

ERZURUM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA KULLANIMININ AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ
İLE ARTIRILMASI VE ERZURUM ÖRNEĞİ**

Saltuk TOPDAĞI

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim, 2017

ERZURUM

Her Hakkı Saklıdır

ERZURUM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAYI FORMU

KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA KULLANIMININ AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ İLE
ARTIRILMASI VE ERZURUM ÖRNEĞİ

Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR danışmanlığında, Saltuk TOPDAĞI tarafından hazırlanan bu çalışma 18/10/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan:	Prof. Dr. Ahmet TORTUM	İmza
Üye:	Doç. Dr. Süleyman TOY	İmza
Üye:	Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Arzu GÖRMEZ
Enstitü Müdürü

**ERZURUM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

ETÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA KULLANIMININ AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ İLE ARTIRILMASI VE ERZURUM ÖRNEĞİ” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

18/10/2017

.....
Saltuk TOPDAĞI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA KULLANIMININ AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ İLE ARTIRILMASI VE ERZURUM ÖRNEĞİ

Saltuk TOPDAĞI

Erzurum Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR

Dünya’da ve Türkiye’de gelişmekte olan kentlerde nüfus artışı pek çok soruna yol açmaktadır. Bu sorunlar içerisinde kent içi ulaşım sorunu önemli bir paya sahip durumdadır. Kent içi ulaşım sorununun çözümü için yapılan alternatif yol yapımları ya da yol genişletme çalışmaları bu sorununu çözememektedir. Kullanılan bu geleneksel yöntemler ile her yeni yol kendi trafiğini yaratmakta ve yaşanan kent içi trafik sorunlarını artırmaktadır. Mevcutta bulunan bu problemlerin çözümü için gerekli en temel yöntem hızlı, konforlu, güvenli ve ekonomik bir toplu taşıma sistemidir. Türkiye’nin Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Erzurum kenti de kent içi trafik problemleri yaşamaktadır. Dünya’da gelişen ve etkisini sürekli bir biçimde artıran teknolojik yenilikler ulaştırma alanında da kendini göstermektedir. Ulaştırma alanında yaşanan bu teknolojik yenilikler ve yaşanan ulaşım sorunlarının artık geleneksel yollar ile çözülememesi Akıllı Ulaşım Sistemlerini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma kapsamında gelişmiş kentlerde trafik problemlerinin çözümünde kullanımı gittikçe artan Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarının toplu taşıma alanında Erzurum ilinde uygulanma düzeyleri incelenmiştir. Bunlara ek olarak Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Erzurum ilinde toplu taşıma sistemlerinde kullanımını artıracak uygulamaları ve mevcut durumda ki uygulamaların geliştirilmesine yönelik tavsiyeler sunulmaktadır.

2017, 122 sayfa

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ulaşım Sistemleri, Kent İçi ulaşım, Toplu Taşıma, Erzurum

ABSTRACT

MASTER THESIS

INCREASING THE USAGE OF URBAN PUBLIC TRANSPORTATION BY INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS AND ERZURUM CASE

Saltuk TOPDAĞI

Erzurum Technical University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Muhammed Yasin ÇODUR

Population increase at developing cities leads a lot of problems in Turkey and across the world. Among those problems, urban transportation takes a substantial share. Neither alternative road construction nor road enlargement can solve the problem. Those conventional solutions like constructing new roads cause to create new traffic and increase transportation problems. The fundamental, fastest, comfortable method to solve existing transportation problems is creating a secure and economic public transportation system. Erzurum city which is located at Eastern Anatolia of Turkey has urban transportation problems as well. Technology is developing and has increasing effects. New technology also effects the field of transportation. Development of transportation field and unsatisfying conventional methods conduce to developing Intelligent Transportation Systems. Intelligent Transportation Systems have a growing usage in developed cities. In this study, application levels of Intelligent Transportation Systems at public transportation of Erzurum city is investigated. In addition, applications that could rise the usage of public transportation in Erzurum is studied. Also suggestions on developing at existing applications are presented.

2017, 122 pages

Keywords: Intelligent Transportation Systems, Urban transportation, Public transportation, Erzurum

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans sürecim boyunca hiçbir konuda yardımını esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle yanımda olan, her türlü bilgilendirme ve yönlendirmeleriyle çalışmamı bilimsel bir temelde sunmamı sağlayan hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saltuk TOPDAĞI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Erzurum Kenti Genel Bilgileri.....	13
3.2. Erzurum Kenti İmar Planları.....	18
3.2.1. J. H. Lambert Planı.....	19
3.2.2. Zeki Yapar Planı	20
3.2.3. Nazım Plan Bürosunun çalışmaları.....	21
3.3. Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Tanımlanması	22
3.3.1. Toplu taşıma sistemlerinin ilk örnekleri	24
3.3.2. Kent içi toplu taşıma sistemleri.....	26
3.3.2.1. Lastik tekerlekli sistemler	27
3.3.2.1.1. Metrobüs.....	27
3.3.2.1.2. Trolleybüs.....	29
3.3.2.1.3. Otobüs.....	30
3.3.2.1.4. Midibüs.....	32
3.3.2.1.5. Minibüs.....	32
3.3.2.2. Raylı sistemler.....	32
3.3.2.2.1. Hafif raylı sistemler (HRS)	34
3.3.2.2.2. Metro sistemler	34
3.3.2.2.3. Banliyö sistemler	36
3.3.2.2.4. Tramvay sistemler	36

3.3.2.2.5. Monoray sistemler	37
3.3.2.2.6. Maglev (Manyetik Levitasyonlu) sistemler.....	39
3.3.2.3. Deniz yolu ile taşıma sistemleri	41
3.3.2.3.1. Feribot.....	41
3.3.2.3.2. Deniz taksisi	41
3.3.2.3.3. Hava yastıklı tekne	42
3.3.2.3.4. Deniz otobüsü.....	43
3.3.2.4. Diğer türler	43
3.3.2.4.1. Teleferik	43
3.3.2.4.2. Taksi	44
3.3.2.4.3. Kişisel araç	44
3.3.2.4.4. Bisiklet.....	45
3.4. Toplu taşıma kullanımını artırıcı uygulamalar	46
3.4.1. Toplu taşıma sisteminin fiziksel açıdan iyileştirilmesi	46
3.4.2. Toplu taşıma işletmesinin iyileştirilmesi	47
3.4.3. Toplu taşımanın kullanıcıya maliyetinin azaltılması	48
3.4.4. Özel ulaşımdan toplu taşımaya aktarma olanakları	48
3.4.5. Ara toplu taşıma düzenlemeleri	49
3.4.6. Bazı yol ve alanlarda otomobil trafiğinin yasaklanması	50
3.4.7. Özel otomobiller için yol kapasitesinin azaltılması	53
3.4.8. Otopark ücretlendirme politikaları	54
3.4.9. Otopark arzının sınırlandırılması	55
3.4.10. Yol ve alan ücretlendirmesi	56
3.4.11. Yüksek doluluk oranlı taşıtlara öncelik (YDOT).....	57
3.4.12. İşveren denetimindeki önlemler	59
3.4.13. Çalışma saatlerinde esneklik	59
3.4.14. Arazi kullanma denetimi	60
3.4.15. Taşıt paylaşma programları	61
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	64
4.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri	64
4.1.1 Akıllı ulaşım sistemlerinde hedef kitle	66
4.1.1.1. Yolcular	66

4.1.1.2. Sürücüler	66
4.1.1.3. Trafik sistemleri yöneticileri	66
4.1.1.4. Acil durum sistemi yöneticileri	66
4.1.1.5. Ücretli hizmet sunucuları	67
4.1.1.6. Ticari ulaşım sistemi kullanıcıları	67
4.1.1.7. Ulaşım hizmeti sağlayıcıları	67
4.2. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Gelişimi.....	67
4.2.1. Dünya’da Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamaları ve gelişimi	70
4.2.1.1. Amerika Birleşik Devletleri’nde AUS uygulamaları ve gelişimi	70
4.2.1.2. Japonya’da AUS uygulamaları ve gelişimi	72
4.2.1.3. Güney Kore’de AUS uygulamaları ve gelişimi	74
4.1.3. Türkiye’de AUS Uygulamaları	77
4.1.3.1. Yolcu bilgi sistemleri	77
4.1.3.1.1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi cep trafik uygulaması	78
4.1.3.1.2. Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO mobil uygulaması	80
4.1.3.2. Trafik yönetim sistemleri	80
4.1.3.3. Toplu taşımaya yönelik akıllı sistemler	82
4.1.3.3.1. İETT araç takip ve yolcu bilgilendirme sistemi (AKYOLBİL)	82
4.1.3.4. Elektronik ücret toplama sistemleri.....	84
4.1.3.4.1. Radyo frekansı ile tanımlama sistemi (RFID).....	86
4.1.3.5. Yük ve filo yönetim sistemleri	87
4.1.3.6. Kaza ve acil durum yönetim sistemleri	88
4.1.3.7. Demiryolları işletim ve yönetimi	89
4.1.3.7.1. Otomatik tren durdurma sistemi (ATS).....	89
4.1.3.7.2. Tren denetim sistemi	90
4.1.3.7.3. Tren denetim bilgisayarı	90
4.1.3.7.4. Hız algılama sistemi	91
4.1.3.7.5. Hemzemin geçit izleme sistemi	92
4.1.3.7.6. Tren bilgi sistemi ve kontrol merkezi.....	92
4.1.3.8. Sürücü destek ve güvenlik sistemleri	93
5. TARTIŞMA	95
5.1. Erzurum Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri	96

5.1.1. Otobüs sistemi.....	96
5.1.2. Minibüs sistemi.....	98
5.1.3. Teleferik sistemi.....	100
5.2. Erzurum Toplu Taşıma Sistemlerinde AUS Kullanımı.....	101
5.2.1. Erzurum Kardelen Kart.....	101
5.2.2. Erzurum Mobil Uygulaması.....	103
5.2.3. Erzurum Akıllı Duraklar.....	105
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	107
KAYNAKLAR.....	114
ÖZGEÇMİŞ.....	123

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Erzurum il haritası	14
3.2. Erzurum'un iç ve dış kale kapıları	16
3.3. Erzurum kent içi ulaşım ağı	17
3.4. Erzurum ili yeni yerleşim alanları	18
3.5. J. H. Lambert Planı	20
3.6. Zeki Yapar Planı	21
3.7. Metrobüs aracı	28
3.8. İstanbul metrobüs hat güzergahları.....	29
3.9. Trolleybüs aracı	30
3.10. Otobüs aracı	31
3.11. Hafif raylı sistem aracı.....	34
3.12. Tramvay aracı	37
3.13. Askı tipi monoray sistemi	38
3.14. Üsten giden monoray sistemi.....	38
3.15. Maglev trenler mıknatıs yerleşimi	39
3.16. Ray üzerindeki elektromıknatısların davranışı	40
3.17. Deniz taksisi.....	42
3.18. Hava yastıklı tekne.....	43
3.19. Erzurum Palandöken Dağı teleferikleri	44
3.20. Milano araç trafiğine kapatılan alan	50
3.21. Kopenhag araç trafiğine kapatılan alan	51
3.22. Hamburg “yeşil ağ” isimli proje çalışması örneği	52
3.23. Bogota araç trafiğine kapatılan bölge	52
3.24. Otobüs şeridi	54
3.25. İSPARK Park Et Devam Et otoparkları.....	56
3.26. Ulaşım ve arazi kullanımı döngüsü	61
4.1. Google Haritalar cep trafik uygulaması.....	78

4.2. İstanbul Büyükşehir Belediyesi cep trafik uygulaması.....	79
4.3. Ankara Büyükşehir Belediyesi cep trafik uygulaması.....	80
4.4. AKYOLBİL Projesi	83
4.5. Elektronik ücret toplama sistemi	85
4.6. Hızlı Geçiş Sistemi	86
4.7. RFID sisteminin temel bileşenlerinin yapısı.....	87
4.8. Tren denetim sistemi.....	90
4.9. Tren denetim bilgisayarı	91
4.10. Hız algılama ünitesi	92
4.11. Hemzemin geçit izleme sistemi.....	92
4.12. Tren bilgi sistemi kontrol merkezi uygulaması	93
5.1. Erzurum Palandöken Dağı teleferik sistemi	101
5.2. Kardelen kart.....	102
5.3. Kart okuyucu (validatör).....	103
5.4. Kardelen kart dolun noktaları	104
5.5. Erzurum mobil ulaşım uygulaması arayüzü	105
5.6. Erzurum akıllı durak uygulaması.....	106

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Erzurum ilçelerinin nüfus miktarları.....	14
3.2. Buluşların kronolojik listesi.....	25
3.3. Bazı metropol kentlerin metro özellikleri.....	36
4.1. Trafik kazaları ve sonuçlarının türlerine göre dağılımı	64
5.1. Erzurum otobüs hattı güzergahları.....	97
5.2. Erzurum minibüs hattı güzergahları	98

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

km	kilometre
m	metre
mm	milimetre

Kısaltmalar

AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
HRS	Hafif Raylı Sistemler
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
YDOT	Yüksek Doluluk Oranlı Taşıtlar
TKM	Trafik Kontrol Merkezi
OGS	Otomatik Geçiş Sistemi
HGS	Hızlı Geçiş Sistemi
EYKS	Elektronik Yol Kılavuz Sistemi
AAYT	Akıllı Araç Yolları Topluluğu
ISTEA	Farklı Sistemlerle Ulaşım Hizmetleri Kanunu
IVHS	Akıllı Araç Karayolu Sistemi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CVISN	Ticari Araç Bilgi İşlemleri ve Ağı
CACS	Yol Kılavuz Projesi
ASV	Gelişmiş Yol Ulaşım Sistemleri

UMTS	Evrensel Trafik Yönetimi
AMTICS	Gelişmiş Trafik Bilgi ve İşletim Sistemleri
ARTS	Gelişmiş Yol Ulaşım Sistemleri
VICS	Araç Bilgi ve İşletme Sistemi
DSSS	Doğrudan Dizi Yayılma Spektrumu
ACC	Akıllı Hız Sabitleme
KEC	Güney Kore Otoyol Şirketi
KRIHS	Güney Kore Yerleşim Yerleri Araştırma Enstitüsü
KOTI	Güney Kore Ulaştırma Enstitüsü
KICT	Güney Kore İnşaat Teknolojisi Enstitüsü
ITS KOREA	Güney Kore Akıllı Ulaşım Sistemi Derneği
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
MOBESE	Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu
KGYS	Kent Güvenlik Yönetim Sistemleri
PTS	Plaka Tanımlama Sistemi
TEDES	Trafik Elektronik Denetleme Sistemi
İETT	İstanbul Elektrikli Tramvay ve Tünel
RFID	Radyo Frekansı İle Tanımlama
PTT	Posta ve Telgraf Teşkilatı
SMS	Kısa Mesaj
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
TIM	Trafik Olay Yönetimi

ATS	Otomatik Tren Durdurma Sistemi
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları
TBS	Tren Bilgi Sistemi
DMS	Değişken Mesaj Sistemi



1. GİRİŞ

Ulaştırma, günümüzde kişileri doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilen sosyal yaşamın vazgeçilmez parçalarından birisi konumundadır. Gelişen ve gelişmekte olan kentlere kırsal kesimlerden yapılan yoğun göç sebebiyle artan nüfus miktarı ülkemiz kentlerinde ulaşım talep miktarının artmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte kentlerde daha önceden hazırlanan imar planlarının hatalı ve geleceği tahmin etmekten uzak projeleri, kent içinde çarpık yapılaşmalara sebep olmuştur. Bu çarpık yapılaşma da beraberinde kent içi ulaşım sorunlarını ortaya çıkarmaktadır.

Gelişen ekonomi ve karayollarına yapılan büyük yatırımlar ile birlikte insanların alım gücünün artması, özel araç sahipliğinin cazibeli bir hale gelmesi kentlerimizde trafik sorunu miktarını artırmıştır. Özel araç sahibi olmanın verdiği imaj etkisiyle insanlar gitmek istedikleri yerlerin kapısına kadar kendi araçlarını kullanmakta ve bunun genele yayılmış hali kent trafiğinde büyük oranda sıkışıklığa sebep olmaktadır. Özel araç sahipleri kendi araçlarını kullanarak varmak istedikleri yere daha hızlı varabileceklerini düşünmektedirler. Yolcu kapasitesi düşük araçların artması kent içi yollar için büyük bir yük oluşturmaktadır. Bu yükü ortadan kaldırmak için sürekli yol yapımı ya da alternatif yollar açma çalışmaları yeterli olmamakta çünkü her yeni yapılan yol kendi trafiğini oluşturmakta ve trafiğin daha karmaşık bir hal almasına sebep olmaktadır. Bütün özel araç sahiplerinin talebini karşılayacak yollar yapmak yerine, toplu ulaşım sistemlerini geliştirerek yolcuları bu yöntem taşımak daha akılcı bir çözüm olarak görülmektedir.

Kent içi ulaşımda bu sebeplerden kaynaklanan trafik problemlerini çözebilmenin başlıca yolu insanları toplu taşımaya yönlendirmekten geçmektedir. Bu yönlendirme süreci uzun bir süreç olduğu gibi insanların toplu taşıma hakkındaki düşüncelerinin değişmesi için de belli bir zaman gerekmektedir. İnsanları toplu taşımaya yönlendirebilmek için günümüz hayat şartları içerisinde bu sistemi kullanacak kişilerin toplu taşımada aradığı kriterlerin sağlanması gerekmektedir. Konfor, güvenlik ve hız gibi faktörler bu kriterler içerisinde yer almaktadır. Bu kriterlerin sağlanabilmesi için yapılacak olan yatırımlar maliyetli yatırımlardır. Özellikle toplu taşıma için yapılacak yatırımların maliyetli olması, tercih edilebilir olmasını önemli kılmaktadır.

Ne var ki toplu taşıma sistemlerine yatırım yöntemleri olarak kısa vadeli yatırımların gerçekleştirilmesi bu konudaki gerekli ilerlemeleri sağlayamamıştır. Toplu taşıma için yapılan yüksek maliyetli yatırımların geri dönüşümü bir anlamda toplu taşıma kullanımının artması demektir ve bu tezin amacı da bu konu ile ilgili paralel ilerlemektedir.

Gelişmiş ülkelerde teknolojinin ilerlemesi çoğu alanda olduğu gibi ulaştırma alanına da yenilikler getirmektedir. İnsan kaynaklı hataları en aza indirerek yaya ve sürücü güvenliğini artırmaya yönelik çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu ülkelerde trafik düzeni içerisinde oluşabilecek karışıklıkları ve hataları düşük seviyelere indirgeyebilmek için ulaştırma hizmetlerinde teknoloji kullanımı artırılmaktadır. Ulaştırma sisteminde teknolojinin bu denli kullanılmaya başlaması Akıllı Ulaşım Sistemlerini ortaya çıkarmaktadır.

Akıllı Ulaşım sistemlerinin kullanımı ile birlikte taşıta öncelik tanıyan ulaştırma sistemi yerine insana yönelik ulaştırma sistemi tarzı benimsenmiştir. Bu tarz her insanın

eşit haklarda ulaştırma hizmeti alabilmesini desteklemektedir. Bu düşünce ile yola çıkıldığında ulaştırmada eşitlik ilkesini uygulayabilmenin en uygun yolu insanlara, konforlu, güvenilir ve hızlı bir toplu taşıma sistemi sunabilmektir. Akıllı ulaşım sistemleri sayesinde kaliteli bir toplu taşıma sistemi elde edilebilmektedir. Bu sayede kişisel ulaşım tercihi karşısında toplu taşıma sistemi kullanımı düşüncesi imaj kazanabilmektedir. Bu imaj doğrultusunda insanların toplu taşıma kullanımı artırılarak kentlerdeki trafik sorunu azaltılabilmektedir.

Trafik sorununun azaltılması ile birlikte insanların gün içerisinde trafik sıkışıklığı nedeniyle kaybettikleri verimli zaman azaltılmaktadır. Kent içerisinde günlük yaşamda zamanın daha verimli kullanılabilmesi iş hayatında geçirilen süreyi artırarak üretim hacmi kapasitesini yükseltmektedir. Kent içerisine rahat bir şekilde ulaşabilen insanların ekonomik, kültürel ve sosyal faaliyetlerini yapabilmesi daha dinamik bir kent elde edilebilmesini sağlamaktadır.

Erzurum kent içi ulaşım sorunlarının çözümüne yönelik ve kentin sahip olduğu toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesine ve kullanımının artırılmasına yönelik hazırlanan bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler sırası ile şunlardır: giriş, kaynak özetleri, materyal ve yöntem, araştırma bulguları, tartışma ve sonuç. Giriş bölümünde, kent içi ulaşım sorununa neden olan faktörlere yer verilmektedir. Kaynak özetlerinde, kent içinde yaşanan bu problemlerin çözümü hakkında daha önceden yapılan bazı akademik çalışmalar hakkında özet bilgiler verilmektedir. Materyal ve yöntem bölümünde tez kapsamı içerisinde materyal olarak kullanılan Erzurum kent içi ulaşım problemleri, geçmiş yıllarda hazırlanmış imar planları, toplu taşıma kullanımının artırıcı uygulamalar ve toplu taşıma sisteminde kullanılan araçlar hakkında bilgiler

verilmektedir. Araştırma bulguları bölümünde Türkiye’de kullanımı çok eski olmayan Akıllı Ulaşım Sistemlerinin farklı ülkelerinde gelişme durumları ve Türkiye’de kullanım alanlarının neler olduğuna ek olarak bu alanlarda kullanılan uygulamalara yer verilmektedir. Tartışma bölümünde materyal olarak ele alınan Erzurum ilinde kullanılan toplu taşıma sistem çeşitleri ve bu sistemlerde kullanılan Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarının durumu ortaya konmaktadır. Sonuç bölümünde Erzurum kent içi ulaşım sorunlarının çözümü için Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarını ele alarak toplu taşıma kullanımının artırılmasına dair öneriler verilmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gelişmekte olan ülkeler sınıfında bulunan Türkiye’de bu sınıf içerisinde yer alan diğer ülkeler gibi kentselleşme ve bu kentselleşmenin getirdiği nüfus artışına bağlı ulaşım sorunları yaşamaktadır. Büyüyen kentlerde kurulan ticaret, sanayi ve sosyal alanlar gibi hayat standartlarını önemli derecede etkileyen faktörler kent yaşamının cazibesini artırmakta ve bu artışa paralel olarak gelişen nüfus artışı, kent içerisindeki trafik talebini artırmaktadır. Artan trafik taleplerini sağlıklı bir ulaşım sistemi ile karşılayabilmek için devletler ya da yerel yönetimler sürekli çalışma içerisinde bulunmakta olup bu çalışmaların daha verimli ve güvenilir olması için de akademik çalışmalardan faydalanmaktadırlar. Ulaşım sorunlarının çözümünde etkisi büyük bir rol oynamakta olan bu çalışmaların bazılarına ait bilgiler özet halinde aşağıda verilemeye çalışılmıştır.

