan iletişim teknolojileri, radyo frekans dalgaları ve kamera aracılığı ile çalışan QR kod teknolojisi kullanılarak yapılabilmektedir. Bu teknolojinin kullanımında mobil cihazlarda bulunan okuyucu yada vericilere karşılık verecek alıcılar veya kodlar duraklara ya da ulaşım araçlarına entegre edilmektedir. Bu sayede ödeme işlemi gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda mobil telefonlarda bulunan NFC teknolojisi de mobil cüzdan ya da yolcu bilgi sistemi uygulamaları ile birlikte akıllı ödeme sistemi olarak toplu ulaşımında yolculuk ücretini ödemek için kullanılan en yeni teknolojilerin başında gelmektedir. Dünya'daki akıllı kart ve akıllı ödeme sistemlerinin kullanım örneklerine baktığımızda çok çeşitli amaçlarla çeşitli teknoloji ve uygulamalar ve entegrasyonlar uygulandığını görmekteyiz. Ulaşım hizmetinin özel sektör tarafından verilmesi daha çok gelişmiş ülkelerde rastlanan bir durumdur. Özel sektörün ulaşım hizmeti verdiği ülkelerde ödeme sistemleri ulaşım ağına göre farklılık göstermektedir. Ancak bazı ülkelerde bütün ulaşım ağlarına entegre geniş kullanım alanına sahip ödeme sistemleri de bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak Seulde kullanılan T-Money akıllı ödeme sistemi gösterilebilir. (Kim ve Kang, 2005: 96)



İstanbul'da toplu ulaşımda Akbil, İstanbul Kart, Elektronik Kart kullanılmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi 1995 yılından itibaren belediye ve kamu kurumlarına ait toplu ulaşım araçlarında akıllı kart hizmetini vermektedir. Bu sistemler ile geçiş sistemini en güncel teknoloji ile uyumlu hale getirebilmek, hatların mesafelerine ve zamana göre farklı fiyat uygulaması yapabilmek, toplu ulaşımı etkin ve verimli kullanabilmek amaçlanmıştır. Ayrıca yolcu dağılımına ve sayısına bağlı olarak talepleri izleyebilmek ve toplanan verilerle geleceğe yönelik tahminler üzerinden plan yapabilmek de amaçlanmıştır.

2000'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlayan akıllı kart sistemi çoğu yerde raylı sistem, belediye otobüsü, halk otobüsü gibi toplu ulaşım araçlarının tamamına entegre çalışmaktadır. Sistemlerin ve ulaşım türlerinin birlikte çalışabiliyor olması toplu ulaşımı vatandaş açısından cazip hale getirmektedir. Türkiye'de akıllı ödeme sistemleri alanında kullanılan bir çok güncel teknoloji yaygınlaşmaya devam etmektedir. Mobil uygulamalar aracılığı ile QR kod kullanılarak hesaba para yükleme ve sistemin kurulu olduğu duraklarda ödeme yapma, kredi kartı ile ödeme, yakın alan iletişimi olarak bilinen ve bir çok mobil telefonda mevcut olan NFC teknolojisi ile ödeme gibi temassız ödeme uygulamaları başta büyükşehirler olmak üzere henüz yaygınlaşmaya başlamıştır

## **2.5. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinde Kullanılan Teknolojiler**

Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri altyapısı temassız ödeme teknolojilerine dayanmaktadır. Özellikle RFID çip taşıyan kartlar yaygın kullanılmakla birlikte son dönemde NFC mobil cüzden, QR kod ile ödeme ve temassız kredi kartı ile ödeme teknolojileri de yaygınlaşmaya başlamıştır. Ancak bu sistemlerin kullanımında geçiş sağlayarak ödemeyi alan cihazlarda kullanılan teknolojilerinde geliştirilmesi, mevcut cihazların geliştirilmiş cihazlarla değiştirilmesi gerekmektedir.

### **2.5.1. RFID Teknolojisi**

RFID Radyo Frekans Tanımlama Teknolojisi (Radio Frequency Identification), nesnelere üzerindeki kodlanmış mikroişlemciye sahip etiketlerden bir okuyucu yardımıyla tanımak için kullanılan yakın alan iletişim teknolojisidir. Veri alışverişini radyo frekansı ile sağlamaktadır. RFID teknolojisine sahip etiketler içerisinde bulunan mikroşlemciler nesneye ait verileri taşımaktadır. Bu etiketler antenler sayesinde RFID

okuyucular tarafından takip edilebilmekte ve yönetilebilmektedir. Etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan veri iletişimi yapılmaktadır (Yüksel ve Dorukan Odabaşı, 2009: 2).

RFID teknolojisi, kullanılan iletişim ağına entegre edilerek, veri toplama, hizmet dağıtımını otonom olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede hata oranı azaltılmakta insan kaynağından tasarruf edilmekte, servis kalitesini artırılmaktadır. RFID etiketleri nesne ait bilgilerini okumak, ve bu bilgileri işlemek için içerisine yerleştirilen mikro işlemciler sayesinde programlanabilme yeteneğine sahiptir. Bu teknoloji toplu ulaşımda yolcu bilgilerine ulaşmak için kullanılabilir.

### **2.5.2. NFC Teknolojileri**

NFC (Near Field Communication) mobil cihazlarda bulunan ve yakın mesafeden radyo frekansları ile temassız kart teknolojisi hızlı ve güvenli bir iletişim teknolojisidir. Son 20 yılda mobil operatörler, finans şirketleri ve teknoloji üreten firmalar mobil ödemenin uygulanabilirliği alanında çalışmalar yapmakta yeni uygulamalar geliştirmektedir. NFC teknolojisinin mobil cihazlarda temassız ödeme sağlaması, mobil ödeme uygulamaları alanında çeşitliliği artırmıştır. Master Kart, VISA ve Google gibi dünya devleri NFC teknolojisi ile mobil cüzdan hizmeti vermektedir. Temassız ödeme işleminde müşteri POS terminaline temassız ödeme kartını, cep telefonunu veya temassız ödeme yapacağı cihazı yaklaştırarak ödeme işlemini gerçekleştirebilmektedir. Temassız ödeme sistemleri dünyada artık birçok ödeme alanında yer almaktadır. NFC teknolojisinin temassız ödeme trendini artıracığı öngörülmektedir. NFC teknolojisi kullanarak toplu ulaşımda ödeme yapılabilir olması, bu alanda bir yenilik olarak görülmektedir. NFC teknolojisi kullanan mobil cihazların artması, NFC teknolojisi ile hizmet veren ödeme sistemlerine geçişi hızlandırmıştır. (Güngör, 2017: 20-24 ).

NFC teknolojisinin ulaşım sektöründe mobil bilet ve temassız okuyucu gibi birçok alanda kullanılması ile toplu ulaşım operatörlerine ve kullanıcılarına birçok faydasının olacağı beklenmektedir. Elektronik ödeme sistemleri ve mobil bilet uygulamaları gelecekte toplu ulaşımda yaygın bir şekilde kullanılacaktır. Mevcut temassız ödeme sağlayan RFID özellikli sistemlere NFC özellikli okuyucuların entegre edilmesi ve NFC özellikli cep telefonlarının mobil bilet olarak kullanılması mümkün olmaktadır. Kullanıcılar sahip oldukları akıllı kartlara kontör yükleme işlemi için bir satış gişesine

gitmeye gerek duymadan cep telefonlarını bir pos cihazı gibi kullanabilmektedir. NFC hakkında uluslararası yapılan çalışmalar ve mobil ödeme yönetimi konusunda geliştirilen uygulamalar incelendiğinde NFC'nin yeni kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Mobil ödeme ve NFC alanında interaktif yeni uygulamalar farklı sektörlerde NFC teknolojisinin kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

NFC hız, güvenlik ve kolaylık sunan kısmen yeni bir teknolojidir. Uzak doğu ülkeleri bu teknolojiyi daha aktif kullanırken, Avrupa bu konuda biraz geride kalmıştır. Ülkemizde de bu teknolojiyi GSM şirketleri ve bankalar aktif kullanmakta ve değişik projeler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Mobil ödeme, e-bilet ve e-cüzdan gibi alanlarda uygulamalar geliştirilmektedir. Özellikle ulaşım alanında akıllı temaslı ve temassız kartların kullanımı ile bu alandaki gelişmeler hız kazanmıştır.

### **2.5.3. QR Kod Teknolojisi**

Mobil iletişimde kolay erişim yöntemi olarak QR kod uygulaması 1994 yılında Denso Wave Japon firması tarafından otomotiv sektöründe kullanılmak üzere geliştirilmiştir. QR kod (Quick Response) teknolojisi, web sitesi adresi, mesaj, metin, etkinlik takvimi, telefon numarası, konum bildirimleri gibi çeşitli bilgileri taşıyabilmektedir. Haziran ayı itibarı ile ABD tüm mobil cihaz kullanıcılarının % 6,2'sini oluşturan 14 milyon akıllı telefon kullanıcısının, telefonlarını kullanarak bir QR Kodu veya barkodu taradığını tespit etmiştir (Özcan, 2013).

Özellikle gelişen mobil teknolojilerinin dünya geneline yayılma hızı ve bu teknolojilerin sağladığı olanaklar ulaşım sektöründe etkin veri transferinin sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir. Gelişen mobil teknoloji ile birlikte QR kodlar okutularak kodlanan bilgiye erişilebilmektedir. Her geçen gün yaygınlaşan QR kod uygulaması ile video, web sayfası, ses, metin, uygulama, veri gibi dijital ortamda bulunan içeriklere erişim sağlamak mümkündür.

Günümüz koşullarında kağıt bilet artık yerini e-bilete bırakmış, teknolojinin sayesinde dönüşüm hızlanmıştır. QR kod teknolojisi, IOS ve Android cihazlarda çalışan uygulamalar ile birlikte çalışmakta ve bu uygulamalar biletlerin üzerindeki QR kodları okumaktadır. Bu uygulamalar sayesinde QR kod kullanılarak seyahat imkanı

sağlanmaktadır. QR kod, ödeme sistemleri dışında ulaşımda yolcu bilgi sistemlerinde de kullanılmaktadır (Engin ve Furuncu, 2017: 190-193).

#### **2.5.4. Temassız Kredi Kartı**

Ödeme teknolojileri öncüsü kart firmalarının Akıllı Şehirlere yönelik geliştirdiği çözümler arasında yer alan toplu taşımada temassız kart uygulaması, güvenli altyapısıyla temassız ödeme özelliği bulunan banka kartlarının, kredi kartlarının veya cep telefonlarının kullanımıyla sağlanmaktadır. Temassız kredi kartlarının yaygınlaşmasıyla, toplu taşıma araçlarını kullananlar, artık bozuk para ya da biletle uğraşmadan, temassız kredi ve banka kartlarını temassız kart okuyucusuna yaklaştırarak ödemelerini yapabilmektedirler. Geliştirilen bu teknoloji ile aynı kartla otobüs, metro, tramvay, vapur gibi tüm toplu ulaşım araçlarında, taksilerde, otoparklarda ve ücretli yollardaki gişelerde ödeme imkanı sağlanmaktadır.

Bu teknoloji sayesinde kullanıcılar yoğun şehir yaşantısı içinde ulaşım kartlarına dolun yapmak için vakit harcamamakta, nakit para taşıma riskinden kurtulmaktadır. Bu teknolojinin avantajlarından biri de temassız kredi kartları ile ödeme yapılabilen bütün şehirlerde kullanılabilir olması olarak görünmektedir. Dünyanın birçok şehrinde, toplu ulaşım araçlarının tümünde kullanılabilen bu akıllı sistem, kurumların de tek bir sisteme üzerinden hizmet vermesini sağlayarak ekonomik ve idari anlamda katkı sağlamaktadır (Mastercard, 2019).

#### **2.5.5. Validatör Teknolojisi**

Akıllı kart ve ödeme sistemlerinin en önemli bileşenlerinden biri olan validatörler, çeşitli kart okuma ve algılama teknolojilerine sahiptir. Akıllı kart ve ödeme sistemlerinin toplu ulaşım araçlarında ihtiyaç duyduğu geçiş kontrolü, ücret toplama gibi birçok işlevi validatörler yerine getirmektedir. Böylece toplu ulaşım hizmeti veren kurumlar, validatörlerin kullanımıyla hızlı ve güvenli ücret toplama sistemlerine ulaşırken, aynı zamanda toplu ulaşım kullanıcıları da seyahat konforunun yanında seyahat giderlerini daha rahat kontrol etme imkanı yakalamaktadır.

Toplu Ulaşım araçlarında ya da duraklarda bulunan validatörler, RFID ve çeşitli algılama teknolojilerini kullanarak geçiş kontrolünü ve ücret toplama işlevini yapar. Cihazlar içerisinde veri aktarımını sağlamak için GPS, WiFi, LTE (Simkart) ve çeşitli

algılama teknolojileri yer almaktadır. Bu sayede sistem anlık ya da periyodik veri aktarımı yapabilmektedir. Bu sistemin getirdiği en önemli faydalar olarak ölçülebilir veri ve bilgiye erişim olarak görülmektedir (Türk, Savran ve Arslan, 2016; 468-470).

Kullanıcıların her bir servis için farklı farklı kartları kullanması gerekliliği elektronik cüzdan ve çoklu uygulamalı akıllı kartların yaygınlaşması ile son bulmaya başlamıştır. Birden fazla bağımsız uygulama çalıştırabilen akıllı kartlar veya tüm bu uygulamaları taşıyabilecek mobil cihazlar bu alandaki önemli teknolojilerdir (Fabregas, 2018).

## **2.6. ATUS’da Kullanılan Diğer Teknolojiler**

Bilişim teknolojileri alanındaki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan Endüstri 4.0, endüstride ve ulaşımda kullanımı yaygınlaşan bir teknolojidir. Sensörler, yazılımlar, donanım ve diğer altyapılar endüstri 4.0’ın temelini oluşturmaktadır. Sistem yaklaşımı açısından değerlendirildiğinde, büyük veri (Big Data), yapay zeka, akıllı cihazlar gibi kavramlarla karşılaşmaktayız. Bu altyapı akıllı ulaşım sistemleri teknolojisi olarak kullanıldığında bu alanda kullanılan sistemler için önemli bir teknolojik gelişmedir (Erkollar ve Oberer, 2017: 495). Endüstri 4.0 kapsamında ulaşımda kullanılan teknolojiler şu şekilde sınıflanabilir.

### **2.6.1. Algılama Teknolojileri**

Algılama teknolojileri araçlara monte edilen sensörler ve kameralar aracılığı ile araç güvenliği ve yolcu durumu gibi bir çok konuda bilgi toplayarak bu bilgileri yönetim merkezlerine aktaran teknolojilerdir. ATUS uygulamalarında bu algılayıcılar araçların doluluk oranları, trafik sıkışıklığına bağlı olarak yolculuklardaki gecikmeler ve hava şartları gibi yolcuların merak ettiği bir çok bilgiyi sağlayabilmektedir.

Hava durumu sensörleri ve çevre algılama sistemleri, ölçüm yapan sensörler akıllı toplu ulaşım sistemlerini destekleyen çevre teknolojileridir. Genel bir ifade ile bu teknolojiler yolculara ve sürücülere güvenli ve konforlu yolculuk için destek veren sensör ve kameralardan oluşan sistemlerdir. (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji belgesi (2014-2023), 2014: 16).

### **2.6.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri**

Bir coğrafi bilgi sistemi temelde harita tabanlı bir yazılım ve bu yazılımı sağlayan donanımdan meydana gelen, toplanan her türlü coğrafi veriyi işleyen analiz eden sistemler olarak tanımlanabilir. Toplu ulaşım sektöründe, bilişim sistemlerinin entegrasyonu sağlanarak, akıllı toplu ulaşım sistemleri ve navigasyon sistemleri gibi sistemler geliştirilebilir. CBS teknolojilerinin yetenekleri toplu ulaşım sistemlerinin yönetilmesi ve planlanmasında kullanılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri yolculuk planlamasına ek olarak ulaşım alanında çeşitli amaçlara hizmet edebilmektedir (Erkollar ve Oberer, 2014: 2).

Konumsal veri ve veritabanı yapısını içinde barındırması itibariyle, çeşitli ulaşım problemlerinin çözülmesinde ve görsel analizinde kullanılabilen CBS, karar vericiler için çok uygun bir karar destek sistemidir. Gerekli verinin yalnızca yol ağı modeli kullanılarak elde edilebildiği birçok ulaşım uygulaması bulunmaktadır. (Mutlu ve Ünver, 2015: 550).

### **2.6.3. Nesnelerin İnterneti**

Nesnelerin interneti (IoT) mevcut internet altyapısı dahilinde tekil olarak tanımlanabilen bilgisayar benzeri cihazların birbirine bağlı olma durumunu ifade etmektedir. Nesnelerin internetiyle cihazlar, sistemler ve hizmetler arasında makinadan makineye iletişimin (M2M) ötesinde bir bağlantı kurulması hedeflenmektedir. Nesnelerin interneti çok çeşitli protokol, alan ve uygulama barındırıyor olması, cihazların birbiriyle konuşabilmesi, her alanda otomasyonu mümkün kılmaktadır. Nesnelerin interneti ATUS uygulamalarında cihazların birbiri ile haberleşmesini sağlayarak çözümler üretmektedir. Ulaşım ve hareketlilik konusundaki gelişmeler artan nüfus ve trafik problemler açısından kritik öneme sahiptir.

Tipik bir nesneler interneti kurulumunda, cihazlar veriyi toplar ve internet üzerinden bu verileri merkez kaynağa iletir. Merkezde veriler analiz edilir ve işlenir. Kapasitesi geliştikçe, veriyi kullanışlı bilgiye dönüştürürken daha etkin kullanılmaktadır. Ham veri yerine, işlenmiş bilginin diğer makine, bilgisayar ve insanlara iletilmesi daha gelişmiş bir değerlendirme ve karar alma sürecini mümkün kılmaktadır. Veriden bilgiye dönüşüm oldukça önemlidir çünkü daha hızlı ve akıllıca karar almayı sağlamanın yanı

sıra çevremizi daha etkin bir şekilde kontrol altına almamızı mümkün kılmaktadır (Gelecekhane, 2019).

Nesnelerin İnterneti kavramına yeni bir yaklaşım değildir. Bir noktadan elde edilen bir bilginin bir ana istasyona doğru bir şekilde iletilmesi çok farklı zorlukları beraberinde getirmiştir. Nesnelerin interneti mimarisi sensörler tarafından elde edilen bir bilginin internete aktarılması ile hem birçok zorluğu ortadan kaldırdığı gibi, hem de internet erişimi olan herhangi bir noktadan elde edilen bilgiye erişim olanağı sunmuştur. Nesnelerin İnterneti teknolojisinin hayatın her alanına ciddi etkiler getirdiği ve getirmeye devam edeceği kaçınılmazdır. Akıllı toplu ulaşım sistemleri bu teknolojik gelişimden çok ciddi faydalar görmüş bir alandır. Örneğin akıllı durak diye tabir edilen otobüs veya metroların durduğu konumlarda nesnelerin interneti ile ulaşım taşıtının nerde olduğu ne zaman durağa varacağı hizmetimize sunulmuştur. Özellikle büyük şehirlerde trafik yoğunluğunun kontrol edilmesi ve gerçek zamanlı izlenebilmesi nesnelerin interneti ile hizmetimize sunulmuştur (Kosunalp ve Arucu, 2018:1-7).

Sensör ağları ve yakın alan iletişim teknolojileri ATUS uygulamaları için çözümler üretebilmektedir. Bunlara ek olarak, piyasada görmeye başladığımız konum bilgisine sahip uygulamalar, ses tanıma cihazları, internet ödeme sistemleri, mobil uygulamalar ATUS için büyük potansiyel taşıyan hizmetler barındırmaktadır.

#### **2.6.4. Büyük Veri**

Büyük veri karmaşık, hızla değişen ve büyük miktardaki veri setleri için kullanılan genel bir kavramdır. İyi yönetilmesi ve analiz edilmesi halinde veri ekonomik değer oluşturan yeni kaynakların ortaya çıkmasını sağlar. Bu veri setlerinin geleneksel veri tabanı yönetim araçları ve veri işleme uygulamalarıyla işlenmesi çok zordur. Zira, büyük verinin toplanması, ayrıştırılması, depolanması, taranması, paylaşılması, transfer edilmesi, analiz edilmesi ve görselleştirilmesi gibi bir takım zorluklar barındır. Bu zorlukları aşabilmek için geliştirilen büyük veri teknikleri sayesinde daha önce kolayca yapılamayan eş zamanlı trafik durumunun belirlenmesi gibi işlemler yapılabilir hale gelmiştir. Büyük veri, daha önce belirgin olmayan noktaları ortaya çıkarır, karar vericilerin karar verme yetisini geliştirir, toplu ulaşım hizmetlerinin daha verimli olmasını sağlar, kurumlarının şeffaflığını artırır ve iletişim açığını ortadan kaldırır (Wessler, 2013: 5-14).

Büyük Veri ve Nesnelerin İnterneti teknolojisi ile toplu ulaşım hizmet etkinliğini ve verimliliğini arttırmak çok daha mümkün olacaktır. Büyük Veri, ilişkili teknolojiler ile birlikte planlamak ve entegrasyonu sağlamak Akıllı Toplu Ulaşım Sistemlerinde daha fazla yarar sağlayacaktır (Akdamar, 2017: 212).

Büyük şehirlerin neredeyse tamamı sensörler ve göstergelerden gelen çok çeşitli verilere sahiptir. Bu veriyi harekete geçirici bir bilgiye dönüştürmek konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Büyük veri analizleri toplu ulaşım için büyük umut vadeden bir yaklaşımdır. Çok büyük miktarda veri üreten akıllı şehirlerin bu veriyi gerçek bir bilgiye dönüştürebilmesi için veriyi akıllıca işlemesi ve kullanılabilir hale getirmesi gerekmektedir. Akıllı sistemlerin ayırıcı özelliği veri ile eylemin birlikteliğidir. Sensörler ve akıllı cihazlardan elde edilen bilgi yüksek hızlı ağlarda yayılmakta ve karmaşık büyük veri yazılımları tarafından işlenmektedir. Böylece, veri kullanılabilir bilgiye dönüştürülmüş olur.



## BÖLÜM 3: ATUS MOBİL UYGULAMALARI

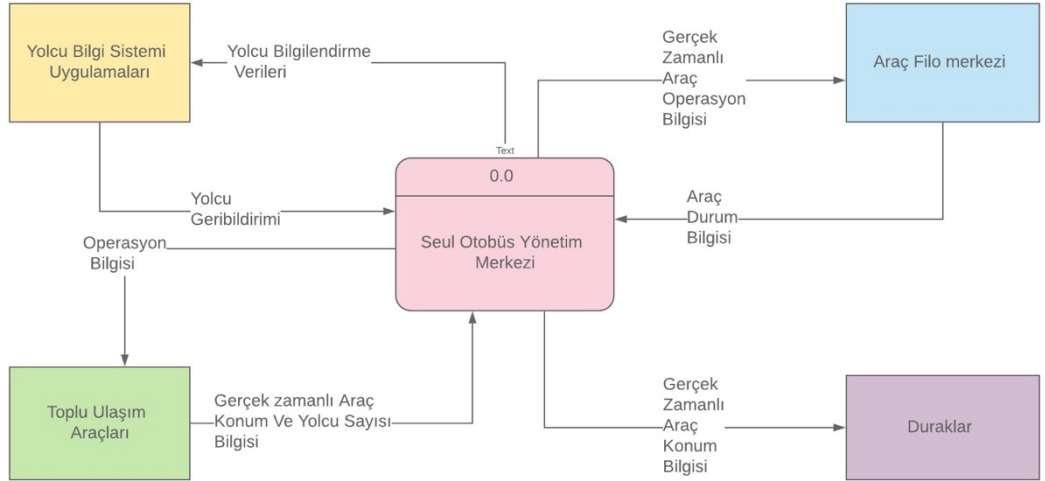
### 3.1. Seul Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri

Güney Kore nüfusunun yaklaşık yarısını oluşturan Seul Metropolitan Bölgesinde yaklaşık 23 milyon insan yaşamaktadır (Cervero ve Kang, 2011). Sadece Seul şehir merkezinde toplu taşıma araçları ile günlük 29.6 milyon insanın seyahat ettiği bilinmektedir. On üç metro hattı, günlük 8,2 milyonu insana seyahat hizmeti vermektedir (Kim ve Kang, 2005: 96).

Seul’de akıllı ulaşım sistemleri altyapısını sağlayan Seul Ulaşım Operasyonları ve Bilgi Servisi (TOPIS), bir yolcu bilgi sistemi uygulaması olan KakaoBus ve ödeme sistemi T-Money Kart uygulamasını bu bölümde değerlendirilmiştir.

#### 3.1.1. TOPIS ve Seul Otobüs Yönetim Merkezi

Güney Kore’de AUS alanında politikaların oluşturulması ve altyapı desteği TOPIS ile sağlanmaktadır. GNSS teknolojilerini kullanan TOPIS’in Otobüs Yönetim Merkezi, yaklaşık 9.400 araç ve 610 güzergah ile ilgili zamanında ve kesin bilgi sağlayarak Seul’ün toplu ulaşım operasyonlarını yönetmektedir.



Şekil 3: Seul Otobüs Yönetim Merkezi Veri Akışı Bağlam Diyagramı

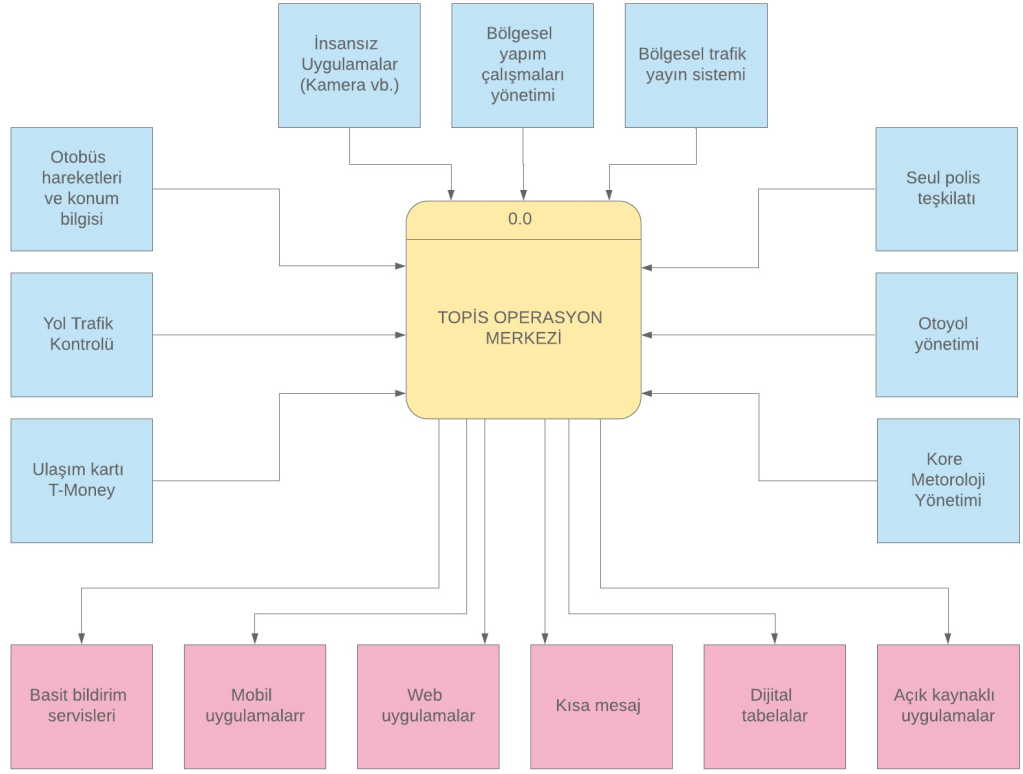
Kullanıcılar, otobüs güzergâhlarındaki ve otobüs duraklarındaki varış zamanlarını internet, mobil cihazlar, iletişim teknolojileri ve QR kod gibi çeşitli yollarla

öğrenebilmekte, toplu ulaşım ile ilgili gerçek zamanlı trafik bilgilerine erişebilmektedir. TOPIS, özel geliştiricilerin bilgileri kullanmasına izin verdiğiinden, toplu ulaşım bilgisi hizmeti veren çok sayıda mobil ve web uygulama geliştirilmiştir.

Seul'ün toplu ulaşım sistemindeki başarısında Otobüs Yönetim Sistemi önemli paya sahiptir. Bilişim teknolojisi tabanlı bu sistemin en temel GPS dir. Tüm otobüsler, yolcu hareketleri ve bireysel araç performansı hakkında bilgi toplanması amacıyla GPS konumlandırma sistemleri ile donatılmıştır. Sistem gerçek zamanlı olarak kontrol merkezi tarafından izlenmektedir. Bu sistemin amacı;

- Toplu Ulaşım kullanıcılarının seyahat konforunu artırmak,
- Toplu ulaşım araçların daha cazip hale getirmek,
- Gerçek zamanlı bilgi paylaşımı yapmak,
- Toplu ulaşım operasyonlarını yönetmek,
- Trafik tıkanıklığının azaltılmasına yardımcı olmak,
- Beklenmedik durumlara daha hızlı ve verimli bir şekilde yanıt vermek için trafik bilgilerini toplamak,
- Toplanan bilgileri analiz etmek,
- Bilimsel toplu taşıma politikaları geliştirmek, amacıyla faaliyet göstermektedir. Sadece toplu ulaşım değil AUS alanındaki diğer tüm hizmet grupları bu sistem tarafından yönetilmektedir (Ko, ve Lee, 2018).