Zaim (1994), toplu taşıma sistem türlerini ve bu sistemlerde kullanılan araçların incelemelerini yapmaktadır. Toplu taşıma sistemlerinde karşılaşılan problemlerin çözümü için kamu ulaşımını daha yüksek maliyet-etkinlik açısından iyileştirilmesi, ekonomik düzenlemeler yapılması ve hizmetlerin entegrasyonunun geliştirilmesi gibi konuları ele almaktadır. Özellikle raylı sistemlerin incelendiği bu çalışmada raylı sistem türleri, raylı sistem geçişi için gerekli inşaa modelleri, sinyalizasyon ve işletme konuları işlenmektedir. Raylı sistemlerde kullanılan sistemlerin teknik açıdan incelemeleri yapılmaktadır. Trabzon kenti hakkında istatistiki bilgiler, şehir içi yollar, anayollar, tali yollar, toplu taşıma sistemleri ve mevcut trafik durumu konuları ele alınmaktadır. Trabzon kentinde yaşanan ve gelecekte daha da ileri seviyede kötüleşmesi öngörülen trafik problemlerinin çözümü için önerilere yer verilmektedir.

Küçükçınar (1997), Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin dünyadaki uygulama alanlarını incelemektedir. Bu sistemde yer alan teknolojileri uygularken düşünülmesi gereken noktaları belirtmiş ve stratejik açıdan tartışmaktadır. Son bölümlerde ise farklı ülkelerde bu konularda yapılan çalışmalara örnekler verilmektedir.

Türkmen (2001), çalışmasında toplu taşıma sistemlerinin dünya ve Türkiye’de gelişme aşamalarını tarihsel açıdan incelemekte ve toplu taşıma sistemlerinin kapasiteleri açısından sınıflandırılmalarını yapmaktadır. Kent içi toplu taşıma sistemleri arasında önemli bir yer edinmekte olan raylı sistemlerin gerekliliğinden ve farklı ülkelerdeki raylı sistem modellerinden bahsetmektedir. Özellikle Ankara kenti raylı sistem toplu taşımanın tarihsel yapılanma aşaması anlatılmaktadır. Ankaray ve Ankara metrosunun hizmet durumu ve diğer karşılaştırmaları yapılmaktadır.

Yüksel (2004), yaptığı çalışmada toplu taşıma sistemlerinin gelişimi için tıkanıklık fiyatlandırılması önerisini sunmaktadır. Yapılan bu çalışmada tıkanıklık fiyatı hesabının esasları, araç sahipliği maliyeti, hıza bağlı maliyetler ve yakıt tüketimi maliyeti gibi konular ele alınmaktadır. Tıkanıklık fiyatı önerisinde kullanılacak olan tercih modelinin kalibrasyonu, optimum tıkanıklık fiyatının bulunması ve bu fiyatlandırmaların otobüs taşımacılığına etkileri incelenmektedir. Optimum fiyatın uygulanması durumunda gerekli ek toplu taşıma kapasitesinin hesaplanması ve bu kapasitenin tıkanıklık fiyatı uygulama modeli kullanılarak elde edilecek gelir ile karşılanıp karşılanamayacağını ele almaktadır.

Çapalı (2009), çalışma alanı olarak dünyada Akıllı Ulaşım Sistemleri içerisinde bulunan ileri teknolojiye sahip uygulama alanlarını incelemektedir. Bu uygulama alanları içerisinde trafik yazılımları, karayollarında kullanılan Akıllı Ulaşım Sistemleri

ve Türkiye’de kullanılmakta olan bazı Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamaları yer almaktadır. Yapılan çalışmanın sonucu olarak Türkiye’de kullanılan trafik teknolojilerinin yetersiz olduğu ve Akıllı Ulaşım Sistemleri kullanımına geçilmesinin gerekliliği belirtilmektedir. Büyük kentlerde yaşanan trafik tıkanıklıklarının önüne geçilebilmesi için çağdaş ülkelerde ve şehirlerde kullanılan ileri teknoloji sistemlerin Türkiye kentlerinde de kullanılmasını önermektedir.

Köz (2011), çalışmasında 1950’lerden günümüze kadar ülkemizde yapılmış olan ulaştırma politikalarını incelemektedir. Kent içi ulaşım sistemi ve Akıllı Ulaşım Sistemleri konularını işlemektedir. Dünya’da kullanılan farklı Akıllı Ulaşım Sistemleri konuları incelenmekte ve İstanbul ili ile karşılaştırma yapmaktadır.

Döner (2012), yaptığı çalışmada kent içi toplu taşıma türlerini incelemektedir. Otobüsle toplu taşıma sorunlarında hat planlamalarının önemi konusunu ele almaktadır. İzmir’de hat bazında yolcu hareketlerinin analizleri yapılmaktadır. Durak bazında yolcu hareketleri ve yolcu binişlerini etkilen hususlar gibi konular incelenmektedir. Yapılan bu çalışmada bağlantı noktalarının hastane, sosyal alanlar ve alışveriş merkezlerinin konumlandığı noktaların yolcu yoğunlukları üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Kentsel trafik düzeninin gün ve ay olarak zamansal değerlendirilmelerine bakılarak planlama açısından önemini ortaya çıkarmaya çalışmaktadır.

Saraçoğlu (2012), toplu taşıma sistem türlerini ve bu sistemlerin birbirleriyle entegrasyonunu incelemektedir. Yapılan bu çalışmada toplu taşıma sistemi türleri arasında gerçekleştirilen aktarma merkezleri konusuna yer vermektedir. Aktarma merkezlerinin tanımı, işlevi ve sınıflandırılması gibi başlıklar bu çalışma içerisinde bulunmaktadır. İstanbul kentinin toplu taşıma sistemlerini yaklaşık 200 yıllık bir tarih

açısından incelenmektedir. İstanbul'un tarihi kıyı bölgesinde aktarma merkezlerinin işlevsel kurguları ve tasarım konuları ele alınmaktadır. İstanbul tarihi kıyı bölgelerinde düzenlenecek olan aktarma merkezlerinin kent içi trafik tıkanıklığının azalmasında etkili olacağı görüşü belirtilmektedir.

Yılmaz (2012), çalışma alanı olarak İstanbul ilini belirlemiştir. İstanbul'un köklü bir tarihi olması, birçok medeniyetin gözdesi ve bu medeniyetlere yüzyıllarca ev sahipliği yapmış olması nedeniyle dünyanın önde gelen metropollerinden biri olduğunu ifade etmektedir. Bu değerlerin ulaşım kaynaklı sorunlardan etkilendiği ve bu sorunlara çözüm bulunması gerektiği belirtilmektedir. Toplu taşımının yaygınlaştırılabilmesi ve tercih edilebilir olabilmesi için süreçlerin zorlayıcı sebeplerden ziyade gönüllülük esasına dayandırılması gerekliliği işlenmektedir. Sonuç olarak ulaşım ile ilgili karar aşamasında etkili olacak, toplu taşımının tercih edilebilirliğine katkı sağlayabilecek ve toplu taşıma bilincinin yaygınlaşması için bir yöntem önerisi olarak kamu spotu unsurlarını üç başlık altında incelemektedir.

Kızgın (2013), yaptığı çalışmada ulaştırma sistemleri ve ulaştırma yapısı konularını işlemektedir. Ağrı kentinin tarihi, coğrafi konumu, nüfus yapısı, iş gücü, iklim yapısı ve bitki örtüsü gibi konuları ele alarak kent hakkında bilgi vermektedir. Kent içinde kullanılan toplu taşıma sistemlerini ve sorunlarını anlatmaktadır. Yolcu profil anketleri ve memnuniyet anketleri ile Ağrı kentinin toplu taşıma durumları incelenmektedir. Kentin hat yapısı, toplu taşımada kullanılan araç nitelik ve nicelikleri, toplu taşıma sistemlerinde kullanılan ödeme yöntemleri, toplu taşıma konforunu artırıcı faktörler gibi konular hakkında önerilerde bulunmaktadır.

Baştürk (2014), çalışmasında toplu taşımada mod seçimi için önem arz eden kriterleri ele almakta ve raylı sistemlerin bu kriterler içerisinde değerlendirilmelerini yapmaktadır. Kent içi raylı toplu taşıma sistemleri incelemekte olup daha sonra Dünya ve Türkiye'deki projeleri ele almaktadır. Sonuç olarak çeşitli parametreler açısından karşılaştırmalar yapılarak Türkiye'deki kent içi raylı sistemlerinin mevcut durumu ortaya konmakta ve gelişimi için önerilerde bulunmaktadır.

Tufan (2014), yaptığı çalışmada karayolu ulaştırma sistemlerindeki sorunları ele almaktadır. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin dünyanın farklı ülkelerindeki uygulamaları ve kullanım şekillerini incelemektedir. Akıllı Ulaşım Sisteminin Türkiye'deki uygulamalarını ele almakta ve bir Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi önerisinde bulunmaktadır. Akıllı Ulaşım sistemlerinin yaygınlaştırılması ve çalışabilirlik durumları değerlendirilmektedir.

Doğan (2014), çalışma alanı olarak kent içi toplu taşıma sistemlerini incelemektedir. Toplu taşıma sistemlerinde kullanılan araçların özellikleri ve kullanılma alanları ele alınmaktadır. Malatya ilinin genel özellikleri ve burada kullanılan toplu taşıma sistemleri konuları işlenmektedir. Malatya'da toplu taşıma sistemlerinin daha düzenli ve sağlıklı çalışabilmesi için önerilerde bulunulmakta ve bu öneriler içerisinde kent içinde kullanılan minibüs sistemi yerine otobüs sisteminin getirilmesi gerekliliği maliyet açısından incelenmektedir.

Yıldız (2015), yaptığı çalışmada Hatay ilinin coğrafi durumu, ekonomik durumu, idari yapısı, tarihsel gelişimi, nüfus durumu, iklim özellikleri ve jeolojik yapısı hakkında bilgi vermektedir. Kentin ulaşım sistemleri ve bu sistemlerde bulunan mevcut problemler anlatılmaktadır. Kentin ulaşım ağı içerisine Antakya ilçesi için nostaljik

tramvay modeli irdelenmekte ve yerel yönetimlerin hedefleri arasında yer alan kent içi raylı sistemin başlangıcı sayılabilecek bir çalışmaya yer verilmektedir.

Büyükbaş (2016), çalışma alanı olarak Kayseri ilini ele almaktadır. Toplu taşıma araçları ve Kayseri kentinin özelliklerinden bahsetmektedir. Kayseri kentinin imar planları ve şehrin tarihsel yapılanma konuları ele alınmaktadır. Kayseri kentinde kullanılmakta olan Kayseray adlı raylı toplu taşıma sisteminin planlanma aşamaları ve özellikleri hakkında bilgiler verilmektedir. Kentin ulaşım sorunlarına değinilmekte ve bu sorunların toplu taşıma kullanımı ile azaltılabileceği önerisinde bulunmaktadır.

Yıldırım (2016), çalışmasında Akıllı Ulaşım Sistemlerinin afet acil durum yönetimi ile ilgili uygulamalarını incelemektedir. Yapılan çalışmada Akıllı Ulaşım Sistemleri stratejisi kapsamında güvenlik, trafik yönetimi, yolcu bilgilendirme, taşıt kontrol ve afet yönetimi gibi konular ele almaktadır. Bu çalışmada karayolu hizmet devriye yönetimi, geniş alan uyarısı, erken uyarı sistemi, afet müdahale ve kurtarma gibi afet acil durum yönetimi ile ilgili konular işlenmektedir. Afet durumlarında yapılması gereken erken müdahaleleri Akıllı Ulaşım Sistemleri teknolojilerini kullanarak daha sağlıklı ve daha hızlı yapılabileceği konularını işlemektedir.

Yukarıda özetler halinde sunulan çalışmalar kent içi ulaşım sorunlarına yönelik hazırlanmıştır. Çalışma konuları içerisinde, farklı şehirler için raylı sistemlerin uygulanabilirliği ve var olan raylı sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yine bu çalışmalar ulaşım sorunları yaşayan farklı şehirler için toplu taşıma sistemleri hakkında bilgiler ve bu sistemlerin kullanımının yaygınlaştırılması için önerilerde bulunmaktadır. Diğer bir çalışma konusu ise toplu taşıma sistemleri arasında uygunluk seçimi ve verim açısından bu sistemlerin karşılaştırılmasına

yöneliktir. Son yıllarda etkisini giderek artıran bir uygulama olan Akıllı Ulaşım Sistemleri konusu hakkında bilgiler verilmiş olup bu sistemlerin Türkiye'deki uygulama alanlarının genel düzeyleri işlenmektedir.

Hazırlanan bu çalışmada ise Türkiye'nin metropol kentlerinde ciddi boyutlarda yaşanan ulaşım sorunları çözümünde izlenen yollara ve bu kentlerde ya da dünyada kullanımı gittikçe yaygınlaşan Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarının Erzurum'da kent iç ulaşım sorunlarının çözümüne yönelik uygulamaları incelemiştir. Bu incelemelerle birlikte Erzurum'da toplu taşıma kullanımını artırmak amaçlı yeni Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarının kullanılması ve yetersiz düzeyde kalmış bazı mevcut olan uygulamaların geliştirilmesine yönelik öneriler sunulmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde ekonomik olarak gelişmekte olan ve en önemli kentlerinden birisi konumunda bulunan Erzurum, hem bölgedeki komşu kentlerden hem de kırsal kesiminden aldığı göçler sonucu kent içinde büyük bir nüfus yoğunluğuna ulaşmıştır. Göçlerden kaynaklanan bu nüfus yoğunluğuna ek olarak kent içerisinde bulunan Erzurum Teknik Üniversitesi ve Atatürk Üniversitesi bünyesindeki yoğun öğrenci nüfusu kente dinamizm kazandırmakla birlikte kent içindeki nüfus yoğunluğunu artırmaktadır.

Yaşanan göçler ve üniversite öğrencilerinin her geçen gün artmakta olması Erzurum kent içi trafiğinde problemlere neden olmaktadır. Bireylerin yoğun bir şekilde özel araçlarını kullanma istekleri ve bu çalışma içerisinde de yer verilen imar planlarının hatalı ya da geleceği tahminden uzak olmaları sonucunda kentin en önemli arterlerinde trafik akışında tıkanıklıklar meydana gelmektedir. Arterlerde meydana gelen bu trafik tıkanıklığı sonucunda bağlantı yolları istenilen görevi yapamamaktadır.

Erzurum kentinde ekonominin gelişmesine paralel olarak özel araç sahipliği artmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu 2006 verilerine göre Erzurum'daki otomobil sayısı 30 055 adettir. Yine Türkiye İstatistik Kurumu Mart 2017 verilerine göre Erzurum iline kayıtlı motorlu kara taşıt sayısı 113 404 adet olup bunların 55 909 adetini otomobiller oluşturmaktadır. 11 yıllık süreç içerisinde yaklaşık 26 000 adet araçlık bu artış 2006 yılındaki otomobil sayısının yaklaşık %87 fazlasıdır (TÜİK, 2017). Erzurum kentine kayıtlı otomobil sayısındaki bu büyük artış kent içi trafiğini olumsuz etkilemektedir. Kent içi yol yapısının genel itibarıyla dar olması ve bu yol kenarlarına

yapılan otomobil parkları kent içi trafik akış hızının düşmesine sebep olmaktadır. Kent içerisinde mevcutta yaşanan ve gelecek yıllar için artması beklenen ulaşım problemlerinin çözümü için kent genelinde toplu taşıma kullanımını artırmak ve kentin önemli bölgelerine yönelik yeni trafik düzenlemeleri yapmak gerekmektedir.

Tez kapsamında coğrafi konumundan dolayı kış mevsimlerinin uzun ve soğuk geçtiği Erzurum ilinde toplu taşıma sistemlerinin hangi yollarla nasıl geliştirilebileceği ve yaygınlaştırılabileceği önerileri getirilmektedir. Günümüz dünyasında sürekli değişen ve ilerleyen teknoloji sayesinde ortaya çıkan Akıllı Ulaşım Sistemleri, dünyanın gelişmiş çoğu ülkesinde toplu taşıma sistemleri üzerinde kullanılmakta olup bu sistemlere getirdiği faydaların, Erzurum iline uygulanabilirliği ve toplu taşıma sistemi kullanımını artırmaya yönelik fonksiyonlarına bu tez kapsamı içerisinde yer verilmektedir.

3.1. Erzurum Kenti Genel Bilgileri

Erzurum kenti, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Kent nüfusu 2016 yılı itibariyle 762 000 kişidir. Yüz ölçümü bakımından 25 355 km² ile Doğu Anadolu Bölgesinin en büyük kenti olma özelliğini taşımaktadır. Aynı zamanda Türkiye'nin yüz ölçümü bakımından Konya, Sivas ve Ankara'dan sonra dördüncü en büyük kentidir. Doğu Anadolu Bölgesinde nüfus bakımından Van kentinden sonra ikinci en büyük nüfusa sahip kenttir. Erzurum yerleşme alanı olarak denize göre yaklaşık 2000 metreye kadar yüksekte olan bir ova üzerine kurulmuştur. Bu bölge kuzeyde Dumlu, güneyde ise Palandöken dağları ile çevrilmiştir. Erzurum ilçeleri 2016 yılı nüfus büyüklüğü sırasına göre Yakutiye, Palandöken, Aziziye, Horasan, Oltu, Pasinler, Karayazı, Hınıs, Tekman, Karaçoban, Aşkale, Şenkaya, Çat,

Köprüköy, İspir, Tortum, Narman, Uzundere, Olur ve Pazaryolu ilçeleri olmak üzere 20 ilçeden oluşmaktadır (Şekil 3.1, Çizelge 3.1).



Şekil 3.1. Erzurum il haritası

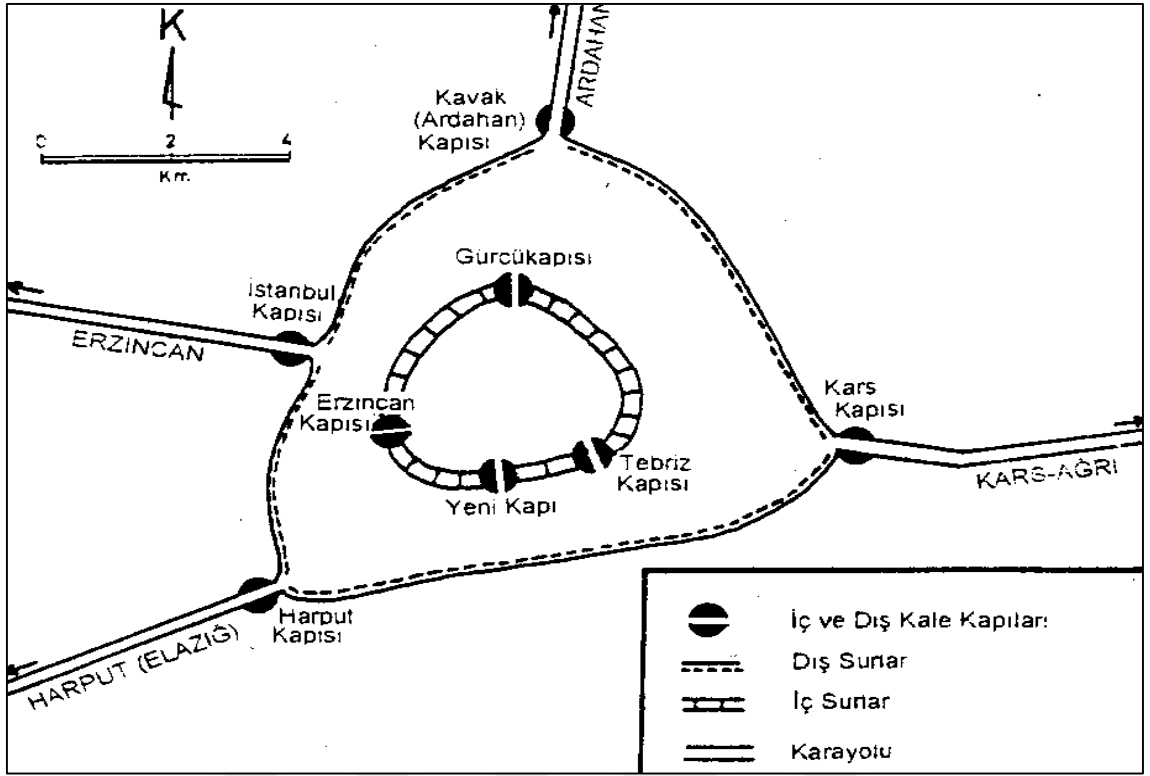
Çizelge 3.1. Erzurum ilçelerinin nüfus miktarları

İlçe	İlçe Nüfusu (Kişi)	İlçe	İlçe Nüfusu (Kişi)
Yakutiye	191.863	Aşkale	23.449
Palandöken	168.430	Şenkaya	18.438
Aziziye	57.092	Çat	17.578
Horasan	40.143	Köprüköy	16.344
Oltu	31.056	İspir	15.184
Pasinler	29.853	Tortum	15.173
Karayazı	28.792	Narman	13.774
Hınıs	26.832	Uzundere	7.776
Tekman	26.248	Olur	6.510
Karaoğlan	23.534	Pazaryolu	3.952

Erzurum ulaşım alanında kara, hava ve demiryolu ile Türkiye'nin her bölgesine bağlanmış bulunmaktadır. Bünyesinde bulundurduğu karayolu ve demiryolu ağları ile

bir kavşak noktası önemi taşımaktadır. Komşu şehir olan Erzincan üzerinden Türkiye'nin batı-kuzey ve güney bölgeleri doğu bölgeleri arasında bağlantının düğüm noktalarını oluşturmakta olup Doğu Anadolu'nun geniş bir kısmı ile Doğu Karadeniz'in bağlantısını sağlamaktadır. Ülke içindeki bu ulaşım fonksiyonlarının yanı sıra geçmiş çağlarda bulunduğu konum sayesinde Ortaçağ tarihlerinde Uzakdoğu'dan başlayan ve Orta Asya'ya kadar devam eden Avrupa pazarlarına ulaşan kervan ticaret yolları da Erzurum üzerinden İstanbul, İzmir limanlarına ulaşmaktadır (Doğanay, 1983).