Şekil 4'te TOPIS'in veri toplama ve dağıtma ağı. Gösterilmektedir. Bu sistem ulaşım ile ilgili kamu kurumlarına ait kurumlardan, merkezlerden ve cihazlardan veriyi toplayarak çeşitli kamu ve özel sektör yazılımları ve diğer yöntemlerle dağıtmaktadır. Bu sistemin getirdiği en önemli avantaj, kamu kurumlarının uygulama geliştirme ve güncelleme maliyetinden kurtulması, aynı zamanda ulaşım alanında hizmet çeşitliliğinin artmasını sağlamasıdır.



**Şekil 4:** TOPIS'in Alt Sistemleri ile Veri Akış Bağlam Diyagramı

TOPIS Operasyon Merkezi elektronik bilgi alışverişi yoluyla, otobüs duraklarındaki bilgi servis panelleri, çeşitli uygulamalar, mobil telefon ve internet yoluyla yolculara bilgilendirme yapmakta, özel sektör tarafında geliştirilen uygulamalara veri desteği sağlamakta, aynı zamanda birçok merkez ve cihazlar üzerinden bilgi toplanmaktadır. Bu sayede güzergahlarda çalışan otobüs ve ulaşım sistemlerinde iyileştirmeler yapılabilmektedir. Sistem doğrudan otobüs sürücüleri ile bağlantı kurmaktadır. Yolculara hızlı ve güvenilir bilgileri anında iletmesi sistemin güvenilirliğini ve yönetim kapasitesini artırmakta, ayrıca genel sistem performansını da büyük ölçüde iyileştirmektedir. Sistem araç gereklilikleri ve zamanlaması açısından operasyonların optimizasyonu sağlanmaktadır (Allen, 2003:10).

Seul'de kentin toplu ulaşım sistemi hakkında ayrıntılı bilgi sunan web sayfaları ve mobil uygulamalar mevcuttur. Bu web ve mobil uygulamalar, coğrafi bilgi sistemi altyapısı ile hizmet veren harita tabanlı uygulamalardır. Bu uygulamaların kullanılmasının amacı kullanıcılara daha hızlı ve güvenli toplu ulaşım bilgilerini

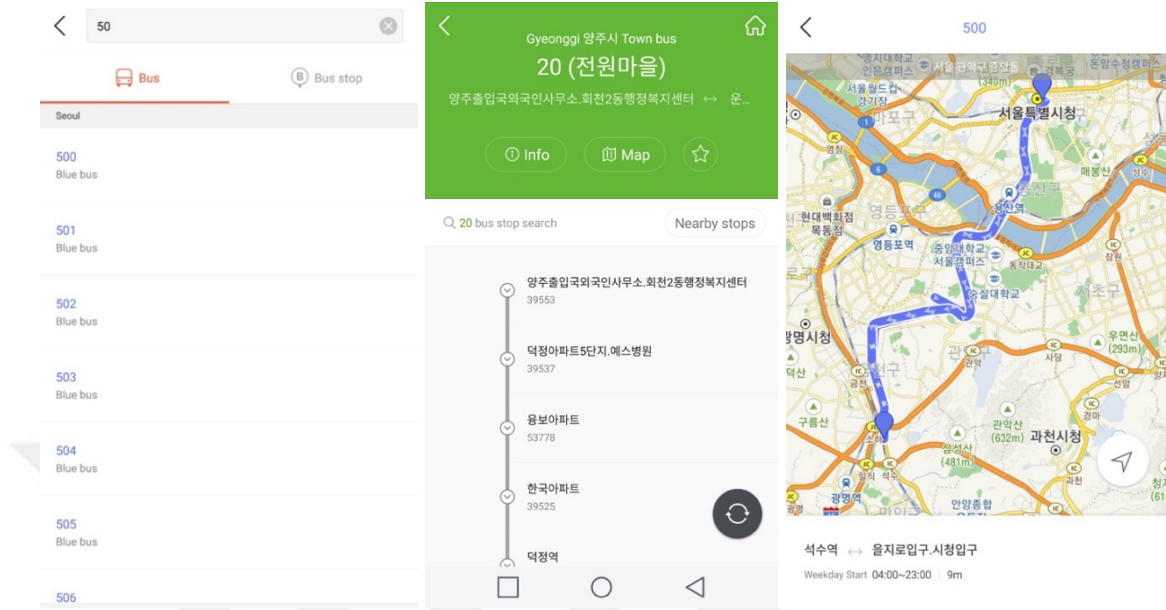
sunmaktır. Bu uygulamalarda kullanıcılar otobüs güzergahlarını, otobüs duraklarını, en hızlı rotaları, transfer rotalarını ve Seul'deki toplu ulaşım araçları ile ilgili bilgilere erişebilmektedir (Kim, 2013: 125).

### **3.1.2. KakaoBus Yolcu Bilgi Sistemi Uygulaması**

Güney Kore'de toplu ulaşım da bilgilendirme yapmak amacıyla kullanılan birden çok uygulama bulunmaktadır. Bu uygulamalardan en yaygın olanı KakaoBus uygulamasıdır. Bu nedenle bu çalışmada KakaoBus uygulaması incelenmiştir. Seul başta olmak üzere Güney Kore'nin 57 şehrinde halk otobüslerinin, rotalarının ve durak konumlarının gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayan CBS tabanlı bir mobil uygulamadır. 2014 yılından bu yana Seul'de kullanılmaktadır. Kullanıcı memnuniyeti açısından değerlendirildiğinde KakaoBus uygulamasının öne çıkan birkaç özelliği bulunmaktadır. Alarm özelliği, Otobüs güzergahının gerçek zamanlı trafik bilgilerini KakaoTalk mesajlaşma programı üzerinden paylaşabilmesi ve toplu ulaşım araçlarında boş koltuk olup olmadığını ve kalan koltuk sayısını kontrol edilebilmesi gibi öne çıkan özellikleri bulunmaktadır.

1. Kullanıcılar bu uygulamada kullandıkları ulaşım aracının kalkış saatine göre alarm ayarlayabilmektedir. Ayrıca yolculuk esnasında varış istasyonu veya duraklara göre de alarm özelliği kullanılabilir. Bu özellik kullanıcıların seyahat esnasında kaygılanmadan özel işleri ile ilgilenmeleri gibi bir takım rahatlıklar getirmektedir.
2. Bir diğer öne çıkan özellik ise yolcu beklediği toplu taşıma aracını menüden arattığında veya yakınındaki otobüsler menüsünden aracı seçtiğinde, otobüsün konumu ve seyahat sürelerini gerçek zamanlı olarak vermesinin yanında araçtaki boş koltuk sayısını da göstermesidir. Bu özellik yolcuların aracı bekleyip beklememe veya alternatif güzergâhlara yönelme gibi karar vermelerine yardımcı olmaktadır.
3. Uygulamanın kullanıcılara fayda sağlayan diğer bir özelliği ise aynı işletmeye ait harita, navigasyon, sürücü desteği, taksi, ve metro gibi akıllı uygulamalara geçiş yapılabilir olmasıdır. CBS tabanlı KakaoBus uygulamasında seçilen araç veya durak harita üzerinde görüntülenebilmektedir.

Şekil 5’te solda otobüs arama ekranı, ortada seçilen otobüsün geçtiği duraklar, sağda ise hattın geçtiği güzergâh ve otobüsün gerçek zamanlı konumu gösterilmektedir.



Şekil 5: KakaoBus Uygulaması Menüleri

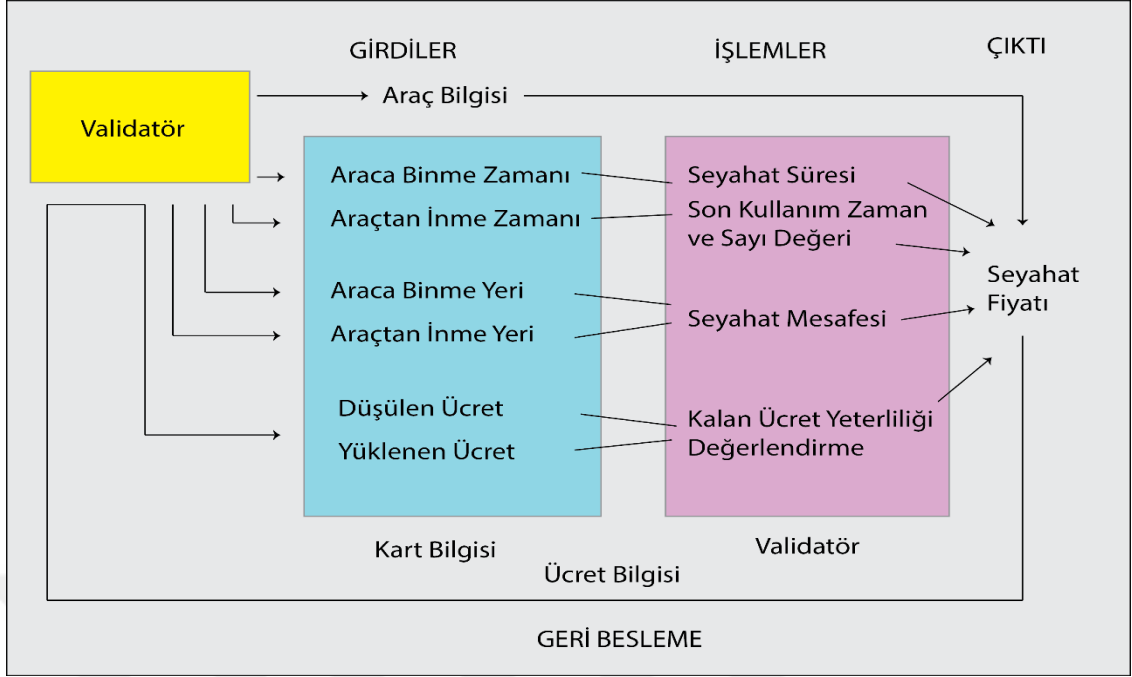
KakaoBus uygulaması araç konum bilgisi, araçların durumu ile ilgili bilgiler, hareket, rota ve buna benzer altyapı bilgilerinin tamamını TOPIS'ten alan özel sektöre ait bir yazılımdır. KakaoBus ve TOPIS işbirliği ATUS'larda örnek gösterilebilecek model bir ilişkidir.

Seulde yapılan en önemli değişikliklerden biri, 400'den fazla, farklı otobüs güzergahını yeniden yapılandırmak ve birbirine entegre etmek için otobüs güzergah ağının tamamen yeniden tasarlanması olmuştur. Tüm otobüsler dört tipe ayrılmış ve otobüsler, yolcuların hatları ayırt edebilmeleri için kodlar verilmiştir. Mavi otobüsler, dış banliyöleri birbirine ve şehir merkezine bağlayan uzun mesafeli ekspres otobüslerdir. Kırmızı otobüsler, şehir merkezlerini birbirine bağlayan uzun mesafeli ekspres otobüslerdir. Yeşil otobüsler, metro istasyonları ve otobüs duraklarını arasında hizmet veren araçlardır. Sarı otobüsler şehir merkezinde hizmet sunmaktadır (Pucher, Park ve Kim, 2005: 49). Gruplandırma araçların ulaşım mesafesi veya çalıştığı bölgeye göre yapılmaktadır. Bu gruplandırmaya göre aynı zamanda ulaşım ve aktarma ücretleri de farklılık göstermektedir.

### 3.1.3. T-Money Kart Seul Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi

T-Money Kart sistemi bütün ulaşım araçlarında mesafeye entegre çalışmakta, aktarmalar arasında belirli süreleri aşmamak koşulu ile 4 defaya kadar aktarmaya izin vermektedir. T-Money Kart akıllı kart kullanıcıların seyahat esnasında hangi araca bindiği hangi saatte bindiği, araç türü aracın numarası seyahat süresi ve mesafesi gibi bütün seyahat aktivitelerini detaylı olarak kaydederek gezi tabanlı kayıt oluşturmaktadır. Oluşturulan kayıtlar üzerinden ücretlendirme yapılmakta bu bilgiler akıllı kart veri tabanına kaydedilmektedir (Ali, Kim ve Lee, 2015: 1533). Sistemin çalışma mantığı, Şekil 18'de Seul Akıllı Kart Karar Destek Sistemi Model'inde gösterilmiştir. Kore'de 2004 yılında Seul yerel yönetimi tarafından mesafeye dayalı T-Money akıllı kart sistemini geliştirmiştir. T-Money kart, Kore Akıllı Kart Şirketi (KSCC) tarafından kurulmuş, kamu-özel ortaklığının bir parçasıdır ve yatırımın tamamı özel sektör tarafından gerçekleştirilmiştir. Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) teknolojisini kullanarak, özel kart okuyucularla temas ettiğinde veri depolayabilen ve aktarabilen bir çip yerleştirilmiş plastik bir karttır (Silvia, Samira, Bolay, 2017:168). T-Money ülke genelinde faaliyet gösteren toplu ulaşım araçları ve taksilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. T-Money kartın istasyon ve marketlerde satışı yapılan, tüm vatandaşlara ve uluslararası ziyaretçilere açık bir akıllı ödeme kartıdır. Kullanıcılar, yalnızca tek bir akıllı toplu ulaşım kartı ile kullanışlı, sistematik ve dakik bir toplu ulaşım hizmetine erişebilmektedir. T-Money kart, ülke genelinde ulaşım türlerinin hepsinde kullanılabilir (Song, koreaherald, 2018).

T-Money akıllı kart sistemi hem yolcular hem de otobüs şirketleri için belirli avantajlar sağlamaktadır. Bu kartlar aynı zamanda otomatik ücret toplama sistemlerinde bireysel araçlar için de kullanılmakta, kartınızdan düşülecek ücret miktarını seyahat edilen mesafeye göre otomatik olarak ayarlamaktadır. T-Money kartı kullanıcıları market ve bazı restoranlarındaki mal ve hizmet alımlarında ödeme yapmak için kartlarını kullanabilir. Bu kart ile seyahat eden yolcular seyahat puanı kazanmakta ve bu puanlarla yolculuk yapabilmektedir (Song, 2008).

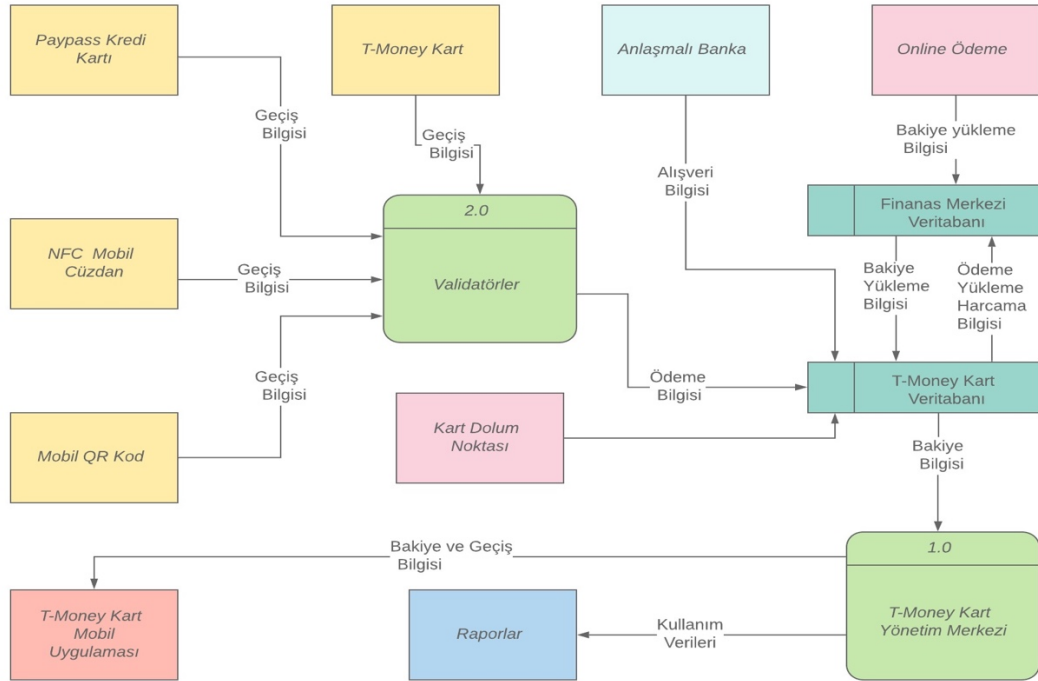


**Şekil 6:** Seul Akıllı Kart Karar Destek Sistemi Modeli

Yolcular akıllı kartlarını otobüsle ve trenle seyahat etmek, aktarmalarda indirimlerden yararlanmak için kullanmaktadır. Otobüs şirketleri için ücret gelirleri akıllı kart sistemi ile daha doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir. Bu akıllı kartlar uluslararası ödeme kartı Europay, Mastercard ve Visa global kart standartlarına uygun çalışmakta ve ödeme kartı olarak kullanılabilir. Akıllı kartlar ulaşım araçlarının seyahat planlamasının daha doğru yönetilmesini desteklemekte ve ulaşım gelirlerinin şeffaf yönetilmesini sağlamaktadır (Kim, 2007: 116).

T-Money kart sistemine entegre araçlar kart okuyucu ve algılayıcı validatörlere sahiptir. Bu akıllı kart sisteminde T-Money kart, kredi kartı, cep telefonlarındaki kredi kartı uygulaması veya T-Money kart uygulaması ile QR kod veya NFC teknolojisini kullanarak ödeme yapılabilir. Validatörler kablosuz sistemler üzerinden, sistemin yönetim merkezine veri aktarımı yapmaktadır. Kartlar, validatörlerde bulunan RFID okuyucular ile temas ettiğinde, RFID okuyucuları, kartlarda depolanan önceki biniş / iniş kayıtlarına göre ücret hesaplaması yapmaktadır. Kredi Kartlarında ücretler aynı gün kartın bağlı bulunduğu bankalara bildirilmektedir. Ön ödemeli kartlarda, ücretler önceden doldurulmuş miktardan düşülür. Bu süreçleri takiben validatörler biniş/iniş kayıtları oluşturmakta ve kayıtlar validatörlerde saklanmakta, periyodik olarak T-Money Kart yönetim merkezine iletilmektedir. Metro sistemi içinde toplanan kayıtlar

gerçek zamanlı olarak oluşmakta ve dosyalar belirli periyotlarla metro şirketinin sunucuları aracılığıyla T-Money Kart yönetim merkezine iletilmektedir. İletilen bilgilerin içeriği mevcut biniş / iniş kayıtları, önceki biniş / iniş kayıtları, rota bilgilerini, biniş / iniş durak ve istasyonları, saatleri, kart numaralarını, yolcu tipi, araç numarası transfer kayıtları, transfer sayısı, şirket bilgileri ve ücretlerinden oluşmaktadır (Kim ve Kang, 2005: 96). Kore’de T-Money Akıllı Kart Sistemini kullanan kullanıcılar, aynı zamanda akıllı telefonlar üzerinden bakiye detaylarını da görebilmektedirler (Lee ve Shin, 2014: 1616). Seul T-Money kart Uygulaması Veri Akış Modeli Şekil 7’de oluşturulmuştur. Bu modelde ödeme araçları kullanılarak validatörler vasıtasıyla tahsil edilen ulaşım ücretlerine ait bilgiler, ödeme sistemi veritabanına iletilmektedir. Veritabanındaki bu bilgiler finans merkezine de iletilmekte aynı veriler kart yönetim merkezi tarafından da kullanılmaktadır. Alışveriş bilgileri ve kart dolum bilgileri veritabanına iletilmekte, veritabanındaki bu bilgiler uygulamalar aracılığı ile kullanıcıya sunulmaktadır. Bu sistemin en önemli özelliği ödeme araçlarının çeşitliliği ve alışverişte kullanılmasıdır. Sistemin diğer bir özelliği de özel sektör kamu işbirliğinde geliştirilmiş olmasıdır.



**Şekil 7:** Seul T-Money Kart Uygulaması Veri Akış Ebeveyn Diyagramı



### **3.2. İstanbul'da ATUS Uygulamaları**

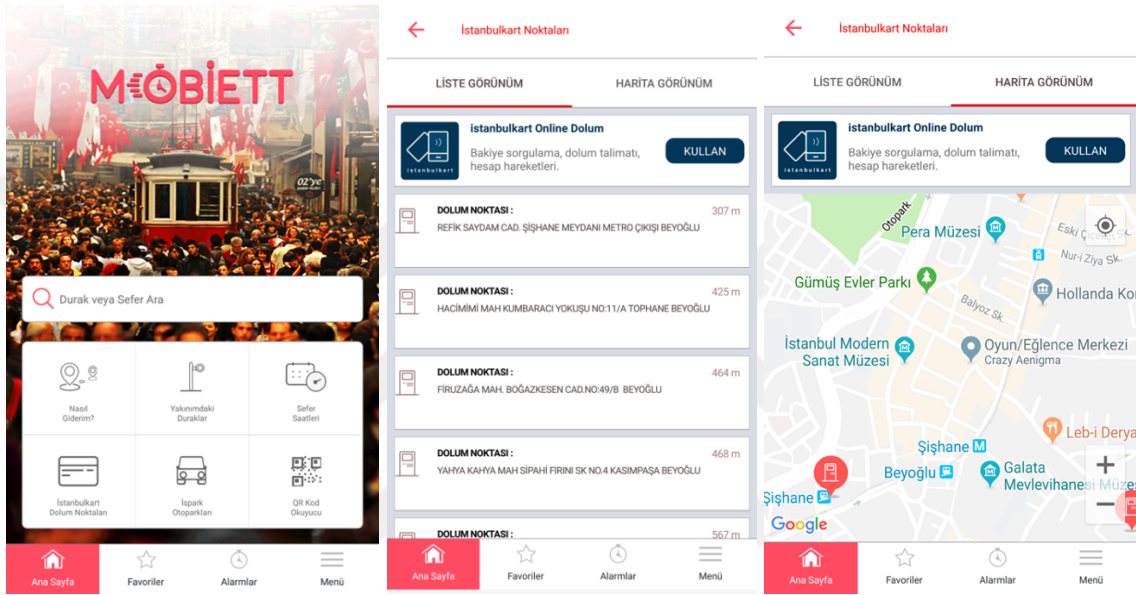
İstanbul'da ulaşım yönetimi sistemleri ile ilgili çalışmalar 2006 yılında başlamıştır. Kent içi toplu ulaşımında denetim dakikliği sağlamak, otobüslerin seyir düzenlerinin planlara uygun olarak gerçekleşip gerçekleşmediğini takip ederek, yolcuların otobüs seferleri ve saatleri hakkında bilgilendirilmelerini sağlamak amacıyla Yolcu Bilgi Sistemleri ve İstanbulKart ödeme sistemi geliştirilmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi bu sistem ile İETT araçlarını bilgisayar üzerinden elektronik olarak gerçek zamanlı ve her zaman denetlenebilir bir şekilde yönetmeyi hedeflenmektedir (Çelen, 2010: 209-214).

#### **3.2.1. MOBİETT Yolcu Bilgi Sistemi Uygulaması**

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen toplu ulaşım asistanı, web ve mobil uygulamalar ile kullanıcıların, tüm ulaşım yöntemleri hakkında bilgi alabildiği, alternatifler arasında kendi tercihlerine göre seçim yapabildiği, seyahatlerini planlayabildiği uygulamadır. Harita tabanlı olarak çalışan MOBİETT, İstanbul içerisindeki tüm otobüs durakları ile senkronize çalışmaktadır. Tüm duraklar akıllı durak olarak entegre edilmiştir. İstanbul'da bulunan yaklaşık 11 bin akıllı durak entegre olarak çalışmaktadır. Ayrıca 6 bine yakın otobüsün durağa varış süreci de gerçek zamanlı olarak kullanıcılara sunulmaktadır. Kullanıcılar bulunduğunu yada gideceği bütün duraklarla ilgili sorgulama yapabilmekte, seyahatlerini planlayabilmektedir. Akıllı telefonlarda yüklü olan uygulamada konum bilgileri paylaşıldığında en yakın otobüs durağını konumlarını harita üzerinde durak radarı özelliği sayesinde görülebilmektedir. Sanal gerçeklik özelliğiyle otobüslerin bulunduğu yerler, gerçek görüntüler eşliğinde gösterilmektedir. Otobüslerin geçiş saatleri ve güzergahları görülebilmekte, konum paylaşmadan da manuel arama yaparak bu bilgilere ulaşılabilir.

Bu uygulama ile alternatifli seyahat planı yapılabilir, yürünecek mesafe, kullanılacak ulaşım aracı, hangi araçla ne kadar yol kat edileceği, ödenecek ücret, yakılan kalori ve kullanılan aracın çevreye saldırdığı zararlı gaz miktarı bilgileri görülebilmektedir. Görme engelliler için bir alarm sistemi bulunmaktadır. İstenilen durağa ve hatta otobüs gelmeden belirtilen zamandan önce alarm çalmakta, kişinin otobüsle ilgili hareket ve diğer bilgilerine kolay erişimi sağlanmaktadır. Yabancı yolcuların seyahatlerini daha kolay hale getirmek amacıyla, "İngilizce" ve "Arapça" başta olmak üzere yabancı dil desteği sağlanmaktadır.

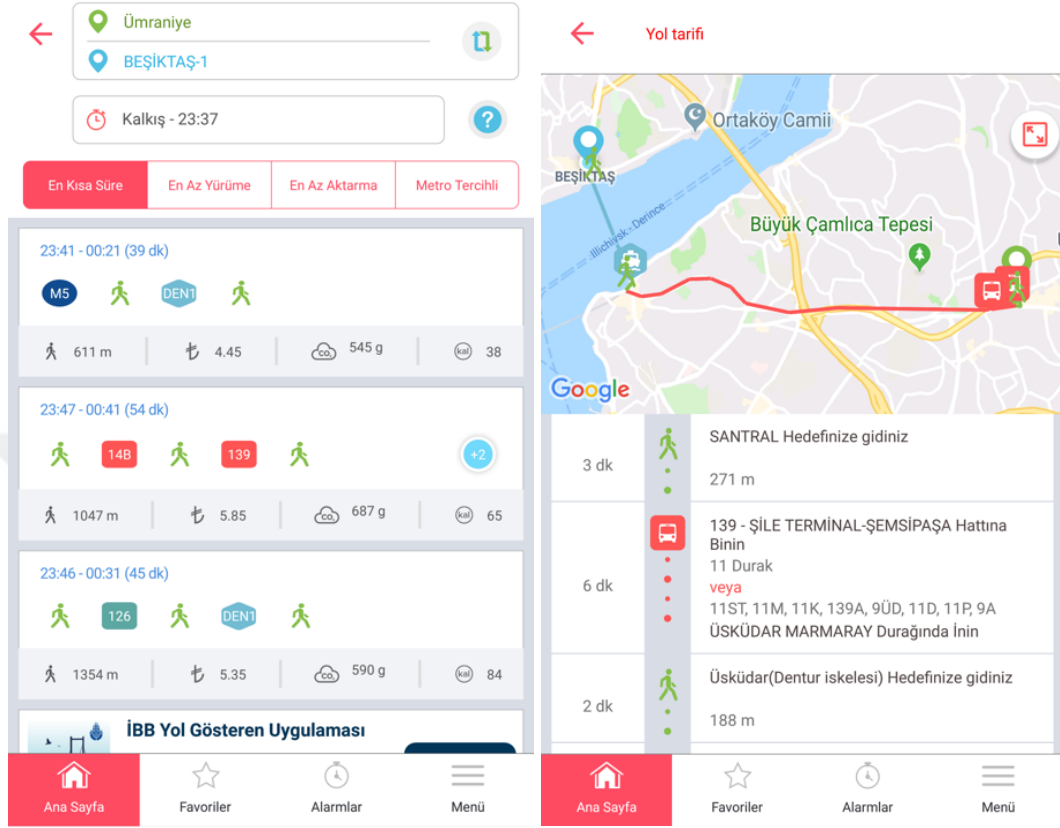
Bu uygulama anlık mesajlaşma hizmeti sayesinde yolda meydana gelebilecek her türlü olumsuzluğu ve seyahat ile ilgili aksamaları yolculara bildirmektedir. Bu uygulama ile toplu ulaşım kapasitesinin etkinliği, sürdürülebilirliği, ölçülebilirliği, denetlenebilirliği sağlanır. Toplu ulaşım araçları, servis araçları, taksi, bisiklet, ve yürüme tek platformda entegre edilebilen bir yapıya sahiptir. Bu platform ile son kullanıcılara konfor, süre, maliyet vb. faktörler göz önünde bulundurularak, anlık veya ileri tarihli yolculuk için alternatifler sunulabilmektedir.