Erzurum, kale kapısı girişleri olarak adlandırılan tarihsel giriş ve çıkış yollarına sahiptir. Şehrin ilk yerleşim yerlerini oluşturan yapılar yaklaşık deniz seviyesinden 1950 m yükseklikte konumlanan yerleşim yerlerine ait girişlere sahiptir. Bu girişler Erzurum Kalesi iç surlarında bulunan Gürcükapı, Yenikapı, Erzincankapı ve Tebrizkapıdır. Erzurum kalesi dış surlarında bulunan bölgeler ise daha sonraki dönemlerde oluşturulan Karskapı, Harputkapı, Kavakkapıdır (Şekil 3.2). 15. Yüzyıla kadar şehrin yerleşim alanı Ulucami, Çifteminerali Medrese, Yakutiye Medresesi ve Ahmediye Medresesi civarına konumlanmıştır. Erzurum Kalesi ve çevresi 18. Yüzyıl sonuna kadar surların yıkılması sürecine kadar kentin yerleşim alanı olmuştur. 1830'lu yıllarda surların yıkılması ile birlikte kentin çehresi ve yerleşim alanları değişiklik göstermeye başlamıştır. 19. yüzyılın ikinci yarısında tarihi surlar tamamen yıkılmış ve kentin eski yerleşim yerlerine ait sınırlar ortadan kalmıştır.

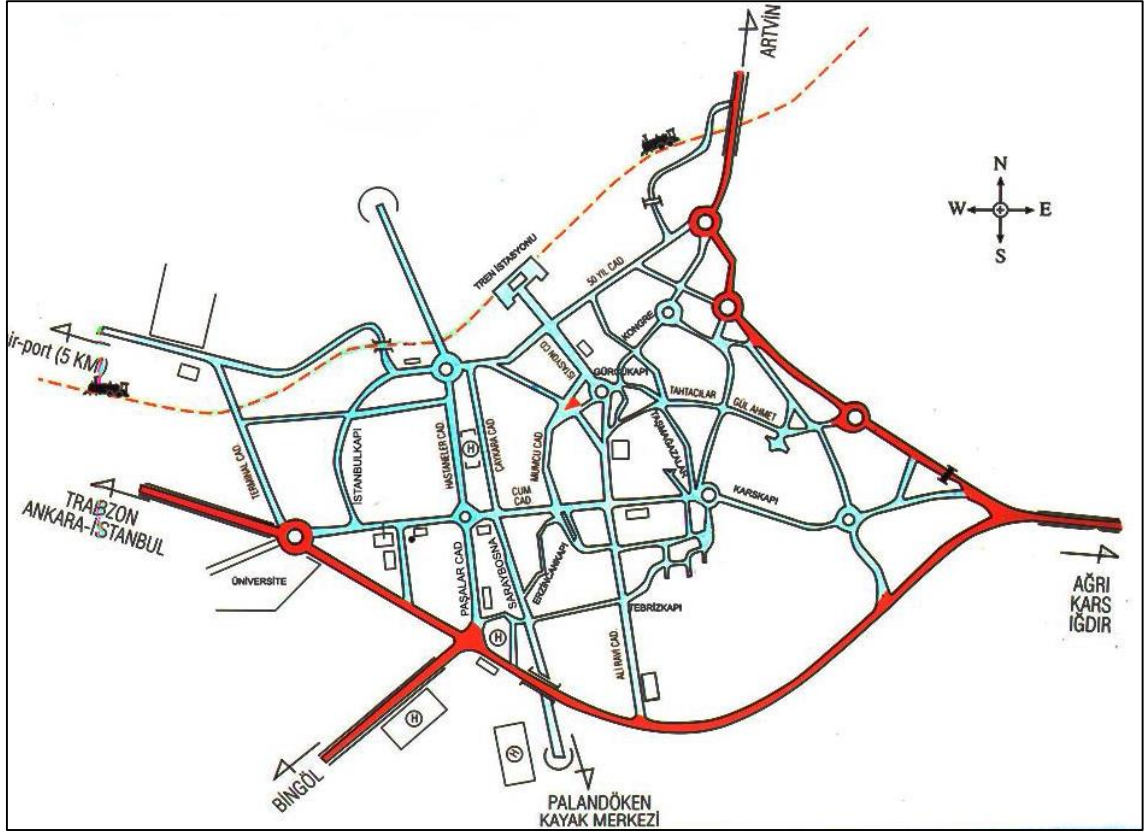


Şekil 3.2. Erzurum'un iç ve dış kale kapıları

Erzurum batıdan gelen demiryolu ve güneyinden geçmekte olan Trabzon-Erzurum-Kars karayolunun güneyinde yer almaktadır. Tarihi kaleyi çevreleyen yollar Erzurum kentinin merkezi olmaktadır. Erzurum'un kent içi ulaşım ağı ve transit yolları birbirine bağlayan Cumhuriyet Caddesi kentin ticaret merkezi olup bir anlamda şehrin en önemli lokasyonudur. Kuzey- güney yönünde ilerleyen ve yine Erzurum kent içine ait önemli yollardan biride Hastaneler Caddesidir. Erzurum kentinin Kuzeyinde kalan demir yolunun güneyinden başlayan Hastaneler Caddesi, Cumhuriyet Caddesi ile kesiştikten sonra Trabzon-Erzurum karayoluna bağlanarak kentin önemli kavşak noktalarından birisini oluşturmaktadır.

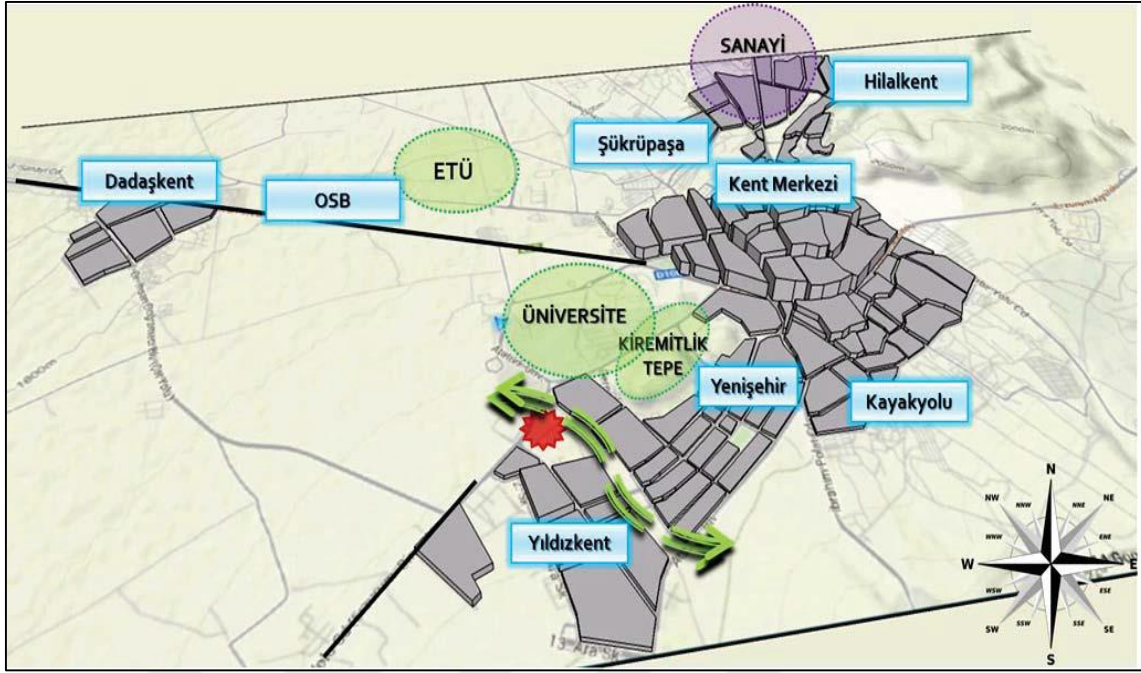
Kent merkezine bağlanan en önemli ışınsal yol İstasyon Caddesidir. İstasyon Caddesi şehrin kuzeyinde yer alan tren istasyonu ve Gürçükapı Caddesini birbirine

bağlamaktadır. Kongre caddesi ve Taşmağazaları Caddesini birbirine bağlayan başka bir yol ise Karskapı Caddesidir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Erzurum kent içi ulaşım ağı

Gelişmekte ve sürekli diğer illerden göç almakta olan Erzurum kenti günümüzde bünyesine yeni yerleşim yerleri katmış ve bu yerleşim yerleri her geçen gün şehrin sınırlarını genişletmektedir (Şekil 3.4). Yerleşim konumları gösterilen Yenişehir, Yıldızkent, Dadaşkent, Hilalkent ve Şükrüpaşa semtleri kentin geliştirmekte olan yerleşim alanlarını oluşturmaktadır (Çodur ve Dursun, 2015).



Şekil 3.4. Erzurum ili yeni yerleşim alanları

3.2. Erzurum Kenti İmar Planları

1939 yılında Alman Şehir Plancısı J.H. Lambert cumhuriyetin ilanından sonra Erzurum için ilk planlamayı hazırlamıştır. Daha sonra İller Bankası tarafından yapılan yarışmayı kazanan Zeki Yapar'ın planı 1967 yılında Nazım İmar Planı (1/5000 ölçekli), Uygulama İmar Planı (1/1000 ölçekli) ve bu planlara ek olarak Çevre Düzeni Planı (1/5000 ölçekli) hazırlanmış ve onaylanmıştır. Erzurum'un günümüz yerleşim sisteminde her iki planında etkisi mevcuttur (Çodur ve Dursun, 2015).

1981 yılında Erzurum Nazım Plan bürosunca Nazım İmar Planı Hazırlanmıştır(1/25000 ölçekli). Bu plan Alim Çopuroğlu başkanlığında Erzurum Kent Bütünü ve Yakın Çevresi adı altında hazırlanmıştır (Doğanay 1983; Demircan 2010; Çodur ve Dursun 2015). Hazırlanan bu imar planları gerek uygulamada sahip olduğu

problemler gerekse de kestirim hataları ve eksikleri yüzünden geçen zaman süresince kullanılabilirliklerini yitirmişlerdir.

1989 yılında kentin dışında kalan bazı bölgeler (Dadaşkent, Yenişehir, Ilıca, Atatürk Üniversitesi) için belediyenin aldığı kararlar Zühtü Can'ın görevlendirildiği 3 000 ha'lık bir imar planı revizyon olarak hazırlanmıştır. Bu plan 1989 yılında onanmıştır (Demircan 2010; Şişman ve Kırzioğlu 2012; Çodur ve Dursun 2015).

3.2.1. J. H. Lambert Planı

J.H. Lambert' in 1965 yılına kadar olan süreç için 1939 yılında hazırladığı ve sunduğu bu plan kent nüfusunun 100 000 kişi olacak düşüncesiyle ve 400 ha'lık kullanım alanı olacak şekilde tasarlanmıştır. Lambert'in bu planı ile planlı hareket etme dönemi de başlamıştır. 1939 yılında hazırlanmış olan bu planda dönemin şartları içinde kentin gelecek yılları düşünülerek yapılan tasarımda dönemin kent merkezi etrafını saran ring yollar, transit ve servis yolları, ana eksenler ve ışınal yollar olmak üzere 4 sınıf altında oluşturulmuştur (Şekil 3.5) (Çodur ve Dursun, 2015).

Lambert'in plan içerisindeki önerileri şunlardır; Ticaret merkezlerinin kent merkezinde yer almaları, sanayi ve endüstriyel gelişme için demiryolları bağlantılarının transit yollar ve rüzgar yönü düşünülerek kentin kuzeyinde yer alması, tarihi eserlere dokunulmaması ve çevrelerinin korunmasıdır. Lambert'in bu planında dönem şartları içerisinde uyulmuş tavsiye edilen bağlantı yolları açılmış, konut bölgeleri plana uygun bir şekilde konumlandırılmıştır (Çodur ve Dursun, 2015).



Şekil 3.5. J. H. Lambert Planı

3.2.2. Zeki Yapar Planı

1966 yılında yapılan bu plan Erzurum kentinin şekillenmesinde önemli bir yol oynamaktadır. Bu plan Erzurum kentinin dönem içinde bulunduğu şartlarda ki yapısının değişmesini ve kentin gelişme bölgelerinin kısıtlı olduğunu göstermiştir. Kent parçalara bölünerek uydu bölgeler konumlandırılmıştır. Kentin yaklaşık 20 yıl sonraki nüfusu 490 000 kişi olarak tahmin edilmiş ve 132 000 kişinin kentin merkezine yerleşmesi tahmin edilmiştir. Geriye kalan nüfusun Gezköy (Dadaşkent) ve Ilıciya (Aziziye) yerleştirilmesi tavsiye edilmiştir (Çodur ve Dursun, 2015).

Zeki Yapar'ın hazırladığı bu planda başka bir öneride Dadaşkent ve Organize Sanayi Bölgesinin şehrin batı tarafına konumlandırılmasıdır (Şekil 3.6). 20 000 kişilik bir nüfus daha 1/5000 ölçekli nazım planda şehrin gelişme alanı olmadığı öne sürülerek bugünkü adıyla Yenişehir olan Palandöken Dağı eteklerine konumlandırılmıştır. Bu

öneride altyapısı ve imar düzeyi o dönemde henüz gelişmemiş bölgede gecekonduların yerleşiminin önü açılmıştır (Doğanay 1983; EBB 2002; Çodur ve Dursun 2015).



Şekil 3.6. Zeki Yapar Planı

3.2.3. Nazım Plan Bürosunun çalışmaları

Önceki planların zaman içerisinde yetersiz kalmaları, üzerlerinde yapılan çok fazla değişiklik ve geçmişte yapılan hatalı kararların şehri olumsuz etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple kente ait imar planlarının yeniden düzenlenmesi istenmiştir. 1976 yılında Nazım Plan Bürosu İmar İskan Bakanlığı yeni bir çalışma ortaya koyması için kurulmuştur. Nazım Plan Bürosu 1977 yılında çalışmalara başlamıştır. Daha önceki planlarda şehrin turizm ve kış sporları olarak belirlenen ve şehrin güneyinde kalan bölgesini “Gecekonduların Önleme Bölgesi” yapılmasını önermiştir. Bu önerinin kabul edilmesiyle 55 000 kişilik nüfusu kapsayacak 400 hektarlık alan kamulaştırılmıştır (EBB 2002; Çodur ve Dursun 2015).

Zeki Yapar' ın planında değişiklikler yaparak Gezköy yakınlarına kaydırılan şehrin kuzeyinde kalan sanayi için planlanmış alanlar hisseli bir şekilde parseller halinde satılmıştır bu da gecekonduların bu bölgede yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Bu durumu gören Nazım İmar Bürosu yeni bir plan değişikliği hazırlayarak bu alanları konut kullanımına ayırmıştır. 20 000 kişilik nüfus 100 hektar büyüklüğündeki bu alana 1978 yılında yerleştirilmiştir (Çodur ve Dursun, 2015).

Daha sonraki yıllarda Nazım İmar Bürosu kentin bütün sınırlarını genişletme kararı almıştır ve bu karar yönünde çalışmıştır. Erzurum kenti kuzeydoğuda Dumlu ve batıda Ilıca kasabaları haricinde dokuz adet kırsal alanı alacak şekilde kentin merkezine bağlanan uydu yerleşmeler düşüncesine göre şekillenmiştir. Dadaşkent Bölgesi tarım arazisi olmasına rağmen 1983 yılında alınan kararlarla iskana açılmıştır. Bu kararlar Dadaşkent, Erzurum'un en büyük uydu bölgesi olmuştur.

3.3. Kent İçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Tanımlanması

Kaliteli bir kent hayatının önde gelen faktörlerinden birisi ulaşımdır. İnsanlar kent içerisinde bir noktadan varmak istedikleri bir noktaya güvenilir, hızlı, konforlu ve uygun maliyetli bir şekilde ulaşabilmek için ulaşım araçlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Farklı sosyal sınıflardan her insanın ulaşabileceği alternatif ulaşım sistemlerinin sunulması gereklidir.

Kent içi ulaşım açısından kişisel araç kullanım tercihinin artışıyla trafik ve çevre ile alakalı problemlerde önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle gelişmişlik seviyesi düşük ülkelerde karayolu altyapı ve üstyapı inşaatlarının yetersiz ve plansız olması, toplu taşıma araçlarının her geçen gün artan taşıma talebine cevap verememesi ve

kişisel araç kullanımındaki artışın büyümesi, trafik tıkanıklığı, çevresel tahribat ve bunlarla ilgili olarak da ekonomik, sosyal ve estetik zararlara sebep vermektedir.

Günümüzde kırsal alanlardan kentlere doğru artarak devam etmekte olan göçlerin ardından kent nüfusu hızla artmış bunula beraber yüksek kapasiteli toplu taşıma araçlarına olan gereksinimde artmaktadır. Bunun sonucunda özellikle gelişmekte olan şehirlerde ve gelişmiş şehirlerde ulaşım hizmetlerinin karşılanması için gerekli finansman, teknoloji, araştırma ve geliştirme çalışmaları gün geçtikçe önemini artırmaktadır. Özellikle büyük kentlerde giderek artan nüfus yoğunluğuna bağlı olarak kent içi ulaşım ve toplu taşıma problemlerinin çözümü önem kazanmaktadır. 80 milyona ulaşmış olan ülke nüfusumuzun yaklaşık 59 milyonu (% 74) kentlerde yaşamaktadır.

Ulaşım sorunlarını çözüme kavuşturmak için yapılan ulaşım planlaması çalışmalarında, çözüm önerisi olarak toplu taşıma sistemlerinin kullanımının artırılması, ilerleyen ve değişen teknoloji ile toplu taşımanın geliştirilmesi, sürdürülebilirliğinin ve erişilebilirliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Bu hedefler içinde sürdürülebilirlik kavramı toplu taşıma sisteminin kullanımı ve yaygınlaştırılması açısından en önemli faktörlerden birisidir. Sürdürülebilirlik kavramı toplu taşımayı kullanan hali hazırdaki toplum ve gelecek nesiller için şehir ekosistemini tehlikeye atılmaması, toplumsal sosyal kalkınmanın desteklenmesi, kent ekonomisinin gelişimine katkıda bulunulması ve toplu taşıma kullanıcıları için eşitlik ilkesini koruyarak kent halkının günlük hareketlilik ihtiyacını karşılamaya çalışmaktır.

Schipper (1996) sürdürülebilirlik kavramını "Ulaşım imkanından yararlanacak kişilerin tüm sosyal maliyetleri (gelecek nesiller tarafından ödenmek durumunda kalacak maliyetler de dahil) bizzat ödediği ulaşım sistemidir." olarak tanımlamaktadır. Bir başka tanım olarak Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü OECD (2001) sürdürülebilirlik kavramını; "Halk sağlığını ve ekosistemi tehdit etmeksizin, rejenerasyon oranının altında kalmak şartıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımıyla ve yenilenebilir kaynaklarla desteklenmesi nispetinde yenilenemez kaynakların kullanılmasının erişim ihtiyacını karşılamasıdır." şeklinde yapmaktadır.

Bu tanımlardan yola çıkarak toplu taşıma sistemlerinin sürdürülebilir olması için gereken kavramlar mevcut toplum ve gelecek nesiller düşünülerek yapılacak olan yatırımlardır. Bu yatırımların yapılmasında izlenecek yol ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri göz önünde bulundurmaktır.

Toplu taşıma sistemlerinin kullanımının yüksek oranlara ulaşması ve bu oranlarda kalabilmesi için diğer bir önemli faktör ise erişilebilirlik kavramıdır. Erişilebilirlik kavramı ile toplu taşıma kullanıcıları baz alınarak ulaşım sistemini bir bütün olarak ele almakta ve kaliteli bir toplu taşıma sistemi elde edilmeye çalışılmaktadır. Kaliteli ve kolay erişilebilen bir toplu taşıma sistemine talep miktarı artmakta ve toplu taşımaya yapılan yatırım maliyetlerinin karşılanmasıyla yeni toplu taşıma sistemlerine ve araçlarına yapılacak olan geliştirmelerin önü açılmaktadır.

3.3.1. Toplu taşıma sistemlerinin ilk örnekleri

Dünya'da kent içi nüfus yoğunluklarının artması, teknoloji ve sanayi gelişmeleri her alanda olduğu gibi toplu taşıma alanında da gelişmelerin önünü açmıştır. Ülkelerin

endüstriyel açıdan rekabet içinde olmaları ve üretim hacminin hız kazanması toplu taşımada kullanılan araçlar ve kişisel araçların gün geçtikçe yayılmasına katkıda bulunmuştur. Ülkeler arasında gerçekleşen bu rekabetin sonucunda farklı ülkelerde farklı zamanlarda birçok buluş ortaya çıkmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Buluşların kronolojik listesi

YIL	YER	BULUŞ
1600	Londra	“Hackney” Fayton taksi hizmeti
1612	Paris	“Fiacre” Fayton taksi hizmeti
1662	Paris	İlk kent içi toplu taşımacılık yapan atlı arabalar
1765	İngiltere	Buhar makinesinin icadı (Watt)
1825	Stockton-Darlington, İngiltere	İlk demiryolunun açılışı (Stephenson)
1826	Nantes, France	İlk atlı otobüsler
1832	New York	İlk atlı tramvaylar
1838	Boston	İlk kez bir demiryolunda yolcu ücreti belirlenmesi
1838	Londra	İlk banliyö demiryolu hizmeti
1863	Londra	İlk yeraltı hızlı demiryolu hattı
1868	New York	İlk yükseltilmiş demiryolu hattı
1873	San Francisco	Teleferiğin icadı (Hallidie)
1876	Almanya	İçten yanmalı motorun icadı (Otto)
1879	Berlin	Elektrik motorunun çekim amaçlı ilk uygulaması (Siemens)
1881	Berlin	İlk elektrikli tramvay (Siemens)
1882	Hallensee, Almanya	İlk trolleybüsün sunumu (Siemens)
1883	Almanya	İlk hafif içten yanmalı motor (Daimler)
1886	Mannheim, Almanya	İlk içten yanmalı motorla çalışan otomobil (Benz)
1886	Montgomery, Alabama	Tramvaylar için yaylı elektrik kolunun icadı
1888	Richmond, Virginia	İlk başarılı büyük çaplı elektrikli tramvay hattı (Sprague)
1890	Londra	İlk elektrik çekimli hızlı tren
1892	Almanya	Sıkıştırılmalı-ateşlemeli ilk motorun icadı (Diesel)
1886	Mannheim, Almanya	İlk içten yanmalı motorla çalışan otomobil (Benz)
1897	Boston	İlk tramvay tüneli
1899	Büyük Britanya	İlk motorlu otobüsler
1901	Wuppertal, Almanya	İlk başarılı monoray
1901	Fontainebleau, Fransa	Hizmete giren ilk trolleybüs hattı (Lombard-Gerin)
1902	Bielatal, Almanya	Trolleybüsler için pratik üstten güç alma (Schiemann)
1904	New York	İlk dört hatlı yerel ve ekspres metro hattı
1914	Amerika Birleşik Devletleri	Dolmuşun (jitney) ortaya çıkışı

Çizelge 3.2. (Devamı)

1955	Dusseldorf	İlk çok arabalı tramvay, LRT'nin gelişimdeki ilk adım
1955	Cleveland	İlk geniş kapsamlı "Park et-devam et" hizmeti (raylı sistem)
1956	Paris	İlk lastik tekerlekli metro
1957	Hamburg	İlk tek mürettebatlı raylı sistem
1962	New York	İlk tam otomatik raylı toplu taşıma hattı (42. cadde)
1960'lar	Avrupa	İlk yaygın self servis ücret toplama uygulaması
1966	Hamburg	İlk toplu taşıma federasyonu (Verkehrsverbund) entegre ücretlendirme ve hizmetler
1968	Victoria Line, London	İlk kademeli otomatik ücret toplama sistemi
1960'lar	Batı Avrupa, ABD	İlk toplu taşıma erişimli alışveriş merkezleri
1969	Shirley Highway, Washington	İlk yolcu taşımacılığı için ayrılmış otobüs şeridi (daha sonra yüksek doluluklu araç şeridine dönüştürülmüş)
1970	Batı Avrupa, ABD, Japonya	İlk yaygın şekilde voltaj regülatörlü motorların kullanılması
1972	Bart, San Francisco	İlk bilgisayar kontrollü raylı sistem
1970'ler	ABD	Paratransit sistemlerin yaygın gelişimi
1974	Dallas-Fort Worth Airport	Havaalanlarında ilk tam otomatik sürücüsüz araçlı taşıma ağı
1975	Dallas-Fort Worth Airport	İlk tam otomatik sürücüsüz araçlı toplu taşıma ağı
1970'ler	Batı Avrupa	Toplu taşıma araçlarında alternatif akım kullanan elektrik motoru kullanımının test edilmesi
1977	San Diego	Bir toplu taşıma hattında ilk kez tekerlekli sandalye kaldırma ekipmanlı otobüs kullanımı
1980'ler	Sao Paulo, Curitiba, Ottawa, Pittsburgh	Ayrılmış şeritlerde yüksek sefer sıklığı ile kullanılan otobüs hatları, ilk metrobüs sistemleri
1983-88	Lille, Vancouver, London, Miami	İlk tam otomatik düzenli toplu taşımacılık hatları
1985	Geneva	İlk %60 alçak tabanlı LRT araçları
1990	Bremen	İlk %100 alçak tabanlı LRT sistemi
1993-2002	Lyon, Paris, Singapur	Tam otomatik gerçek boyutlu metro hatları
1990' dan beri	Batı Avrupa, ABD, Japonya, Singapur	Toplu taşımacılık sistemlerinde kapsamlı olarak Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin (AUS) kullanılması

3.3.2. Kent içi toplu taşıma sistemleri

Şehir içinde toplu taşıma çoğunlukla karayolu ya da raylı sistemler üzerinden gerçekleştirilmektedir. Varsa denizyolu da kullanılan toplu taşıma sistemlerinden bir tanesidir.

Kent içi toplu taşıma türleri üç ana başlık altında gruplandırılmıştır. Bu başlıklar lastik tekerlekli taşıma araçları, raylı taşımada kullanılan araçlar ve denizyolu taşımacılığında kullanılan araçlar olarak sıralanmıştır.

3.3.2.1. Lastik tekerlekli sistemler

Lastik tekerlekli sistemler transit ve paratransit olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Transit sistemler birden fazla yolcu taşıyabilen araçlar için ayrılmış şeritli sistemler olarak tanımlanırlar. “Paratransit” sözcük anlamı olarak “toplu taşımanın yanı sıra uygulanan sistem” anlamına gelmektedir. Bu tanım, özel ve kamu toplu taşıma sistemlerinin tümü için geçerli olup verilen hizmet kalitesi olarak “kapıdan kapıya” türündeki kişisel ulaşım türleri (taksi ve özel araç gibi) ile geleneksel toplu taşıma çeşitleri arasında gösterilen bir hizmeti ifade etmektedir. Diğer bir tanımla, geleneksel toplu taşımadan, güzergâh ve tarife durumuyla daha esnek olması şeklinde ayırt edilebilen toplu taşıma sistemleridir (Tüydüş ve Göker, 2007).

3.3.2.1.1. Metrobüs

Kara ulaşımının, lastik tekerlekli olmasına rağmen raylı sistem gibi çalışabilen kendine ait bölünmüş yolu olan, güvenilirlik hız ve kapasite seviyesi yüksek toplu taşıma türüdür. Yatırım ve işletme maliyeti diğer raylı sistemlere kıyasla düşük olup kurulumu daha kısa sürede tamamlanmaktadır. Trafikten arındırılmış kendisi için yapılan yolda ilerlediğinden dolayı zamandan tasarruf sağlayabilen bir toplu ulaşım sistemidir (Çakır ve Diktaş, 2011).

Metrobüs, raylı sistemlerde bulunan konforu ve düzenliliği, otobüslerin esnekliği ile birleştirip yüksek sayıda yolcuya hitap edebilen lastik tekerlekli yüzeysel metrodur

(Şekil 3.7). Sağlayabildiği konfor ve hizmet düzeyi ile kullanıcılar üzerinde iyi etki bıraktığı gibi kaynak sıkıntısı çeken gelişmekte olan ülke kentleri için toplu yolcu ulaşımına cevap verebilen pratik bir çözüm yoludur (Yazıcı, 2010).

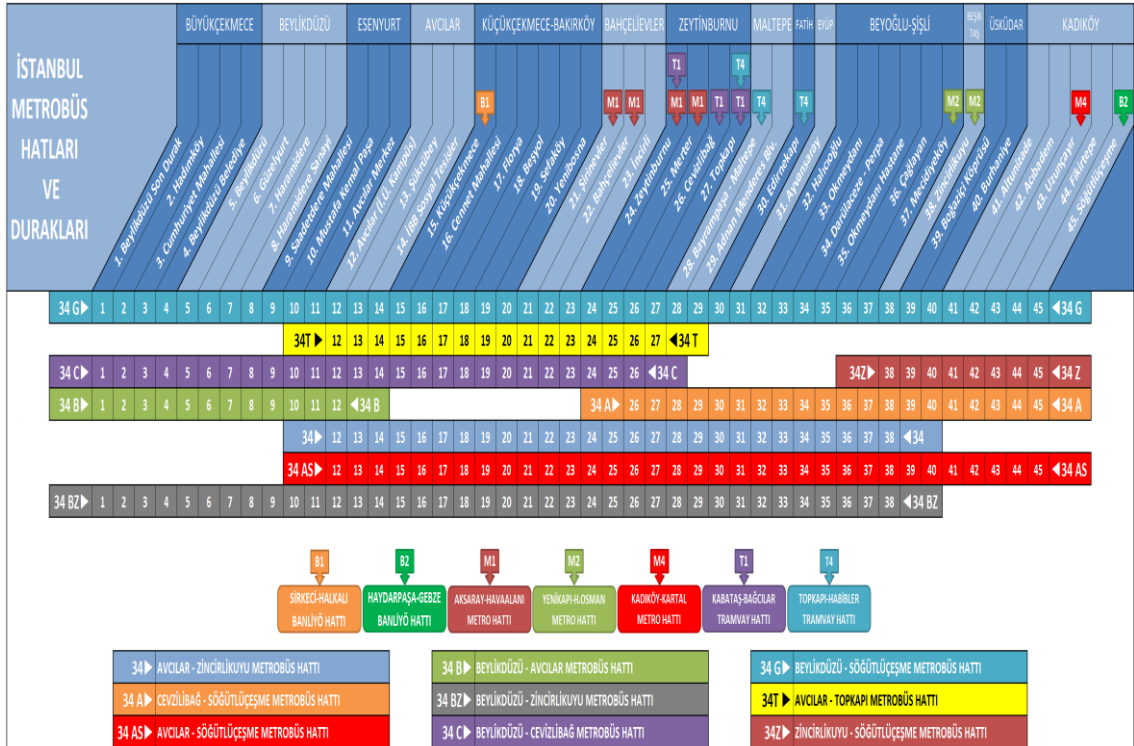
Metrobüs sisteminde yolcuların tüm kapılardan inip binebilmeleri ve bilet ücretlerinin ön ödemeli şekilde yani araca binmeden yapılması toplu taşımada geçirilen zamanı azaltmaktadır. İniş ve binişlerde zaman kaybedilmemesi ve kolaylık açısından durak platformları araç yüksekliği ile aynı yapılmaktadır. Altyapı maliyeti olarak mevcut yol düzenini kullanmasından dolayı benzeri toplu taşıma sistemlerinden daha az masrafla yapılabilmektedir.



Şekil 3.7. Metrobüs aracı

Türkiye’de ilk olarak 17 Eylül 2007’de İstanbul kentinde kullanımına başlanan bu toplu taşıma sistemi İstanbul kent içi trafiğinin büyük oranda rahatlamasına yardımcı olmuştur. D100 karayolunda kendisi için özel olarak ayrılmış otomobil

trafiğinden bağımsız şeritleri kullanarak ilerlemekte ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilmektedir. Günde yaklaşık olarak 535 araç ile 800 000 yolcu taşıyabilmekte olan bu sistem 44 istasyona ve 8 hatta sahiptir. Gürpınar-Avcılar 10 km, Avcılar-Topkapı 18,8 km, Topkapı-Zincirlikuyu 10,5 km, Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme 11,2 km olmak üzere toplamda 50,5 km'lik bir hat uzunluğuna sahiptir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. İstanbul metrobüs hat güzergahları

3.3.2.1.2. Trolleybüs

Trolleybüsler tramvaylar gibi hareket kabiliyetini havada asılı duran elektrik tellerinden almaktadır. Ancak tramvaylardan farkı olarak ray üzerinde değil lastik tekerlekler üzerinde hareket etmektedirler (Şekil 3.9). Araçlar üzerinde bulundurduğu bataryalar sayesinde elektrik akımının olmadığı yerlerde ya da elektrik tellerinden uzakta en fazla bir saat kadar hareket edebilmektedirler. Yol çalışması ve bunun gibi

nedenlerden kaynaklı aksaklıklar durumunda bulunduğu hattan ayrılabilmesi bu bağlamda tramvaylara göre trolleybüslere avantaj sağlamaktadır.

Trolleybüs sistemlerinin ilk yatırım maliyeti otobüs sistemlerine kıyasla daha fazla tutmaktadır. Ancak, bu fark daha uzun işletme ömrü ve daha olumlu çevresel etkiler yardımıyla kapanabilmektedir. Avantajları içerisinde tırmanma gücünün yüksekliğinden dolayı eğimli arazilerde kullanılabilmesi, gürültü seviyesi ve hava kirliliği düşük olması bulunmaktadır. Yolcu yoğunluğunun orta ve yoğun olduğu yerlerde kullanımı uygundur. Enerjisini elektrikten aldığından dolayı petrole bağılılığı yoktur. Saatte tek yönde taşınabilen yolcu sayısı yaklaşık 10 000 kişi kadardır.



Şekil 3.9. Trolleybüs aracı

3.3.2.1.3. Otobüs

Genel yolcu taşıtları içerisinde en çok trafik esnekliğine sahip olan araçlardır (Şekil 3.10). Raylara ve hava hatlarına bağlı olmadığı için belirlenmiş bir güzergâhı

takip etmeye mecbur olmadığı gibi özel arıza hallerinde kenara çekilebilmektedirler. Yaklaşık olarak yüz kişi tek seferde taşınabilmektedir. Otobüslerin taşıma gücünün artırılması için iki katlı olarak veya körüklü kullanılanları da vardır. Yolcu kapasiteleri araç büyüklüğüne göre değişmekte olup 150 kişiye kadar çıkabilmektedir. Ayrıca otobüsler sabit işletme giderleri bakımından düşük maliyetlidir.

Otobüs taşımacılığı dolmuş ve minibüse kıyasla kapasitesi ve üretimi daha gelişmiş olan sistemdir. Güzergâh ve durakları belirgin, ücreti önceden kamu yönetimince belirlenen yerel veya özel olarak işletilebilen sistemdir (Yazıcı, 2010).

Otobüs ile toplu taşıma sistemi gelişmekte olan ve küçük kentlerde temel ulaşım türü olarak kullanılmaktadır. Gelişmiş ve büyük kentlerde raylı sistemleri besleyen toplu taşıma türü olarak da kullanılmaktadır.



Şekil 3.10. Otobüs aracı

3.3.2.1.4. Midibüs

Midibüs, yolcu taşıma amaçlı kullanılan tek katlı toplu taşıma türüdür. Boyutları minibüslerden daha büyük, otobüslerden ise daha küçük olmaktadır. Uzunlukları 8 ile 11 m arasında değişkenlik gösterebilmektedir. Yakıt kullanımı genel olarak mazottur. Midibüsler, dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kapasitesi oturan ve ayaktaki yolcu sayılarına göre 23 ile 50 arasında değişkenlik göstermektedir.

3.3.2.1.5. Minibüs

Lastik tekerlekli, 8 ile 14 adet koltuk kapasitesinden oluşan kara ulaşım aracıdır. Bir ara toplu taşıma türüdür. Genellikle az gelişmiş ülkelere özgü, hızlı kentleşme ve gecekondulaşmayla yakından ilgili bir durum olup İstanbul'da 1956'dan bugüne kadar yolcu taşımacılığını devam ettirmektedir (Kırmızı vd., 2012).

Durak odaklı çalışmazlar ve yolcu isteğine göre durabilmelerine ek olarak mesafe odaklı ücretlendirme sistemleri vardır. Başlarda kent içi ulaşımında ki boşlukları doldurmak amacıyla ortaya çıkan bu sistem, taksi ve taksi dolmuş gibi zamanla ulaşımında otobüs sistemi ile yarışma haline girmiştir.

Minibüslerin 1950'lerin sonlarında Türkiye kent içi ulaşımına dahil edilmesiyle, dolmuş sistemi değişmeye başlamış bununla birlikte şehir merkezleriyle gecekondu bölgeleri birbirine bağlanmıştır.

3.3.2.2. Raylı sistemler

Lastik tekerlekli araç türleri yolcu taşıma kapasiteleri bakımından kılavuzlu sistemler olarak tanımlanan raylı sistemlere kıyasla daha düşük olmakla birlikte,

yatırım maliyetleri açısından büyük bir üstünlüğe sahiptirler. Bu üstünlük için tercih edilen lastik tekerlekli toplu taşıma türleri, işletildikleri hatlarda talebi karşılayamaz duruma gelmeleri durumunda yerlerini raylı sistemlere bırakmaktadırlar. Buna ek olarak çevre dostu olmalarından dolayı raylı sistemler kentsel ulaşımın önemli bir parçasıdır.

Birinci sınıf dünya ülkeleri olarak kabul edilen ülkelerin büyük kentlerinde, 19. yüzyılın sonlarında başlayan raylı sistem ağlarının genişletilmesi çalışmaları ve araştırmaları, günümüzde devam etmektedir. Bu çalışmalar, 1973-1974 yıllarındaki enerji bunalımı ve 1990 yıllarında sonra çevre bilincinin gelişmesi ile hız kazanmıştır. Dünyada 1970'li yıllarda artan kentsel raylı sistem geliştirme çalışmaları son yirmi yılda ülkemize de yansımıştır. 1989 yılında işletmeye açılan Aksaray - Esenler raylı sistemi yeni bir gelişmenin başlangıcı niteliğindedir.

Kent içi raylı ulaşım sistem seçimini belirleyebilmek için gerekli faktörlerden en önemlisi tahmin edilmeye çalışılan yolcu kapasitesidir. Yolcu kapasitesi sistemde kullanılan araçların hızı, ivmesi ve vagon sayısı, bunun yanında yolun geometrik özellikleri, sinyalizasyon sistemi, karayolu ile kesişme durumu, duraklar arası mesafe, durakların uzunluğu, çalıştırılma sıklığı gibi parametreler ile ilgilidir.

Günümüzde kent içi toplu taşımacılıkta kullanılmakta olan raylı ulaşım sistemleri; hafif raylı sistemler, tramvaylar, metrolar, banliyö trenleri, manyetik yataklı sistemler ve toplu taşıma sistemi olan monoraydan oluşmaktadır. Bu sistemlerden ilk dördü Türkiye'nin değişik kentlerinde etkin olarak kullanılmaktadır.

3.3.2.2.1. Hafif raylı sistemler (HRS)

Fiziki olarak önceden döşenmiş demiryolu ağını izleyen, yüksek kapasiteli ve sürücü ya da tüm kumanda sisteminin sinyalizasyon sistemi tarafından kontrol edilebildiği bir toplu taşıma aracıdır. Her bir vagon 300 kişiye kadar yolcu taşıyabilmekte olup saatteki hızları 80 km/sa kadar çıkabilmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Hafif raylı sistem aracı

3.3.2.2.2. Metro sistemler

Özellikle büyük şehirlerde kent içi toplu taşıma sistemleri içerisinde yüksek yolcu kapasitesinin karşılanmasında en önemli toplu taşıma araçlarından biri olarak görülen metro sistemler, dünyadaki gelişmiş ve büyük şehirlerin çoğunda ana toplu ulaşım sistemi olarak kullanılmaktadır (Evren, 1996).

Metro sistemlerde maksimum hız yaklaşık 100 km/saat ve ticari hız 42-48 km/saat civarında olup diğer toplu taşıma sistemlerine kıyasla daha hızlı seyrir edebilmektedirler.

Özellikle ekonomi, teknoloji ve sanayi açısından gelişmiş ülkelerde raylı sistemler üzerine büyük yatırımlar artarak devam etmektedir. Gelişmiş ülkelerde sanayinin hızla gelişmesi, kent içi bölgelerde ticaret hacimlerinin büyümesi nedeniyle kent içi nüfus yoğunluklarını her geçen gün artırmaktadır bu sebeple kent içi ulaşımı yoğun yolculuk talepleri ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu yoğun talebi karşılayabilmek için ülkeler raylı toplu taşıma sistemlerine yönelmektedirler. Raylı toplu taşıma sistemlerinde metro kullanımı geniş yolcu kapasiteleri ve yer altında inşa edilebilmelerinin getirdiği trafikten tecritli çalışabilme özelliği ile metropol kentlerde en çok tercih edilen toplu taşıma sistemi olmuştur.