**Şekil 8:** MOBIETT Uygulaması Ana Menüleri ve Akıllı Kart Menüü

MOBIETT mobil uygulamasının kullanıcılara sunduğu hizmetler değerlendirildiğinde bazı özellikler öne çıkmaktadır. Şekil 8’de soldaki ekranda görünen uygulamanın ana sayfasında orta bölümde Durak veya Sefer Ara, Nasıl Giderim?, Yakınımdaki Duraklar, Sefer Saatleri, İstanbulKart Dolum Noktaları, İspark Otoparkları, QR Kod Okuyucu hizmet seçenekleri vardır. Alt kısımda ise Anasayfa, Favoriler, Alarmlar ve Menü seçenekleri bulunmaktadır. MOBIETT uygulamasını Nasıl giderim? ve Yakınımdaki Duraklar ve İspark otoparkları hmenüleri kullanıcıya sunduğu özelliklerle öne çıkmaktadır. Akıllı kart uygulaması bu uygulama içerisinde hizmet vermemesi, akıllı kart için ayrı bir uygulama daha yüklenmesi gerekiyor olması her ne kadar İstanbulKart uygulaması önemli özelliklere sahip olsa da yeni bir uygulama yeni maliyet ve yeni iş yükü getirmektedir. Dolayısıyla uygulamanın bu özelliği yetersiz olarak değerlendirilebilir. İstanbulKart uygulaması yüklendikten sonra MOBIETT

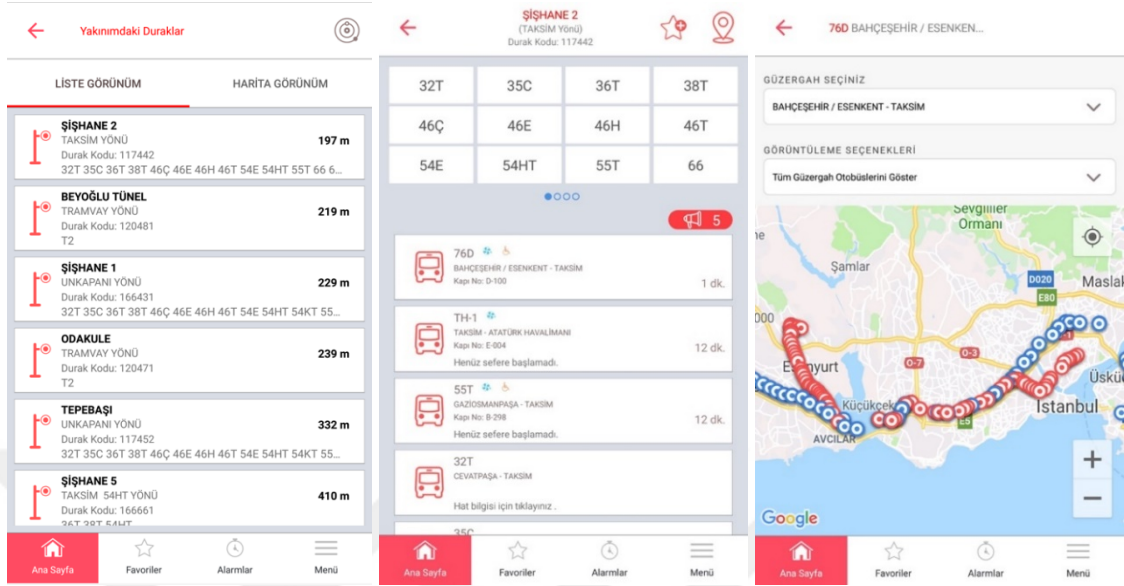
uygulamasından İstanbulKart Dolum Noktaları menüsünden geçiş yapılarak kullanılabilir (Boysan, 2017: 86-87).



Şekil 9: MOBIETT Uygulaması Nasıl Giderim Menüsü

MOBIETT uygulamasında Nasıl Giderim menüsü zaman ve maliyet anlamında en uygun rota alternatiflerini kullanıcıya sunmaktadır. Nasıl giderim menüsüne tıkladığımızda Şekil 9'da soldaki ekranda, bulunduğumuz adres ve gideceğimiz adresi seçmemizi isteyen bir ekran ile karşılaşılır. Bu sayfada nereden nereye gidileceği seçildiğinde alt bölümde seyahat alternatifleri çıkarılır. Her bir seyahat alternatifi için yürüme mesafesi, seyahat harcaması, harcanacak kalori ve çevreye salınacak zehirli gaz miktarı gösterilmektedir. Uygun olan bir seyahat alternatifi seçildiğinde, Şekil 9'da sağdaki ekranın üst bölümde harita, alt bölümde ise planlanan seyahatin başlangıç noktasından varış noktasına kadar olan bütün süreçler alternatifleri ile birlikte aşama aşama anlatılmaktadır. Uygulamanın bu özelliği, bu alandaki diğer uygulamalar arasında öne çıkmaktadır. Araçlarda bulunan GPS sistemi sayesinde araçların konumu anlık olarak sisteme yansıdığından uygulamada sunulan bilgilerin doğruluk düzeyi

yüksek olmaktadır. CBS altyapısı kullanılarak bu verilerin harita üzerinden de yolculara sunuluyor olması uygulamanın tercih edilme düzeyini artırmaktadır.

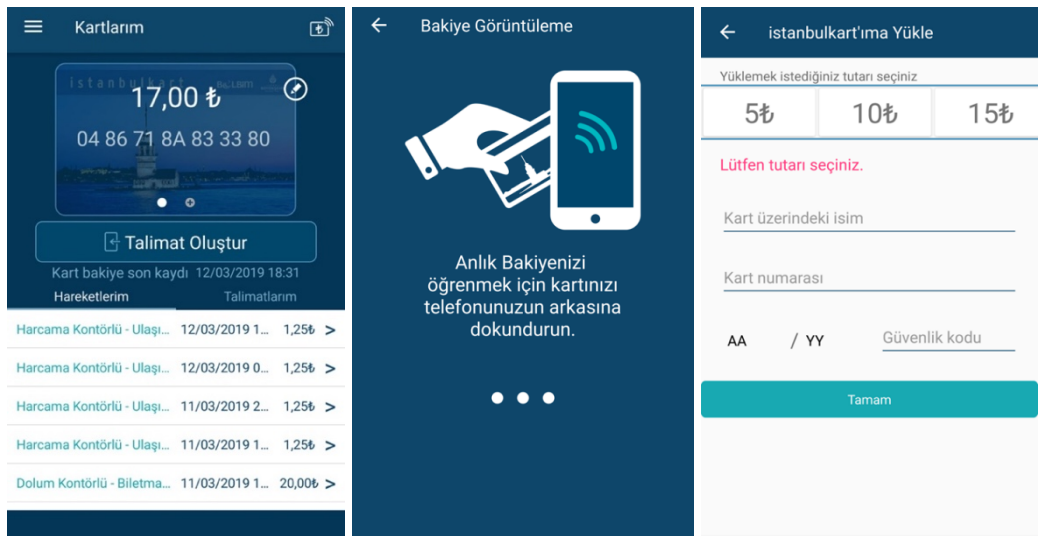


Şekil 10: MOBIETT Uygulaması Yakınımdaki Duraklar Menüsü

Yakınımdaki Duraklar menüsü özellikle bölgeye yabancı kişiler için avantaj sağlamaktadır. Şekil 10'da soldaki ekranda durak listesi, ortadaki ekranda seçilen duraktan geçen hatlar, sağdaki ekranda hattın geçtiği duraklar ve alternatif hattın haritada gerçek zamanlı olarak konumu gösterilmektedir. Eğer kullanıcının mobil telefonunda konum servisleri açıksa en yakın duraktan başlayarak durakları sıralamaktadır. Bu duraklardan herhangi biri seçildiğinde o duraktan geçen toplu ulaşım araçları liste halinde gösterilmekte, ayrıca o duraktan yakın zamanda geçecek olan toplu ulaşım araçları da listelenmektedir. Listelenen toplu ulaşım aracını seçildiğinde aracın hangi duraklardan geçerek hattı tamamladığı gösterilmektedir. Aynı sayfada üst menüde güzergah seçeneği açıldığında ise seçilen araçların güzergahını harita üzerinde göstermektedir. Araçların gösterildiği listede araçların engelliler için uygun olup olmadığı engelli aracı sembolü ile gösterilmektedir. Dolayısıyla engelli yolcularda hangi araca binebilecekleri bekledikleri aracın kendilerine uygun olup olmadığı bilgisine de sahip olmaktadır. Bu menüdeki özellikler yolcuların bekleme sürelerini, yürüme mesafelerini ve araçta geçirecekleri süreleri tahmin etmelerine yardım etmektedir. (MOBIETT, 2019)

### 3.2.2. İstanbul Kart ve Akıllı Ödeme Sistemleri

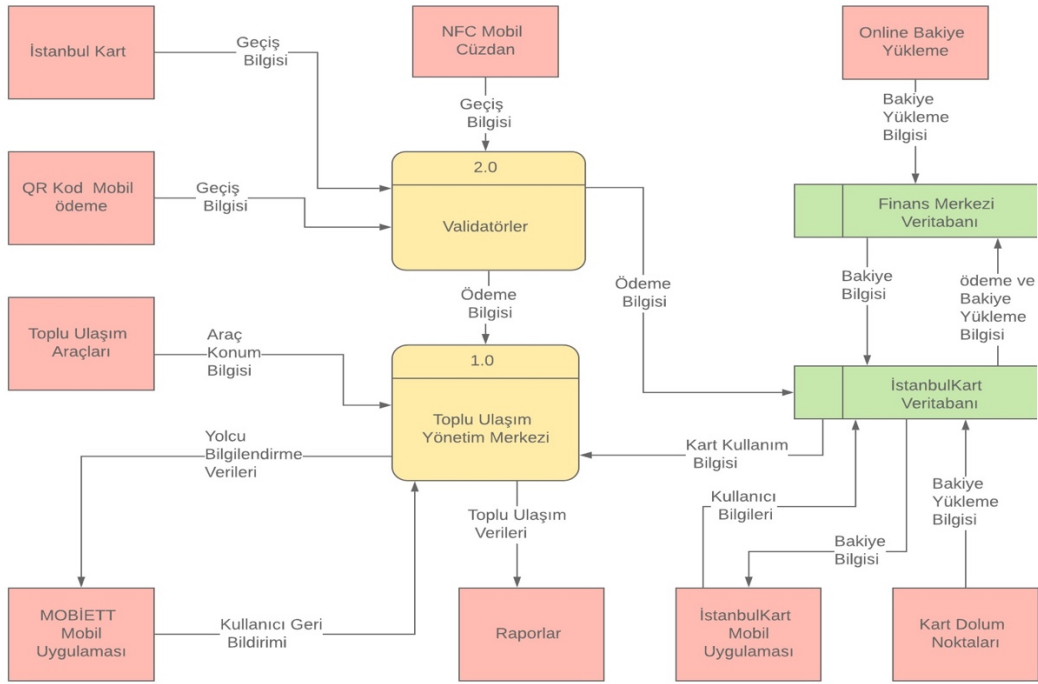
İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından İstanbulKart'ın geliştirilmesine 2007 yılında öncelikle kart işleticilerin ve kullanıcıların ihtiyaçlarına yönelik detaylı analiz ve tasarım çalışmaları yapılarak başlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda hızlı işlem yapılabilen, kullanımı kolay, uluslararası standartlara uyumlu, yüksek güvenlik sunan ve çoklu uygulama desteği veren kartlara odaklanılmış, elektronik bilet sistemlerinde belirleyici unsur olan işlem hızı konusuna öncelikli olarak dikkate alınmıştır. İşlem hızı, yüksek güvenlik, kullanım kolaylığı, elverişlilik gibi kriterleri sağlayan İstanbulKart geliştirilmiştir. Toplu ulaşım kullanıcıları İstanbulKart ile İBB'ye ait otoparklarda otopark ücretlerini ödeyebilmektedir. İstanbulKart üyelik işlemlerinde kullanılabilen, çok fonksiyonlu şehir kartı olarak tanımlanmaktadır. Ulaşım başta olmak üzere birçok hizmet noktasında kullanılması hedeflenmekte, içerisine yüklenen bakiye bitince tekrar doldurulabilmekte ve kişiye özel hale getirilmesi sayesinde çeşitli uygulamalarının kullanımına olanak sağlamaktadır. İstanbul'da toplu ulaşımı sık kullanmayan veya şehre dışardan gelenler için düşük maliyetli, içerisinde belirli sayıda sınırlı geçiş hakkı tanıyan elektronik bilet de kullanılmaktadır. Elektronik biletler, dolandırıcılığın azaltılması, servis, bakım, işletme maliyetlerinin düşürülmesi ve sistem verimliliğinin artırılması gibi avantajlar sağlamaktadır. İstanbul'da akıllı ödeme alanında yapılan diğer bir çalışma da NFC ile ödeme sistemidir. Bu sistem bazı duraklarda pilot uygulama olarak çalışmaya başlamıştır (Maden, 2010: 248-252).



Şekil 11: İstanbul Kart Uygulaması

İstanbul'da hizmet veren bazı metro ve metrobüs duraklarında QR kod ve NFC sistemi ile ödeme sistemleri kullanılabilir. Ancak bu hizmet çok yaygın değildir. Kart kullanmayan veya kullanmak istemeyen yolcular akıllı telefonları ile toplu ulaşım araçlarında ödeme yapabilmektedir. Şekil 11'de uygulamanın ekranları gösterilmiş, solda harcama detayı, ortada NFC ile bakiye sorgulama, sağda bakiye yükleme ekranı gösterilmiştir. İstanbulKart uygulaması ile bakiye yüklenebilmekte, karttaki bakiye görülebilmektedir. Bu uygulama kullanıcıya yolculuk esnasında kartındaki bakiyeyi görme ve gerektiğinde artırma imkanı sağlamaktadır. İstanbulKart İstanbul da hizmet veren bütün toplu ulaşım araçlarına entegre çalışmaktadır (İstanbul Kart Uygulaması).

MOBIETT, Toplu ulaşım araçlarını bir bütün halinde sisteme entegre olarak sunabilmektedir. Diğer ulaşım uygulamaları İTaksi, İServis ve İBisiklet'e yönlendirme bağlantısı ile geçiş yapılmaktadır. Ayrıca kullanıcılara rotaya abonelik yapma imkanı sunmaktadır. Rota aboneliği yapan kullanıcılar abone oldukları rotaları indirimli kullanmaktadır. Bu uygulama kullanıcının davranışlarını analiz ederek kullanıcıya en uygun rotayı sunmaktadır. (Akıllı Şehirler Beyaz Bülteni, Çevre ve Şehircilik bakanlığı, 35-53)



Şekil 12: İstanbul Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Diyagramı

İstanbul'da İstanbulKart uygulaması ile sağlanan akıllı ödeme hizmeti arka planında kullanılan gelişmiş teknolojiler sayesinde sağlıklı veri akışı sağlanmaktadır. Otobüslerde kullanılan validatörlerle, istasyonlarda yolcu geçişini sağlamak için kullanılan turnikelerde kullanılan validatörler temelde aynı teknolojiyi kullanmaktadır. Ancak bazı duraklarda NFC ve QR kod teknolojisi ile geçiş sağlayan validatörler bulunmaktadır. Kullanılan teknolojiler, toplu ulaşım yönetim merkezi, akıllı kart veri tabanı, finans merkezi ve mobil uygulamaların veri tabanı arasında veri akışını gerçekleştirmektedir.

İstanbul'da araçlarda bulunan GPS vericileri araçların konumunu yönetim merkezine bildirmekte, yönetim merkezi bu sayede araçları takip edebilmektedir. Validatörler aracılığı ile akıllı kartlardan RFID teknolojisi kullanılarak elde edilen veriler mobil internet teknolojisi kullanılarak Akıllı Kart veri tabanına iletilmektedir. İletilen bu veriler daha sonra yönetim merkezi, banka ve mobil uygulama veri tabanına aktarılmaktadır. Yönetim merkezi elde ettiği verileri mobil uygulama veri tabanına göndererek Yolcu Bilgi Sistemi aracılığı ile toplu ulaşım kullanıcılarının seyahat bilgisi edinmesi sağlanmaktadır (BELBİM, 2017: 18-29). Bu sistemin veri akış modeli şekil 12'de gösterilmiştir.

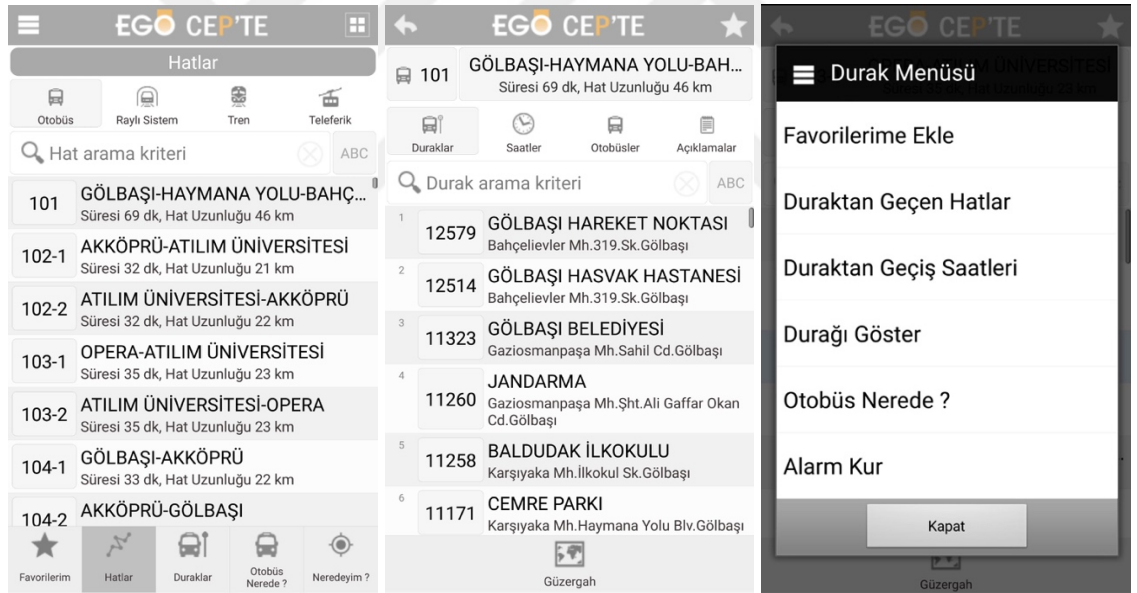
### **3.3. EGO Cepte Ankara Şehir İçi Toplu Ulaşım Bilgi Sistemi**

Ankara büyükşehir belediyesi tarafından geliştirilen bu uygulama Ankara'da toplu ulaşım hizmeti veren otobüs, raylı sistem, tren, teleferik gibi toplu ulaşım araçlarının tamamına entegre çalışan Android, ve IOS işletim sistemi bulunan mobil telefonlarda hizmet veren bir Yolcu Bilgilendirme Sistemi mobil uygulamasıdır. Bu uygulama toplu ulaşım kullanıcılarına hat bilgisi, araç konum bilgisi, durak bilgisi, hangi duraktan hangi hattın geçtiği, ne kadar süre sonra durakta olacağı bilgisi, favorilere ekleme, alarm kurma gibi bilgilendirmelerin yanında Ankara Kart dolun noktaları bilgisi ve kredi kartı ile bakiye yükleme hizmeti vermektedir. Ankara'da toplu ulaşımında akıllı kart ve NFC mobil cüzdan kullanılarak ödeme yapılmaktadır. Ankara kart olarak adlandırılan bu kart kamu kurumları tarafından Ankara içerisinde hizmet sağlanan toplu ulaşım araçlarının tamamına entegre çalışmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019).



### 3.3.1. EGO Cepte Yolcu Bilgilendirme Sistemi Uygulaması

Bu uygulamanın öne çıkan özelliklerini değerlendirildiğinde, toplu ulaşım araç türlerinin tamamının sisteme entegre olduğu görülmektedir. Özellikle toplu ulaşım araçları ile ilgili plaka bilgisi, araç kapasitesi, iklimlendirme sistemi, aracın fiziki özellikleri, engelli uygunluğu, ve dolu veya boş olma durumunun kullanıcıya sunulması uygulamanın öne çıkan en dikkat çekici özellikleri olarak görülmektedir. Hatlar, duraklar ve otobüsüm nerede menülerinin yanı sıra uygulama üzerinden Ankara Kart bakiyesinin görülebiliyor olması uygulamanın önemli özellikleridir. Uygulama ilk açıldığında Şekil 3'te sol tarafta görülen ekranda görüldüğü gibi ana sayfa olarak hatlar ekranı karşımıza çıkmaktadır. Hatlar menüsünün üst bölümünde ulaşım araç türü seçildikten sonra hatlar rastgele sıralı bir şekilde görünmekte, ekran üzerinde kaydırma yaparak yada hat arama kriterleri bölümünden hat numarası yazılarak hat seçilebilmektedir.



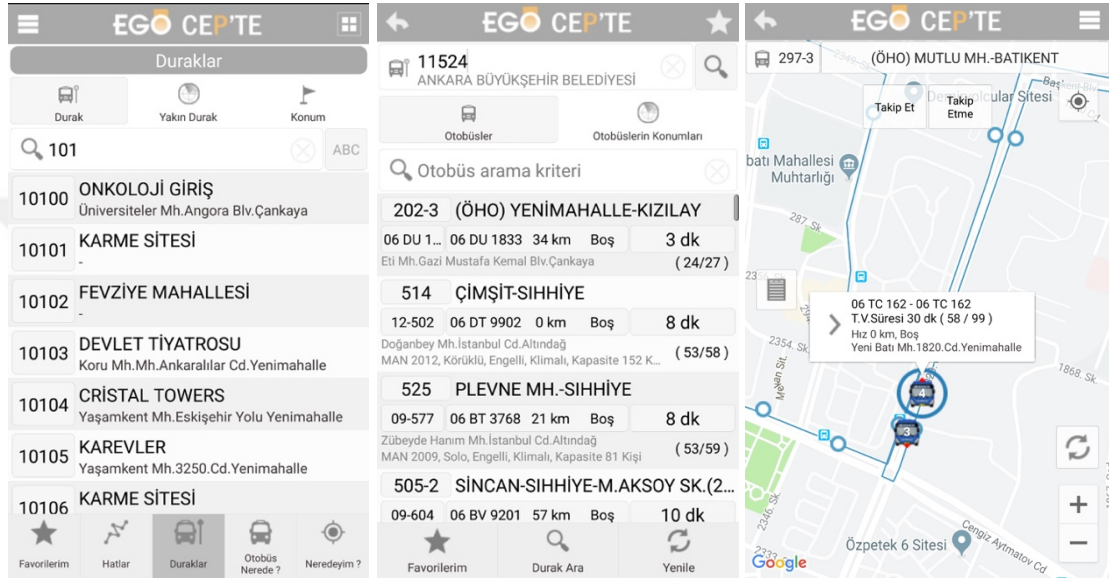
Şekil 13: EGO Cepte Mobil Uygulaması Hatlar Menüsü

Hat seçildikten sonra Şekil 13'te ortada görülen ekrana yönlendirilmekte, bu ekranda seçilen hattın geçtiği duraklar sıralanmaktadır. Yine aynı sayfada araçların hareket saatleri saatler sekmesi ile gösterilmekte, otobüsün size en yakın ilk duraktan kaç dakika sonra geçeceğini otobüsler sekmesi altında göstermektedir. Güzergah sekmesinde ise harita üzerinde otobüsün konumu gösterilmektedir. Her hangi bir durak seçildiğinde Şekil 3'te sol tarafta görülen sekme açılmakta, favori ekleme, duraktan geçen hatlar,



duraktan geçiş saatleri, otobüsün nerede olduğu, durağın konumu ve alarm kurma seçenekleri ile karşılaşılmaktadır. Bu uygulamada ulaşım ücreti, yürüme mesafesi aktarma bilgisi gibi bilgilerin olmadığı görülmektedir.

Şekil 14'te solda gösterilen menü ekranı duraklar menüsüdür. Bu menüde durak numarası yazılarak yada mobil cihazların konum bilgisi açılarak yakın duraklar sekmesinden kullanıcının konumuna en yakın duraklar sıralanmaktadır.



Şekil 14: EGO Cepte Mobil Uygulaması Duraklar Menüsü

Sıralanan duraklardan her hangi biri seçildiğinde Şekil 14'te ortadaki menüde görüldüğü gibi o duraktan geçen araçlar sıralanmaktadır. Bu sayfada araçların plaka bilgisi, markası modeli, engelliye uygun olup olmadığı, toplam yolcu kapasitesi, anlık hızı ve durağa tahmini varış süresi verilmektedir. Otobüslerin dolu yada boş olduğuna dair sayı verilmeden dolu yada boş bilgisi bu bölümde verilmektedir. Her hangi bir araç seçildiğinde, araçla ilgili detaylı bilginin verildiği yeni bir sayfa açılmakta, bu sayfada araçların konum bilgisi Şekil 14'te sağda ki sayfada ki gibi görüntülenebilmektedir.

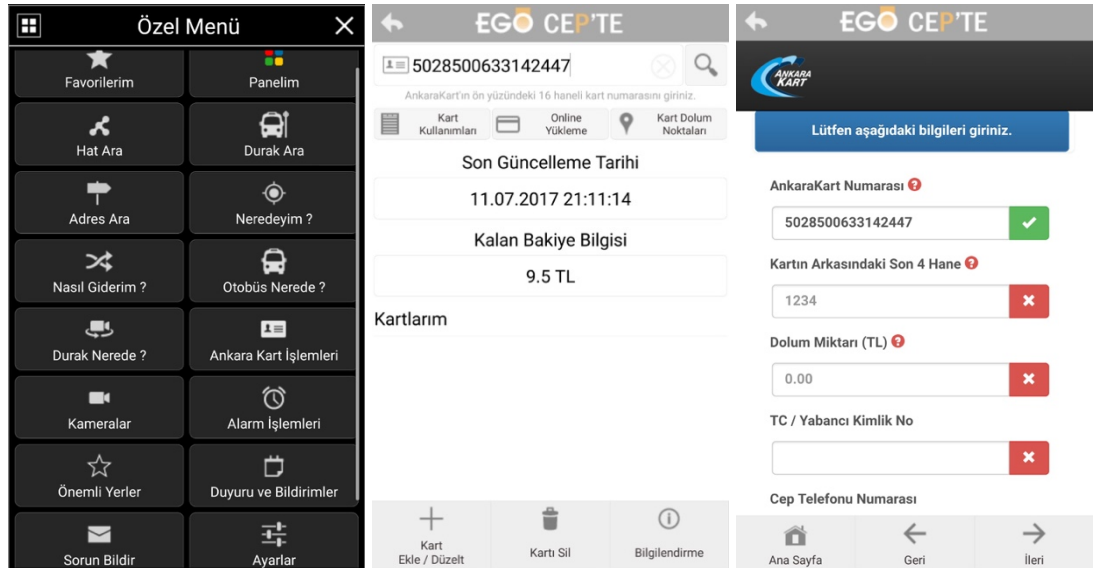
Otobüsüm nerede menüsü Şekil 15'te soldaki ekrana yönlendirme yapmaktadır. Bu ekranda araçlarla ilgili bilgilere erişebilmek için durak numarası yazılması gerekmektedir. Kullanıcı bulunduğu durağı yada bilgi almak istediği durağın numarasını yazdığı anda o duraktan geçecek araçlar en yakın zamanda geçecek araçtan başlayarak sıralanmaktadır. Bu ekranda otobüslerin konumlarına da ulaşılabilir. Her hangi bir araç seçildiğinde Şekil 15'te ortadaki ekrana yönlendirme yapılmakta, bu

ekranda araç ile ilgili detaylı bilgiler verilmekte, üstte yer alan sekmelerden sefer saatleri ve aracın geçeceği durakların gösterildiği sayfalara gidilmektedir. Aynı zamanda seçilen aracın konumu detaylı bilgisi ile birlikte Şekilde 15’te sağdaki ekranda olduğu gibi gösterilmektedir.



Şekil 15: EGO Cepte Mobil Uygulaması Otobüsüm Nerede Menü

EGO Cepte uygulamasının ana sayfasında sağ üst köşede ki kare ikona tıklandığında Özel Menü sayfasına geçiş yapılmaktadır.



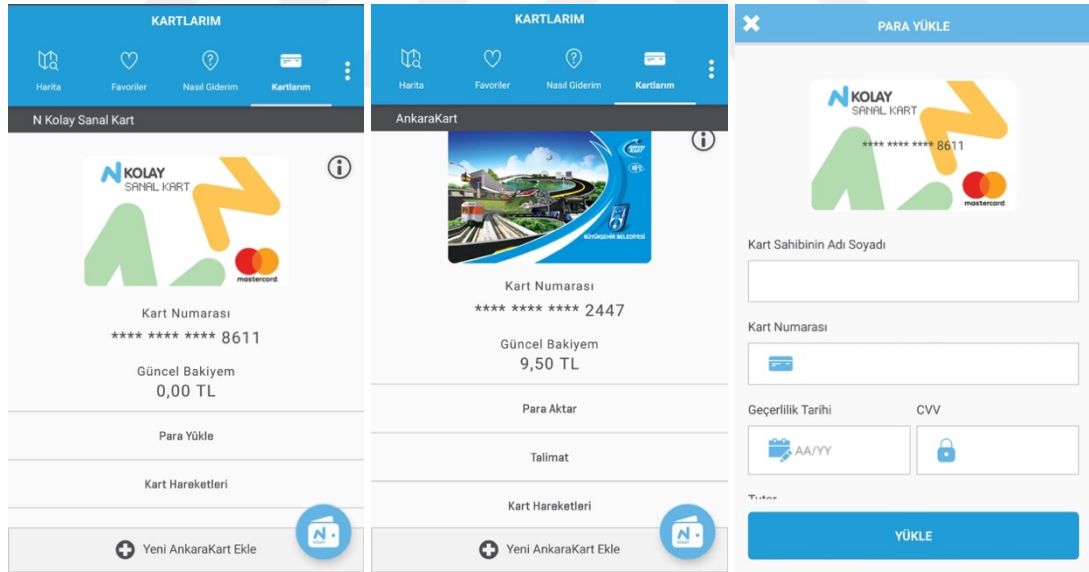
Şekil 16: EGO Cepte Mobil Uygulaması Ankara Kart Menü

Şekil 16’da solda gösterilen bu ekrandan uygulamanın diğer özelliklerine ulaşmak mümkündür. Bu sayfada ana sayfada gösterilen menülerin yanı sıra favoriler, adres ara, nasıl giderim, durak nerede, kameralar (trafik kameraları), alarm, önemli yerler, duyuru ve bildirimler, ayarlar ve Ankara Kart işlemleri sayfalarına ulaşılmaktadır.

Özel Menü sayfasından Ankara Kart İşlemlerine geçildiğinde kart numaranız sistemde kayıtlı ise Şekil 16’da ortada ki sayfada kartınız ile ilgili bakiye bilgisi, kart kullanım bilgisi ve kart dolun noktaları bilgisine erişilmektedir. Üstte yer alan sekmeden online yükleme sayfasına geçilerek kredi kartı ile online yükleme yapılabilmektedir. Şekil 16’da sağdaki ekranda gösterilmiştir (EGO Genel Müdürlüğü, 2019).

### 3.3.2. Ankara Kart Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi

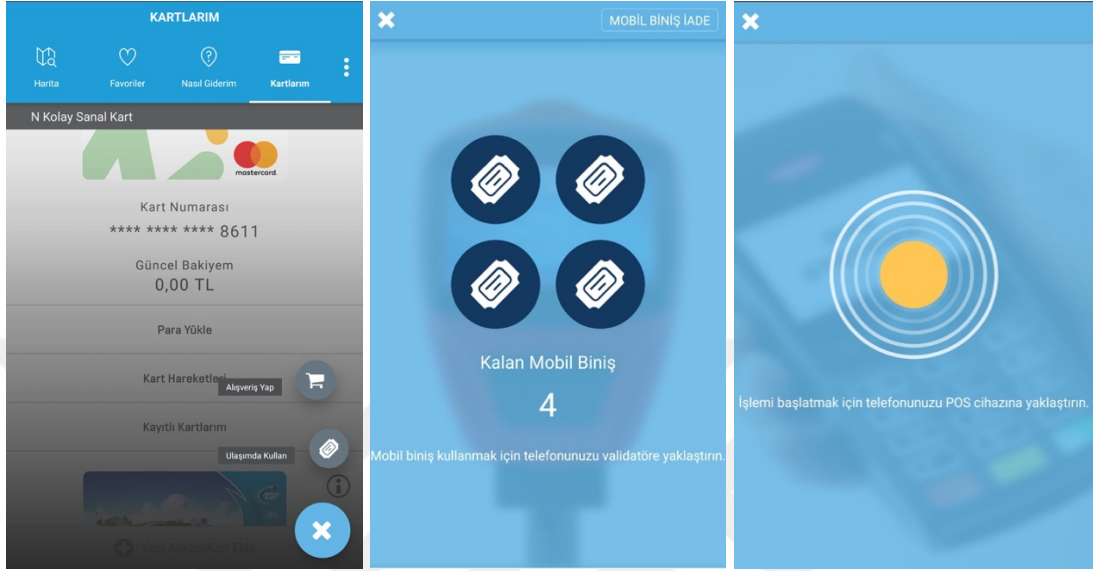
Ankara da toplu ulaşım da Akıllı kart ve ödeme sistemi olarak Ankara Kart kullanılmakta, RFID ile kartlı ödeme ve NFC sistemi kullanılmaktadır. Ödeme kartı olarak Serbest, İndirimli, tam ve kullan at olmak üzere dört çeşit Ankara Kart bulunmaktadır.



Şekil 17: Ankara Kart Mobil Uygulaması

Ankara Kart’lar alışveriş içinde kullanılabilir. Ankara Kartın alışverişte kullanılabilmesi için Ankara Kart mobil uygulamasının mobil telefonda yüklenmiş olması gerekmektedir. Ankara kart mobil uygulaması yüklendikten sonra kişisel bilgiler girilerek üyelik oluşturulmakta ve sisteme giriş yapılmaktadır. Üyelik oluşturduktan Şekil 17’de soldaki ekranda görüldüğü gibi sistem sanal kart tanımlamakta, tanımlanan

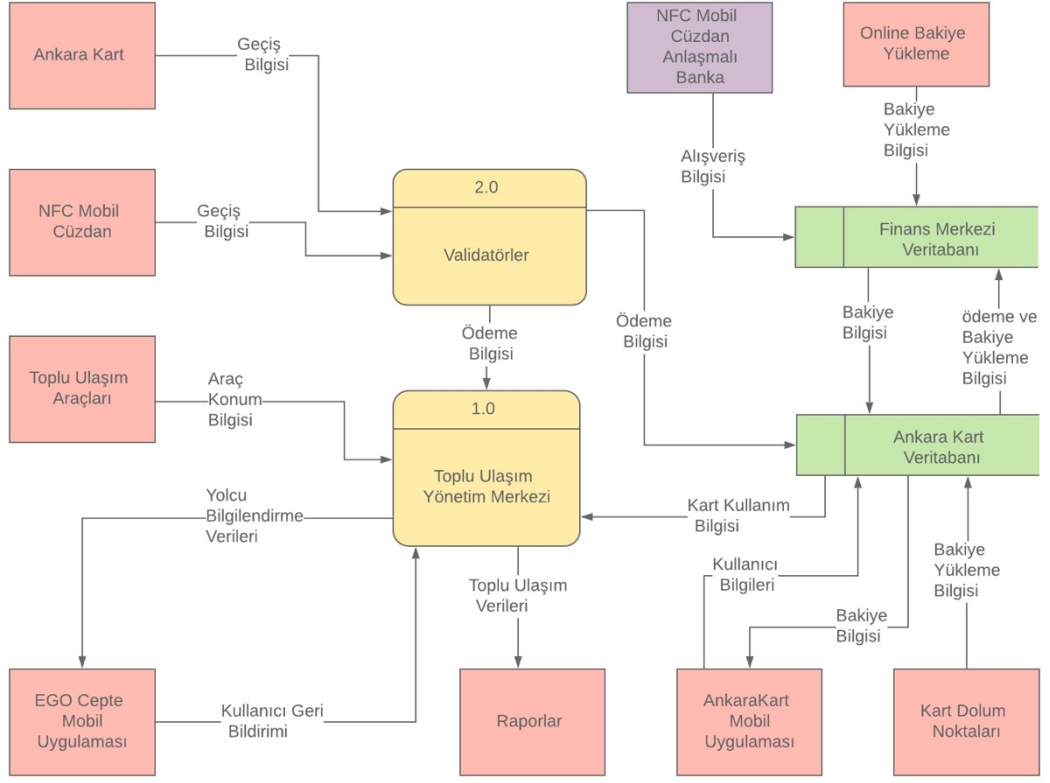
sanal karta kredi kartı kullanılarak bakiye yüklemesi yapılabilmektedir. Eğer mevcut bir Ankara kart var ise bu kart sisteme tanımlanabilmektedir. Sisteme tanımlı kartlarda bulunan bakiyelerle NFC sistemi kullanılarak ulaşım ödemesi yapılabilmekte, NFC özellikli post cihazı bulunan mağazalardan alışveriş yapılabilmektedir.



**Şekil 18:** Ankara Kart Mobil Uygulaması Online Alışveriş Menüsü

Uygulamanın anasayfa ekranında Sağ alt kısımda bulunan N ikonuna tıklandığında Şekil 18’deki ekran gelmektedir. Bu ekrandan seçim yapılarak ulaşım yada alışverişte kullanılan ekrana geçiş yapılarak NFC ile ödeme yapılabilmektedir (Ankara Kart). Ankara’da kullanılan Şehir İçi Ulaşım Bilgi Sisteminde altyapı Ankara Büyükşehir Belediyesi’nin iştirak şirketi EGO tarafından sağlanmaktadır (EGO Genel Müdürlüğü, 2019).

Kullanılan ödeme araçları, araçlarda ve duraklarda bulunan validatörler vasıtası ile ulaşım ücretlerinin toplandığı ve ödeme sistemi veritabanının ulaşım ücretleri ile ilgili ödeme bilgilerini banka ve Toplu Ulaşım Yönetim Merkezi ile paylaştığı oluşturulan veri akış diyagramında da görülmektedir. Toplu Ulaşım Yönetim Merkezi araçlardan, akıllı kart veritabanından ve mobil uygulamalardan elde ettiği verileri mobil uygulamalar aracılığı ile toplu ulaşım kullanıcılarına sunmakta, ürettiği raporlarla da yöneticilere değerlendirme imkanı sağlamaktadır.



**Şekil 19:** Ankara Şehir İçi Toplu Ulaşım Sistemi Veri Akış Ebeveyn Diyagramı

### 3.4. SAKUS Sakarya Akıllı Toplu Ulaşım Mobil Uygulaması

Sakarya'da kent içi ulaşım büyük ölçüde karayoluna dayalı olarak yapılmaktadır. Kentçi ulaşımında özel araç kullanımı çok yaygın olmakla birlikte toplu ulaşım araçlarını kullanma alışkanlığı da yaygındır. Belediye sınırları içinde belediye otobüsleri, özel halk otobüsleri, minibüsler ve dolmuşlar olmak üzere dört farklı toplu ulaşım sistemi bulunmaktadır. Toplu ulaşım hizmeti büyük ölçüde minibüs ve dolmuşlar tarafından verilmektedir (Elbeyli, 2012: 37).

Sakarya'da toplu ulaşımında Yolcu Bilgilendirme Sistemi olarak SAKUS mobil uygulaması kullanılmaktadır. Bu uygulama Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilmiştir. SAKUS uygulamasının yeni versiyonu 2019 yılı itibari ile yayınlanmaya başlamıştır.

Sakarya Ulaşım mobil uygulaması 2019 nisan ayı itibari ile Android ve IOS işletim sistemli cihazlarda kısmen çalışmaktadır. Ancak bu çalışmanın sakarya'da yapılıyor olması nedeni ile bu uygulamada incelenen uygulamalar arasına koyulmuş, Android

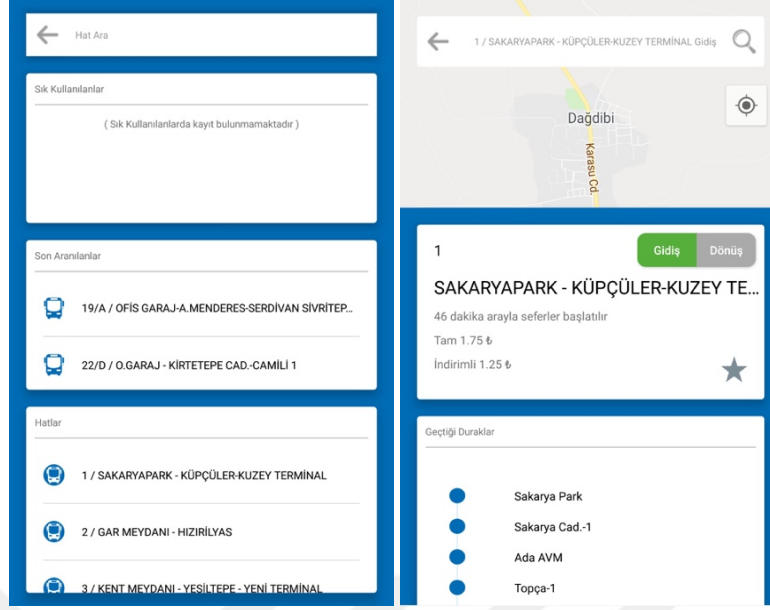
cihazlar üzerinden yapılan inceleme burada değerlendirilmiştir. Sakarya Ulaşım mobil uygulaması yeni geliştirilen bir mobil uygulama olduğu için bazı özelliklerin sağlıklı çalışmadığı ancak geliştirilebileceği ve sorunların giderilebileceği öngörülmektedir ve bu çalışmada yapılan değerlendirmeler bu bakış açısı ile yapılmıştır. Bu uygulamada öne çıkan hizmetler otobüsüm nerede, Nasıl Giderim, Akıllı Durak menüleri ve Ödeme sistemi ile ilgili işlemlerin uygulama üzerinden yapılabilmesi olmalıdır.



**Şekil 20:** Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması

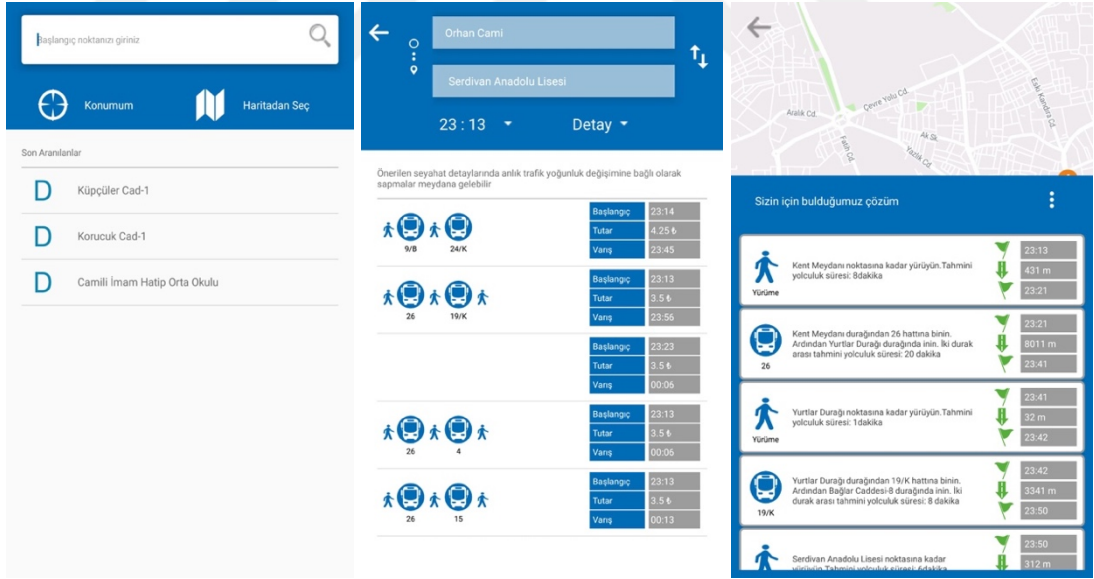
Uygulamada araçların mevcut konumu Şekil 21’de, otobüsüm nerede menüsü altında verilmekte, seçilen aracın konumu ve mevcut duraklar harita üzerinde gösterilmektedir. Ayrıca seçilen hattın ulaşım ücreti ve saat aralıkları bilgisi de gösterilmektedir. Arama seçeneğinden hat numarası ile aratarak, ya da hatlar listesinden hat seçilerek otobüsüm konumu harita üzerinde görülebilmektedir.





**Şekil 21:** Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Otobüsüm Nerede Menü

Yolcuların seyahatlerini planlaması yada hangi yöne hangi otobüsü kullanarak gideceklerini öğrenebilmeleri için Şekil 22’de görülen nasıl giderim menüsü oluşturulduğu mobil uygulamada görülmektedir.

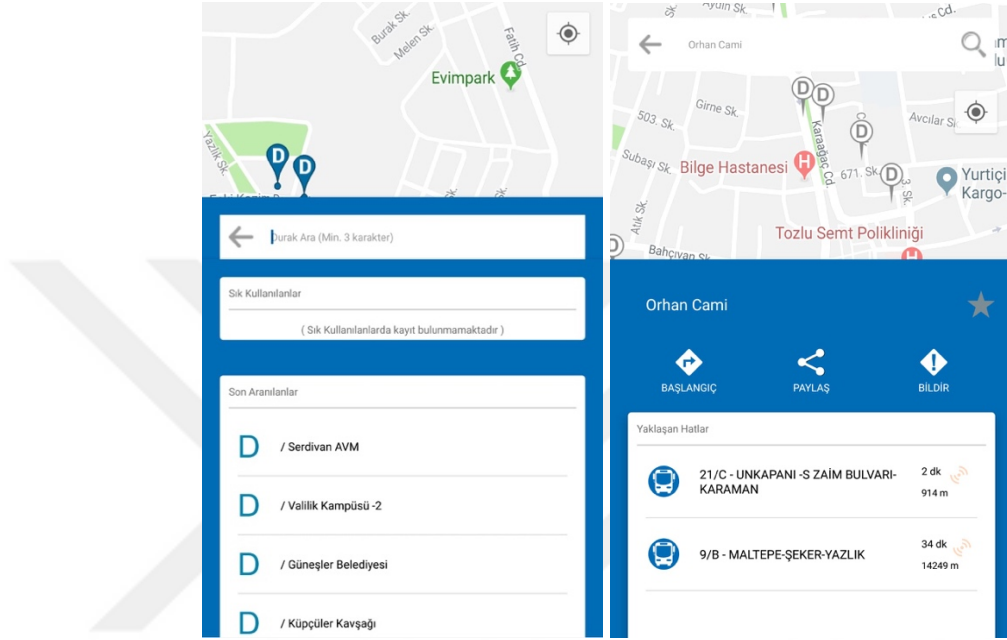


**Şekil 22:** Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Nasıl Giderim Menü

Bu menüde kullanıcı nereden nereye gideceğini seçtiğinde hat alternatifleri sıralanmaktadır. Aktarma, seyahat ücretleri ve seyahat süreleri bu sayfada kullanıcıya sunulmaktadır. Her hangi bir alternatif seçildiğinde hangi durağa yürüyeceği, hangi

hatta bineceği aktarmalarda ne kadar yürüyeceği tahmini sürelerle gösteriliyor olması kullanıcıların seyahatlerini planlamasına yardım eden önemli bir özelliktir.

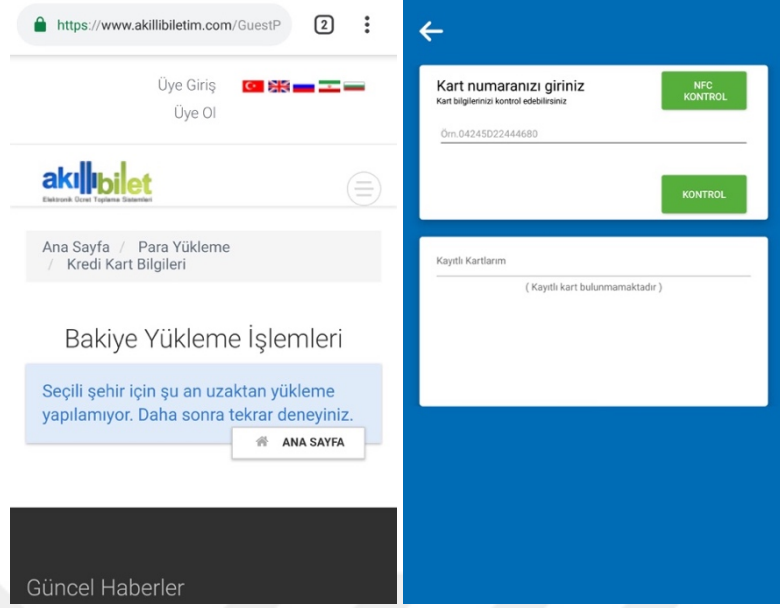
Uygulamadaki diğer önemli menü ise Akıllı Durak menüsüdür. Şekil 23’de görülen bu menüde seçilen duraktan geçen hatların tahmini varış süreleri gösterilmektedir. Kullanıcının ve araçların konumu gerçek zamanlı olarak uygulamada sunulmaktadır.



**Şekil 23:** Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Akıllı Durak Menüsü

Uygulama içerisinde akıllı kart ile ilgili olarak bakiye yükleme ve bakiye sorgulama menüleri bulunmaktadır. Bakiye yükleme menüsü bir elektronik ücret toplama şirketinin sitesine yönlendirmekte bu sistem aracılığı ile kart54 kartına bakiye yükleme yapılabilmektedir. Bakiye sorgulama menüsünde ise kart numarası girerek yada NFC özelliğini kullanarak NFC algılama özelliğine sahip kartlarda bakiye sorgulaması yapılabilmektedir (SAKUS, 2019).

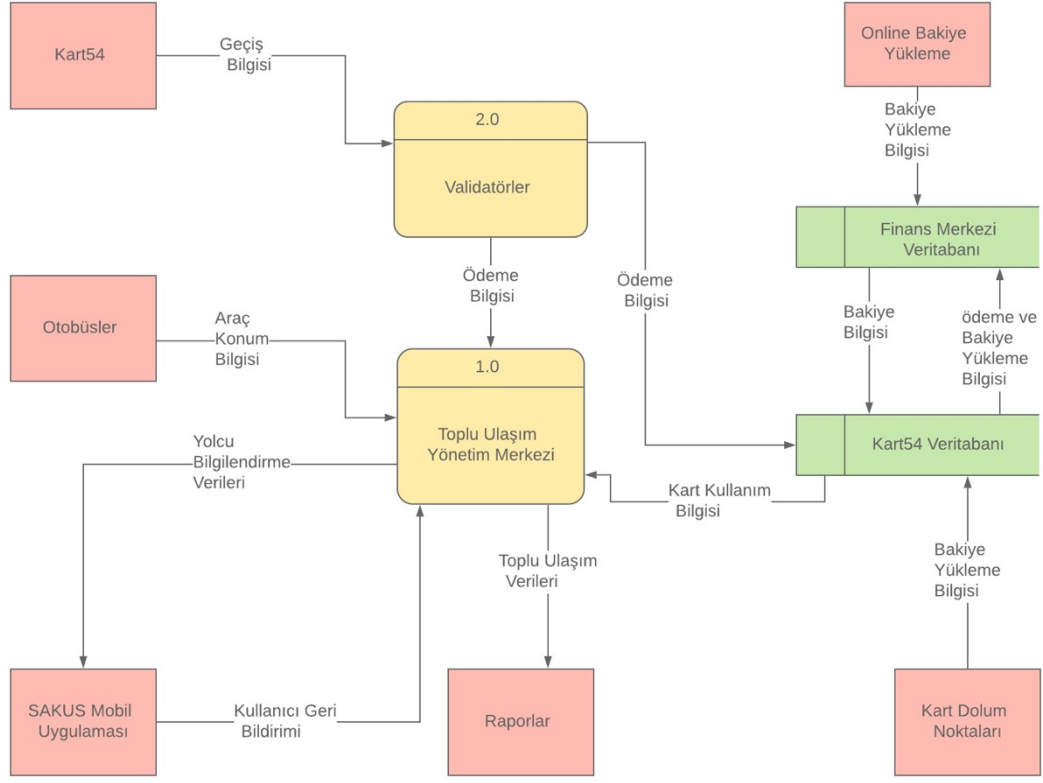




**Şekil 24:** Sakarya Ulaşım Mobil Uygulaması Kart54 Menü

Sakarya ulaşım mobil uygulamasında akıllı kart ve ödeme sistemi olarak kart54 kullanılmaktadır. NFC, QR kod yada kredi kartı ile ödeme sistemleri Sakarya da ulaşım ücreti ödemede kullanılmamaktadır. 2019 yılı itibariyle yaklaşık 420 bin kişi kart54 kullanmaktadır. Yaklaşık olarak 700 araçta validatör sistemi bulunmaktadır. Kart54 dolun noktası bayiler ve kiosklar aracılığı ile dolun yapılmaktadır. 115 bayi 10 kioks noktası kart54 dolun hizmeti vermektedir (SBB Ulaşım Daire Başkanlığı, 2009).

Sakarya'da kullanılan ATUS uygulamasında araçlarda kullanılan teknolojiler ulaşım yönetim merkezi, akıllı kart veri tabanı, banka ve mobil uygulama veri tabanı arasında veri akışı gerçekleşmektedir. Araçlarda bulunan GPS vericileri aracın konumunu yönetim merkezine bildirmekte, yönetim merkezi bu sayede araçları takip edebilmektedir. RFID teknolojisi kullanılarak validatörlerde okunan veriler mobil internet teknolojisi kullanılarak Akıllı Kart veri tabanına iletilmekte, iletilen bu veriler daha bir sonraki aşamada Toplu Ulaşım Yönetim Merkezi ve banka veritabanına aktarılmaktadır. Toplu Ulaşım Yönetim merkezi toplu ulaşım araçları ve çeşitli kaynaklardan elde ettiği verileri SAKUS aracılığı ile toplu ulaşım kullanıcılarının seyahat bilgisi edinmesi sağlanmaktadır. Bu sistemin veri akış modeli Şekil 25'de gösterilmiştir.

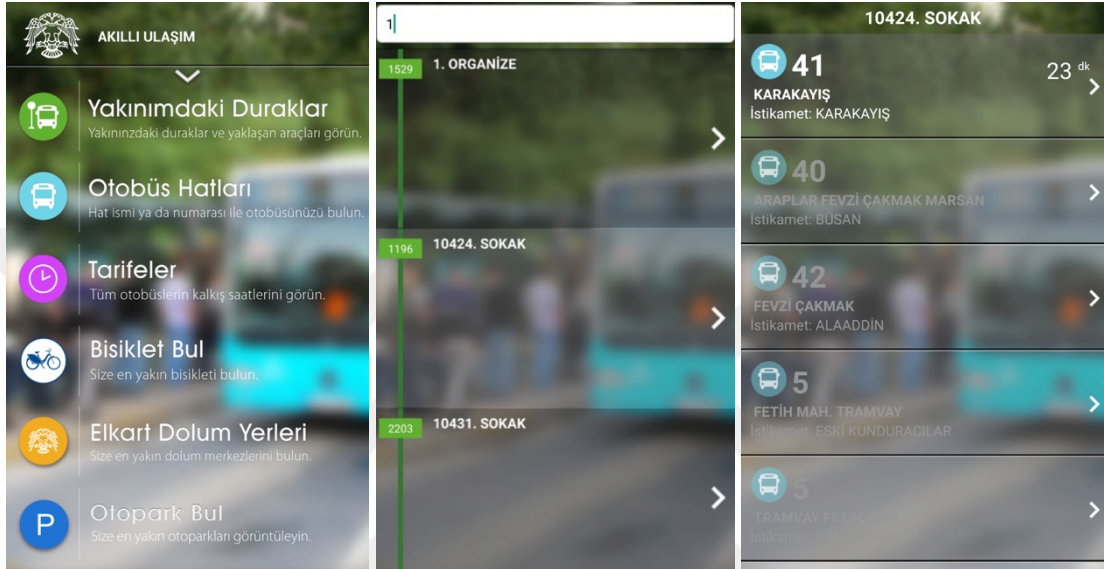


**Şekil 25:** SAKUS Sakarya Ulaşım Veri Akış Ebeveyn Diyagramı

### 3.5. Konya Akıllı Toplu Ulaşım Mobil Uygulaması

Toplu ulaşım kullanıcılarına kolaylık sağlaması amacıyla Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi'dir. Bu sistem yardımıyla Konya Büyükşehir Belediyesi toplu ulaşım hatlarının hangi güzergâhlardan geçtiğini, Otobüs hatlarına ait sefer zamanlarını, toplu ulaşım aracının beklenen ya da belirtilen durağa tahmini olarak kaç dakika sonra geleceğini, belirtilen adrese en yakın durakları toplu ulaşım kullanıcılarına sunmaktadır. Programın tam verimli çalışabilmesi için cihazda konum servislerinin açık olması gerekmektedir. Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi olarak Elkart kullanılmaktadır. RFID sistemi ile çalışan manyetik kartlara dolum noktalarından bakiye yüklenmekte, araçlarda ve raylı hatların duraklarında bulunan validatörlere okutularak ödeme yapılmaktadır. Konya uygulamasının içerisinde Şehir Rehberim, Belediyem ve Akıllı Ulaşım modülleri bulunmaktadır. Akıllı Ulaşım uygulaması akıllı telefonlarda hizmet verdiği gibi web ortamında da hizmet vermektedir (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2019)

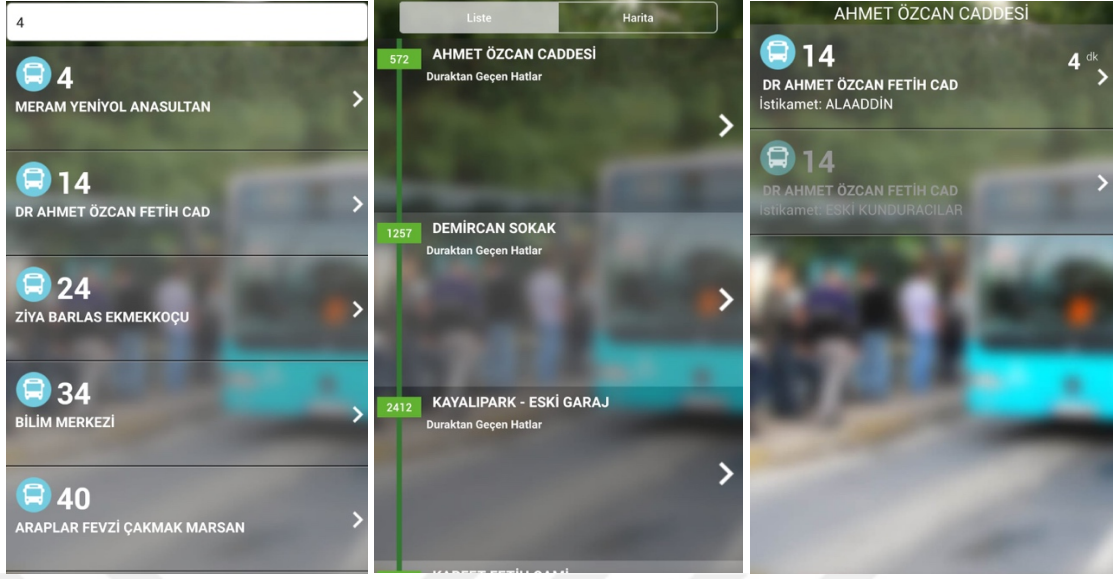
Konya Akıllı ulaşım uygulaması ana sayfasında altı adet menü bulunmaktadır. Yakınımdaki Duraklar, Otobüs Hatları, Tarifeler menülerini Yolcu Bilgi Sistemi uygulaması, Elkart Dolum Yerleri menüsü ise Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi uygulaması olarak değerlendirilebilir. Bu uygulamada en çok dikkat çeken özellik bisiklet ve otoparklarla ilgili bilgi vermesidir. bisiklet bul ve otopark bul menüleri incelenen diğer uygulamalarda nadir görülen özelliklerdir.