Dünyanın önde gelen metropol kentleri her geçen gün metro ağlarını dolayısıyla günlük yolcu taşıma kapasitelerini artırmaktadır. Kent içi ulaşım sistemini bu şekilde kontrole almaya çalışan bazı metropol kentlerin günlük yolcu taşıma sayıları ve kullandıkları metro sisteminin özellikleri çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Bazı metropol kentlerin metro özellikleri

KENT ADI	AÇILIŞ TARİHİ	KENT NÜFUSU	HAT UZUNLUĞU (km)	HAT SAYISI (adet)	HAT AÇIKLIĞI (mm)	İSTASYON SAYISI	GÜNLÜK TAŞINAN YOLCU SAYISI
PEKİN	1969	22.000.000	574	19	1435	345	9.998.000
NEW YORK	1863	19.000.000	380	34	1435	472	5.758.000
SEUL	1974	25.600.000	331	20	1435	293	9.800.000
TOKYO	1927	37.800.000	304	13	1435	285	8.700.000
WASHINGTON	1976	5.580.000	118	13	1429	91	748.800
İSTANBUL	1989	14.800.000	95	7	1435	70	1.000.000
MÜNİH	1971	2.600.000	95	8	1435	96	1.068.000
MOSKOVA	1935	13.197.000	346	14	1520	206	9.716.000
LONDRA	1863	13.879.000	402	11	1435	270	4.800.000
BARCELONA	1924	5.375.000	144	11	1435	180	1.070.000

3.3.2.2.3. Banliyö sistemler

Demiryolu ulaştırma sistemi içerisinde kapasitesi ve hızı yüksek bir raylı sistem türüdür. Bu trenlerin seyir ve fren özellikleri aynı olup saatlik kapasite değerleri yüksektir. Herhangi bir arterde saatlik yolcu talebinin 20 000 veya daha fazla olması durumunda bu sisteme geçilmesi uygun görülür ve saatte tek yönde 110 000 yolcu taşıyabilmektedir. Yoğun ulaşım.

3.3.2.2.4. Tramvay sistemler

Yer üstünde karayollarını kullanan diğer araçlar ile aynı yolları kullanabilen ve raylar üzerinde hareket eden toplu taşıma araçlarıdır (Şekil 3.12). Kurulumu diğer toplu taşıma sistemlerine göre çok fazla altyapı ve üstyapı inşaatına gerek duymadığı için maliyet açısından daha ekonomiktir. Saatteki maksimum yolcu kapasiteleri 15 000 yolcu/yön dür. Büyük şehirlerde ve toplu taşıma ihtiyacının çok fazla olduğu yerlerde

ana ulaşım sistemlerini besleyen tali toplu taşıma araçları olarak kullanılmaktadırlar (Öncü 1978; Özdirim 1990).



Şekil 3.12. Tramvay aracı

3.3.2.2.5. Monoray sistemler

Monoray sistemi, yer altı metrosu ve hafif metro gibi kent içi toplu taşıma sistemlerine farklı bir seçenek olarak kurulan, yolcu kapasitesi bakımından metrodan daha az hafif metro ile aynı olan ve toplu taşımacılıkta gelinen yüksek teknoloji düzeyini yansıtan modern ulaşım sistemleridir. Monoray sistem saatte tek yönde 23 000 – 33 000 yolcu taşıyabilmektedir. Tek vagon ya da birkaç sıralı vagon ile çalışabilen monaray sistemlerin hızı 80 km/saat' e kadar çıkabilmektedir. Seyir güzergahı için askı tipi ya da üsten giden iki tip ray yolu kullanılmaktadır (Şekil 3.13) (Şekil 3.14) (Gültekin vd., 2003).



Şekil 3.13. Askı tipi monoray sistemi

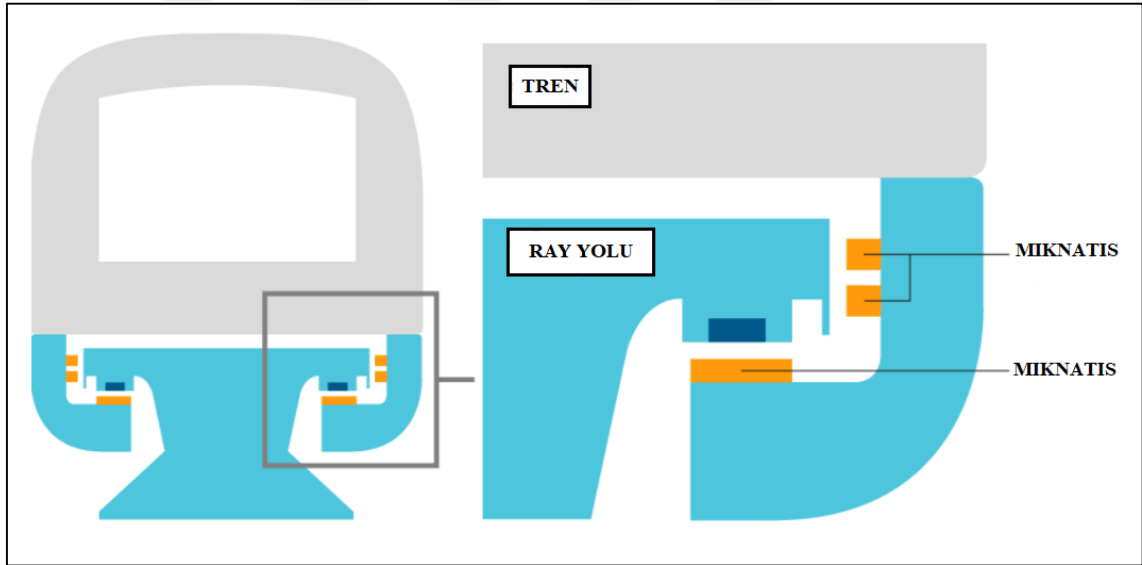


Şekil 3.14. Üsten giden monoray sistemi

3.3.2.2.6. Maglev (Manyetik Levitasyonlu) sistemler

“Maglev” kelimesi İngilizce “Magnetic Levitation” kelimelerinin kısaltılması ile meydana gelmektedir, başka bir deyişle “manyetik olarak havada tutma, yükseltme” anlamında kullanılmaktadır.

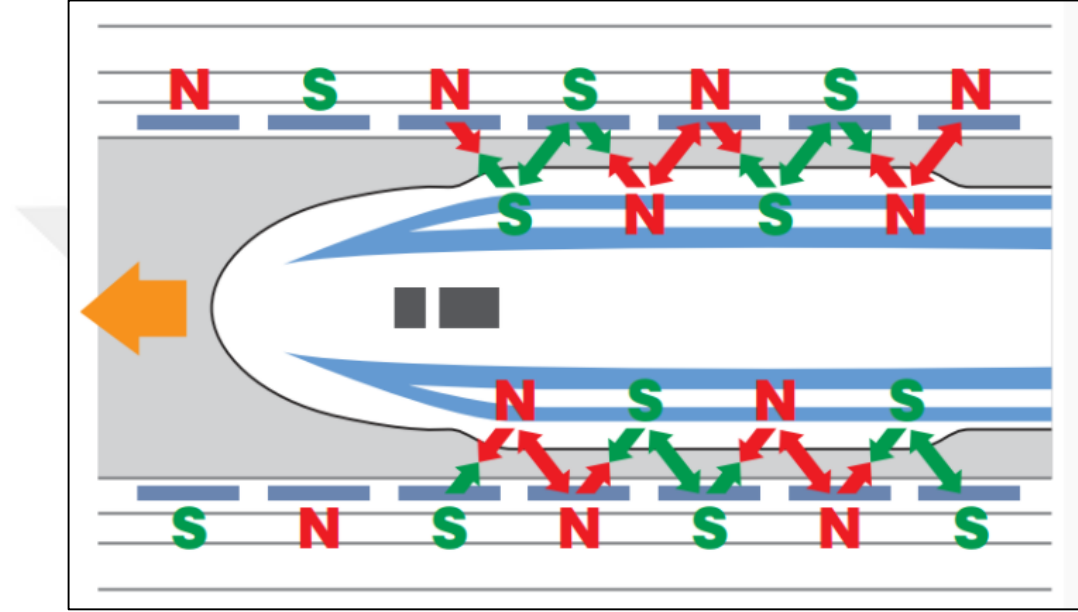
Maglev kavramı, iki mıknatısın eş kutuplarının birbirini itmesine dayanan mıknatıs davranışı ile açıklanabilir. Alt alta uygun şekilde konulmuş iki mıknatıstan biri manyetik itme kuvvetlerinin etkisiyle diğerinin üzerinde hiçbir şey değmeden havada durabilmektedir (Şekil 3.15) (Çodur, 2017).



Şekil 3.15. Maglev trenler mıknatıs yerleşimi

Maglev trenler temelde bu ilkeye dayalı çalışmaktadır. İleri teknoloji içeren bu trenlerin altına ve özel üretim raylara elektromıknatıslar yerleştirilmektedir. Elektromıknatıs, bir telin üzerinden elektrik akımı geçmesiyle meydana getirilen manyetik alana sahip mıknatıstır. Tellerden akım geçmediğinde manyetik etki de ortadan kaybolur veya akımın yönü farklı biçimlerde düzenlenerek mıknatısın kutupları

değiştirilebilir. Bu mıknatısların etkisiyle Maglev trenler, raylar üzerinde 10 mm' lik bir yükseklikte ilerlemektedirler (Şekil 3.16). Raylarla herhangi bir temas olmadığından dolayı sürtünme büyük ölçüde azaltılmış olmaktadır. Sürtünmeyi en az seviyeye indirebilmek için trenin şeklide özel olarak tasarlanmaktadır (Çodur, 2017).



Şekil 3.16. Ray üzerindeki elektromıknatısların davranışı

Çin' de maglev trenlerin ilk örnekleri kullanılmıştır. Daha sonra ki zamanlarda Almanya, Hollanda, İngiltere ve Japonya gibi ülkelerde kullanılmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır. Saatte 600 km hıza kadar çıkabilmektedirler. Maglev trenler, normal trenlere oranla çok daha hızlı ve ucuz olmalarına rağmen, çok güçlü elektromıknatıslar ve çok hassas kontrol sistemlerine ihtiyaç duydukları için şu anki teknoloji, bu trenlerin her yerde kullanımına izin verebilecek durumda değildir.

Ayrıca Maglev trenler için farklı ray sistemlerinin kurulması zorunluluğu da en önemli engellerden biri olup bu trenler için yerleşim merkezleri arasında özel hat

döşenmesi gerektiğinden ve bunun maliyetinin de yüksek olmasından dolayı kullanımı çok fazla yaygınlaşmamıştır.

3.3.2.3. Deniz yolu ile taşıma sistemleri

Deniz yolu ulaşımı, gemi, vapur ve benzeri deniz araçlarıyla yapılmakta olan bir ulaşım şeklinde olup daha çok uluslararası ticarete önemli rol oynamaktadır. Ülkemiz deniz yolu taşımacılığı açısından elverişli olup deniz ulaşımını gerçekleştiren doğal limanlar olduğu gibi, dalgakıranlarla korunmuş yapay limanlar da bulunmaktadır. Gerek maliyetinin hava ve karayoluna göre düşük olması, gerekse taşıma hacminin büyük olmasından dolayı, ulaştırmada önemli bir yere sahiptir.

3.3.2.3.1. Feribot

Çeşitli büyüklükte araçların ve demiryolu vagonlarının taşınması için özel olarak yapılmış gemidir. İzmir ve İstanbul'da olduğu gibi büyük oranda şehir içi ulaşımda ve yakın mesafe taşıt ulaşımında kullanılır. Uzunlukları 30-40 m arasında değişmektedir. Uzunluklarına göre enleri diğer gemilere kıyasla daha geniştir ve ağırlıkları 8-9 bin ton arasındadır.

3.3.2.3.2. Deniz taksisi

Belirlenmiş çok tarifeli duraklara sahip, otobüs sistemine benzer bir şekilde çalışan ve rutin olarak bir seyir güzergahı izleyen özellikle İstanbul gibi deniz yolu ile yolcu taşımacılığının yoğun olduğu kentlerde bir toplu taşıma alternatifidir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Deniz taksisi

3.3.2.3.3. Hava yastıklı tekne

Tüm ağırlığı sahip olduğu hava yastığı tarafından taşınan bir deniz aracıdır. Ağırlıkları oldukça düşüktür ve bu yüzden hızları yüksektir. Hava tabakasının üstünde hareketini sağlarlar. Hava direnci, suyun direncine nispeten daha az olduğu için daha düşük direnç gösterirler. Hava yastıklı teknelerde sürüşü büyük, arkaya dönük pervaneler sağlar. Tekneye ya doğrudan doğruya pervaneleri döndürerek, ya da kuyruk yüzgeçleri aracılığıyla pervanelerde ki hava akışını saptırarak yön verilir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Hava yastıklı tekne

3.3.2.3.4. Deniz otobüsü

Feribotlar ile karşılaştırıldığında hızları daha yüksek olan, yalnız yolcu ve kargo taşımacılığı yapabilen deniz araçlarıdır. Hız faktörü ön planda olduğundan dolayı aerodinamik yapıya sahiptirler. Körfez içi taşımacılıkta gayet konforlu ve hızı yüksek bir ulaşım aracıdır. Fakat deniz otobüslerinin olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Dalgalı denizlerde sarsıntısı fazla olmakla birlikte böyle durumlarda seferler durdurulur. Genellikle çift gövdeli tipinde üretilirler.

3.3.2.4. Diğer türler

3.3.2.4.1. Teleferik

Teleferik, arazinin elvermediği yerlerde birbirinden uzak iki yer arasına havada gerilmiş olan çelik teller ile bağlanarak yol alan taşıttır. Teleferikler genellikle kara, demir ve deniz yolu ulaşımı çok zor olan yerlere kurulmakta olup insan taşımacılığı ya da maden ocaklarında malzeme iletiminin gerçekleştirilmesinde kullanılır. İnsan taşıma

için kullanılan teleferikler çelik halatlara asılmış yolcu kabinlerinden oluşmaktadır. Özellikle kış turizminin yaygın olduğu kentlerde, kayak pistleri arasında ulaşımı sağlayabilmek amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Erzurum Palandöken Dağı teleferikleri

3.3.2.4.2. Taksi

Genellikle kent içinde ya da yakın çevresinde bir yerden bir yere gitmek için tutulan şoförlü ulaşım aracıdır. Çoğunlukla sarı renkli ticari araçtır. Durağından veya telefonla çağrılarak alınan taksi, kişisel aracı olmayanlar için kolaylık sağlar. Taksiye binmenin belirli bir ücreti olup bu ücret de taksimetre yardımıyla belirlenir.

3.3.2.4.3. Kişisel araç

Özel, şahıs, kurum ve kuruluşlar tarafından kullanılan bir kazanç kaydı gerektirmeyen kişiye özel araçlardır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artan nüfusa bağlı olarak taşıt trafiğinde meydana gelen yoğunluklar günümüz trafik

problemlerinin başlıca nedeni olmakla beraber çok fazla kişisel araç kullanımı olmasından dolayı hava kirliliği ve gürültüye neden olmaktadır.

3.3.2.4.4. Bisiklet

Motorsuz veya elektrik motorlu olup, iki veya üç tekerlekli, pedallı, insan gücüyle veya elektrik ile ilerleyen bir ulaşım aracıdır. Genellikle büyük kentlerde ulaşım planlaması yapılırken büyük oranda motorlu taşıtlar dikkate alındığından dolayı yaya veya bisiklet ile bir noktadan diğer bir noktaya ulaşmak çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Gelişen ve büyüyen kentlerde motorlu taşıt kullanımı da kentlerin geniş mekanlara yayılmasına paralel olarak artmaktadır. Kentlerin yerleşim alanları genişledikçe insan gücüne dayanan yaya ve bisiklet ulaşımı gibi çevreye dost ulaşım türlerinin oranı gün geçtikçe azalmaktadır (Uz ve Kardeşahin, 2004).

Bisiklet kullanımı kullanıcının fiziksel gücüne bağlı olmasından dolayı, yolculuk mesafesi bisiklet kullanımını etkileyen önemli faktörlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bisiklet ile yolculuk süreleri ortalama 10-15 km/saat hızda, genellikle 20-30 dakika civarında (yaklaşık 5-8 km) daha yoğundur. Çoğunlukla bisiklet yolculukları, bisikletin kullanıldığı hava şartları, arazinin topografya yapısı, kent içi trafik hacmi ve kullanıcı özelliklerine bağlı olarak kısa ya da orta mesafe ulaşımında yoğunlaşmaktadır (Uz ve Kardeşahin, 2004).

3.4. Toplu taşıma kullanımını artırıcı uygulamalar

3.4.1. Toplu taşıma sisteminin fiziksel açıdan iyileştirilmesi

Otobüs ya da daha düşük kapasiteli lastik tekerlekli toplu taşıma araçlarıyla taşımacılık sisteminin geliştirilmesi, kavşak düzenlemelerinin bu araçlara geçiş sırasında öncelik verecek düzende dizayn edilmesi, durak tasarımlarının bekleyen yolcu kapasitesine hizmet verebilecek düzeyde iyileştirilmesi ve geliştirilmesi toplu taşımacılığın fiziksel açıdan daha kaliteli hale gelmesi için gereken faktörlerdir. Özellikle dünyada son yıllarda yapılmakta olan özel uygulamalar içerisinde bulunan özel otobüs yolları kullanımının bazı önlemler ile desteklendiğinde otobüs sisteminin taşıma kapasitesini raylı sistemler seviyesine getirilebildiğini ortaya çıkarmaktadır. Bu önlemlerin başında yolcu alabilme kapasitesi yüksek seviyeli toplu taşıma otobüslerinin kullanılması (körüklü ya da çift katlı otobüsler gibi) gelmektedir (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

Duraklarda lastik tekerlekli toplu taşıma araçlarının birbirlerini güvenle geçebilme şartları yol genişlikleri hesaplanarak sağlanmalıdır. Yukarıda sözü edilen önlemler gerçekleştirildiğinde trafik akımı içerisinde otobüsün hareket alanı artırıldığında yolculuk sürelerinde azalma meydana geldiği için otobüs sisteminin çekiciliği ve imajı yükselmektedir. Bu önlemler sayesinde özel araç kullanımından toplu taşımaya doğru bir talep kayması meydana gelmektedir (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

Trafik sistemine fiziksel iyileştirme açısından bakılırsa, net bir yol hiyerarşisi oluşturmak ve her kategori için proje, planlama ve kontrol standartları sıralaması

yaparak bölge trafiğine göre doğru büyüklükte araç seçimi yapmak gereklidir. Trafikte toplu taşıma için kullanılan büyük araçların kent içinde meydana getirebileceği kaza riskini azaltmak ve bu yüzden kaynaklanacak trafik tıkanıklığını önlemek için tüm kavşak ve tehlikeli kesişmelerin olduğu bölgeleri yakından gözleyerek kör noktaları saptamak ve iyileştirici önlemler almak fiziksel iyileştirmelere yardımcı olmaktadır (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

3.4.2. Toplu taşıma işletmesinin iyileştirilmesi

Raylı sisteme bağlı araçlar önceden hazırlanmış bir güzergah üzerinde hareket etmelerinden dolayı ve bu güzergahın genellikle kişisel araç, bisiklet ya da yaya gibi unsurlardan ayrı olarak çalışması nedeniyle kent içi trafik içerisinde trafik tıkanıklığından çok fazla etkilenmemektedirler. Bu sebeple raylı toplu taşıma sistemleri işletme olarak olağan dışı şartlar dışında (doğal afet, ulusal özel günler, yolculardan kaynaklanan sorunlar) işletme açısından iyi bir konumda bulunmaktadır. Ancak otobüs işletme sistemleri kent içi trafik içerisinde yer almalarından dolayı işletme açısından sürekli kontrollere ve iyileştirmelere gerek duymaktadır. Bu iyileştirmeler için gerekli önlemler aşağıda maddeler halinde belirtilmeye çalışılmaktadır.

- Sinyalize kavşakların tasarımsal olarak ve uygulamada diğer taşıtlar karşısında otobüslere öncelik verecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.
- Farklı toplu taşıma araçları arasında kolay aktarma olanaklarının geliştirilmesi gerekmektedir.

- Bilet alma işlemlerinin toplu taşıma aracına binmeden alınması ya da akıllı bilet ödeme kartlarının kullanılarak hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Yoğun aktarma bölgesi duraklarında otobüs konvoyları ya da otobüs sıralama tekniği için gerekli düzenlemelerinin yapılması gerekmektedir (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

3.4.3. Toplu taşımanın kullanıcıya maliyetinin azaltılması

Talep esnekliğine ve düzeyine paralel olarak toplu taşımanın yolcuya maliyetinin kişisel ulaşım maliyeti ile kıyaslandığında daha düşük bir maliyette olmasının insanları toplu taşımaya daha çok yönlendireceği söylenebilir. Toplu taşıma kullanıcılarına yansıyan maliyetin azaltılması genellikle işveren kişilerin işçi yol masraflarını karşılamasıyla ya da direk olarak bilet ücretlerinin indirimleri ile gerçekleşmektedir.

Kentte işletilen toplu taşıma sistemlerinin hepsinde geçerli bir ortak bilet sistemi kullanımı farklı toplu taşıma türleri ve işleticiler arasında indirimli ya da bedava aktarma olanağı sağlayabilmektedir. Daha ekonomik bir toplu taşımaya erişebilirlik toplu taşıma kullanımının artmasına ve yaygınlaşmasına yardımcı olmaktadır (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

3.4.4. Özel ulaşımdan toplu taşımaya aktarma olanakları

Toplu taşıma hizmetlerinin düşük yoğunluklu ve düşük talepli konut alanlarına her zaman kabul edilebilir düzeyde ve aynı sıklıkla hizmet vermesi işletme giderleri açısından mümkün olamamaktadır. Toplu taşıma durak veya istasyonları çevresinde düzenlenecek olan park yerleri sayesinde bu tür konut alanlarından gelecek olan bazı

sürücülerin taşıtlarını park yerlerine bırakıp yolculuklarına toplu taşımayı kullanarak devam etmeleri sağlanmalıdır. Bu aktarma noktalarının toplu taşıma talep miktarının en yoğun olduğu ticaret bölgelerinin çevresine konumlandırılmasıyla kent merkezine girecek olan taşıt miktarı seviyesi düşecektir.