**Şekil 26:** Konya Akıllı Ulaşım Uygulaması Yakınımdaki Duraklar Menüsü

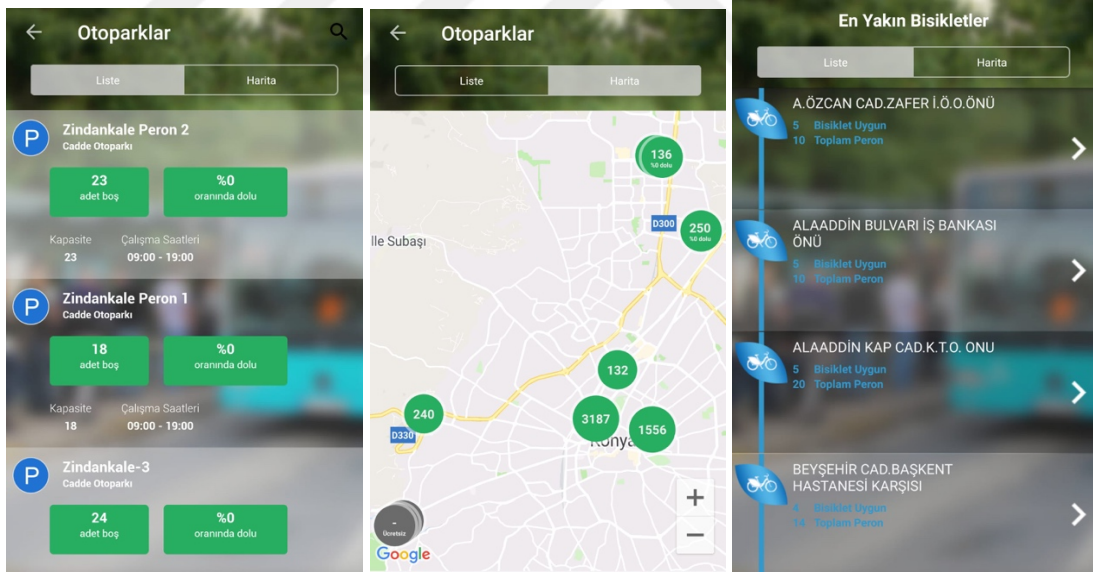
Konya Ulaşım uygulamasının Yakınımdaki duraklar menüsünde konum servisleri açık olan cihazlarda konuma en yakın duraklar gösterilmektedir. Şekil 26'da sağdaki ekranda görülen menüde araçlar liste halinde tahmini durağa varış süresi gösterilmekte, harita üzerinde gerçek zamanlı olarak araçların konumları verilmektedir.

Şekil 27'deki Otobüs hatları menüsünde hat numarası yazılarak hatlar ile ilgili bilgi görüntülenebilmektedir. Hat seçildikten sonra hattın geçtiği duraklar gösterilmekte ve hattın tahmini varış süresi görüntülenmektedir. Tarifeler menüsünde aynı mantıkla çalışmakta herhangi bir seferin tarifelerini görüntüleyebilmek için hat numarasını bilmek gerekmektedir.



**Şekil 27:** Konya Akıllı Ulaşım Uygulaması Otobüs Hatları Menüsü

Uygulamada Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri ile ilgili sadece Elkart dolun noktaları liste ve harita üzerinde gösterilmekte, bu bilgilendirmenin dışında herhangi bir bilgi verilmemektedir.



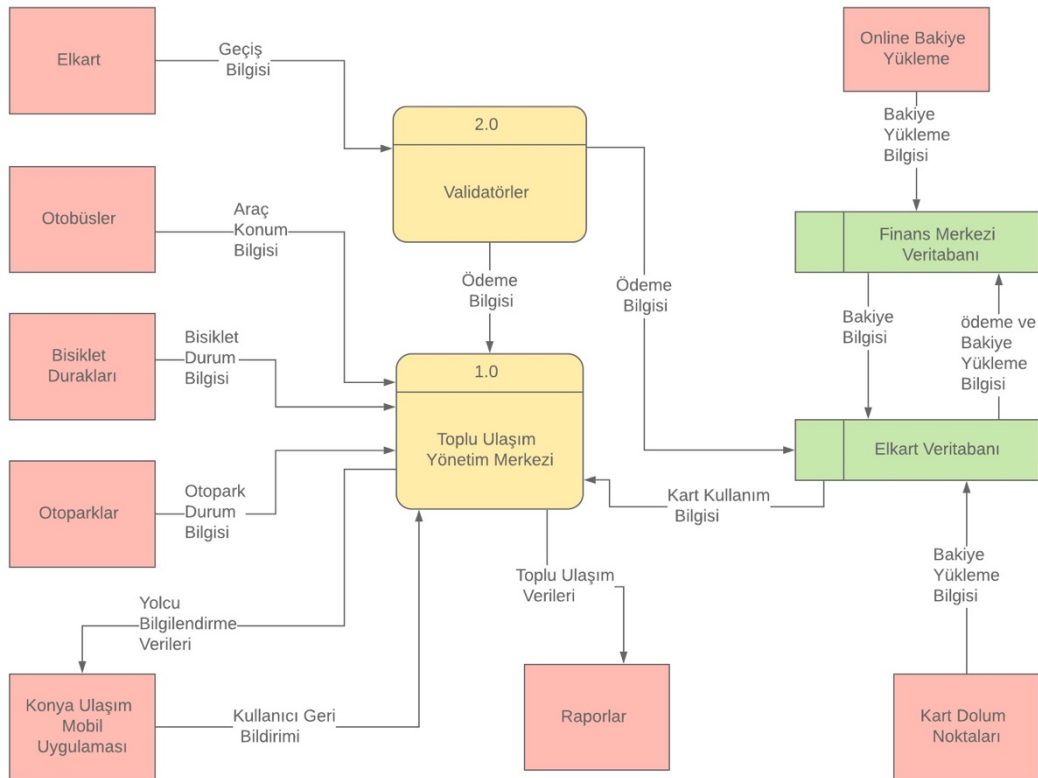
**Şekil 28:** Konya Akıllı Ulaşım Uygulaması Bisiklet Bul ve Otopark Bul Menüsü

Bu uygulamada farklı olarak Bisiklet Bul ve Otopark Bul menüleri öne çıkmaktadır. Otopark bul menüsünde büyükşehir belediyesine ait otoparkların konumları ve otoparklardaki boş park alanlarının sayısı gösterilmektedir. Bisiklet bul menüsünde hangi sokakta kaç adet kullanıma uygun bisiklet bulunduğu ve bisiklet peronlarının

sayısı verilmektedir. Her iki menüde de harita üzerinde otopark ve bisiklet peronlarının yerleri gerçek zamanlı olarak görüntülenebilmektedir. Şekil 28’de gösterilmiştir.

Bu iki menüde verilen hizmetlerin toplu ulaşım kullanımına teşvik edilmek amacı taşıdığı düşünülürse, kullanıcıların toplu ulaşım araçlarına ulaşmak için bisikletleri kullanabileceği ve yine toplu ulaşım aracından sonraki mesafeyi de bisikletle kat edebileceği tahmin edilmektedir. Bisiklet bul uygulamasının çevre ve insan sağlığına önemli ölçüde katkı yapacağı düşünülebilir. Otopark Bul uygulaması ile bireysel araç kullanıcılarının aracını park edeceği hedef noktayı önceden bilmesi sağlanarak araçların trafikte daha az dolaşması sağlanmaktadır. ayrıca bu uygulama eğer kullanıcılar araçlarına uygun yer bulup park edebilirlerse belirli mesafeleri toplu ulaşım araçları ile kat etmelerini de sağlayacaktır.

Şekil 29’da Konya Ulaşım uygulamasının veri akış diyagramında veri kaynakları, sistemin veri akışı ve son kullanıcıya bilginin nasıl ulaştığı özetlenmiştir.

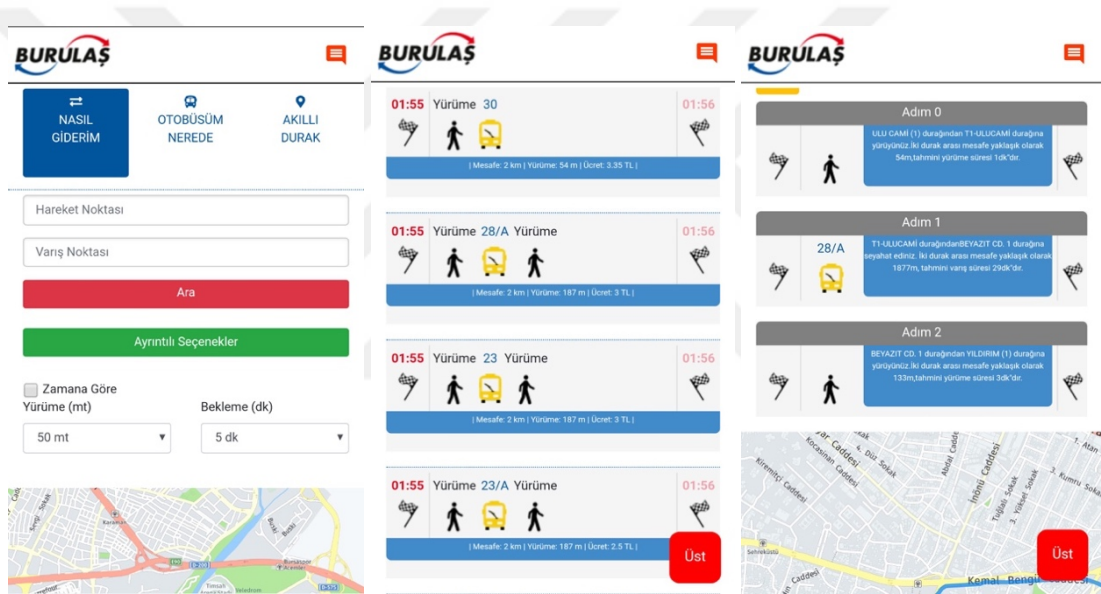


**Şekil 29:** Konya Akıllı Ulaşım Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Diyagramı



### 3.6. BURULAŞ Bursa Toplu Ulaşım Mobil Uygulaması

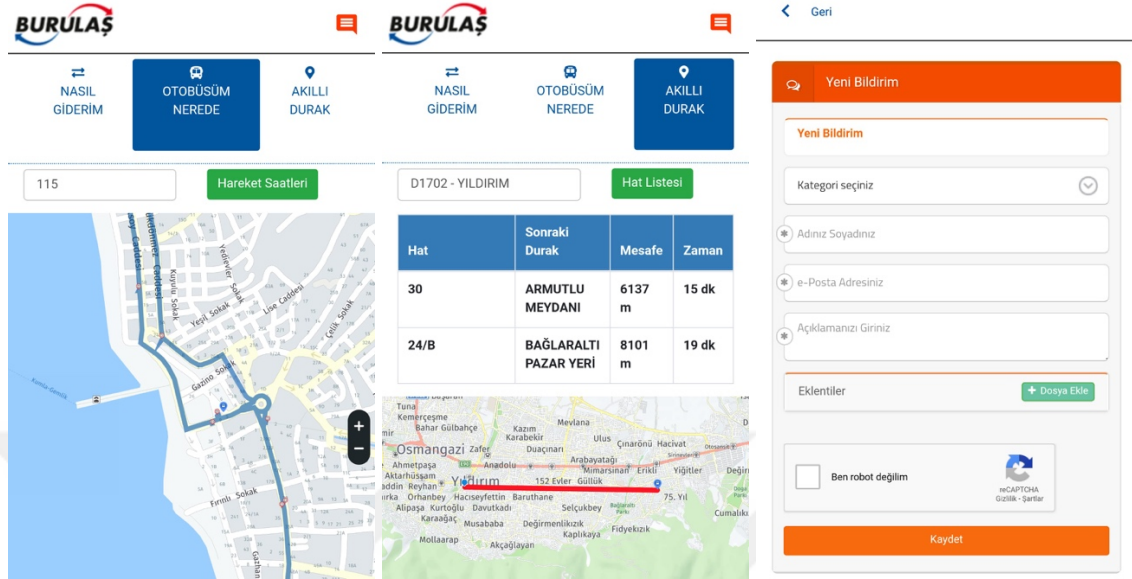
Bursa Büyükşehir Belediyesi BURULAŞ A.Ş. tarafından geliştirilen Ulaşım BURULAŞ uygulaması ile otobüslerin konumu, duraktan geçen hatların listesi gösterilmektedir. Bir noktadan başka bir noktaya hangi toplu taşıma araçları ile ne kadar sürede, nasıl gidilebileceği bilgisi sunulmaktadır. Seyahat planlaması yaparken, ilgili aktarma durakları, yolculuk süresi ve mesafesi bilgilerine ulaşılabilen, yolculuk güzergahı haritada görülebilmektedir. İstenilen durağa ait otobüs güzergahı bilgilerine, varış saatlerine ulaşabilmekte, Seçilen duraktan geçen hatlar görülebilmektedir. Bursa'da Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi olarak BursaKart kullanılmaktadır. (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2019)



Şekil 30: BURULAŞ Uygulaması Nasıl Giderim Menüsü

Bu uygulama incelenen diğer uygulamalara kıyasla daha sade ve az bilgi içermektedir. Şekil 30'da soldaki ekranda üst kısımda Nasıl Giderim, Otobüsüm Nerede, ve Akıllı Durak menüleri bulunmakta, sağ üst köşedeki menü ikonu ile geri bildirim formuna ulaşılmaktadır. Uygulama anasayfası nasıl giderim menüsü ile açılmakta, bu bölümde nereden nereye gidileceği yazılarak gidilmek istenen güzergahtaki otobüs hatlarına ulaşılmaktadır. Yeni bir sayfa açmadan sayfanın alt kısmında hatlar sıralanmakta, sayfayı kaydırarak hat bilgilerine ulaşılabilir. Hatlar ile ilgili yürüme mesafesi, toplam yolculuk mesafesi ve tahmini süresi, ödenecek ulaşım ücreti bilgisi, tahmini bekleme süresi ve aktarma bilgisi paylaşılmaktadır. Sayfanın alt kısmında ise harita

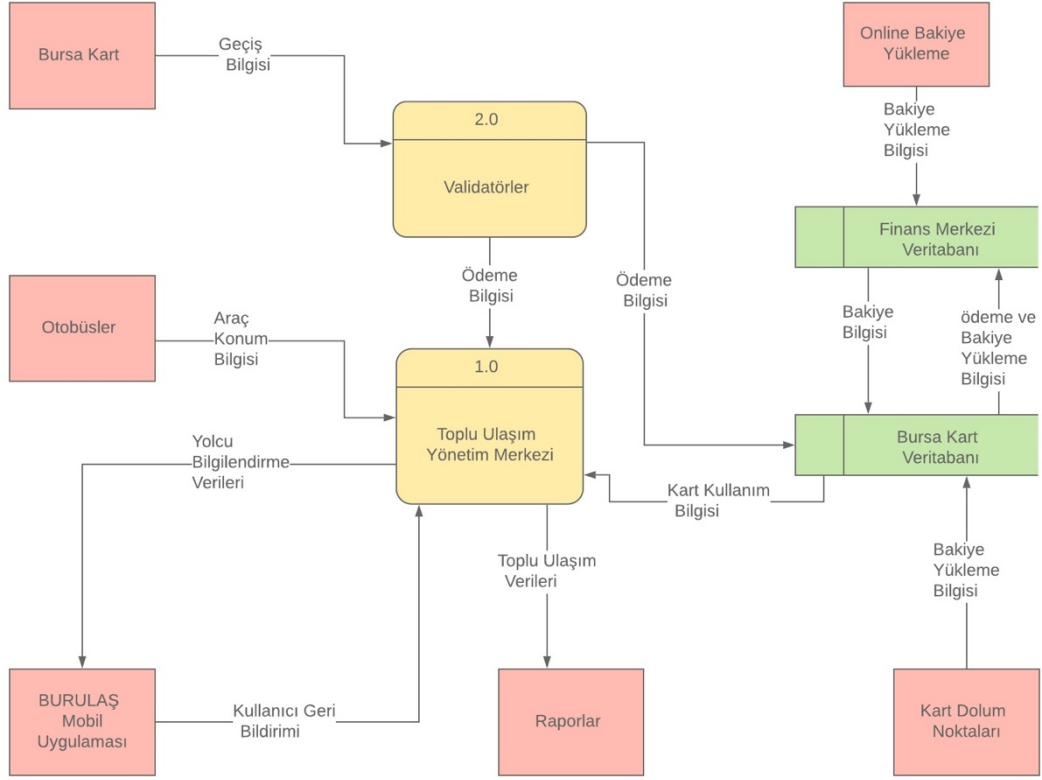
üzerinde hat güzergahı görülmektedir. Her hangi bir hat seçildiğinde o hatta gerçekleşecek yolculukla ilgili detaylı bilgilendirme yapılmaktadır.



**Şekil 31:** BURULAŞ Uygulaması Otobüsüm nerede, Akıllı Durak ve Geri Bildirim Menüsü

Şekil 31’de soldaki ekranda otobüsüm nerede menüsü gösterilmektedir. Bu menüde otobüsün nerede olduğunu görebilmek için otobüsün hat numarasını bilmek gerekmektedir. Hat numarası arama çubuğuna yazıldığında harita üzerinde otobüsün konumu gösterilmektedir. Ancak bu menüde otobüsün yolcunun bulunduğu noktaya ne kadar süre içerisinde geleceği bilgisi paylaşılmamaktadır. Şekil 31’de ortadaki ekranda akıllı durak menüsünde durak ismi aratılarak duraktan geçen hatlar listelenmektedir. Listelenen hatlardan harita üzerinde görüntülenmekte, hatların seçilen durağa kaç dakika sonra ulaşacağı bilgisi paylaşılmaktadır.

Şekil 31’de sağdaki ekran geri bildirim ekranıdır. Bu ekrana anasayfanın sağ üstün köşesinde bulunan menü ikonundan ulaşılmaktadır. Uygulamada akıllı kart ve ödeme sistemleri ile ilgili herhangi bir bilgi yer almamaktadır. Uygulamanın tanıtıldığı platformlarda sunulduğu ifade edilen hizmetlerin bir çoğu bu uygulamada mevcut değildir. Uygulamanın Veri Akış Diyagramında veri kaynakları ve verinin son kullanıcıya kadar ulaştığı süreç gösterilmektedir. Burada akıllı kart verileri, araç konum verileri ve mobil uygulamanın geri bildirim verileri sitemin dış kaynaklı verilerini oluşturmakta ve mobil uygulama üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır.



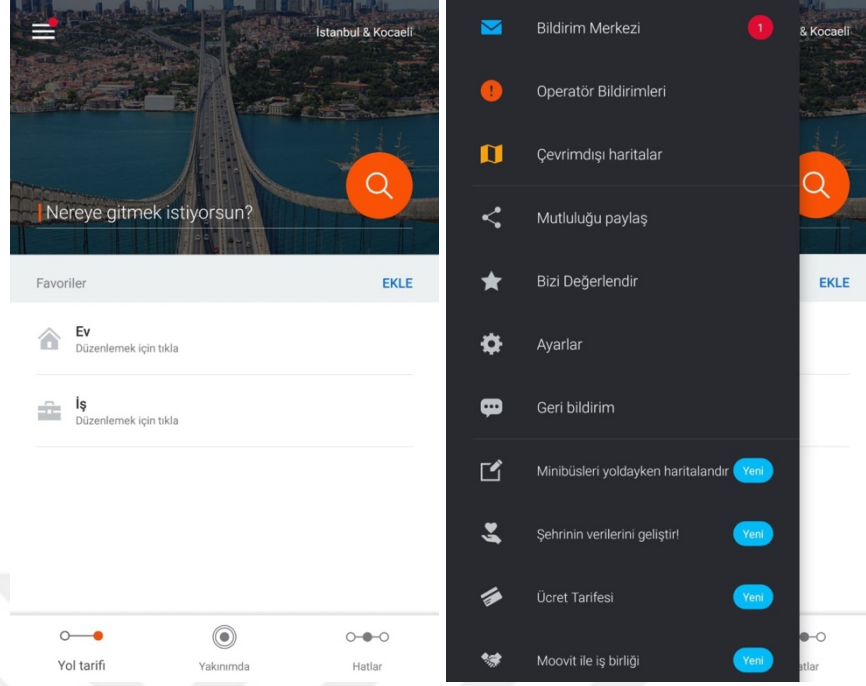
**Şekil 32:** BURULAŞ Akıllı Ulaşım Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Diyagramı

### 3.7. MOOVİT Toplu Ulaşım Taşıma Rehberi

Moovit, toplu taşımayı kolay hale getirmek için 2012 yılında geliştirilmiş, 88 ülkede 2700 den fazla şehirde entegrasyonu olan 42 dil seçeneği sunan bir uygulamadır. Dünya çapında 350 milyon kullanıcı bu uygulamayı kullanmakta, Türkiye’de 20 şehirde entegrasyonu bulunmaktadır. Moovit uygulamasının kullanıldığı şehirlerde bu uygulama ile yolculuk planlaması yapılabilmekte, otobüs, tren ve metro seferleri hakkında bilgi alabilmekte rota planlaması yapılabilmektedir (Moovit, 2019).

Moovit'in kullanıcılara gezinmesi kolay bir arayüz sunmaktadır. Web uygulamasında yol tarifi, hatlar ve bildirimler olmak üzere üç menü bulunmaktadır. Mobil Uygulamada favoriler, yol tarifi, yakınımda ve hatlar menüleri yer almaktadır. Açılır menüde ise bildirim merkezi, operatör bildirimleri, çevrimdışı haritalar ve uygulamanın temel özelliklerine ulaşılabilmektedir.

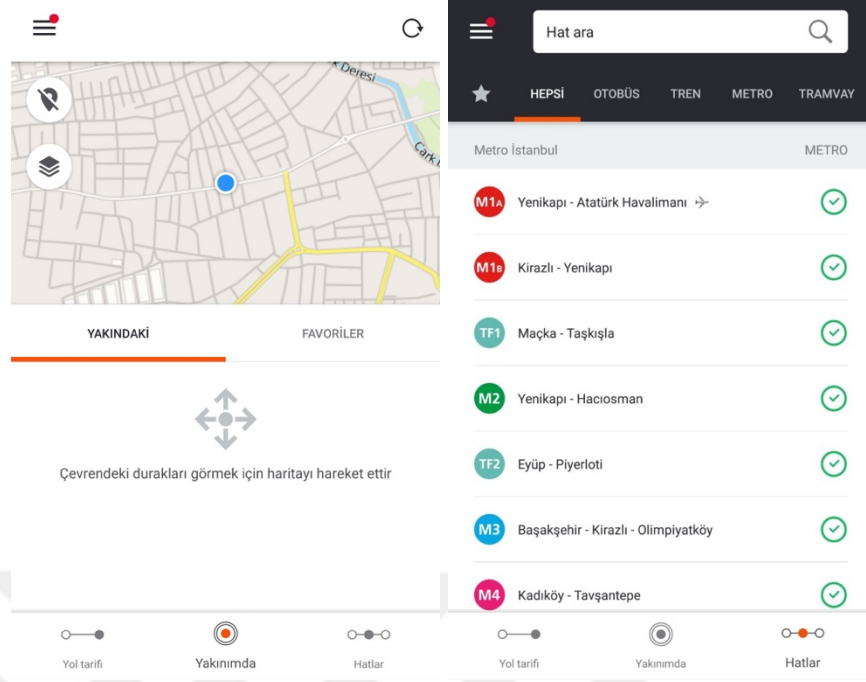




**Şekil 33:** Moovit Uygulaması Ana Menüleri

Nereye nasıl gideceğinizi planlamanıza yardım eden bu uygulamanın en önemli özelliği, uygulamanın desteklediği şehirlerdeki tüm toplu ulaşım araçlarının saat ve güzergâhlarının uygulama veri tabanında yer almasıdır. Uygulama menüsünde bulunduğunuz yeri ve gideceğiniz yeri yazdığınızda, size bulunduğunuz yerden geçen toplu taşıma araçlarının neler olduğu, bu toplu taşıma araçlarının size en yakın duraklarının nerede olduğu ve sizin en yakınınızdaki duraktan ne zaman geçeceği bilgilerini göstermekte detaylı yol tarifi ve alternatif seyahat rotaları sunmaktadır.

Uygulamanın hizmet verdiği bir şehirde, herhangi bir yerden başka bir yere gitmek isteyen bir yolcu internete bağlı mobil cihazında konum bilgisini açtığında uygulama konum bilgisinden harita üzerinde otomatik olarak yolcunun konumunu bulmaktadır. Gidilmek istenen yer uygulama menüsünden ya da harita üzerinden seçilerek seyahat alternatifleri ve rotalar görülebilmektedir. Uygulama yolcunun bulunduğu noktadan geçen ulaşım araçlarını, yürüme rotasını, araçların hat numaralarını ve yolcunun bulunduğu konuma en yakın duraktan ne zaman geçeceği gibi ayrıntılı bilgileri sunmaktadır.

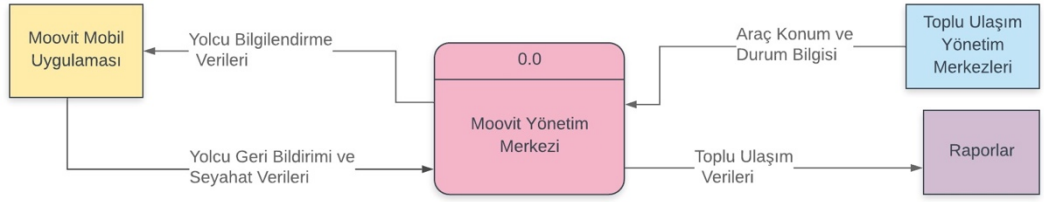


**Şekil 34:** Moovit Uygulaması Yakınımda ve Hatlar Menüleri

Uygulama seyahat esnasında yolculara gitmek istediği durağa yaklaştığında kalk uyarısı vermektedir. Bu özellik yolcuların iniş hazırlığı yapmasına ve durağı kaçırmamasına yardımcı olmaktadır. Uygulama Coğrafi konum servislerinin açık olması durumunda, Coğrafi konum takibi yapmakta, hangi yöne gidildiğini ayrıntılı olarak göstermektedir. Uygulamanın sağlıklı sonuçlar vermesi hücresel veri servislerinin açık olmasına gerekmektedir. Mobil uygulamanın kullanıldığı mobil cihazın konum tespitini yapamaması durumunda kayıtlı veriler üzerinden hizmet vermektedir. Bu da hatalı yönlendirmelere sebep olabilmektedir. Moovit, ortalama süre hesaplaması yaparak ulaşım aracının ne zaman yolcunun bulunduğu durağın konumuna geleceğini tahmin etmektedir. Nereye ne kadar sürede gidileceği, saat kaçta hedef durağa ulaşılacağı bilgisi vermesinin yanında yolculara seyahat esnasında yol durumu ile ilgili aktif bilgilendirme yapmaktadır. Bu sayede gecikmelere karşı yolcuları uarmaktadır (Moovit, 2019).

Moovit uygulaması özel sektör tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen ücretsiz bir uygulamadır. Bu uygulamanın en önemli avantajları dünyanın birçok bölgesinde kullanılabilir olması ve özel toplu ulaşım araçlarına da entegre olmasıdır. Moovit uygulaması veri kaynağı olarak şekil 34'te gösterildiği gibi, kullanıcılardan gelen verileri ve toplu ulaşım hizmeti sağlayan kurumlardan elde ettiği verileri

kullanmaktadır. Dünyanın geniş bir bölgesinde hizmet veren bu uygulama her bölgede veya şehirde toplu ulaşım hizmeti veren kurumlardan veri akışı sağlayamamakta yada kesintili kısmı verileri elde edebilmektedir. Temelde Moovit'in veri altyapısını, yolculardan gelen verileri kullanarak oluşturmaktadır. Yolcularda elde edilen veriler her zaman sağlıklı olmamakla birlikte Moovit yöneticilerinin kontrolünde olmayan veriler olabilmekte yada kesintili olabilmektedir. Uygulamaya hizmet vermek istemeyen Toplu Ulaşım hizmeti veren kurum ve kuruluşlar olduğunda yada kullanıcılardan yeterli veri gelmediğinde, bu durum yolcular için dezavantaja dönüşmekte, uygulamanın kullanılmadığı şehir ve bölgelerde yolcular başka bir uygulamayı kullanmak yada geleneksel yöntemler kullanmak durumunda kalmaktadır.



**Şekil 35:** Moovit Uygulaması Veri Akış Bağlam Diyagramı

## BÖLÜM 4: ATUS MODEL ÖNERİSİ

Bu bölümde Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri ile ilgili gerçek zamanlı bilgilendirme yapan bir mobil uygulama modeli önerilmektedir. Bu önerinin geliştirilmesinde literatür ve uygulamalardan yararlanılmış, uygulamalar karşılaştırılmıştır. Uygulamaların karşılaştırılmasının ardından gereksinim listesi oluşturulmuş, oluşturulan gereksinim listesi uzmanlarla mülakat yaparak geliştirilmiş yeni gereksinimler eklenerek gereksinim tablosu oluşturulmuştur. Karşılaştırmalar ve gereksinim listesinden çıkarılan sonuçlar doğrultusunda uygulamanın menüleri, yöneticilere sağlayacağı hizmetler ve uygulama arayüzü oluşturulmuştur. Yolcu Bilgi Sistemi uygulaması ve Akıllı kart ve Ödeme Sistemi modeli ve bu modellerin veri akış diyagramının oluşturulmasının ardından ATUS veri akış diyagramı oluşturularak geliştirilen model sunulmuştur.