Ayrıca kent çevresindeki konut alanlarında düzenlenecek olan aktarma noktalarındaki otoparklar kişisel otomobil kullanıcılarının bir kısmını daha ana arterlere çıkmadan sönmüldirdiklerinden bu alanlar ile merkezleri birbirine bağlayan yolların da daha elverişli kullanımını da artıracaktır (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

3.4.5. Ara toplu taşıma düzenlemeleri

Düşük kapasiteli (minibüs, midibüs vb.) ara toplu taşıma sistemleri büyük kentler için gerekli toplu taşıma talebine cevap verememektedir. Ancak otobüs ile toplu taşımacılık sistemi raylı sistem taşıma kapasitesini gerektirmeyecek kadar yüksek talepli hatlar dışında yolcu kapasiteleri, işletim kolaylığı ve seyir güzergahı serbestliği gibi nedenlerle büyük ya da küçük tüm şehirlerde en verimli toplu taşıma türlerinden biri olmuştur.

Gelir durumları yüksek kişilerin yaşadığı ve nüfus miktarının az olduğu yerlerde ticari olarak verimli bir toplu taşıma sistemi işletilememektedir. Bu bölgeler için yapılması gerekli ara toplu taşıma düzenlemeleri kişiler kendi özel araçlarını kullanmadan toplu taşımaya yönlendirebilecek seviyede olmalıdır. Bu politikada amaç ara-toplu taşıma hatlarını düzenleyerek yakın çevredeki bir yüksek kapasiteli toplu taşıma hattını besleyecek duruma getirebilmektir (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

3.4.6. Bazı yol ve alanlarda otomobil trafiğinin yasaklanması

Bazı yol ve bölgelerin özel araç trafiğine yani kişisel otomobil tercih edenlerin kullanımına kapatılması kentin sahip olduğu trafik ağının kapasitesini düşürmektedir. Ayrıca kentin ticari ve eğlence gibi önemli varış noktalarının araç ile ulaşılabilirliğinin azaltılması sebebiyle araç kullanımı azalacaktır. Dünyanın en gelişmiş bazı şehirlerinde ve Milano örneğinde olduğu gibi en önemli caddelerin trafiğe kapatıldığı bilinmektedir (Şekil 3.20). İtalya Milano Belediyesi arabalarını kullanmayı toplu taşıma kullanan yolcularına ücretsiz ulaşım sunmaktadır. Tüm arabalar özel bir sisteme kayıtlıdır. Bir araba park edilince aracın sahibi araç kartıyla ücretsiz otobüs veya tren bileti alabilmektedir (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).



Şekil 3.20. Milano araç trafiğine kapatılan alan

Danimarka Kopenhag Şehir Meclisi 1960'lı yıllarda şehir merkezinde yaya yollarını genişletmeye ve otomobil yollarını daraltmaya başlamıştır. Günümüzde Kopenhag'da hali hazırda var olan 320 kilometrenin üzerinde bisiklet yolunun yanı sıra,

çevredeki banliyölere ulaşmak için bisikletlere yönelik otobanlar yapılması planlanmaktadır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Kopenhag araç trafiğine kapatılan alan

Almanya Hamburg'da motorlu taşıtlardan izole edilmiş trafiğe kapalı yürüyüş ve bisiklet yolları ağı oluşturmak için "yeşil ağ" isimli bir proje başlatılmıştır. Önümüzdeki 20 sene içinde Hamburg'da bir dolu yeni park, bisiklet yolu ve kaldırım yapılacaktır. Yeşil ağ, şehir alanlarının % 40'ını oluşturacaktır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Hamburg “yeşil ağ” isimli proje çalışması örneği

Kolombiya Bogota'da bisiklet ve yürüyüş yolları 1950'lerde oluşturulmuştur. Günümüzde 300 km uzunluğunda bisiklet yolları bulunmaktadır. Şehir merkezindeki caddelerin çoğu araç trafiğine kapalı ve sadece toplu taşımaya izin verilmektedir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Bogota araç trafiğine kapatılan bölge

3.4.7. Özel otomobiller için yol kapasitesinin azaltılması

Yol kapasitesinin azaltılması kentin sahip olduğu yol ağının belli bir bölümünde sadece yüksek kapasiteli toplu taşıma araçlarının kullanılması ve özel araç sahiplerinin bu yollara erişebilirliğinin kısıtlanmasıyla sağlanmaktadır. Kent içi trafik sinyalizasyon sisteminde otobüslere ve diğer toplu taşıma araçlarına kişisel araçlara göre daha öncelik tanıyarak ve yeşil ışık zamanının azaltılması ile kişisel otomobil kullanıcıları için yol kapasitesi sınırlandırılabilir. Yol üzerindeki bazı şeritlerin sadece otobüsler, bisiklet ve yayalar için ayrılması özel otomobil kullanıcılarının yol kapasitelerini azaltabilir (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

Almanya, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri ve Singapur gibi ülkelerde kullanılmakta olan otobüs şeridi (Bus Lane) uygulaması, özel otomobiller için yol kapasitesi azaltma yöntemlerinden biri olarak görülmektedir. Otobüs şeridi uygulaması otoyol ve caddelerde yalnızca otobüslerin kullanımı için ayrılmış şeritlerdir. Hızlı otobüs taşımacılığının önemli faktörlerden birisidir. Trafiğin sıkışık olduğu durumlarda otobüslere geçiş önceliği sağlayan bu şeritler zamandan tasarruf edilmesini ve otobüslerin sefer sürelerini planlanan şekilde tamamlamalarına yardımcı olmaktadır. Bu uygulama otobüslerin belirli bir ölçüde trafik seyrinden tecritli bir şekilde hareket etmelerini sağlamaktadır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Otobüs şeridi

3.4.8. Otopark ücretlendirme politikaları

Kent içi trafik akımının sıkışık olduğu yerlere (kentnin yoğun yaşam bölgelerine) yapılan özel otomobil yolculuklarını azaltmanın etkili yöntemlerinden biride, kent içinde bulunan otoparklarda çevre alanlara kıyasla daha yüksek ücret tarifesi uygulanmasıdır. Bir diğer park alanı olan kent merkezlerindeki yol kenarları için uygulanabilecek yüksek fiyat tarifeleridir (iki saatten fazla park için iki veya üç katı fiyat gibi). Bu yöntem park alanının kullanım sayısını arttırdığından kent içine alışveriş veya farklı amaçlar için gelen kişilerin kısa süreli park taleplerine daha etkili bir çözüm olmakta ve sınırlı park yeri sayısının daha çok araca hizmet vermesi sağlamaktadır (Kavasoglu ve Yıldız, 2002).

Yüksek park ücretleri uygulama politikası, istikrarlı ve yaygın bir biçimde uygulanabilirse (Yol kenarlarında ve otoparklarda, özel ve kamuya ait park yerlerinde)

özel otomobil kullanımının kısıtlanmasında alan ücretlendirmesi kadar etkili olmaktadır. Ancak bu uygulama stratejisi, kent merkezinde trafiğin önemli bir bölümünü oluşturan yoğun transit trafiğin dış yollara yönlendirilmesinde etkili olamamakta ve bazı durumlarda alandaki parseller içindeki özel park yerlerinin yoğunluğundan dolayı geniş kapsamlı uygulama yapılamamaktadır (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

3.4.9. Otopark arzının sınırlandırılması

Dünyanın pek çok ülkesinde nüfus artışı ve taşıt sayılarındaki artış kent içi ulaşım problemlerinin artmasına neden olmuştur. Ulaşım problemlerinin başında, özellikle büyük şehirlerde, yapılan seyahatler sonucunda taşıtın park edilmesi için uygun otopark yeri bulunması gelmektedir. Sürücülerin uygun otopark yeri bulabilmek için fazladan seyahat etmesi trafik akışına ek bir yük getirmekte, zaman kayıplarına neden olmakta, havaya bırakılan egzoz gazı miktarını artırarak hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır.

Otopark arzı sınırlandırılması yöntemi kent merkezinde uygulanması ve park talebinin merkezin çevresinde oluşması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Otoparklar varış taleplerinin fazla olduğu yerlerde merkezin yakınlığına ve büyüklüğüne bağlı olarak daha uzakta ya da yaya şekilde ulaşılabilir durumda olabilmektedir. Yaya şekilde ulaşamayacak uzaklıktaki otoparklar ve merkezdeki varış noktaları arasında toplu taşıma bağlantıları düzenlenebilmektedir.

Örnek vermek gerekirse İstanbul’da kullanılan ve trafik akımının yoğun olduğu bölgelerde İSPARK tarafından uygulanan “Park Et – Devam Et” uygulaması olumlu

sonuçlar vermiştir (Şekil 3.25). Kadıköy Ayrılıkçeşme otoparkına aracını bırakan özel araç sürücüsü Marmaray'ı kullanarak Yenikapı'ya buradan da aktarma yaparak Aksaray Metrosu ile Havaalanı'na aynı zamanda da Metrobüs ile Beylikdüzü'ne trafik stresi yaşamadan kısa zamanda ulaşabilmektedir. Toplu taşıma istasyonlarına yakın noktalarda düşük ücretli otopark uygulaması olan "Park et Devam Et" sisteminden yılda yaklaşık 4 milyon kişi yararlanmaktadır. Her gün yaklaşık 100 kilometre araç konvoyunun trafikten çekilmesini sağlayan bu proje, kent genelinde trafiğin yoğun olduğu 44 noktada 13 bin araç kapasitesiyle uygulanmaktadır.



Şekil 3.25. İSPARK Park Et Devam Et otoparkları

3.4.10. Yol ve alan ücretlendirmesi

Yolcuların önem verdikleri bir kıstas olan maliyet miktarı, toplu taşıma araçları seçiminde en etkili faktörlerden birisidir. Yolculuk ekonomisine ilişkin alınan kararlar ve ücret politikası yolcuların seçim sırasındaki tutumlarını doğrudan etkilemektedir. Ekonomik önlemler barındıran bu politika, yolculuk talebi miktarını, kişisel ve düşük

doluluk oranlı taşıtları tercih eden kullanıcılar için kullanım maliyetini arttırarak ya da toplu taşımayı cazip hale getirebilecek kullanıcı maliyetini düzenleyerek değiştirmeyi amaçlamaktadır.

Yol ücretlendirme politikalarında, özel araçların belirli kritik yol hatlarından geçişi sırasında ücret alınmaktadır. Bu ücretler gişelerde, abonmanlar biçiminde ya da elektronik sistemler ile denetlenebilmektedir. Kentsel yapılanmanın düşük seviyede olduğu yoğun yörelerde gişeler için yer bulmak çoğunlukla zor bir durum olmaktadır. Abonman sistemi bu tür yerlerde çözüm olarak kullanılabilir. Bu sistemlerde belirli saatlerde belirlenmiş yol kesimlerini kullanmayı tercih eden araçların bandrol bulundurmaları gerekmektedir. Günümüzde artık geliştirilen teknolojiler sayesinde düzenlenmiş elektronik ücretlendirme sistemlerinde, araçlar üzerindeki elektronik lisanslar yol kenarındaki okuyucular tarafından okunup kontrol edilebilmektedir. Yol ve alan ücretlendirmeleri gün içerisinde doruk saatleri kaydırmak amacıyla günün belirli saatlerinde de kullanılabilir.

Fiili araç kullanımı ile birlikte doğru orantılı olarak düzenlenen yol ücretlendirilmesi gelecekte yapılacak olan yol inşaatları yatırımlarının finansmanı içinde kayda değer bir kaynak sağlayabilmektedir. Sürücüler açısından gerçek ve kolay anlaşılabilir bir ücret politikası izlendiğinde, yol ücretlendirmesi, yolculuk davranış, talep ve tercihinin kolayca etkileyebilmektedir (Kavasoglu ve Yıldız, 2002).

3.4.11. Yüksek doluluk oranlı taşıtlara öncelik (YDOT)

Yüksek doluluk oranlı taşıtların kullanımında yapılacak olan tercihin nedeni bu taşıtların günün pik saatlerinde trafik akımı içerisindeki hareketini arttırmaktadır.

YDOT' nin kullanılması ile trafik içerisinde geçirilecek zaman ve yolculuk maliyetinde azalma meydana getirilecektir. Bu uygulamanın kullanılabilmesi için işletmeye yönelik ya da ekonomik önlemler alınabilmektedir.

İşletmeye yönelik önlemler içerisinde bulunan ve yapılmakta olan yöntem, otomobil içerisinde belirlenen yolcu sayısı miktarı (3 - 4 yolcu) ya da belirlenmiş olan sayıdan 1 kişi fazla olması durumunda kullanılmaktadır. Bu yöntemde yüksek doluluk oranlı aracın kullanıldığı yer, yol üzerindeki şeritlerden birinin trafik izi ile ayrılması ya da fiziksel engeller ile ayrılması şeklinde özel olarak yapılmış yol alanıdır. Genel olarak uygulanan diğer yerler ise kavşaklar, ekspres yol giriş rampaları ve otoyollardır. Yöntemin kullanılma zamanı bütün gün boyunca, trafik durumunun en yoğun olduğu saatlere göre ya da belirli saatlere göre yapılmaktadır. Yüksek doluluk oranlı araçlara yapılacak olan öncelik uygulamaları bu tarz otomobil kullanıcılarının yolculuk süresini kısaltarak kullanımlarını artırmaktır.

İçerisinde belirlenmiş sayıdan fazla yolcu taşıyan otomobillerden hiç ücret alınmaması ya da çok düşük ücret alınması şeklinde yapılan ekonomik önlemler ile YDOT kullanımı artırılabilir. Toplu taşıma ile yapılan ulaşım sistemlerine destek verilmesi ya da işverenleri destekleyerek çalışanların ev-iş yolculuklarında yüksek kapasiteli araç kullanılması ile de ekonomik önlemler almak mümkündür. Bu yöntemi kullanacak olan işletmelere direk bir şekilde destek verilmesi ya da yüksek kapasiteli şirket araçlarına düşük fiyatlı akaryakıt alım imkanı verilmesi bu uygulamanın kullanımını artıracaktır.

3.4.12. İşveren denetimindeki önlemler

Bu uygulamada amaç işveren kuruluşların (kamu ya da özel) çalışanlarını yüksek kapasiteli araçlar kullanarak iş ve ev arası ulaşımlarını sağlamaktır. Ev ve iş arası yolculuklar günün belli saatlerinde düzenli olarak yapılmaktadır. Bu yolculuklar günün pik saatlerindeki trafik yoğunluğunun büyük bir kısmını oluşturmaktadır. İşveren tarafından alınacak önlemler ile ev ve iş arası yolculuklarda kullanılan otomobillerin doluluk oranlarının yüksek olması ya da otobüs-minibüs gibi kapasitesi yüksek araçların kullanımını teşvik etmektir.

Bu yöntemin uygulanabilir olması için işveren tarafından çalışanların bilinci yapılacak destek programları ile artırılabilir. Özellikle kamu kuruluşlarının yoğun olduğu bölgelerde bu yöntemlerin kullanımı, çalışanların YODT' ye yönlendirilmesi özel otomobil kullanım oranını azaltacaktır.

İşverenler tarafından sağlanacak olan servis formülü ev-iş yolculukları için kullanılabilir ve düşük kapasiteli araçların çalışanlar tarafından tercih edilmesi azaltılabilmektedir (Kavasoğlu ve Yıldız, 2002).

3.4.13. Çalışma saatlerinde esneklik

Çalışma saatlerinde esneklik uygulaması, çalışanların işe gidiş ve dönüşteki saat dilimlerinin belli bir miktar kaydırılmasıyla aynı zaman dilimi içerisinde yola çıkma oranını azaltmakta ve böylece günün pik saatlerindeki trafik sıkışıklığı azalmaktadır.

1970’li yıllarda Ankara’da denenmiş olan ve farklı kamu kuruluşu çalışanlarının farklı saatlerde işe giriş ve çıkış yapabilmeleri bu yönetime bir örnek gösterilebilmektedir. Ancak bu yöntem giderek etkisini kaybetmiştir.

Sıkıştırılmış çalışma haftası olarak adlandırılan çalışma günlerinin 5 gün olarak belirlenmesi uygulaması aynı döneme denk gelmektedir. Bu uygulama ile toplam yolculuk sayısı ve talebi azaltılmaktadır.

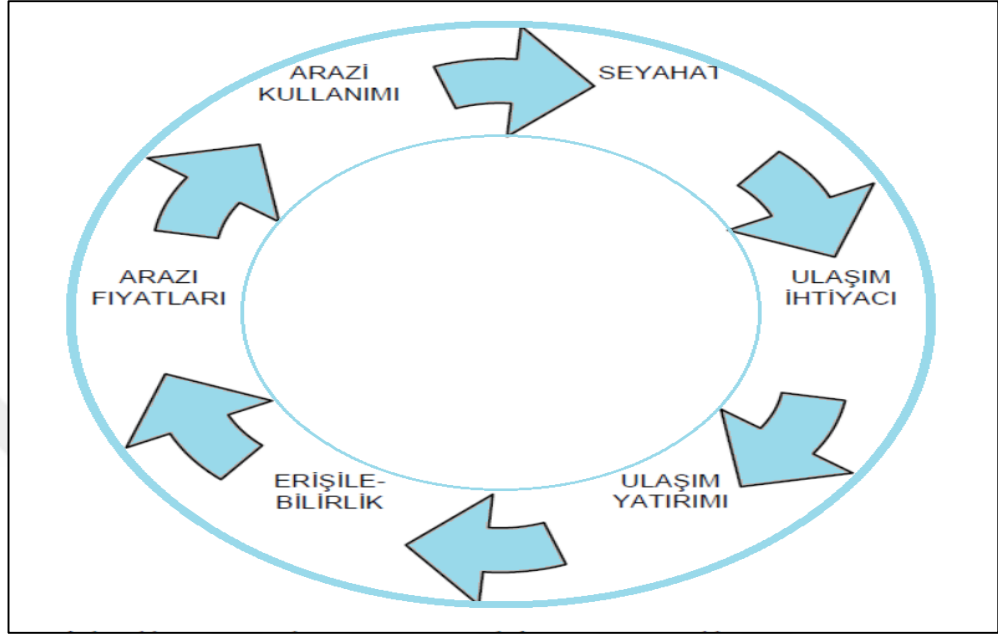
Özellikle batı ülkelerinde uygulanan çalışma saatlerinde esneklik uygulaması Türkiye’deki uygulamalardan farklılık göstermektedir. Batı ülkelerinde bu uygulama esnek çalışma saatlerini içermektedir. Çalışanların işe giriş ve dönüş saatleri farklılık göstermekte ancak toplam çalışma saatlerinde bir değişiklik olmamaktadır. Böylece çalışanlar işe gidiş ve dönüş saatlerini farklı zaman dilimleri içinde seçebilmektedir. Günün aynı saatinde işe gidiş ve dönüş olmadığı için günün pik saatlerinde yaşanmakta olan trafik yoğunluğu azalmaktadır.

3.4.14. Arazi kullanma denetimi

Kentin bir bölgesindeki arazinin kullanılma türü bu bölgeyi diğer kent bölgelerine bağlayan yollardaki yolculuk talebinin belirleyicisi olmaktadır. Arazi kullanımında yapılacak değişiklikler bu araziye ilgilendiren yollar üzerindeki trafik durumunu da değiştirmektedir.

Sorunlu ulaşım koridorlarını ilgilendiren bölgelerde yeni konut ve iş merkezleri gibi halkın yoğun kullanımında olan yapılara izin verilmemelidir. Mecburi durumlarda konut ve iş yerleri sayısı düşük tutulmalıdır.

Ulaşım ve arazi kullanımı arasındaki ilişki en basit şekilde aşağıdaki döngü ile ifade edilebilir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Ulaşım ve arazi kullanımı döngüsü

Şekilde görüldüğü gibi aktivitelerin araziye yayılımına bağlı olarak oluşan seyahatler ulaşım ihtiyacını doğurmakta, buna bağlı olarak ulaşım alt yapısı oluşturulması süreci tetiklenmiş olmaktadır. Bunun ardından ulaşım alt yapısı bulunduğu bölgenin erişilebilirliğini artırarak arazi değerini ve arazi kullanımını etkilemektedir. Değişen arazi kullanımının oluşturacağı seyahatlerle döngü devam etmektedir (Khisty ve Lall,1990).

3.4.15. Taşıt paylaşma programları

Bu uygulamanın amacı birbirlerine yakın yerlerde yaşayan ya da çalışan insanların işe gidiş ve dönüş yolculuklarını ortak araçlar ile yapmalarını sağlayarak özel otomobillerdeki doluluk oranının artırmaya yöneliktir.

Günümüzde taşıt paylaşma yöntemi mobil uygulamalar ile yapılmaktadır. Bu yöntemin oto kiralama sistemine benzer yanları olması yanında farklı olarak saatlik kullanıma imkan tanınması ve genel olarak oto kiralama servislerinin tersine şehrin herhangi bir yerinde yer alan servis sağlayıcısına gitmek yerine taşıt ihtiyacı olan kişinin belirlediği yürüyüş mesafesindeki araç-paylaşım istasyonlarından en yakın lokasyondaki araç alınabilmektedir. Mobil uygulama üyeleri araç filosunun çeşitliliğine bağlı olarak amaçlarına uygun tür veya konfordaki aracı seçme imkanına da sahiptir.

İlk olarak araç-paylaşımı, 1948'de Zürih'te özel araç alma imkanı olmayanlara araç sağlamayı amaçlayan “Sefage” (Selbstfahrgemeinschaft) olarak bilinen kooperatif anlayışıyla yapılanmaya başlanmıştır. 1980'lerin ortalarında Avrupa'da başarılı örnekleri görülmeye başlanan araç-paylaşımı günümüzde Almanya, İsviçre, Hollanda, Amerika ve Avusturya'da sıkça kullanılmaktadır.

Araç paylaşımı bireylerin yolculuk maliyetlerini azalttığı gibi toplumsal maliyetleri de azaltmaktadır. Özel araç sahiplenmenin maliyeti, alışı fiyatı ile başlayıp bakım onarım, sigorta ve vergilerde dahil olmak üzere yüksek rakamlara ulaşmaktadır. Bunlara ek olarak işletme maliyeti, yani kullanımla oluşan maliyet, benzin, park yeri ücreti, araç bakımı ve kazalardan kaynaklanan hasar ücretleriyle birlikte kullanım ne kadar uzun olursa masraflar da o kadar artmaktadır.

Günümüzde hemen hemen dünyanın gelişmiş çoğu ülkesinde yaygın bir şekilde kullanılmakta olan “UBER” mobil uygulaması 2009 yılında San Francisco'da ortaya çıkmıştır. Bu mobil uygulamada gitmek istenilen yer uygulama üzerinden belirtilmekte ve ihtiyaç duyulan araç uygulama içindeki kayıtlı sürücülere iletilmektedir. Ulaşım talebinde bulunan kişiye en yakın olan ya da kişiyi istediği yere götürmek isteyen

sürücü tarafından kabul edilen bu istek üzerine bulunulan konuma uygulama tarafından bir araç gönderilmektedir. Ücret ödeme işlemleri doğrudan mobil uygulama üzerinden yapılabilmektedir. Ayrıca kişi yapacağı yolculuğu yine mobil uygulama üzerinden “Araç Paylaş” seçeneğini işaretleterek yolculuk masrafını başka bir kişi ile bölüşebilmektedir. Bu sayede kişisel ulaşım masrafları azalmakta ve taşıt doluluk oranı artırılarak trafik yoğunluğu azaltılmaktadır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri

Ulaştırma kalitesi, bir ülkenin refah seviyesini gösterebilen ve aynı zamanda ekonomik gelişimi yansıtabilen en önemli etkenlerden birisidir. Günümüz teknolojisinin gelişmesine paralel olarak küreselleşme ve ekonomik büyüme ile birlikte ulaşımda hızlı bir değişim göstermektedir. Nüfus artışı ve büyüyen kentleşmeler sonucunda daha konforlu, hızlı ve güvenilir ulaşım ihtiyaçları da artmıştır.

Artan nüfus ve araç sayısı nedeniyle kent içi trafik akımında tıkanmalar meydana gelmektedir. Bu artış kent içerisinde trafik kazaları oranını da arttırmaktadır. Trafik kazalarının maddi ve manevi etkileri Türkiye’de olduğu kadar, gelişmekte olan diğer ülkelerde de önemli miktarlara ulaşmıştır. Türkiye’de 2002 ve 2016 yılları içerisinde gerçekleşmiş trafik kazalarının sayısı ve ölüm oranları Çizelge 4.1 ile gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Trafik kazaları ve sonuçlarının türlerine göre dağılımı

YIL	TOPLAM KAZA SAYISI	MADDİ HASARLI KAZA SAYISI	ÖLÜMLÜ-YARALANMALI KAZA SAYISI	TOPLAM ÖLÜ SAYISI	TOPLAM YARALI SAYISI
2002	439.777	374.029	65.748	4.093	116.412
2003	455.637	388.606	67.031	3.946	118.214
2004	537.352	460.344	77.008	4.427	136.437
2005	620.789	533.516	87.273	4.505	154.086
2006	728.755	632.627	96.128	4.633	169.080
2007	825.561	718.567	106.994	5.007	189.057
2008	950.120	845.908	104.212	4.236	184.468
2009	1.053.346	942.225	111.121	4.324	201.380
2010	1.106.201	989.397	116.804	4.045	211.496
2011	1.228.928	1.097.083	131.845	3.835	238.074
2012	1.296.634	1.143.082	153.552	3.750	268.079
2013	1.207.354	1.046.048	161.306	3.685	274.829
2014	1.199.010	1.030.498	168.512	3.524	285.059
2015	1.313.359	1.130.348	183.011	7.530	304.421
2016	1.182.491	997.363	185.128	7.300	303.812

Trafik kazalarından kaynaklanan yüksek oranlı, yaralanmaları ve ölüm oranlarını azaltabilmek ve araç içinde, araç dışında, araç ile sabit kontrol merkezleri arasında, ayrıca altyapı hakkında, emniyet, güvenlik, randıman ve kalite bakımından her türlü haberleşmeyi ve bilgi alışverişini sağlayabilmek için Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) adında kontrol ve denetim mekanizması kurulmuştur. Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve günümüzde bilimsel gelişmeler sayesinde üretilen yüksek teknolojinin ortak kullanımıyla, güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi kurulmaya çalışılmaktadır. Dünyada birçok ülke, AUS programlarını ulusal düzeyde hazırlamış ve AUS projelerinin kaynağını yerel düzeyde sağlamıştır. Ekonomik olarak gelişmiş olan ülkeler Akıllı Ulaşım Sistemleri konusundaki çalışmalarını gün geçtikçe ileriye taşımaktadır.

Ekonomik ve sosyal açıdan her geçen gün büyümekte olan önemli kentlerde trafik sentezleri karmaşık bir hale gelmektedir. Bu sentezlerin geleneksel yollar ile yapılabilmesi olasılığı ortadan kalkmaktadır. Yollarda sürüş güvenliğini oluşturmak, mevcut yol ağının daha verimli kullanabilmek, trafiği etkileyen çevresel olaylara karşı trafiği güvenli bir şekilde yönlendirebilmek ve trafik akımının en önemli parametrelerinden olan sinyalizasyon sisteminin verimli bir şekilde çalışabilmesi için Akıllı Ulaşım Sistemleri konusu önem kazanmaktadır. Türkiye’de özellikle buldukları bölgelerin ticari ve sosyal açıdan cezbedici önemli kentlerinde artan nüfus ve araç miktarı bu kentlerde artık Akıllı Ulaşım Sistemi uygulamalarının kullanımını ortaya çıkarmaktadır.

4.1.1 Akıllı ulaşım sistemlerinde hedef kitle

4.1.1.1. Yolcular

Toplu taşıma araçları veya özel araç yoluyla yapılacak ve farklı ulaşım yöntemleri (kara, hava, deniz) içeren seyahatlerde, gerçek zamanlı trafik, araç, ücret ve doluluk oranı bilgilerini kullanarak, kendi isteklerine en uygun ulaşım yöntemlerini seçebilirler (Küçükçınar, 1998).

4.1.1.2. Sürücüler

Trafik merkezlerinden iletilen gerçek zamanlı yol ve trafik bilgileri ile kılavuz hizmetler alabilirler. Ayrıca, elektronik ücret ödeme sistemlerini kullanarak kuyrukta bekleme süresini azaltabilirler (Küçükçınar, 1998).

4.1.1.3. Trafik sistemleri yöneticileri

Herhangi bir anda oluşan trafik yoğunluğunu anında tespit ederek alternatif yollara yönlendirme yapabilirler ve sürücülere uyarılar gönderebilirler (Küçükçınar, 1998).

4.1.1.4. Acil durum sistemi yöneticileri

Acil durum olaylarını otomatik olarak tespit eden sistemler kullanarak bu olaylara tepki verme süresini kısaltabilirler (Küçükçınar, 1998).

4.1.1.5. Ücretli hizmet sunucuları

Otomatik araç tanıma ve karşılık gelen ücretlendirme olanağı sağlayan sistemlerle zaman kaybı olmaksızın verimli hizmet sunabilirler (Küçükçınar, 1998).

4.1.1.6. Ticari ulaşım sistemi kullanıcıları

Yer belirleme sistemleri sayesinde, yükledikleri malların yol üzerinde bulunduğu noktayı gerçek zamanda izleyip güvenliğini artırabilirler (Küçükçınar, 1998).

4.1.1.7. Ulaşım hizmeti sağlayıcıları

Yer belirleme ve iletişim sistemleri sayesinde dinamik yönlendirme yaparak hizmetin verimini artırabilir ve acil yardım gereksinimlerinde hızla tepki verebilirler (Küçükçınar, 1998).

4.2. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Gelişimi

1939 yılında New York Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan "New York World's Fair" fuarında General Motors standında Akıllı Ulaştırma Sistemlerine ait model çalışmalar ilk kez ortaya çıkarılmıştır. General Motors daha sonraki yıllarda günümüzde otonom sürüş olarak bilinen "sürücüsüz araç" kavramını 1950-1960'lı yıllarda robotlu kamyon fikri ile sürdürdü. Günümüzde Ohio Üniversitesinde profesör olarak görev yapmakta olan Robert Fenton, 1970'li yıllarda sürücüsüz araç testini yapan ilk kişidir. Bu test başarılı olmasına rağmen o günün şartlarında çalışılmaz proje olarak lanse edilmiştir (Demirel, 2001).

Elektronik algılayıcıların, sensörlerin, kablosuz ve kablolu haberleşme araçlarının, mikroişlemcilerin 1990'lı yılların başlarında gelişmeye ve yayılmaya başlamasıyla Akıllı Ulaşım Sistemleri ile ilgili düşünceler yeniden gün yüzüne çıkmıştır. Bu düşünceler “akıllı yol” ve “akıllı araç” üstüne yapılmıştır. Dünyada Akıllı Ulaşım Sistemleri ve akıllı taşıtlar konusu 1990'lı yılların sonlarına doğru özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avrupa ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde etkisini artırmaya başlamıştır (Demirel, 2001).

Akıllı ulaşım sistemlerinin 1990'lı yılların sonlarına doğru bu kadar önem kazanmasının bir sebebi ise ulaşım sektöründe yaşanan mali kayıplar olarak görülebilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen yüksek oranlı trafik kazaları neticesinde her yıl milyarca dolarlık kayıplar bu sistemlerin gerekliliğini ve faydalılığını ortaya koymaya başlamıştır. Bu kayıpların Amerika Birleşik Devletleri'nde olduğu gibi çoğu ülkede etkileri büyük olmuştur. Bunun sonucunda ülkeler ihtiyaçları doğrultusunda Akıllı Ulaşım Sistemlerini kendi bünyelerinde geliştirmeye başlamıştır. Kullanılmakta olan en yaygın Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamaları, elektronik ücretlendirme sistemleri, trafik yönetim ve kontrol sistemleri, yolcu bilgi sistemleri olarak yoğunlaşmaktadır. Uygulamalar sadece özel firmalar tarafından değil kamu sektörleri tarafından da gerçekleştirilmektedir (Ulaştırma Ana Planı Stratejisi, 2004).

1992 yılında kullanılmaya başlanan “Otoyol Ücret Toplama Sistemi” ülkemizde Akıllı Ulaşım Sistemlerine girişin ilk adımları olarak düşünülebilir. Operatörlü olarak kullanılan bu sistem araçların otoyolda aldıkları mesafeye göre ve araç sınıflarına göre

ücretlendirme çalışması yapmaktadır. Ek olarak acil durum yönetim sistemleri de otoyollarda işletilmektedir.

Acil durum telefon üniteleri kullanılarak yolcular karşılaştıkları kazaları, arızaları ve yol yüzeyinde bulunan tehlike yaratabilecek cisimleri Karayolları Genel Müdürlüğüne bağlı otoyol işletme merkezlerine bildirebilmektedirler (Yardım ve Akyıldız, 2004).

Ülkemizde kişisel araç sahipliğinin ve nüfusun son yıllarda artması ulaşım sektöründe problemleri de yanında getirmektedir. Bu problemler özellikle nüfus açısından yoğun kentlerde trafik akışını zorlaştırmaktadır. Özellikle İstanbul gibi büyük ve kalabalık kentlerde köprü geçişlerinde beklemeden dolayı yaşanan zaman kaybını önlemek için 1999 yılında Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) kullanılmaya başlanmıştır (Yardım ve Akyıldız, 2004).

Daha sonra OGS ücret toplama sistemine ek olarak Kartlı Geçiş Sistemi(KGS) kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistem araca takılan elektronik etiketler yerine sürücülerin işini biraz daha kolaylaştıran otoyollara giriş ve çıkışlara konulan cihazlara sürücüler tarafından okutulan kartlar ile gerçekleştirilmektedir. Ülkemizin özel sektörleri Akıllı Ulaşım Sistemleri alanına ilgi göstermesiyle hız sınırı işaretleri, plaka tespit sistemleri, radar sistemleri, değişken trafik işaretleri gibi uygulamalar otoyollarda kullanılmaya başlanmıştır (Yardım ve Akyıldız, 2004).

4.2.1. Dünya’da Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamaları ve gelişimi

4.2.1.1. Amerika Birleşik Devletleri’nde AUS uygulamaları ve gelişimi

1960’lı yılların sonlarına doğru Elektronik Yol Kılavuz Sistemi (EYKS) projesi adı altında Akıllı Ulaşım Sistemine ait ilk çalışmalar Amerika Birleşik Devletleri’nde başlatılmıştır. Bu alanda dikkat çekici bir ilerleme uzun süre yaşanmamıştır. 1990’lı yılların sonlarına doğru “Mobility 2000” adlı bir çalışma ve araştırma grubu kurulmuştur. 1990 yılında ise bu konuyu ulusal platformlara taşımak amacıyla Akıllı Araç Yolları Topluluğu (AAYT) kurulmuştur. 1991 yılında resmîyet kazanan Farklı Sistemlerle Ulaşım Hizmetleri Kanunu (ISTEA) Akıllı ulaşım Sistemlerini ulaşım konusunda en gözde proje haline getirmiştir (Küçükçınar, 1998).

1994 yılında Akıllı Araç Karayolu Sistemi (IVHS) tarafından bir stratejik plan hazırlanmıştır. 1994 yılının Eylül ayında açıklanan bu planda; Akıllı Ulaşım Sistemlerinin araştırılması, uygulanması, geliştirilmesi, düzenlemesi, hedefler ve planlar yer almaktadır. AAYT daha sonra Amerika Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS Amerika) olarak değiştirilmiştir. 1995 yılının mart ayında Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Program Planı yayımlanmıştır. Bu plana göre hedeflenen amaçlar aşağıda belirtilmiştir (Küçükçınar, 1998).

- Mevcutta var olan yolların kapasitesini artırmak ve Akıllı Ulaşım Sistemlerini geliştirerek yollardaki trafik güvenliği artırmak,
- Taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğini azaltmak ve otoyollardaki verimliliği artırmak,
- Akıllı Ulaşım Sistemlerine ait bir endüstri yaratmak ve geliştirmek,

- Akıllı Ulaşım Sistemlerini kullanarak trafik tıkanıklığının neden olduğu çevresel ve ekonomik masrafları en aza indirmek,
- ABD'nin sanayileşme hızını ve ekonomik rekabet etme gücünü yükseltmek,
- AUS kullanılarak kamu ve özel sektör arasındaki iletişimi güçlendirerek işbirliğini geliştirmek olarak amaçlar belirlenmiştir (Küçükçınar, 1998).

Bu politikalardan yola çıkılarak Kaliforniya'da 1965 yılında "Ramp Meter" adı altında deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde amaç trafik ışık sistemini kullanarak otoyola giren araçların düzenini ve kontrolünü sağlamak amaçlanmıştır. Bu deneylerden sonra 1970 yılında bilgisayar kontrollü trafik ışığı kontrol sistemi ABD Federal Otoyol idaresi tarafından kurulmaya başlanmıştır. 1980'li yıllarda yük taşıyıcılığını kontrol etmek amacıyla ağır yük taşımacılığı yapan araçların takibi uydu üzerinden sağlanmaya başlanmıştır. Yük teslimatında yaşanan olumlu gelişmeler ve taşımacılığın bir anlamda uzaktan kontrolü sayesinde rekabet artmıştır. Bu rekabetin iş piyasasına olumlu yansımaları sonucunda Ticari Araç Bilgi İşlemleri ve Ağı (CVISN) adlı program ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından başlatılmıştır (Wolfe ve Troup, 2014).

Amerika Birleşik Devletleri trafik kazalarını önlemek, kazaların meydana geldiği bölgeleri hızlıca tespit edip gerekli merkezlere bildirmek, kazanın nasıl olduğuna dair detaylı bilgiyi saptamak için acil durum müdahale ekiplerinin kaza yerine en hızlı şekilde ulaşabilmesi amacı ile gerekli bağlantıları yapabilmek ve kazadan sonra trafiğin ne durumda olduğunu yetkili merkezlere bildirmek için Akıllı Ulaşım Sistemlerini kullanmaktadır. Houston/Texas'da meydana gelen ve ölçülmüş en şiddetli kasırgalardan birisi olan 2005 yılındaki Rita Kasırgası sırasında bu büyük felaketten

etkilenen insanların tahliyesi için DMS ve CCTV trafik yönetim sistemleri kullanılmıştır bu teknolojilerin yardımıyla insanlar otoyollarda tek yönlü olarak tahliye edilebilmiştir (Wallace, 2014).

Çoğu gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ABD’de de otonom ya da yarı otonom sürüş teknolojileri üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Araçlarda kullanılan ve geliştirme aşamasında olan otonom sürüş, sürücüsüz ya da sürücünün seyir halinde en az yorulacağı şekilde araçlarda kullanılan özel sistemlerdir. Bu sistemler sayesinde araçlar sürücü müdahalesi olmadan yol alabilmektedir. 21. Yüzyılın en önemli teknolojik gelişmelerinden olan otonom sürüş destekli araçlar sayesinde sürücünün müdahalesi olmadan araçlar uzun yollar gidebilmektedir. Bu sistemler sayesinde uzun süreler araç kullanan sürücüler direksiyon başında uyuması durumunda, şeritten sapması durumunda, şerit değiştirme sırasında araçlardaki kör noktadan kaynaklanan görüş kayıplarında, sürücünün yorgunluğunu algılamak gibi hayati konularda görev almaktadır. Amaçlanan hedef her yıl trafik kazalarından meydana gelen büyük ölüm oranlarını en az düzeye çekmektir.

4.1.2.2. Japonya’da AUS uygulamaları ve gelişimi

1973 yılında başlatılan yol kılavuz projesi (CACCS) ile Japonya Akıllı Ulaşım Sistemlerini kullanmaya başlamıştır. 1980’li yıllarda başlayan Gelişmiş Yol Ulaşım Sistemleri ve Gelişmiş Araç Güvenlik Sistemleri (ASV), Evrensel Trafik Yönetimi (UMTS), Gelişmiş Trafik Bilgi ve İletişim Sistemleri (AMTICS), Gelişmiş Yol Ulaşım Sistemleri (ARTS) ve ikinci aşama olarak nitelendirilen çalışmalar ortaya konulmuştur.

1989 yılından itibaren kullanılmakta olan Yön Bulma Sistemleri 25 adet üretici tarafından 40 farklı model ile piyasaya sürülmüştür. Araç Bilgi ve İşletim Sistemi (VICS) olarak piyasaya sürülen son sürüm yol kenarında bulunan işaret fenerleriyle radyo dalgaları aracılığıyla iletişim kurabilmektedir. Bu sebeple ilk başlarda Tokyo-Osaka arası otoyol boyunca 600 adet işaret feneri konulmuştur. 1990'lı yıllarda kurulan bu sistem sayesinde trafikteki araçlar FM yayın üzerinden trafik sıkışıklığı ve tıkanıklığı hakkında bilgi alabilmektedir. 2013 yılı verilerine göre bu sistemden 36 milyon araç faydalanmaktadır.

Japonya'da kullanılan bir diğer Akıllı Ulaşım Sistemi uygulaması olan UTMS' in amacı, konforlu, emniyetli ve trafik akımının serbest olduğu bir ulaşım düzeni oluşturmaya çalışmaktır. Bu sistem kızılötesi vericileri kullanarak iki taraflı iletişim metodu ile çalışmaktadır. İki taraflı iletişim trafik yönetim merkezi ve taşıtlar arasında haberleşme sistemi oluşturmaktadır. Bu sistem sayesinde trafiğin akışı tahmin edilebilmekte ve dolayısıyla güvenli bir trafik ortamı oluşturulmaktadır bunun sonucunda trafik durumundan haberdar olan sürücüler kendilerine alternatif yol belirleyebilmektedirler (Hanai, 2013).

1991 yılında akademik çevre, devlet ve endüstriyel iş alanlarının ortak çalışmaları ile ASV sistemi kurulmuştur. Bu iş birliği ile araçlarda Doğrudan Dizi Yayılma Spektrumu teknolojisi (DSSS) kullanılmaya başlamıştır. Bu teknolojinin yıllar içinde gelişmesiyle bugünkü araçlarda kullanılan ve hayati öneme sahip elektronik stabilite programları ve sürücü uyarı teknolojileri üretilmiştir.

Japonya' da kullanılan bir diğer Akıllı Ulaşım Sistemi projesi de "Intelligent Road Project" dir. Gelecek nesil yollarda kullanmak üzere tasarlanan bu projede amaç

bozuk, çalışma yapılan ya da başka sebeplerden dolayı trafik akışını yavaşlatacak durumlar karşısında araç donanımları içerisinde bulunabilen Akıllı Hız Sabitleme (ACC) teknolojisi kullanarak araçların hızını ayarlamak ve trafiğin düzgün bir akış içinde hareket etmesini sağlamaktır (Hanai, 2013).

Kullanılan ve sürekli geliştirilmeye çalışılan bu projelere ek olarak yine çalışılmakta olan başka bir projede Japonya'da ağır araçların bir sıra ve düzen halinde hareket etmesini amaçlayan böylelikle trafik içerisindeki düzeni sağlamayı hedefleyen çalışmadır. Başka bir çalışma ise toplu taşıma sistemleri için kullanılan ve gün geçtikçe geliştirilen Akıllı Durak projeleridir.