### 4.1. İncelenen Uygulamaların Karşılaştırma Tablosunun Oluşturulması

İncelenen ATUS uygulamaları karşılaştırılarak önerilen ATUS modelinde sağlanacak hizmet ve özellikler belirlenmiştir.

**Tablo 2**

ATUS Uygulamaları Karşılaştırma Tablosu

Önerilen ATUS Modelinde Sağlanan Hizmetler ve Özellikler	KakaoBus (Seul)	MOBIETT (İstanbul)	EGO Cepte (Ankara)	SAKUS (Sakarya)	Konya Ulaşım	BURULAŞ (Bursa)	Moovit (Tüm Dünya)
Kamu kurumları tarafından geliştirilmiştir.		✓	✓	✓	✓	✓	
Özel sektör tarafından geliştirilmiştir.	✓						✓
Kullanıcı kaydı yapılmaktadır.	✓	Kısmen	Kısmen				✓
Kullanıcı profili menüsü vardır.	✓		Kısmen				✓
Kullanıcı ayarları yapılabilmektedir.	✓						✓
Misafir kullanıcı girişi yapılabilmektedir.	✓						
Akıllı kart ve ödeme sistemi menüsü uygulama içerisinde yer almaktadır.			✓	✓			
Akıllı kart ve ödeme sistemi uygulamasına yönlendirme yapılmaktadır.	✓	✓					
Noktadan noktaya yolculuk tarifi yapılmaktadır. (Nasıl Giderim Menüsü)	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Kullanıcıya en yakın durağın bulunması ve yol tarifi.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

(Yakınımdaki Duraklar/Akıllı Durak)							
Ulaşım aracının nerede olduğunu gösterme. (Otobüsüm Nerede Menü)	✓		✓			✓	
Hat ve durak listeleri	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Tarife listeleri.	✓	✓	✓	✓	✓		
Kamuya ait bisikletlerin nerede ne kadar olduğu ve ne kadarının kullanılabilir olduğu bilgisi. (Bisiklet Bul Menü)					✓		
Kamuya ait otoparkların konumu, kapasitesi ve boş park alanı bilgisi. (Otopark Bul Menü)		✓			✓		
Hızlı hat ve durak arama menüsü.	✓	✓			✓		✓
Harita üzerinde durakların konumunu gösterme.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Harita üzerinde araçların konumunu gösterme.	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Harita üzerinde bisikletlerin konumunu gösterme.					✓		
Harita üzerinde otoparkların konumunun gösterilmesi.		✓			✓		
Harita üzerinde kullanıcının konumunun gösterilmesi.		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hatların ortalama yolculuk süresinin gösterilmesi.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yolcunun seçtiği rotada yürüme mesafesinin gösterilmesi.	✓	✓	✓	✓		✓	
Aktarma bilgisi.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Toplam ödenecek ücret bilgisinin verilmesi.	✓	✓		✓		✓	
Araçlarda toplam yolcu kapasitesi bilgisi.	✓		✓				
Araçlardaki boş koltuk sayısının gösterilmesi.	✓						
Araçlardaki engelli aracı yerinin olup olmadığı bilgisi.	✓		✓				
Araçlardaki engelli yerinin uygunluğu bilgisi.	✓						
Araçlarda bisiklet bağlama yerinin olup olmadığı bilgisi.							
Araçlarda bisiklet bağlama yerinin uygun olup olmadığı bilgisi.							
Hangi toplu ulaşım araçlarına entegre olduğu bilgisi.	✓	✓	✓				✓
Yolculuk sırasında harcanacak ortalama kalori miktarı bilgisi.		✓					
Yolculuk sırasında kullanılan aracın çevreye yaydığı ortalama zararlı gaz miktarı bilgisi.		✓					
QR kod ile ödeme	✓						

NFC ile ödeme	✓	✓	✓				
Kredi kartı ile ödeme	✓						
Uygulama üzerinden bakiye sorgulama	✓	✓	✓	✓			
Uygulama üzerinden kredi kartı ile bakiye yükleme	✓			✓			
Herhangi bir platformdan kredi kartı ile bakiye yükleme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Sanal kart oluşturma			✓				
Manyetik kart ile ödeme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Tek kullanımlık bilet ile ödeme	✓	✓	✓		✓	✓	
Akıllı kart ile alışveriş yapma.	✓						
NFC ile alışveriş yapma.	✓		✓				
Kart dolun noktaları bilgisi.	✓	✓	✓	✓	✓		
Kullanım durumu raporları.	✓		✓				
Alarm özelliği.	✓		✓				✓
İleri tarihli yolculuk planlama özelliği.	✓						
Etkinlik ekleme özelliği.							✓
İnilecek durağa yaklaşıldığında sesli uyarma özelliği.	✓						✓

**Tablo 2:** ATUS Uygulamaları Karşılaştırma Tablosu

Karşılaştırma tablosunda önerilen uygulamada sağlanan hizmetlerin incelenen uygulamalarda sağlanıp sağlanmadığı karşılaştırılmıştır. Sağlanan hizmetler tik koyularak işaretlenmiştir. Ek uygulama kullanılarak sağlanan hizmetlerde var kabul edilmiş ancak bütün uygulamalarda kullanıcı kaydı yapmayan sistemlere kısmen ibaresi düşülmüştür.

#### 4.2. ATUS'un Sağlaması Gereken Hizmetler

Çalışmanın bu bölümünde önerilecek uygulamanın sağlaması gereken hizmetler belirlenmiştir. İncelenen uygulamaların özellikleri ele alınarak 15 maddelik hizmet gereksinimleri belirlenmiş, 12 kişilik bir uzman grubu ile tartışılmış, ATUS gereksinim tablosu oluşturulmuştur. Aşağıda belirtilen 15 madde uzman değerlendirmesine sunulmuş tartışılmıştır.

1. Mobil uygulama akıllı telefonlarda bulunan işletim sistemlerine uyumlu olacak şekilde geliştirilmelidir.

2. Kullanıcılar uygulamanın sağladığı gerçek zamanlı bilgileri kullanarak seyahatlerini planlayabilmelidir. Gerçek zamanlı erişim sağlanması hem yöneticilerin toplu ulaşım hizmetlerini düzenlemesi hem de kullanıcılar için seyahatlerini düzenlemesi için önem arz etmektedir.
3. Mobil uygulama, kullanıcılara, seçilen hattaki herhangi bir noktada başka bir noktaya toplu ulaşım alternatiflerinin vermeli ve istenen toplu ulaşım aracının tahmini varış zamanlarını sağlamalıdır.
4. Kullanıcılar ulaşım araçlarının konumunu, güzergah üzerindeki yerini, araçlardaki boş koltuk sayısı ve engelliler için uygunluğu gibi bilgileri alabilmeli, alternatifler geliştirebilmelidir.
5. Kullanıcılar durakların konumunu, güzergah üzerindeki yerini, kendi konumunun durağa olan mesafe tahminlerini, uygulama üzerinde görebilmelidir.
6. Uygulamanın kullanıcı girişi yapılarak kullanılması ve kullanıcıyı ilgilendiren bilgilendirmeler, uyarılar, önceden planlanmış seyahat kayıtları yapmasına olanak sağlayacak, kullanıcının sadece kendisi ile alakalı bilgilendirmeleri almasını sağlayarak kullanıcı memnuniyetini artıracaktır.
7. Uygulama, kullanıcının her gün belirli saatlerde kullandığı durak veya araç ile ilgili kullanıcıya, kullanıcının belirlediği saatler arasında bilgilendirme yapabilecek şekilde kişiselleştirilebilmelidir.
8. Kullanıcı, gerçek zamanlı olarak, duraktan hareket eden bir sonraki otobüslerin konumlarını görebilmeli varış tahminleri alabilmelidir. Araçların varış zamanı için zaman tahminleri, mevcut trafik durumu, zaman değişiklikleri gibi bilgileri uygulamada görebilmeli dilerse bildirim alabilmelidir.
9. Kullanıcı, bir yolculuk esnasında kullandığı ulaşım aracı ve rotayı araç güzergahında konum ve durak bilgisi alabilmeli kalkış ve iniş duraklarına ilişkin bildirim modu seçildiğinde yolcuya bildirim yapılabilir. Bu özellik, özellikle kullanıcının ilk defa kullandığı bir rotada seyahat ediyorsa

aracın ne zaman duracağını ve araçtan ne zaman ineceğini bilmesini sağlayan uyarılar sunmalıdır.

10. Kullanıcı sistem tarafından gerçek zamanlı olarak sunulan etkinliklere erişebilmeli, sistem kullanıcıya gerçek zamanlı rehberlik, favori rota ve araçlar ile ilgili trafik durum uyarıları, gecikmeler gibi önemli bilgilendirmeleri yapabilmelidir.
11. Uygulama için tasarlanan kullanıcı arayüzü, karmaşık verileri kolayca yönetebilen, yeni bir kullanıcı uygulamayı kullanırken sezgisel olarak hareket edebileceği, zorlanmadan kolay adapte olabileceği sadelik ve kullanım kolaylığı sağlayacak şekilde geliştirilmelidir.
12. Kullanıcı seyahat anında uygulama üzerinde seyahat modunu seçtiğinde uygulama yolcunun hangi araçta seyahat ettiğini tespit edebilmeli ve yolcuyu bilgilendirmek için uyarılar gönderebilmelidir.
13. Mobil uygulama NFC ve QR kod ile yolculuk ücreti ödeme imkanı sağlamalı QR kod üretebilmeli ve NFC mobil cüzdan uygulamasına geçiş imkanı yada NFC üzerinden ödeme yapma imkanı sağlayabilmelidir.
14. Mobil uygulama kullanıcıya detayları ve bakiye bilgisini gösterebilme, kredi kartı yada banka kartı ile bakiye yükleme imkanı sağlayabilmeli, nakit para ile yükleme yapılabilen noktalara yol tarifi ve konum bilgisi hizmeti sağlayabilmelidir.
15. Facebook, instagram gibi sosyal ağlara entegre çalışabilecek ek uygulamalar geliştirilerek yolculuk anında sosyal medya kullanan yolcuların seyahat detaylarını paylaşması yada sosyal medya üzerinden bildirim alması sağlanmalıdır.

#### **4.2.1 Gereksinim Tablosunun Oluşturulması**

ATUS için önerilen modelde uygulamanın sağlaması gereken hizmetler incelenen uygulamalar ve literatür ışığında hazırlanmıştır. Bu maddelerde belirtilen hizmetlerin bir ATUS uygulamasında gerekli olup olmadığı veya farklı hizmetlere ihtiyaç duyulup duyulmayacağını belirlemek amacıyla bilişim teknolojileri ve proje üretme alanında



uzman 12 kişi ile mülakat yapılmıştır. 15 maddeden oluşan tartışma formu hazırlanarak uzmanların bu maddeler ile ilgili görüşleri sorulmuş, ek öneriler alınmıştır. Mülakat yapılacak uzmanlar belirlenirken kamu kurumlarında çalışan uzmanlar, özel sektörde çalışan uzmanlar ve akademisyenler olmak üzere 3 grup belirlenmiştir. Tartışma formlarında uzmanların belirttiği hususlarda dikkate alınarak gereksinim tablosu oluşturulmuştur. Çalışmanın sonraki bölümlerinde menüler ve kullanıcı arayüzlerinin oluşturulmasında bu tablo dikkate alınmıştır.

**Tablo 3**  
**ATUS Gereksinim Listesi**

<b>Sistem</b>	<b>Sağlanması Gereken Hizmet</b>	<b>Kaynak</b>
Yolcu Bilgilendirme Sistemi	Ödeme sistemi aracılığı ile yolcunun hangi saatte hangi araca bindiğini, araç türü ve bilgileri, seyahat süresi ve mesafesi bilgilerini kaydetmeli gezi tabanlı kayıt oluşturmalı kullanıcıya uygulama üzerinde sunmalıdır.	Mülakat
	Gerçek zamanlı bilgiler ile yöneticiler gün, saat ve dakika bazında yoğunluk analizleri yapabilmelidir.	Mülakat
	Ek maliyet getirmemesi açısından mevcut uygulamalara entegre çalışması sağlanmalıdır. (Google maps vb.)	Uygulama İncelemesi
	Kullanıcı kendi konumunu harita üzerinde görebilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Kullanıcının hangi araçta seyahat ettiği, aracın plaka ve hat bilgisi mobil ağlarla tespit edilebilmeli, uygulama üzerinden kullanıcı ile paylaşılmalıdır.	Mülakat
	Kullanıcı giriş ekranı basit olmalı, kullanıcının vermek istemeyeceği bilgilerin istenmesinden kaçınılmalıdır.	Mülakat
	Kullanıcı isteğe bağlı olarak bildirimleri yönetebilmeli dilerse kapatabilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Yolculuk anında yapılan bildirimler uygulama oluşturulurken engellilere de hizmet verecek şekilde kurgulanmalıdır.	Mülakat
	Görme engelliler içinde uygulama geliştirilmelidir.	Mülakat
	Yolculuk esnasında yolcunun hangi araçta olduğu ve hangi yöne gittiği bilgileri çocuklar için de tasarlanmalı, ebeveynlerinin takip edebileceği şekilde hizmet vermelidir.	Mülakat
	Trafik yoğun olduğu saatlerde kullanıcıya alternatif hatlar önerilmelidir.	Mülakat
	Güzergah üzerinde tarihi, kültürel yerler ve eğlence mekanları v.b yerleri gösteren özelliklerde eklenmelidir.	Mülakat
	Kullanıcı adı, şifre kişiye özel olsa da 18 yaşından küçüklerin veri tabanında kendi ebeveynleri ile eşleştirmeleri yapılarak seyahat anından anne babalar bilgilendirilmelidir.	Mülakat
	Araçların detay özellikleri konforlu bir yolculuk için önemlidir. Klima, model, marka, vb. kullanıcıya sunulmalıdır.	Mülakat
	Aynı otobüsü bekleyen kaç adet yolcu olduğu bilgisinin tespit edilebilmesi ve buna uygun hat iyileştirmesi yapılabilmesi amacıyla uygulamada hangi durakta hangi otobüsü beklediğini belirten seçenek sunulmalıdır.	Mülakat

	Hangi hatta kaç adet araç bulunduğu araç kapasiteleri ile birlikte paylaşılmalıdır.	Mülakat
	Kullanıcılar uygulamanın sağladığı gerçek zamanlı bilgileri kullanarak seyahatlerini planlayabilmelidir.	Literatür Çalışması
	Yöneticilerin toplu ulaşım hizmetlerini düzenlemesi ve kullanıcıların seyahatlerini düzenlemesi için Gerçek zamanlı erişim ve bilgilendirme sağlanmalıdır.	Literatür Çalışması
	Mobil uygulama, kullanıcılara, seçilen hattaki herhangi bir noktada başka bir noktaya toplu ulaşım alternatiflerinin vermelidir.	Uygulama İncelemesi
	Seçilen toplu ulaşım aracının tahmini varış zamanları kullanıcıya sunulmalıdır.	Uygulama İncelemesi
	Kullanıcılar ulaşım araçlarının konumunu ve güzergah üzerindeki yerini görüntüleyebilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Kullanıcılar araçlardaki boş koltuk sayısı görebilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Araçların engelliler için uygunluğu olup olmadığı bilgisi verilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Kullanıcılar durakların konumunu, güzergah üzerindeki yerini, kendi konumunun durağa olan mesafe tahminlerini, uygulama üzerinde görebilmelidir.	Literatür Çalışması
	Uygulama, kullanıcının her gün belirli saatlerde kullandığı durak veya araç ile ilgili kullanıcıya, kullanıcının belirlediği saatler arasında bilgilendirme yapabilecek şekilde kişiselleştirilebilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Kullanıcı, gerçek zamanlı olarak, duraktan hareket eden bir sonraki otobüslerin konumlarını görebilmeli varış tahminleri alabilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Mevcut trafik durumu, zaman değişiklikleri gibi bilgileri uygulamada görebilmeli dilerse bildirim alabilmelidir.	Literatür Çalışması
	Kullanıcı araç güzergahındaki durakların bilgisi alabilmeli kalkış ve iniş duraklarına ilişkin bildirim modu seçildiğinde bildirim alabilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Kullanıcı sistem tarafından gerçek zamanlı olarak sunulan etkinliklere erişebilmelidir.	Literatür Çalışması
	Sistem kullanıcıya favori araç ve durakları ilgili kullanıcının isteğine bağlı olarak bildirim gönderebilmelidir.	Literatür Çalışması
	Sistem kullanıcıya gerçek zamanlı rehberlik, yapabilmeli, trafik durum uyarıları, gecikmeler gibi önemli bilgilendirmeleri yapabilmelidir.	Uygulama İncelemesi
Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi	Ödem sisteminde kullanılan NFC ve akıllı kartlarla alışveriş yapılabilir.	Mülakat
	Ödeme sistemi ile yapılan alışverişlerden elde edilen puanlarla yolculuk yapılabilir.	Literatür
	Kredi kartı ile ulaşım ücreti ödenmesi sağlanmalıdır.	Mülakat
	Özellikle şehir dışından gelen yolcular için kredi kart ve tek kullanımlık biletlerde seyahat edilebilmeli, bu biletlerin sağlanacağı noktalar uygulamada gösterilmelidir.	Mülakat
	Alternatif ödeme yöntemlerine göre araçların sunulması, hangi araçta hangi tür ödemenin kullanılabildiği uygulama üzerinde gösterilmelidir.	Mülakat
	Güvenli ödeme yöntemlerinin seçilmesine dikkat edilmelidir.	Mülakat

	Mobil uygulama kullanıcıya bakiye bilgisini gösterebilmeli, kredi kartı yada banka kartı ile bakiye yükleme imkanı sağlayabilmelidir.	Uygulama İncelemesi
	Nakit para ile yükleme yapılabilen noktalara yol tarifi ve konum bilgisi hizmeti sağlanmalıdır.	Uygulama İncelemesi
	Mobil uygulama NFC ve QR kod ile yolculuk ücreti ödeme imkanı sağlamalı QR kod üretebilmeli ve NFC mobil cüzdan uygulamasına geçiş imkanı yada NFC üzerinden ödeme yapma imkanı sağlamalıdır.	Uygulama İncelemesi
Ortak Özellikler	Mobil uygulama akıllı telefonlarda bulunan işletim sistemlerine uyumlu olacak şekilde geliştirilmelidir.	Literatür Çalışması
	Mobil uygulamaların Türkçe haricinde İngilizce, Arapça vb gibi başka dillerde de hizmet vermesi sağlanmalıdır.	Mülakat
	Kullanıcı girişi yapılırken kullanıcının mevcut hesapları üzerinden kullanıcı kaydı yapılabilmelidir.(google hesabı vb.)	Mülakat
	Sosyal medyada ulaşım aktivitelerinin paylaşılmasına izin verilmeli, seyahat hikayesi paylaşımı yapılabilmelidir.	Mülakat
	Bildirimler kullanıcıyı rahatsız etmemeli, kullanıcı tercihinine göre düzenlenmelidir.	Mülakat
	Reklam, tanıtım, etkinlik olmalı ama isteğe bağlı seçimle aktif olmalıdır ve kapatılması da kolay ve hızlı olmalıdır.	Mülakat
	Kullanıcı bilgilerinin yöneticiler tarafından görüntülenmesinde mahremiyete dikkat edilmeli mümkünse görüntülenmesi engellenmelidir.	Mülakat
	Uygulamanın sağladığı hizmetler masaüstü ve mobil web sitesi ile de alınabilmelidir.	Mülakat
	Bisiklet yolları ve park istasyonları ile ilgili bilgi sağlamalıdır.	Mülakat
	Engelli çeşitliliği ve nereden ne tür engelli insanların bilebileceği planlanmalıdır.	Mülakat
	Eğer gerçek zamanlı verinin güncellenme aralığı uzun ise uygulamayı kullanan kullanıcıların verilerini lokallerine indirmeleri sağlanmalıdır. Uygulamanın Offline çalışabilmesi sağlanmalıdır.	Mülakat
	Kullanıcı memnuniyetini artırmak için bilgilendirmeler kişiye özel yapılmalıdır.	Literatür Çalışması
	Uygulama için tasarlanan kullanıcı arayüz, karmaşık verileri kolayca yönetebilen, yeni bir kullanıcı uygulamayı kullanırken sezgisel olarak hareket edebileceği, zorlanmadan kolay adapte olabileceği sadelik ve kullanım kolaylığı sağlayacak şekilde geliştirilmelidir.	Literatür çalışması
	Facebook, instagram gibi yolculuk anında sosyal medya uygulamalarını kullanan yolcuların seyahat detaylarını paylaşması yada sosyal medya üzerinden bildirim alması sağlanmalıdır.	Literatür çalışması

**Tablo 2:** ATUS Gereksinim Tablosu

#### 4.2.2. Önerilen Yolcu Bilgilendirme Sistemi Menüleri

Uygulamanın sağlayacağı bu hizmetler menüler altında sınıflandırılmış, hangi hizmetin hangi menü altında vereceği bu bölümde belirlenmiştir. Menüler, listeler ve haritalar anlaşılır ve sade bir tasarıma sahip olmalıdır. Bu çalışmada önereceğimiz mobil uygulamanın ana sayfasında, nasıl giderim, otobüsüm nerede, yakınımdaki duraklar ve arama (hat veya durak ara), hatlar ve durakları, favoriler ve profilim menüleri olması önerilmektedir. Kullanıcı Arayüzü, uygulamanın sağlayacağı hizmetleri kullanıcıya kolay ulaşılır ve fonksiyonel bir şekilde verebilecek özelliklere sahip olmalıdır.

1. Nasıl Giderim: Nasıl giderim menüsü açıldığında kullanıcının bulunduğu yeri ve gitmek istediği yeri seçebileceği bir ekran karşısına çıkacaktır. Bu ekranda eğer kullanıcının konum servisleri açıksa bulunduğu yeri otomatik olarak seçecek, gideceği yeri ise elle girmesi yada harita üzerinden seçmesi istenecektir. MOBİETT bu menünün kullanımı için en uygun örneği sunmaktadır. Kullanıcı bulunduğu yerden gideceği yeri seçtikten sonra kullanıcıya zaman ve maliyet açısından en avantajlı rotalar sunulmaktadır. Bu rotalarda kullanıcının durağa nasıl gideceği gittiği duraktaki araç alternatifleri, aktarmalar ve aktarma seçenekleri, yürüme mesafeleri, maliyetler, harcayacağı kalori, kullandığı rotanın çevreye verdiği zarar gibi bilgilerin içerdiği bir seyahat planı çıkarılmaktadır. Kullanıcı bu rotayı seçtikten sonra uygulamada seyahat moduna geçebilmelidir. Seyahat modunda kullanıcı anlık bilgilendirmeleri navigasyon şeklinde görebilmeli, eğer herhangi bir durak için bildirim işaretlemişse o durağa yaklaştığında uygulama ekrana uyarı mesajı veya telefon kulaklık modunda ise sesli olarak uyarı yapılabilirdir. Alarm uygulaması hem Moovit hem de KakaoBus uygulamasında değerlendirilmiş iyi uygulama örneği olarak burada kabul edilebilir.
2. Otobüsüm Nerede: Bu menüde özellikle durakta bekleyen veya toplu taşıma aracına bineceği durağı bilen kullanıcıların tercih edebileceği bir hizmet seçeneğidir. Kullanıcı bu menüden kullanmak istediği toplu ulaşım aracının seçtiğinde aracın harita üzerinde konum, ve yaklaşık kaç dakika sonra hangi durakta olacağı, bilgisine ulaşabilmelidir. Bu menüde ayrıca KakaoBus uygulamasında gördüğümüz araçtaki yolcu sayısı veya boş koltuk sayısı ve buna

ek olarak engelliler için uygun olup olmadığı gibi bilgilere erişebilmelidir. Alarm özelliğini kullanarak uygulamanın araç belirli bir mesafe veya zaman belirlenerek durağa yaklaştığında uyarı vermesi sağlanabilmelidir.

3. Yakınımdaki Duraklar: Uygulamayı kullanan yolcular özellikle nereden hangi araca bineceğini bilmediğinde bu menü kullanışlı olacaktır. Kullanıcı yakınımdaki duraklar menüsünü seçtiğinde doğru bilgiye erişebilmesi için konum servislerinin açık olması gerekmektedir. Bu menüde konum servisleri açık olan kullanıcı hangi durağın kendisine ne kadar mesafede olduğu bilgisini ekranda görebilmeli duraklar mesafeye göre sıralanmalı, ayrıca harita da gör seçeneği oluşturularak kullanıcının durakları harita üzerinde görmesi sağlanmalıdır. Herhangi bir durak seçildiğinde bu duraktan geçen araçlar ve rota bilgilerine ulaşabilmelidir. Kullanıcı dilerse yakınındaki durağa geldiğinde uygulamanın diğer menülerini kullanarak ta dilediği toplu ulaşım aracını veya rotayı seçebilir.
4. Arama (Hat Veya Durak Ara): Arama menüsü özellikle kullanacağı toplu ulaşım aracını veya durağı bilen kullanıcıların sık kullanabileceği bir seçenektir. Kullanıcı hat veya durak numarasını bildiği araç veya durağı aratarak, aracın konumunu, doluluk durumunu, durağın konumunu duraktan geçen araçları görebilmelidir.
5. Hatlar ve Duraklar: Bu menüde toplu ulaşım araçları ve duraklar liste şeklinde görüntülenmelidir. Kullanıcı seçtiği aracın güzergahını, ve hareket saatlerini bu menüden görebilmeli, durak listesinde seçtiği duraktan geçen araçların bilgisine ulaşabilmelidir. Harita üzerinde araç yada durağın konumunu görüntüleyebilmelidir.
6. Favoriler: Kullanıcılar en çok kullandıkları durakları, hatları favorilere ekleyebilmeli bu menü üzerinde ileri tarihli seyahat planlaması yaparak bildirimler oluşturabilmelidir. Örneğin her sabah kullandığı ulaşım aracını favorilere eklediğinde o aracın hangi durağa ne kadar yaklaştığında hangi saatler arasında kendisine bildirim göndermesi gerektiğini veya favori durak seçtiğinde o duraktan geçen bir otobüsle ilgili bildirim oluşturarak seçtiği hat numaralı otobüs o durağa yaklaştığında bildirim alması sağlanabilir.

7. Profilim: Kullanıcılar kullanıcı girişi yaparak sisteme girdiklerinde kişisel bilgilerini ve geçmiş yolculuk detaylarını bu bölümde görebilmeli sosyal medya bağlantısı yapabilmelidir. Bu menüde kullanıcı kişisel bilgiler, konum, uygulamanın sağladığı teknik özelliklerin ayarlanması, teknik destek gibi seçenekleri kullanarak uygulama ayarlarını yapabilmelidir. Yine bu menüden yolculuk planlaması yaparak takvime ekleyebilmeli ve yolculuk yaklaştığında kullanıcıya uyarı verilmelidir. Kullanıcı takvime etkinlik ekleyebilmeli eklenen etkinlik ile ilgili kullanıcıya uyarı bildirimini gönderilmeli ve seyahat alternatifleri sunulmalıdır.

#### **4.2.3. Önerilen Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi Menüleri**

Akıllı Ödeme menüsünde kullanıcılar Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerinin alt menüleri, ulaşım kartlarım, bakiye işlemleri, NFC ile ödeme, QR kod ile ödeme, kullanım durumu ve kart dolun noktaları olarak uygulamada yer almalıdır. Bu menülerden kart bilgilerine erişilmeli, bakiye yükleme sorgulama yapılabilmesi, Kredi kartı kullanarak bakiye yükleyebilmeli, NFC ve QR kod ile ödeme seçeneği kullanılabilmesi, Kart kullanım istatistikleri ve kart kullanım detayları kullanıcıya gösterilebilmelidir. Toplu ulaşım kullanıcılarının bu bilgilere erişmesi için yeni bir uygulama yüklemek yerine ATUS uygulaması altında yolcu bilgilendirme ve Akıllı Kart ve Ödeme sistemleri başlığı ile ayrılarak yapılabilmelidir.

1. Ulaşım Kartlarım: Bu menüde yolcuya ait ulaşımında kullandığı kartlarının bilgileri yer almalıdır. Kullanıcı dilerse bu menüden sisteme kart ekleyebilmeli veya çıkarabilmeli, kartını aktif yada pasif duruma getirebilmelidir. Kullanıcı dilerse bu sisteme ulaşımında kullanacağı banka kartını veya kredi kartını da ekleyebilmelidir. NFC ve QR kod kullanımını için sanal kart oluşturabilmeli kartlar arası bakiye aktarımı yapabilmelidir.
2. Bakiye İşlemleri: Bakiye İşlemleri menüsünde kullanıcı kartlarında kalan bakiyelerini görüntüleyebilmeli, kredi kartı ile bakiye yükleyebilmelidir.
3. QR Kod ile Ödeme: QR kod ile ödeme menüsünde kartı yanında olmayan, NFC sistemini kullanmayan yolcuların tek kullanımlık bilet mantığı ile sistemin ürettiği QR kodu Validatörün QR kod okuma ekranına yaklaştırarak ödeme

yapabilmelidir. Bu menüde kullanıcı QR kod ile öde seçeneğine tıkladığında sistem kullanıcıya tek kullanımlık bir QR kod üretebilmelidir.

4. NFC ile Ödeme: Bu menüde NFC mobil cüzdan uygulaması yer almalıdır. Kullanıcı dilerse NFC ile NFC pos cihazına sahip mağazalarda alışveriş yapabilmeli dilerse ulaşım ücretlerini ödeyebilmelidir. Menü içerisinde kullanıcıya alış veriş yap ve ulaşımında kullan seçenekleri sunulmalıdır.
5. Kullanım Durumu: bu menüde kullanıcının Akıllı ödeme kullanım istatistikleri yer almalıdır. Kullanıcının hangi tarih ve saatte hangi araca hangi durakta ödeme yaptığı, ödemeyi hangi sistem ile yaptığı, haftalık aylık hangi hatta ne kadar toplam ödeme yaptığı gibi kullanım istatistikleri burada görünmelidir.
6. Kart Dolum Noktaları: Toplu Ulaşım kullanıcılarının kredi kartı veya banka yolu ile bakiye yükleyememesi veya yüklemek istememesi durumunda kart dolum noktalarına yönlendirileceği menüdür. Bu menüde kart dolum noktaları listelenmeli, kullanıcının konum servisleri açık ise kullanıcıya en yakın kart dolum noktası ilk sırada mesafe ve ulaşım süresi bilgisi verilerek sunulmalıdır.

#### **4.2.4. Önerilen ATUS Yönetici Paneli özellikleri**

ATUS uygulamalarının kullanıcıya sağladığı hizmetlerin yanında yöneticilere ve toplu ulaşım hizmeti veren kurumlara sağlaması gereken hizmetlerinde standartları iyi belirlenmelidir. Bu bölümde sağlanacak hizmetler, kullanıcıların geri dönüşleri ve sistemin yaptığı analizlerle yöneticilere ulaşım sistemlerinde iyileştirme yapma imkanı sağlamalı, geri dönüşlerde karar vermelerine destek sağlamalıdır. Bu özellikler sistemin daha iyi hizmet vermesini ve sistem altyapısında iyileştirme yapılmasını sağlayacaktır.

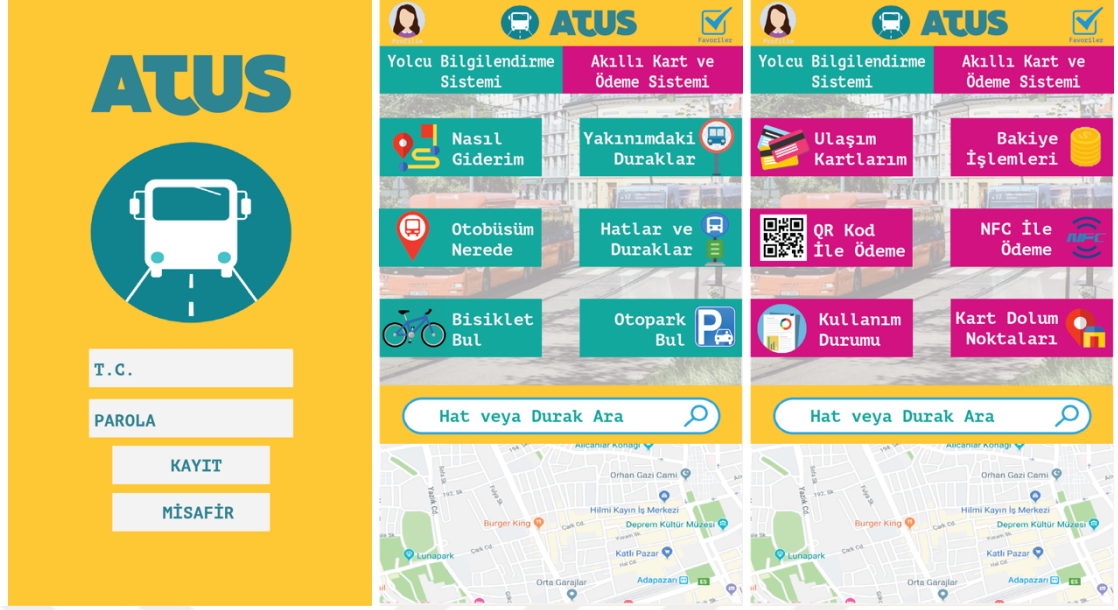
1. Yönetici paneli, yetkili kullanıcıların toplu ulaşım uygulamaları ve bu uygulamalardaki işlemlerin takip ve yönetimi için kullanılan web portal olmalıdır.
2. Yöneticiler anlık konum bilgilendirme sistemine sahip olan araçların konum bilgisi ve araç durum bilgisini görüntüleyebilmelidir.
3. Tüm toplu ulaşım araçlarına ilişkin rotalar ve bu rotaların kullanımına ilişkin tüm bilgiler detaylı olarak görülebilmelidir.

4. Sistemin sahip olduğu ekran ile kullanıcılar tarafından sistemde yapılan sorguları kaydedebilmelidir.
5. Tercih verilerini raporlayabilmeli, böylece yeni ulaşım rotaları gibi konularda karar alabilme yeteneğine sahip olmalıdır.
6. Sistemde üretilen raporlar ve analizler sayesinde her ulaşım aracının seferlerinin mevcut toplam sayısının önceki günler ya da seçilen tarih ile karşılaştırması yapılabilmelidir.
7. Durak ve hat bilgilerine göre normal sefer süresi ile geç kalan/erken gelen her aracın toplam ve ortalama sefer süresi karşılaştırılabilir.
8. Belirli ulaşım araçlarının mevcut toplam ve ortalama bilet miktarı ile kullanıcının seçtiğı geçmiş tarihli bilet miktarı karşılaştırılabilir.
9. Ödeme detayları görüntülenebilmeli, hangi araç için kim ne kadar ücret ödemiş sistem tarafından analiz edilebilmelidir.

#### **4.2.5 Önerilen Uygulama Arayüzünün Tasarlanması**

Uygulama arayüzü oluşturulurken uygulamanın fonksiyonlarında belirtilen ve menülerle sınıflandırılan hizmetleri sağlayacak, fonksiyonel, kullanıcı dostu bir tasarım hedeflenmiştir. Uygulamanın giriş sayfasında kayıtlı kullanıcıların giriş yapmasını sağlamak amacıyla kimlik numarası ve parola giriş butonları koyulmuştur. Aynı sayfada kayıt butonu ve misafir kullanıcı giriş butonu tasarlanmıştır. Kimlik numarası ile giriş yapılması uygulama içerisinde kullanıcıya ait kart ve ulaşım üyeliklerinin entegre çalışmasını sağlamaktır. kayıt yapılarak sisteme giriş yapıldıktan sonra eğer çıkış profil sayfasına girerek çıkış yapılmamışsa sistemden uygulama kapatılsa da tekrar uygulama açılırken parola ekranı gelmemeli kullanıcının tercihihine göre Yolcu Bilgilendirme Sistemi anasayfası yada Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi anasayfası gelmelidir. Misafir kullanıcı girişi yaparak sistemi kullanan kullanıcıların akıllı kart ve Ödeme Sistemi menüsünü kullanmasına izin verilmemeli favori özelliğı kullandırılmamalıdır. Ancak Yolcu Bilgilendirme Sistemi menüleri misafir kullanıcılara eksiksiz olarak kullandırılmalıdır.





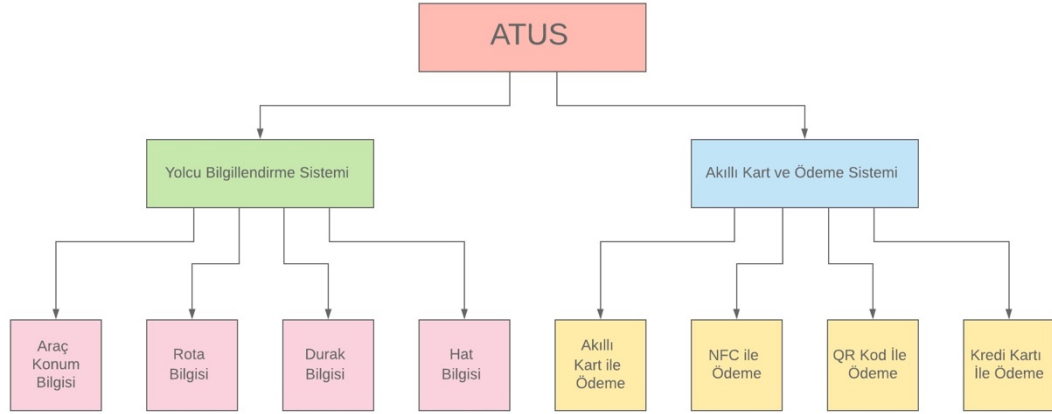
**Şekil 36:** Önerilen ATUS Mobil Uygulaması Arayüzü

Uygulama anasayfasında alt bölümde CBS tabanlı harita kullanılmalı eğer kullanıcının mobil telefonunda konum servisleri açıksa kullanıcının harita üzerinde konumu gösterilmelidir. Uygulama menülerinde hat, durak ve araçların konumları konum servisleri açık ise yeni bir sayfaya geçiş yapılmadan seçilen araç hat veya durak liste olarak görüntülediğinde alt bölümde harita üzerinde gerçek zamanlı konum bilgisi de görüntülenmelidir. Örnek verecek olursak, nasıl giderim menüsü açıldığında kullanıcının nereden nereye gideceğini yazması ile hangi hatları kullanabileceği, seçilen hatta ait yolculuk detayları liste olarak üst kısımda gösterilirken, alt kısımda da hattın harita üzerinde konumu, kullanılan hat ve duraklar gerçek zamanlı olarak gösterilmelidir. Anasayfada ki arama butonu Şekil 39’de görüldüğü gibi her iki anasayfa modunda da kullanılabilir. Profilim menüsü sol üst köşede, favoriler menüsünde sağ üst köşede sabit menü olarak kullanılmalıdır.

### 4.3. ATUS Model Önerisi

Bu uygulama modeli Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı haritalarla ve güncel teknolojilerle desteklenen, Toplu Ulaşım Sistemleri ile ilgili araç konum bilgisi, rota bilgisi, durak bilgisi, hat bilgisi, Akıllı ödeme sistemi ve araçları bilgilerini içeren bir modeldir. Şekil 35’te ATUS’un hizmet grupları şeması verilmiştir. Bu uygulama modeli gelişmiş

sistemler değerlendirilerek hizmet sağlayıcılara ve kullanıcılara en uygun modüller bir araya getirilerek oluşturulmuştur.



**Şekil 37:** Önerilen ATUS Uygulama Hizmetleri

Şehirler gittikçe artan nüfusu ve karmaşıklaşan trafiği ile ulaşımında yeniliklere ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada özellikle şehir içi yolcu taşımacılığında bilişim sistemlerinden daha çok yararlanmayı ve mobil teknolojileri kullanmayı gerektiren bir durum ortaya çıkmaktadır. Toplu ulaşımdaki en önemli gelişmelerden olan Gerçek Zamanlı Bilgilendirme Sistemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı mobil uygulamalar dünyanın gelişmiş kalabalık şehirlerinin yanında özellikle sanayiye ve büyükşehirlere yakın olmanın etkisiyle büyümeye devam eden şehirlerde artık zorunluluk haline gelmektedir. Toplu ulaşım hatlarının iyileştirilmesi, vatandaşlara daha kaliteli ulaşım hizmeti verilmesi, vatandaşların karmaşık trafik ve şehir hayatında daha değerli hale gelen zamanlarını verimli kullanmaları ve toplu ulaşım konforunun sağlanması için gerçek zamanlı bilgilendirme yapan mobil uygulamalar gelişmiş şehirlerdeki standartlara taşınması gerekmektedir. Özellikle ödeme sistemlerindeki gelişmeler dikkate alındığında ülkemizde kullanılan Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri geliştirilmeye muhtaç olduğu gibi yeni alternatif ödeme yöntemlerinin hizmete sunulması gerekmektedir. Kredi kartıyla ödeme, mobil uygulama üzerinden ödeme, NFC teknolojisi veya QR kod kullanarak mobil cüzdan ile ödeme gibi seçeneklerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada önerilen mobil uygulamada Yolcu Bilgilendirme Sistemleri ve Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri üzerinde durulmuştur. Önerilen model herhangi bir mobil işletim sistemi üzerinde çalışacak şekilde

geliştirilebilir. GPS, Wi-Fi, GSM operatörleri üzerinden sağlanan internet ağları, CBS, RFID, NFC, sensör sistemleri, kamera sistemleri ve mobil akıllı telefonlar geliştirilen model için gerekli teknolojileri oluşturmaktadır.

CBS akıllı ulaşım sistemlerinde yoğun olarak kullanılmakta, dünya çapında mobil cihazların kullanımı günden güne artmaktadır. Bu durum toplu ulaşım için Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri tabanlı mobil uygulama geliştirilmesini teşvik etmektedir. CBS, ATUS alanında toplu ulaşım hizmeti sağlayan kuruluşlara fayda sağlamaktadır. Son yıllarda internet teknolojilerindeki gelişme ve CBS'nin daha yaygın kullanılmaya başlanması, harita tabanlı mobil uygulamaların yaygınlaşmasına ve erişilebilirliğinin artmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada Yolcu Bilgilendirme Sistemleri ve Akıllı Kart ve Ödeme Sistemlerini içeren bir çok uygulama değerlendirilmiş, bu uygulamaların öne çıkan özellikleri dikkate alınmıştır. Güney Kore'nin AUS kuruluşu TOPIS tarafından geliştirilen Otobüs Bilgi Sistemi politikaları incelenmiş, KakaoBus, MOBİETT, EGO Cepte, SAKUS, Konya Ulaşım, BURULAŞ ve Moovit uygulamaları yolcu bilgilendirme sistemi uygulamaları kapsamında karşılaştırılmış, Akıllı Kart ve ödeme sistemlerinde T-money Kart, İstanbulKart ve AnkaraKart ödeme sistemleri değerlendirilmiştir.

ATUS'un geliştirilmesi ve uygulamaların desteklenmesi birçok yenilikçi teknolojiye dayanmaktadır. Örneğin, Coğrafi Bilgi Sistemleri yeni rotaların ve servislerin tasarlanmasına yardımcı olmaktadır. Otomatik Araç Konum Sistemleri, ulaşım araçlarının konumlarını belirlemek için Global Konumlandırma Sistemlerine (GPS) ihtiyaç duyulmaktadır. Yolcu Bilgilendirme Sistemleri, kullanıcılara rota ve araçların durumu hakkında gerçek zamanlı bilgi vermektedir. Algılama cihazları, GPS, internet ağı teknolojileri, kameralar, NFC, QR kod, RFID gibi ileri teknolojiler sistemin teknolojik altyapısını oluşturmakta ve sistemin veri toplamasını, iletmesini, yönetici ve son kullanıcıların hizmetine sunmasını sağlamaktadır.

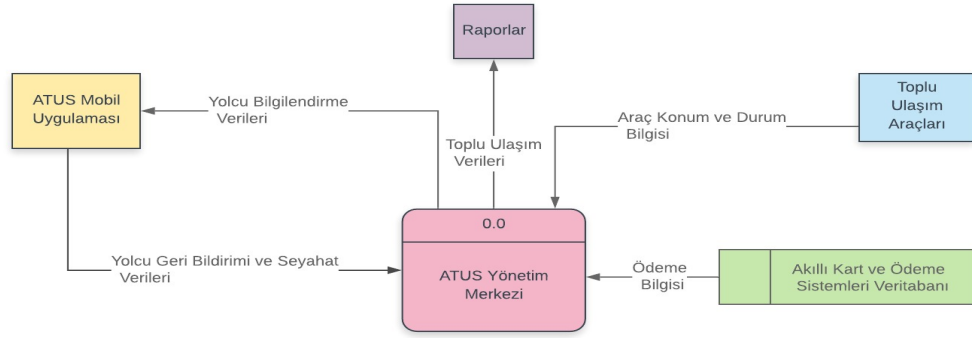
Yapılan incelemelerde bilgi iletişim teknolojilerinin ATUS'da yaygın olarak kullanılması gerektiği, araçlar, istasyonlar, operasyon merkezleri ve diğer ulaşım altyapısı izleme sistemleri, kablosuz cihazlar ve iletişim altyapısı (GSM ve GPRS şebekeleri) dahil olmak üzere yeni teknolojilerle donatılması gerektiği ortaya

çıkılmaktadır. Bu iletişim sistemleri ile araçların, yolcuların ve karar vericilerin ATUS'un farklı bileşenleri ile etkileşime girmesini sağlanacaktır.

Bu teknolojik cihazlar, karar vericilere sistemin performansını izlemelerini ve daha iyi çalışma koşullarını sağlamak için uygun kararlar vermelerini ve kullanıcılara anlık, gerçek zamanlı bilgilerin iletilmesini sağlamaktadır. Cihazların birbiriyle etkileşim sağlaması ve iletişim kurması nesnelere interneti teknolojisi olarak adlandırılmaktadır. Araçlarda ve yolcularda bulunan teknolojiler otomatik servisler sayesinde bunu yapmaktadır. Sensörler, GPS cihazları, validatörler ve internet hizmeti sağlayan modemler topladıkları bilgileri birbirleri ile etkileşim yolu ile sunuculara ulaştırabilirler. Farklı türde teknolojik cihazların ürettiği farklı verilerin işlenmesi ve kullanılabilir bilgiye dönüştürülmesi için büyük veri altyapısına sahip veritabanları geliştirilmeli ve sistemin altyapısı oluşturulmalıdır. ATUS sistemlerinde kamera, sensör, kart sistemleri ve mobil uygulamalar üzerinden farklı türden veriler toplanacaktır. Bu verilerin işlenmesi ve kullanılabilir bilgiye dönüştürülerek geri bildirim yapılması için büyük veri altyapısı kullanılmalıdır.

#### **4.3.1. Önerilen Yolcu Bilgilendirme Sistemi**

Toplu ulaşım sistemlerini kullanan vatandaşlar her ne kadar toplu ulaşım araçlarının zaman çizelgesini bilse de, tercih ettiği rota ile ilgili detayları bilmek, ne kadar bekleyeceğini, hangi aracın hangi durağa ne zaman geleceğini, toplu ulaşım aracının doluluk boşluk durumunu ve aracın nerede olduğunu bilmesi daha konforlu ve huzurlu bir seyahat imkanı sunmaktadır. Toplu ulaşım kullanıcıları bu bilgilere sahip olmadığında hem kaygı ve stres düzeyi artmakta hem de yolda geçirdiği süre artmaktadır. Önerilen bu uygulama toplu ulaşım kullanıcılarına seyahatleri ile ilgili durak, araç, hat, zaman, kalori, seyahat harcaması gibi bir çok bilgiye detaylı erişim fırsatı sunmakta, kullanıcıların zaman planlaması yapması ve yolculuğunun detaylarını önceden tahmin etmesine imkan sağlamaktadır. Bu uygulama modeli toplu ulaşım hizmeti sağlayan kurumlara detaylı gerçek zamanlı bilgi ve istatistik sağlayarak ulaşım türlerinin ve hatlarının iyileştirilmesini ve yönetim kabiliyetinin artmasını sağlamaktadır.



**Şekil 38:** Önerilen Yolcu Bilgilendirme Sistemi Veri Akışı Bağlam Diyagramı

Yolcu Bilgilendirme sisteminde ATUS Yönetim Merkezi mobil uygulama, toplu ulaşım araçları ve Ödeme Sistemi veri tabanından aldığı verileri mobil uygulama aracılığı ile toplu ulaşım kullanıcılarına sunmakta, toplu ulaşım faaliyetleri ile ilgili verileri raporlamaktadır. Şekil 36’da Yolcu Bilgilendirme Sistemi veri akışı diyagramı gösterilmiştir. Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin altyapısını oluşturan temel teknolojilerin 2. Bölümde verilmiştir. Bu teknolojiler sistemlerin oluşturulmasında kullanılması gerekmektedir.

#### 4.3.2. Önerilen Akıllı Kart ve Ödeme Sistemi

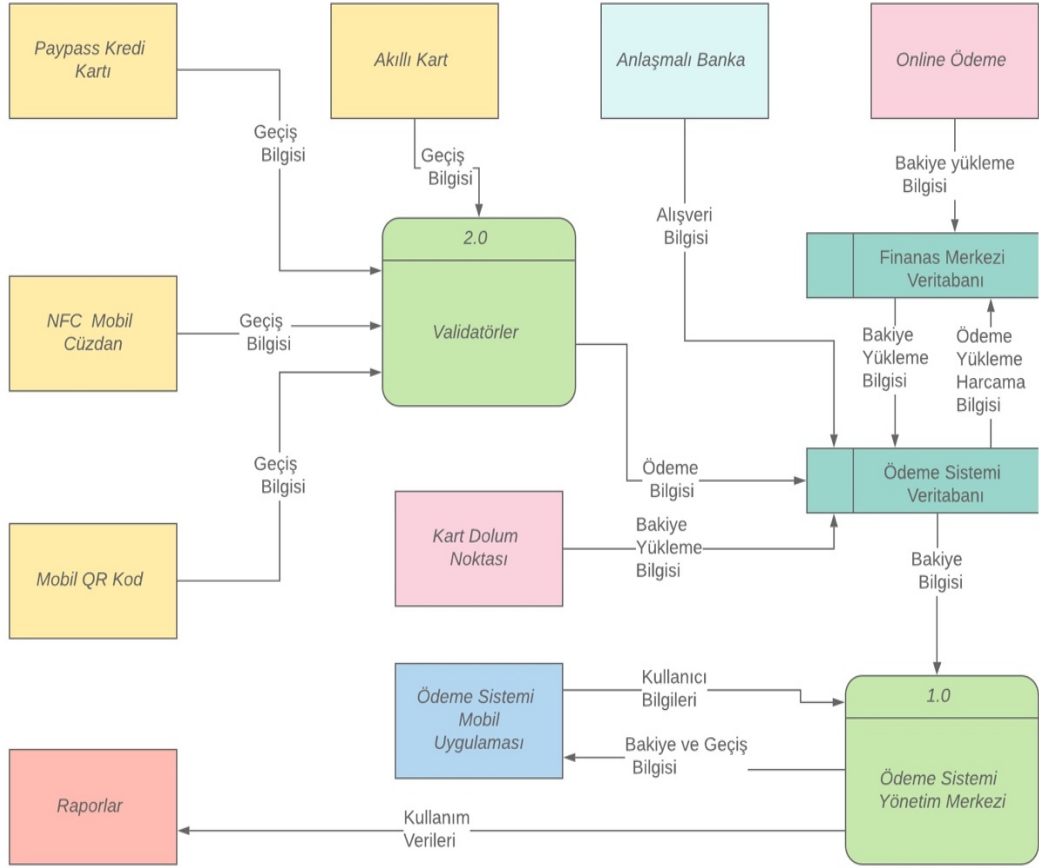
Bu sistem ile ilgili bilgilerin sağlandığı menüler genellikle uygulamalarda geçiş bağlantısı olarak verilmektedir. Yani mobil cihazlara yüklenen farklı bir uygulamanın bağlantısı verilerek erişim sağlanmaktadır. Bu çalışmada Akıllı Kart ve Ödeme sistemleri ile ilgili hizmetlerin yeni bir uygulama ile değil, mevcut Yolcu Bilgilendirme Sistemi içerisinde geliştirilmesi önerilmektedir. Kullanıcı ATUS uygulaması içerisindeki menülerden Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri ile ilgili bilgilere ulaşabilmeli, hesabında ne kadar parası kaldığını görebilmeli dilerse kredi kartı kullanarak yükleme yapabilmelidir. Kullanıcılar menüyü mobil cüzdan olarak da kullanabilmelidir. NFC teknolojisi veya QR kod teknolojisi kullanarak ödeme yapabilmelidir. Mobil cihazında NFC teknolojisi bulunan yolcular araçlarda veya duraklarda bulunan NFC okuyucu validatörlere, uygulama içerisinde NFC ile öde seçeneğini seçerek telefonunu yaklaştırdığında ödeme yapabilmesi sağlanmalıdır. Yine farklı bir ödeme seçeneği QR kod teknolojisi ile oluşturulabilir. Kullanıcı mobil uygulamasında QR kod seçeneğine

tkladığında ekranına gelecek olan QR kodu, QR kod okuyuculu validatöre yaklaştırdığında hesabından ulaşım ücreti düşülebilir.

Kartlı ödeme seçeneği yaygın kullanılan bir seçenek olarak öngörülmektedir. Bunun nedeni alışkanlıklar, yaş ve bilgi düzeyine göre teknolojiye olan güvensizlik veya cihazlardaki teknolojik yetersizlikler olacağı öngörülmektedir. Akıllı kartlar RFID teknolojisini kullanmaktadır. RFID okuyuculu validatöre RFID çipi bulunan kartı yaklaştırıldığında ulaşım ücreti kullanıcının hesabından düşülmektedir. Diğer bir ödeme yöntemi ise kredi kartı ile ödemedir. PayPass yani öde geç özelliği bulunan kredi kartları ile ulaşım ödemesi yapılabilmesi bu sistemde de sağlanması önerilmektedir.

Geliştirilen bütün yöntemler kullanıcılara toplu ulaşımı cazip ve kullanışlı yapmak amacıyla. Akıllı kart sistemi ulaşım ücreti ödemek için bütün dünyada en yaygın teknolojidir. Toplu ulaşım araçlarını kullanmayı yaygınlaştırmak amacıyla akıllı ödeme kartları uluslararası ödeme kartı Europay, Mastercard ve Visa global kart standartlarına uygun çalışabilir hale getirilmeli ve farklı hizmetlerde ödeme kartı olarak kullanılabilir. QR kod ve NFC sisteminin kullanılması toplu ulaşımın kullanım amaçlarından biri olan çevresel kirliliği azaltmakla paralellik göstermektedir. Plastik kart kullanımı, kağıt kullanımını ve buna bağlı teknolojik maliyetleri azaltmaktadır.

Ödeme sistemi üzerinden kullanıcı davranışları kullanıcının uygulamada görebileceği şekilde gösterilmeli, ne zaman hangi araca kullandığı, hangi teknolojiyi kullanarak ne kadar ödeme yaptığı ekstre olarak kullanıcıya verilebilmelidir. Aynı zamanda araçlarda bulunan internet ağı ve kullanıcının mobil cihazında sağlanana internet bağlantısı kullanılarak hizmet sağlayıcı ve kullanıcı uygulama ve cihazlarından sistemin yönetildiği merkez sunuculara anında iletilen bilgiler sayesinde, kullanıcı uygulaması üzerinde hesabından eksilen ücret miktarını ve yolculuk detaylarını anlık görebilmelidir. Bu özellik hem sisteme olan güvenin artmasını sağlayacak hem de kullanıcıların harcamalarını kontrol etmesini sağlayacak, sonuç olarak sistemin daha yaygın kullanılmasına katkı yapmış olacaktır. Ayrıca bu sistemde kullanılan ödeme araçları aracılığı ile alışveriş yapma imkanı sağlanmalı, alışverişten kazandığı avantajlar toplu ulaşımına yansıtılarak toplu ulaşım kullanımına yönlendirme yapılmalıdır. Bu sistemin oluşmasında kullanılması gereken temel teknolojiler 2. Bölümde anlatılmıştır.

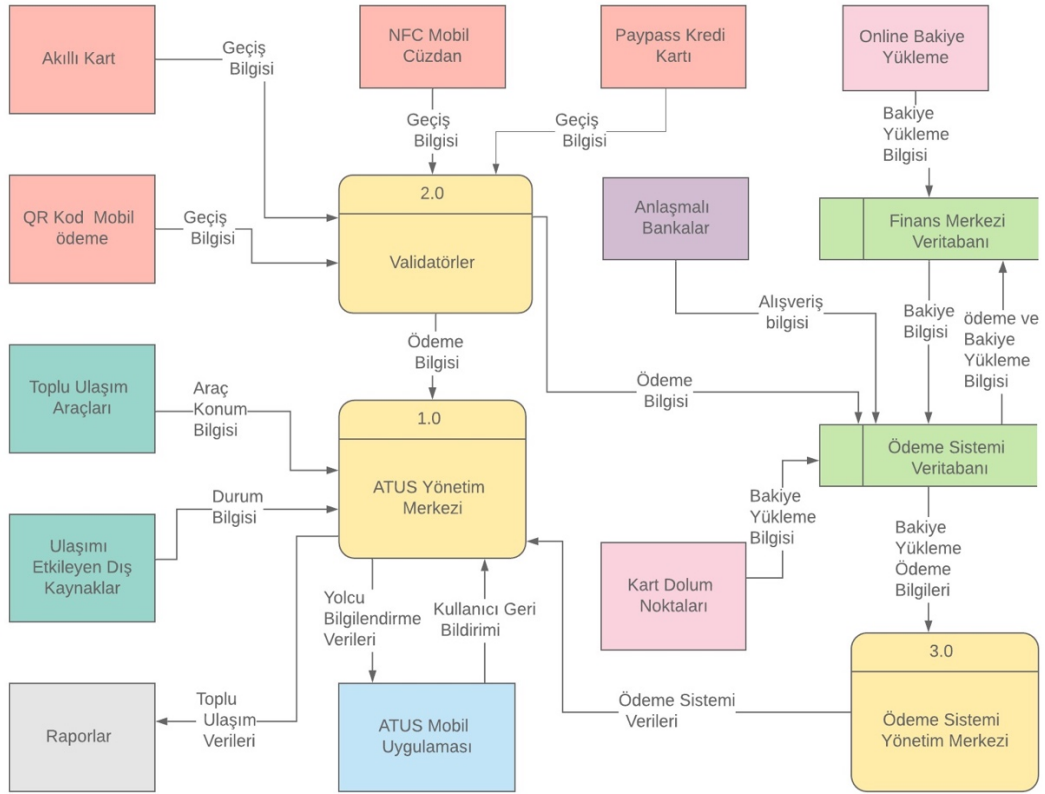


**Şekil 39:** Önerilen Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri Veri Akış Ebeveyn Diyagramı

### 4.3.3 Önerilen ATUS Modelinin Veri Akış Diyagramının Oluşturulması

Önerilen ATUS'un Veri Akış Diyagramı incelendiğinde Akıllı Kart, NFC Mobil Cüzdan, QR Kod ile Mobil Ödeme, PayPass özellikli kredi kartları ödeme araçlarını oluşturmaktadır. Ödeme araçları kullanılarak yapılan geçişlerde Validatörler vasıtası ile ödeme ücretleri hesap bakiyesinden düşülmekte, yolculuk mesafesi, araç türü ve yolcu türüne göre hesaplama yapılarak ödeme sistemi veritabanına ve ATUS yönetim merkezine iletilmektedir. Bu ödeme araçları ulaşım ücretlerinin ödenmesinde kullanılabilirdiği gibi alışverişlerde de kullanılabilir. Anlaşmalı bankalar yolu ile alışveriş ve bakiye bilgileri akıllı kart veritabanına gönderilmektedir. Online bakiye yükleme sistemleri ve kart dolum merkezleri aracılığı ile yapılan bakiye yükleme işlemleri de ödeme sistemi veritabanına merkezler ve bankalar aracılığı ile iletilmektedir. Ödeme Sistemi Yönetim Merkezi bu verileri raporlamakta ve mobil

uygulama aracılığı ile toplu ulaşım kullanıcılarına bilgilendirme yapmaktadır. Toplu Ulaşım araçları, Ulaşım ile ilgili dış kaynaklar, ATUS mobil uygulamaları ve Ödeme Sistemi Yönetim Merkezinden alından veriler ATUS uygulamaları aracılığı ile yolculara sunulmaktadır. Ayrıca sistem ulaşım verilerini raporlamakta ve ulaşım sitelerinin geliştirilmesi ile ilgili kullanılmaktadır. Önerilen ATUS modeli veri akışı diyagramı Şekil 40'ta gösterilmiştir.



**Şekil 40:** Önerilen ATUS Modeli Veri Akış Ebeveyn Diyagramı



## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Toplu ulaşımın kullanılmasını yaygınlaştırmanın en temel amaçları enerji tasarrufu, temiz çevre ve daha az yoğun araç trafiğini sağlamaktır. Toplu ulaşım kullanımının yaygınlaştırılması, ve cazip hale getirilmesi için AUS altyapısı kullanılarak oluşturulan Yolcu Bilgi Sistemleri ve Akıllı Kart ve Ödeme Sistemleri değerlendirildiğinde bu sistemler her geçen gün yaygınlaşmakta ve teknolojinin gelişimine paralel olarak yeni teknolojiler kullanılmakta ve sistemlere entegre edilmektedir.

Yolcu Bilgi Sistemleri toplu ulaşım kullanıcılarının seyahat öncesi ve seyahat sırasında araç ve rota ile ilgili çeşitli bilgilere ulaşmasını sağlayarak yolculuğu daha kullanışlı ve cazip hale getirmektedir. Araç ve ATUS çevre birimleri aracılığı ile veri tabanlarında işlenerek son kullanıcıya anlamlı hale getirilip mobil uygulamalar üzerinden sunulan çeşitli bilgiler farklı uygulamalarda farklı tasarım ve yöntemlerle sunulmaktadır. Yolcu bilgi sistemleri, rota bilgisi, araç bilgisi, durak bilgisi, hat bilgisi, bakiye bilgisi, bakiye yükleme, gibi bilgiler toplu ulaşım kullanıcılarına mobil uygulamalar aracılığı ile sunulmakta, farklı alternatiflerle kullanılabilir ve cazip hale getirilmektedir.

Bu çalışmada değerlendirilen uygulamalara bakıldığında, rota oluşturma, araç konum bilgisi, durak bilgisi ve ödeme sistemleri en temel hizmet modüllerini oluşturmaktadır. Ancak bununla birlikte her bir bilgi hizmeti veren modülde farklı özelliklerle karşılaşmıştır. Örneğin KakaoBus uygulamasında araçlardaki boş koltukların yerleri gösterilirken, diğer uygulamalarda bu hizmet verilmemektedir.

Bu uygulamalarda kullanılan akıllı durak kavramının yanlış kullanıldığı dikkat çekmektedir. Akıllı durak kavramı aslında durağın kendisine ait bir kavram olarak kullanılmalıdır. Yani durakta bulunan mevcut teknoloji yada fiziksel uygulamaların durağı bilgilendirici ve kullanışlı yapması, o durağı akıllı durak yapmaktadır. Mobil uygulama bir durak değil bir bilgi aracıdır. Dolayısıyla akıllı durak yerine durak bilgisi yada durak ile ilgili verilen bilgi hizmetinin adı tercih edilmelidir.

Yolcu Bilgi Sistemi uygulamalarında ödeme ve bakiye yükleme, veriyi analiz etme, veriyi taşıma ve veriyi sunma aşamalarında çeşitli teknolojilerden yararlanılmaktadır. Ödeme ve bakiye yükleme teknolojilerinde çoğunlukla RFID teknolojisine sahip Validatörlerin kullanıldığı, ancak NFC, QR kod ve PayPass gibi yakın alan iletişim

teknolojilerine ve WiFi, GPS, LTE (Simkart) gibi veriyi uzak mesafelere aktarabilen internet ve uydu teknolojilerine sahip cihazların da kullanıldığı görülmektedir. Araçlarda validatörler, sensörler, kameralar, GPS, WiFi, LTE, gibi veri aktarım teknolojileri kullanılmakta, bu teknolojiler sayesinde veriler toplanarak verinin işlendiği ve anlamlı hale getirildiği merkezlere ve veritabanlarına aktarılmaktadır. Verilerin analizinde CBS tabanlı veri tabanları kullanılmakta, nesnelerin interneti, büyük veri gibi teknolojilerden yararlanılarak veriler anlık ihtiyaca cevap verecek şekilde anlamlı hale getirilmekte, gerçek zamanlı veriler mobil uygulamalar üzerinden mobil cihazlarda toplu ulaşım kullanıcılarına sunulmaktadır.

Toplu ulaşımı cazip ve kullanışlı yapmak, toplu ulaşım hizmeti veren kurumlara maliyet ve kazançlarını yönetmekte kolaylık sağlamak amacıyla toplu ulaşımlarda akıllı sistem kullanımı yaygınlaşmaktadır. Toplu ulaşımlarda akıllı ödeme sistemlerinin kullanılmasıyla, geleneksel yöntemde kullanılan nakit veya kağıt bilet üzerinden yapılan ödemeler yerlerini daha teknolojik araçların kullanılarak yapıldığı ödemelere bırakmıştır. Bu sistemlerde kredi kartıyla ödeme, mobil uygulama üzerinden ödeme, NFC teknolojisi veya QR kod kullanarak mobil cüzdan ile ödeme gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Mobil Cüzdan uygulamalarında NFC teknolojisi bulunan yolcular, araçlarda veya duraklarda bulunan NFC okuyucu validatörlere, uygulama içerisinde bulunan “NFC ile öde” seçeneğini seçerek telefonlarını yaklaştırdığında ödeme yapabilmektedir. Mobil cüzdan uygulamalarında QR kod kullanan yolcular ise kullanıcı mobil uygulamalarında QR kod seçeneğine tıklayarak ekranlarına getirttikleri QR kodu, QR kod okuyuculu validatöre yaklaştırarak hesaplarındaki ulaşım bakiyelerini değiştirmektedirler. Akıllı Ulaşım Sistemleri’nde kullanılan diğer bir yöntem olan kartlı ödemeli uygulamalardaysa RFID teknolojisi bulunmaktadır. RFID okuyucular tarafından okunan akıllı kartlar, diğer teknolojilere göre daha eski bir teknoloji olması ve kullanımının kolay olması sebebiyle daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Diğer bir akıllı ödeme yöntemi ise kredi kartı ile ödemedir. PayPass özelliği bulunan Kredi Kartları ile ulaşım ödemesi yapılabilmesi, ulaşımda vatandaşlara sağlanan hizmetlerden birisidir. Toplu ulaşım araçlarını kullanmayı yaygınlaştırmak amacıyla, akıllı ödeme kartları, uluslararası ödeme kartları Europay, Mastercard ve Visa global kart standartlarına uyumlu olarak geliştirilebilmekte ve böylece farklı hizmetlerde de ödeme kartı olarak kullanılabilir. Mevcut ödeme sistemlerinin tamamı ile ödeme

yapılabilen, bu uygulamaların daha gelişmiş olan yeni uygulamalarda, RFID, NFC, QR kod, ve PayPass kart gibi çeşitli kart okuma ve algılama teknolojilerine sahip aynı zamanda içerisinde online/offline veri aktarımı yapmasını sağlayan WiFi, LTE (SimKart), Bluetooth ve GPS modülü de bulunan validatörler kullanılmaktadır.

Akıllı ödeme sistemleri, yolcu bilgi sistemi uygulamalarına entegre ya da bağımsız bir uygulama üzerinden kullanıcılara bakiye sorgulama, bakiye yükleme veya görüntüleme hizmeti verebilmektedir. Kullanıcı mobil uygulamalar üzerinden hesabında ne kadar bakiyesi kaldığını görebilmekte, dilerse kredi kartı kullanarak yükleme yapabilmektedir. Gelişmiş toplu taşıma sistemleri kimin ne zaman hangi aracı kullandığını, hangi teknolojiyi kullanarak ne kadar ödeme yaptığını rapor olarak kullanıcıya verebilmektedir. Aynı zamanda araçlarda bulunan internet ağı ve kullanıcının mobil cihazında sağlanan internet bağlantısı kullanılarak, hizmet sağlayıcı veya kullanıcı uygulama ve cihazlarından, sistemin yönetildiği merkez sunuculara bilgiler iletilmektedir. Bu veri akışı sayesinde, yolcular kullanıcı uygulaması üzerinde hesabından eksilen ücret miktarını ve yolculuk detaylarını anlık görebilmektedir. Bu özellik hem sisteme olan güvenin artmasını sağlamak hem de kullanıcıların harcamalarını kontrol etmesini sağlayarak, sistemin daha yaygın kullanılmasına katkı yapmaktadır. Ek olarak akıllı kart ve ödeme sistemlerinin kullanılması toplu ulaşımın kullanım amaçlarından biri olan çevresel kirliliği azaltmakla paralellik göstermekte, plastik kart kullanımını, kağıt kullanımını ve buna bağlı teknolojik maliyetleri azaltmaktadır.

Literatürde sıklıkla bahsedilen Seul ödeme sisteminde yolcuların binme ve inme yerlerini tespit edebilen ve bu gibi parametrelere göre fiyat belirleyen gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı görülmektedir. Önerilen modelde de bu özelliğin kullanılması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca internet üzerinden belli periyotlarla bilgi akışı sağlandığından belediyeler ve bankalar gelen veriler üzerinden raporlar alarak farklı bilgilere ulaşabilmektedir.

Gelecekte nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, akıllı araçlar gibi kavramların yaygınlaşmasıyla daha çok nesneden veri toplanabilecek ve bu verilerle daha çok parametre değerlendirilerek akıllı ulaşım teknolojilerinde yolcular için daha kişiselleştirilmiş hizmetlere ulaşmak mümkün olacaktır. Bu sistemlerle yolcular ve

belediyeler anlık olarak daha çeşitli bilgilere ulaşabilecek ve bu bilgilerin kullanılmasında karar destek sistemleri, veri madenciliği gibi yöntemler daha etkin kullanılarak sistemlerin entegrasyonu ve etkinliği arttırılacaktır.

İleride yapılacak çalışmalarda Seul'de kullanılan TOPIS modeli ülkemizde kullanımı üzerinde durulmalı bu modelin ülkemiz şartlarında geliştirilmesi üzerine çalışılmalıdır. Bu modelin geliştirilmesi toplu ulaşım altyapısını güçlendirecek, ve toplu ulaşım bilgi sistemlerinin doğru ve güvenilir veriye daha kısa sürede ulaşması sağlanacaktır. Özellikle son kullanıcıya yönelik yapılan uygulamaların, özel sektör tarafından geliştirilmesi kamu kurumlarının uygulama üretme, bakım ve güncelleme gibi maliyetlerini azaltacak özel sektöre de ticari bir alan açacaktır. Veri altyapısını kamunun sağladığı, özel sektör tarafından geliştirilen uygulamalar hem sayıca artacak hem de hizmet çeşitliliği artacaktır. Özel sektörün bu uygulamaları daha çok kullanırmak için cazip hale getirmesi toplu ulaşım kullanımını da cazip hale getirecek ve arttıracaktır.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Allen, H. (2013). *Bus reform in Seoul, Republic of Korea*, Case study prepared for Global Report on Human Settlements.
- Audouin, M. ve Finger, M. (2018). *What Can the South Learn from the North Regarding the Implementation of IoT Solutions in Cities? The Case of Seoul-Born Smart Transportation Card Implementation in Bogota*, Technologies for Development From Innovation to Social Impact, Cham, Switzerland.
- BELBİM (2017). *Faaliyet raporu*.
- Casey, R. F., Labell, L. N., Moniz, L., Royal, J. W., Sheehan, M. ve Sheehan, T. (2001). *Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art Update*, Federal Transit Administration.
- Elvan, L. (2014). *Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2023)*, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.
- Hostettler, S., Besson, S. N. Ve Bolay, J. C. (2017). *Technologies for Development From Innovation to Social Impact*' ISBN 978-3-319-91067-3 ISBN 978-3-319-91068-0 (eBook).
- Kim, J. K., (2014). *Modularization of Korea's Development Experience: Establishment of Intelligent Transport Systems (ITS)*, Knowledge Sharing Program, Government Publications Registration Number, 11-1051000-000460-01.
- Kronborg, P., Lindkvist, A. Ve Schelin, E. (2002). *Fungera transportinformatik i praktiken? 14 fallstudier i syfte att undvika misstag i framtiden*, TFK.
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) (2009), *White Paper On Land, Infrastructure, Transport And Tourism In Japan*, 111-112.
- T.C. Çevre ve Şehircilik bakanlığı (2019). *Akıllı Şehirler Beyaz Bülteni*, 35-53.
- T.C. Milli eğitim Bakanlığı (2011). *Bilişim Teknolojileri Kablosuz Ağlar*, 523EO0320, Ankara.
- U. S. Department of Transportation (1998). *Developing Traveler Information Systems Using the National ITS Architecture*.
- Wiley, J. (2013). *Big Data Analytics For Dummies*, ISBN 978-1-118-60704-6 (pbk); ISBN 978-1-118-60890-6 (ebook), Manufactured in the United States of America.
- Yokota, T. ve Weiland, R. J. (2004). *ITS System Architectures for Developing Countries*, World Bank.

### **Sürelî Yayın**

- Akdamar, E. (2017). Akıllı Kent İdealine Ulaşmada Büyük Verinin Rolü, *Kent Akademisi, Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi, Cilt: 10, Sayı:2*.
- Ali, A., Kim, J. ve Lee, S. (2016). Travel Behavior Analysis using Smart Card Data, *KSCE Journal of Civil Engineering, Sayı:20(4)*, 1532-1539.
- Andersen, J. ve Sutcliffe, S. (2000). Intelligent Transport Systems (ITS) – An Overview, *IFAC Technology Transfer in Developing Countries, South Africa, Pretoria*, 106.
- Dow, J. M., Neilan, R. E. ve Rizos, C. (2009). The International GNSS Service in a changing landscape of Global Navigation Satellite Systems, *Introductory Paper J Geod 83*, 191–198.
- Dwumfuo, G. O. ve Salakpi, S. (2011). WiFi and WiMAX Deployment at the Ghana Ministry of Food and Agriculture, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 3 (12)*,
- Eken, S. ve Sayar, A. (2014). Web Tabanlı Akıllı Bir Durak Sisteminin Gerçekleşmesi, *T.C. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim Ve Teknoloji dergisi, cilt 2 sayı 1*, 62.
- Ekren, G. ve Kesim M., (2016). Mobil iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ve mobil öğrenme, *Açık öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi AUAd, Cilt 2, Sayı 1*, 36-51.
- Engin Y., Furuncu D. (2017). Ulaşımında QR Kod Kullanımı: Yolcular Üzerinde Niteliksel Bir Araştırma. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, Ankara, Turkey*, pp 190-193
- Jakimoski, K. (2014). Analysis of the usability of m-commerce applications, *International journal of u- and e-service. Science and Technology, Vol 7*.
- Kenanoğlu, M. E. ve Aydın M. (2018). Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Dışsallık Bağlamında Değerlendirilmesi: *Seçilmiş Ülke Uygulamaları, Çanakkale Onsekizmar Üniversitesi, Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi 3 (2)*, 363-387, 382.
- Kim, G. C. (2007). *Challenges for Environmentally Sustainable Transport In Seoul*, Seoul Development Institute, 112-116.
- Kosunalp, S. ve Arucu, M. (2018). Nesnelerin interneti ve akıllı ulaşım, *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, Cilt 1, Sayı 1*, 1-7.
- Lee, W. J. ve Shin, S. (2014). The Effects Of Technology Readiness And Technology Acceptance On NFC Mobile Payment Services In Korea, *The Journal of Applied Business Research, Volume 30, Number 6*,

- Pucher, J., Park, H. ve Kim, M. H. (2005). Public Transport Reforms in Seoul Public Transport Reforms in Seoul: Innovations Motivated by Funding Crisis, *Journal of Public Transportation* 8(5), 41-62.
- Rayan, N. L. ve Krishna, C. (2014). A Survey on Mobile Wireless Networks, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 5, Issue 1, January-2014, ISSN 2229-5518 IJSER, 685-690.
- Shukla, S., Khare, V. ve Garg, S. (2013). Comparative Study of 1G, 2G, 3G and 4G, *Journal of Engineering, Computers & Applied Sciences (JEC&AS)*, ISSN No: 2319-5606, Volume 2, No.4, 55-63.
- Alçay, S., İnal, C. (2010). Global Bir Ağda GPS/GLONASS, GPS ve GLONASS Sonuçlarının Karşılaştırılması, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi.*, yıl 25, Sayı 1, 2010, 29-38



## **Tezler**

- Bang, C. (1998). *Integrated Model to Plan Advanced Public Transportation Systems* (Doktora Tezi). Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.
- Bodur, M. A. (2012). *Akıllı Ulaşım Sistemleri* (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Boysan, B. (2017). *Gelişmiş Toplu Ulaşım Uygulamalarının Horizon 2020 Kapsamında İncelenmesi ve İstanbul için Model Önerisi* (Yüksek Lisans Tezi). T.C. İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.
- Çapalı, B. (2009). *Akıllı Ulaşım sistemleri ve Türkiye'deki uygulamaları* (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Doğan, G. (2015). *Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin Toplu Ulaşım Kullanıcı Davranışları Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Elbeyli, Ş. (2012). *Kentiçi Ulaşımında Bisikletin Konumu ve Şehirler İçin Bisiklet Ulaşımı Planlaması: Sakarya Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kılıç, N. (2012). *Smart Transportation System* (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Köz, A. (2011). *Akıllı Ulaşım Sisteminin Kentiçi Uygulamaları; İstanbul Örneğinin Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). T.C. Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Güngör, A. (2017). *Akıllı Şehir Otopark Sistemleri'nde NFC Kartların Ödeme Aracı Olarak Kullanılması Ve Güvenlik Alt Yapısı; İspark Ve İstanbul Kart Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.
- Özcan, M. (2013). *Bir Android Uygulama Modeli: İstanbul Toplu Taşıma Bilgisi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Penaloza, A. M. R. (2004). *The Intelligent Transportation Systems (ITS) As A Tool To Solve Congestion Problems: The Case Of Seoul* (Yüksel Lisans Tezi). KDI School of Public Policy, Sejong Güney Kore.
- Tufan, H. (2014). *Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye İçin Bir AUS Mimarisi Önerisi* (Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi). T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara.



## ***Diğer Yayınlar***

- Akgül, A., Çetin, Ö. ve Akar F. (2011). Yüksek Güvenli Kızılötesi İletişim Uygulaması. *IEEE 19th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU 2011)*, 474-477.
- Audouin, M., Razaghi, M. ve Finger M. (2015). How Seoul Used The ‘T-Money’ Smart Transportation Card To Re-Plan The Public Transportation System Of The City; Implications For Governance Of Innovation In Urban Public Transportation Systems. *Transist 8. Uluslararası Ulaşım teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı (17-19 Aralık 2015 İstanbul, Türkiye)*. 142-151.
- Çelen, M. (2010). Toplu Ulaşımında Akıllı Sistemler (Akyolbil). *Transist 2010 Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi, (02-03 Aralık 2010, İstanbul)*, 209-214.
- Erkollar, A. ve Oberer B. (2017). Endüstri 4.0 ve Ulaşımında Kullanımına, *Transist 2017, (2-4 Kasım, İstanbul)*, PP
- Erkollar, A. ve Oberer, B. (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri: GIS4EU Projesi. *14. Akademik Bilişim Konferansı, Mersin Üniversitesi, (5-7 Şubat 2014)*, PP
- Georgiev, T., Georgieva, E. ve Smrikarov, A. (2004). M-Learning - a New Stage of E-Learning. *International Conference on Computer Systems and Technologies – CompSysTech*, 1-5. Erişim Adresi:
- Gohil, A., Modi, H. ve Patel, S. K. (2013). 5G technology of mobile communication: A survey. *International Conference on Intelligent Systems and Signal Processing (ISSP)*, 288-292. Erişim Adresi:
- Karaca, S. ve Güler, H. (2017). Toplu Taşıma Sisteminin Verimliliğinin Artırılmasına Yönelik Optimizasyon Çalışmaları: Sakarya İli İçin Örnek Bir Uygulama. *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku - Azerbaijan)*, 144-153.
- Khan, A. H., Qadeer, M. A., Ansari, J. A. ve Waheed, S. (2009). 4G as a Next Generation Wireless Network, *International Conference on Future Computer and Communication, 978-0-7695-3591-3/09, IEEE*. 338-340. Erişim Adresi:
- Kim, J. ve Kang, S. (2005). Development of Integrated Transit-Fare Card System in the Seoul Metropolitan Area. *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems 9th International Conference, KES 2005, (Melbourne, Australia, September 14-16)*, 95-100.
- Maden, H. (2010). Elektronik Bilet Uygulamaları ve İstanbul Kart. *Transist 2010 Ulusal Toplu Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi (02-03 Aralık 2010, İstanbul)*, 248-252.
- Mutlu, M. M. ve Ünver, Y. (2015). Ulaşım Planlama Destek Sistemi Olarak CBS ve Ege üniversitesi Ulaşım Ana Planı Örneği, *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası*

11. Ulaştırma Kongresi (25 Mayıs 2015 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi İstanbul), 549-558.

- Noyes, P. (2013). *ITS ePrimer Module 1: Introduction to ITS*, USDOT RITA ITS Professional Capacity Building Program.
- Pehlivan, H. (2005). Kara Ulaşımında GPS Teknolojisi Uygulamaları, 2. *Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, (23 -25 Kasım 2005, İstanbul Teknik Üniversitesi), 544-551.
- Türk E., Savran A. ve Arslan S. (2016). Android Tabanlı Mobil Ödeme ve Araç İçi Kontrol Merkezi, *2016 National Conference on Electrical, Electronics and Biomedical Engineering* (1-3 December 2016, Bursa, Turkey), 468-470.
- Yardım, M. S. ve Akyıldız, G. (2005). Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamalar, Ulaştırma Kongresi Bildiriler Kitabı, 405-414. Erişim adresi: <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3213.pdf>
- Yüksel, M. E. ve Dorukhan O. Ş. (2009). Nesnelere İzlenebilir ve Yönetilebilir mi? Çözüm RFID, *Akademik Bilişim - Harran Üniversitesi*, (Şanlıurfa 11- 13 Şubat 2009). Erişim Adresi: <https://ab.org.tr/ab09/bildiri/163.pdf>
- Jacob, S. M. ve Biju I. (2008). The Mobile Devices and its Mobile Learning Usage Analysis, *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2008 Vol I IMECS (2008, 19-21 March, Hong Kong)*. Erişim Adresi: <https://arxiv.org/pdf/1410.4375.pdf>

### ***İnternet Kaynakları***

Avikon, Erişim adresi: <https://www.avikon.com.tr/akilli-durak-sistemi> (8.12.2018).

Bursa Büyükşehir Belediyesi, Erişim adresi:  
<https://www.bursa.bel.tr/mobil-uygulamalirimiz/sayfa/879> (02.06.2019)

EGO Genel Müdürlüğü, Erişim Adresi: <https://www.ego.gov.tr/> (02.06.2019).

European Cummission, Erişim adresi: <https://ec.europa.eu/transport/> (01.05.2019).

European Union (2010). Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:EN:PDF> (20.04.2019).

Fabregas, K. (2018). FitSmallBusiness, Erişim adres: <https://fitsmallbusiness.com/nfc-payments/> (22.12.2018).

Furuno, Erişim adresi: [https://www.furuno.com/en/gnss/technical/tec\\_multi](https://www.furuno.com/en/gnss/technical/tec_multi) (7.11.2018).

Gelecekhane, Erişim adresi: [www.gelecekhane.com/akilli-sehirlerin-dogal-kaynaklari-nesnelerin-interneti-buyuk-veri/#nesnelerin-interneti](http://www.gelecekhane.com/akilli-sehirlerin-dogal-kaynaklari-nesnelerin-interneti-buyuk-veri/#nesnelerin-interneti) (02.01.2019).

GPS.gov, Erişim adresi: <https://www.gps.gov/systems/gps/> (15.11.2018).

Japan Station, Erişim Adresi: <https://www.japanstation.com/japans-prepaid-transportation-cards-ic-cards/> (15.03.2019).

Ko, J. ve Lee, S. (2018). Seoul Solution, Erişim adresi: <https://seoulsolution.kr/en/content/2595> (12.02.2019).

Koreaherald, Kim, S. (2018), The Smart Public Transportation System in Seoul is the World's Best, Erişim adresi: <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20150325000952> (08.04.2019).

Konya Büyükşehir Belediyesi, Erişim adresi:  
<http://atus.konya.bel.tr/yardim.php?langCode=tr> (03.06.2019).

Lee, S. (2018). TOPIS: Seoul's Intelligent Traffic System (ITS), SMG Policies That Work, Erişim adresi: <https://seoulsolution.kr/en/content/2595> (16 Mart 2019).

LiveViewGPS (2014). Erişim adresi: <https://www.liveviewgps.com/blog/gps-main-competitors-galileo-beidou-glonass/> (27.11.2018).

Mastercard, Ayşegül A. Erişim adresi: <https://newsroom.mastercard.com/eu/tr/press-releases/toplu-tasimada-temassiz-mastercard-ile-adana-artik-akilli-sehir-01/> (8.04.2019).

Moovit, Erişim adresi: <https://www.company.moovit.com/about> (15 Mart 2019).

Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act, MAP 21 622-627, Erişim adresi: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-112publ141/pdf/PLAW-112publ141.pdf> (15.03.2019).

MOBIETT, Erişim Adresi: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.verisun.mobiett> (10 Şubat 2019).

Safeway2school (2013). Erişim adresi: <http://www.safeway2school-eu.org/> (19.12.2018).

SAKUS, Erişim adresi: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sakaryabel.sakus&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sakaryabel.sakus&hl=en_US) (10 Nisan 2019).

TechTerms, Erişim adresi: <https://techterms.com/definition/gps> (16.11.2018).

Vizocom (2016). Erişim adresi: <http://www.vizocom.com/blog/wimax-differ-wifi/> (19.12.2018).

Yalvaç, S. (2017). Erişim adresi: [http://harita.ghu.edu.tr/user\\_files/files/gnss\\_11haft\(1\).pdf](http://harita.ghu.edu.tr/user_files/files/gnss_11haft(1).pdf) (03.12.2018).

## ÖZGEÇMİŞ

Bünyamin GÖL, 1982 yılında Ordu'da doğmuştur. İlk öğrenime Ordu'da başlamış Sakarya'da tamamlamıştır. Orta okulu Adapazarı İmam Hatip Orta Okulu'nda tamamlamış, Sakarya Endüstri Meslek Lisesi'nde Telekomünikasyon ve Haberleşme Bölümü'nden 2002 yılında mezun olmuştur. 2004 yılında Azerbaycan'da Bakü Devlet Üniversitesi Matematik-Bilgisayar Bölümü'nde lisans eğitimine başlamış, 2009 yılında buradan mezun olmuştur. 2009-2010 yılında İstanbul İmam Hatip Lisesi'nde, 2010-2011 yılında Avcılar Ticaret Meslek Lisesinde matematik öğretmenliği yapmıştır. 2011 yılında askerlik görevini kısa dönem er olarak Kütahya ve Bursa'da yapmıştır. 2012 yılında Avcılar Kaymakamlığı'na Programcı olarak atanmış, 2014'te İstanbul Valiliği'ne ardından da Sakarya Valiliğine tayin olmuştur. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı'nın (MARKA) desteklediği Sakarya Kültür Turizm Dijital Rehberlik ve Bilgi Sistemi (SATBİS) projesinin koordinatörlüğünü yapmış, Kalkınma Ajansları ve Kamu Kurumlarının hibe programları ile desteklenen bir çok projede görev almıştır. 2014 yılında Sakarya Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü'nde yüksek lisansa başlamıştır. Halen Sakarya Valiliği Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Bürosu'nda koordinatör olarak görev yapmaktadır. 2002 yılından bu yana spor kulüpleri, gençlik çalışmaları ve yardım kuruluşları başta olmak üzere çeşitli sivil toplum kuruluşlarında görev almış, yöneticilik yapmıştır. Anne ve babası çiftçilik ve hayvancılıkla ilgilenmektedir. Ailenin üçüncü çocuğudur ve biri hayatta olmayan üç kız iki erkek olmak üzere altı kardeştir. Evli ve bir kızı vardır.