Japonya Akıllı Ulaşım Sistemleri teknolojileri konusunda ve bu sistemleri kullanarak trafik düzeninin oluşturabilen, çevresel zararlı etkileri en aza indirebilen dünyanın en ileri gelen ülkelerinden birisi konumundadır. Bu teknolojilerden ve uygulamalardan yararlanan yolcu ve sürücü sayısı bakımından da en ileri gelen ülkelerden birisidir (Hanai, 2013).

4.1.2.3. Güney Kore'de AUS uygulamaları ve gelişimi

Güney Kore Akıllı Ulaştırma Sistemleri konusunda Japonya gibi bu konuda en önde gelen ülkelerden birisidir. Olimpiyat oyunlarının 1988 Seul' de yapılmasıyla kentte yaşanan ekonomik kalkınma bu kenti cazip hale getirmiştir. Ekonomik anlamda yaşanan bu kalkınma kente yoğun araç akışı ve trafik tıkanıklıklarını da beraberinde getirmiştir. Kore artan trafik talebini yeni yollar yapma ve toplu taşıma araçlarının sayısını artırma gibi önlemler denemesine rağmen istenilen başarıyı elde edememiştir. Seul' de yapılan yol ve altyapı çalışmalarının 1999 yılı için değerlendirmelerinde ülke

milli gelirlerinin yaklaşık %15'i olduğu tespit edilmiştir. Kore yeni yollar yapmak yerine hali hazırda bulunan yolların verimliliğini artırma çalışmalarına başlamıştır.

Bu çalışmalar genellikle Akıllı Ulaşım Sistemlerini içermektedir. Güney Kore Akıllı Ulaşım Sistemlerini kurumsal yapılar altında toplamaya çalışmıştır. Bu kurumsal yapılar Güney Kore Otoyol Şirketi (KEC), Güney Kore Yerleşim Yerleri Araştırma Enstitüsü (KRIHS), Güney Kore Ulaştırma Enstitüsü (KOTI), Güney Kore İnşaat Teknolojisi Enstitüsü (KICT), Güney Kore Akıllı Ulaşım Sistemi Derneği (ITS KOREA), Arazi Altyapı Ve Ulaştırma Bakanlığı (MOLIT) ve özel sektörler olarak bölümlere ayrılmıştır.

Bu bölümler tarafından oluşturulan Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi 7 başlık altında gruplandırılmıştır. Gelişmiş Trafik Yönetim Hizmeti: Trafik akışı, olay-durum yönetimi ve trafik denetleme ve kontrol etme sistemleridir. Elektronik Ücret Toplama Hizmeti: Elektronik biletleme ve gişe ücreti toplama sistemidir. Gelişmiş Toplu Taşıma Hizmeti: Toplu taşıma yönetim sistemleri ve bilgi sistemleri bu servis içerisinde toparlanmıştır. Gelişmiş Trafik Bilgisi Hizmeti: Trafik bilgi yönetme koordinasyonu ve bilgi yayın sistemi bu servis altında toparlanmıştır. Ticari araç işlemleri: Tehlikeli sınıfa giren yük taşımacılığı ve lojistik bilgi yönetim sistemlerinden oluşmaktadır. Gelişmiş Yolcu Bilgi Hizmeti: Yolcuları bilgilendiren araç içi ya da araç dışı sistemlerden oluşmaktadır. Gelişmiş Araç ve Otoyol Hizmeti: Güvenli sürüş destek sistemleri ve otonom(otomatik) sürüş destek sistemlerini içeren servistir (National Transport Information Center 2014).

Trafik bilgisinin sürücüler ve merkezler tarafından kullanılmasını sağlayan ve temel düzeyde çalışabilen “Trafik Yayın Sistemi” 1990 yılında yapılmıştır. Bu sistem

öncülüğünde akademik çevreler ve özel sektörler araştırma ve geliştirme çalışmalarını bu konuda artırmaya başlamıştır.

Yapılan çalışmalar şu şekilde sıralanabilir;

KEC ve Polis Teşkilatı Ortaklığı ile 1997 yılında yapılan gelişmiş trafik kontrol sistemi uygulaması altında kavşaklarda trafiği kontrol etmeye yarayan teknolojiyi Gangnam bölgesinde kullanmaya başladı.

KEC, 1992 ve 1994 yılları arasında Otoyol Trafik Yönetim Sistemi (FTMS) adı verilen trafik durumu bilgisi, kaza bilgisi, elektronik değişebilen mesaj panolarını otoyollarda kullanılmasına yarayan sistemi devreye sokmuştur.

KEC ve MOLIT, 1995 yılında elektronik ücret toplama sistemi için çalışmalara başladı. Bu sistem 2000 yılında faal olarak “Hi-Pass” adı altında kullanılmaya başlanmıştır.

2006 ve 2012 yılları arasında araçlar arasında haberleşmeye dayalı yol kenarı cihazlarının araştırma ve geliştirme çalışmalarına Güney Kore Ulaştırma Enstitüsü tarafından başlanmıştır.

Güney Kore bu gelişmeler ve çalışmalar ışığında Akıllı Ulaşım Sistemlerinin sayısını tüm karayollarının dörtte birinde kullanılmasını ve trafik bilgi merkezi sayısını 48’den 75’e çıkarmayı 2020 yılına kadar hedeflemektedir. Bu hedeflerin başarılı olması durumunda yolculuk süresinin %15-20 kadar düşeceği tahmin edilmektedir (Lee, 2012).

4.1.3. Türkiye’de AUS Uygulamaları

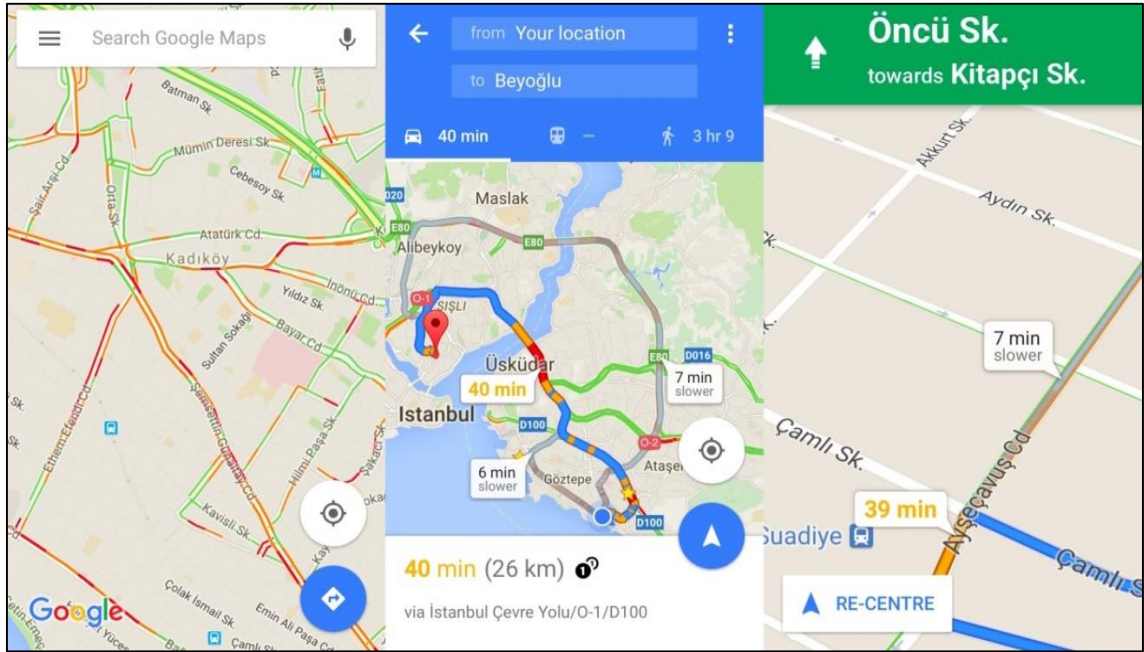
Yapılan araştırmalarda Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarının genellikle mevzuat ve politikanın ilerisinde gittiği görülmektedir. İlk önce teknolojiler geliştirilmiş, daha sonra bu teknolojiyi kullanmak için uygulamalar yapılmıştır. Sadece o uygulamaların yerel kullanımda olmaktan çıkıp yaygın kullanıma başlamasından sonra uygulamanın kullanım politikası, düzenlenmesi ve yönetmelikleri ortaya çıkmaktadır. Bu nedenden dolayı bazı uygulamalar daha önce karşılaşılmadığı için net bir Şekilde gruplandırılmamaktadır. Akıllı Ulaşım Sistemi uygulamaları baz alınarak kesin kabul edilen bir gruplandırma bulunmamaktadır. Ancak sistemlerin yoğunlaştığı uygulamalara göre alttaki başlıklar içerisinde gruplandırabilir.

- Yolcu bilgi sistemleri
- Trafik yönetim sistemleri
- Toplu taşıma sistemleri
- Elektronik deme sistemleri
- Yük ve filo yönetim sistemleri
- Kaza ve acil durum sistemleri
- Demiryolları işletim ve yönetimi
- Sürücü destek ve güvenlik sistemleri

4.1.3.1. Yolcu bilgi sistemleri

İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Ankara Büyükşehir Belediyesinin mobil trafik uygulamaları trafiğin durumuna ilişkin anlık bilgi verebilen uygulamalardır. lke genelinde Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM)’nin “www.kgm.gov.tr” web sayfası,

çalışma yapılan yolları, trafiğe kapalı yolları, günlük yol durum bültenleri, güzergah analizleri ve Otomatik Geçiş Sistemi ihlal sorgulama gibi bilgileri sunmaktadır. Yine yol kullanıcılarına en uygun güzergahı sunabilen ve Türkiye’de de kullanabilen yabancı yazılım ürünleri “Google Haritalar” ve “Yandex Haritalar” taşıt sürücülerine hizmet vermektedir (Şekil 4.1) (İlıcılı vd., 2014).



Şekil 4.1. Google Haritalar cep trafik uygulaması

4.1.3.1.1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi cep trafik uygulaması

İBB Cep Trafik uygulaması İstanbul’da trafik durumunu yoğunluk haritası ve canlı kamera görüntüleriyle kullanıcılarına anlık olarak gösterebilen bir mobil uygulamadır. İBB Cep Trafik uygulaması yaklaşık 5.000.000 kez mobil iletişim teknoloji ürünlerine indirilmiştir (Şekil 4.2).

Bu mobil uygulamayla;

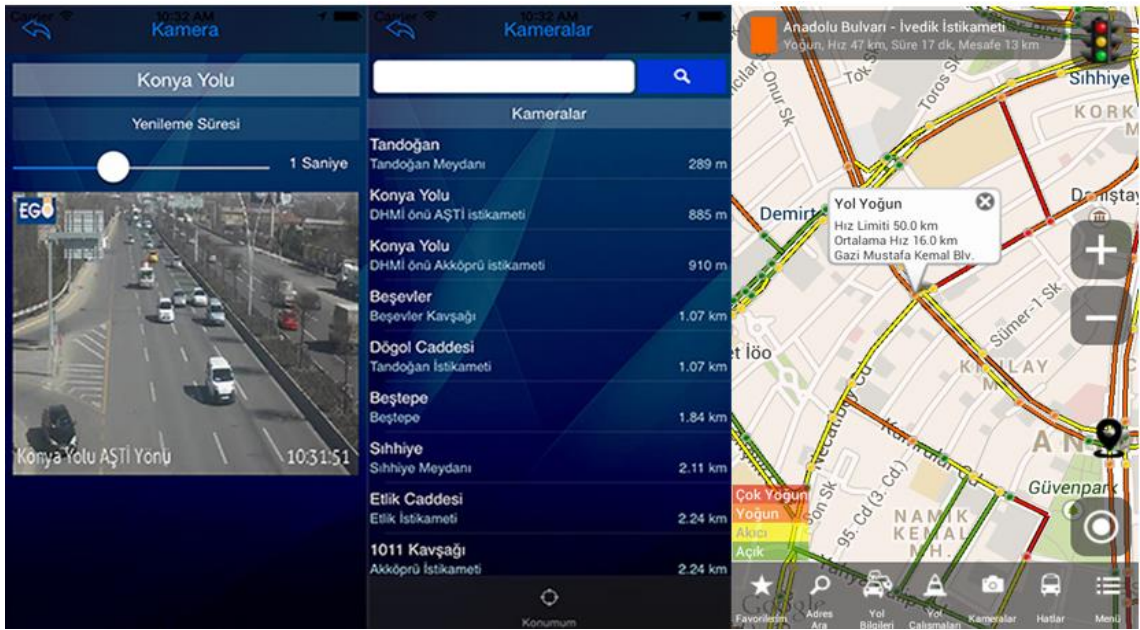
- İstanbul kenti içerisindeki herhangi bir bölgenin ya da yolun anlık trafik durumuna ulaşılabilmekte,
- Kentin farklı bölgelerindeki görüntüler trafik durum bilgisi için kameralar ile kontrol edilebilmekte,
- Bulunulan lokasyon mobil uygulama içerisindeki harita üzerinden görülebilmekte,
- Kentin genel trafik yoğunluk durum bilgisine haritalar üzerinden ulaşılabilmekte
- İSPARK noktaları, petrol istasyonları ve İstanbul Deniz Otobüsleri terminalleri gibi lokasyon bilgilerine erişilebilmektedir.



Şekil 4.2. İstanbul Büyükşehir Belediyesi cep trafik uygulaması

4.1.3.1.2. Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO mobil uygulaması

Bu mobil uygulama ile trafik durumunu gösteren harita uygulamaları, canlı kameralar, yol bilgileri, yol çalışma bilgileri, otobüs hatları, rota belirleme, adres arama, konum belirleme gibi özellikler kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Ankara Büyükşehir Belediyesi cep trafik uygulaması

4.1.3.2. Trafik yönetim sistemleri

Türkiye’de Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM), belediyeler ve yerel yönetimler aracılığıyla trafik yönetim sistemleri kurulmakta ve işletilmektedir. Ankara, İzmir ve İstanbul gibi büyük kentlerde trafik yönetim merkezleri Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından kurulmuştur. Trafik yönetim merkezlerine bağlı olarak kameralar, değişken mesaj işaretleri ve meteoroloji sensörleri bulunmaktadır. Kullanılan bu teknolojiler değişken mesaj işaretleri, tünel içi

ve tünel dışında mevcut olan kameralar Karadeniz Sahil Yolu, Tarsus Gaziantep Tünelleri ve Bolu Tünelinde kullanılmaktadır (Ilıcalı vd., 2014).

Türkiye’de birçok belediye tarafından trafik yönetim merkezleri kurulmaktadır. Yüksek kapasiteli olarak İstanbul trafik yönetim merkezleri en ön sıralarda yer almaktadır. Trafiğin anlık ve gerçek zamanlı izlenimi, trafik akışı ve sürekliliğinin sağlıklı bir Şekilde sağlanması, yol ağı kapasitelerinin verimli bir Şekilde kullanılması ve kent trafiğinin tek merkezden izlenip yönetilmesi İstanbul Büyükşehir Belediyesi trafik yönetim merkezi tarafından sağlanmaktadır. Trafik yönetim merkezinin sağlıklı bir Şekilde çalışabilmesi için Şehrin belirli bölgelerine trafik ölçüm sistemleri, sinyalizasyon sistemleri, trafik izleme kamera sistemleri ve buna benzer akıllı ulaşım sistemlerinden alınan veriler aracılığıyla İstanbul trafiği kontrol edilebilmektedir. Akıllı Ulaşım Sistemleri araçları kullanılarak elde edilen bu veriler İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından web sayfalarına ve mobil uygulamalara aktarılmaktadır (Ilıcalı vd., 2014).

Trafik yönetim merkezlerine ek olarak Türkiye Cumhuriyeti İçişleri Bakanlığı Tarafından Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu (MOBESE) ve Kent Güvenlik Yönetim Sistemleri (KGYS) merkezleri kurulmakta ve işletilmektedir. Fiber optik kablolar ve kablosuz (WI-MAX) teknolojilerinin aracılığıyla 24 saat çalışan hareketli ve sabit kameralardan elde edilen görüntüler Kent Güvenlik Yönetim Merkezlerine iletilmektedir. Kırmızı ışık ihlali, hız limiti ihlalleri ve gereksiz yere emniyet Şeridi kullanımı gibi trafik kurallarına aykırı olan taşıt hareketleri Plaka Tanıma Sistemi (PTS) teknolojisi kullanılarak Kent Güvenlik Yönetim Merkezleri tarafından

izlenmektedir. PTS teknolojisinin kullanılmasıyla otomatik olarak cezai işlemler uygulanmaktadır (İlıcılı vd., 2014).

Trafik yönetimi kapsamında sinyal sürelerinin trafiğin yoğunluk durumuna göre düzenlendiği ve trafiğin anlık olarak kontrol edildiği teknolojiler Ankara, Konya, İstanbul ve birçok belediye tarafından kullanılmaktadır. Yol kapasiteleri ve sinyal sürelerinin birbirine uyumlu bir şekilde düzeltilmesi sayesinde gereksiz yakıt tüketimi ve çevre kirliliği gibi olumsuz faktörlerin önüne geçilmeye çalışılmaktadır.

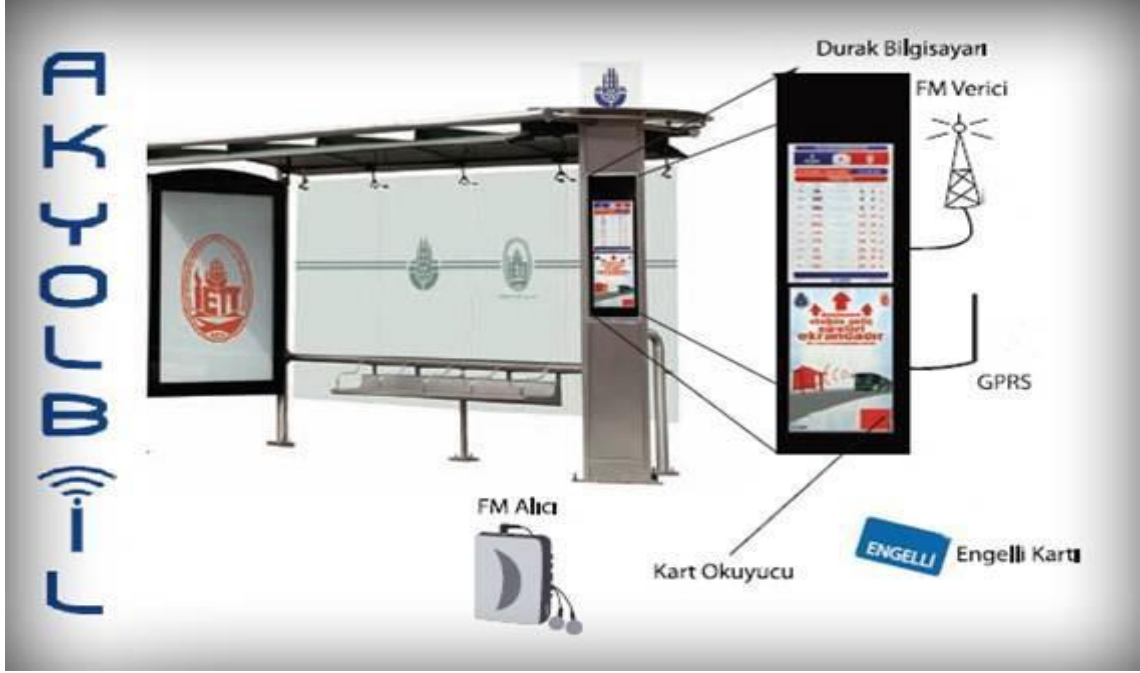
4.1.3.3. Toplu taşımaya yönelik akıllı sistemler

Yolcu bilgilendirme sistemleri ve elektronik ödeme sistemleri toplu taşımada kullanılan en yaygın yöntemlerdir. Yolcu bilgilendirme sisteminin amacı zamanın ve enerjinin verimsiz kullanımını engellemek ve böylece toplu taşımacılığı özendirmek ve geliştirmektir. Günümüzde ileri yolcu bilgilendirme sistemleri içerisinde öne çıkan uygulamaların başında, ulaşım araçlarından hangisinin kaç dakika sonra geleceğini göstermekte olan akıllı duraklar gelmektedir. Ulaşım ücretlerinin ödenmesinde son yıllarda yaygın olarak temassız akıllı kartlar kullanılmaktadır (İlıcılı vd., 2014).

4.1.3.3.1. İETT araç takip ve yolcu bilgilendirme sistemi (AKYOLBİL)

AKYOLBİL projesi Türkiye’de toplu taşıma sistemleri için uygulanan en geniş kapsamlı akıllı sistemlerden birisi konumundadır. Bu sistem içerisinde akıllı kartlar, yolcu bilgilendirme yazılımları ve akıllı durak yolcu entegrasyonları gibi teknolojik uygulamalara sahiptir. AKYOLBİL kent içi toplu taşımada denetim dakikliği sağlamak için değişik noktalar arasında otobüslerin seyir düzenlerinin planlara uygun olarak

gerçekleşmeleri veya oluşan anormal durumların değerlendirilmesiyle yolcuların otobüs seferleri ve saatleri hakkında bilgilendirilmelerini sağlamak amacıyla İstanbul Kart, filo izleme, filo yönetimi ve yolcu bilgilendirmeden oluşan akıllı bir sistemdir (Ilıcalı vd., 2014). AKYOLBİL proje bileşenleri Şekil 4.4' de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. AKYOLBİL Projesi

AKYOLBİL' in bir modülü yolcu bilgilendirme sistemidir. Akıllı Durağı olarak da bilinen proje aslında bizzat İstanbul'da yolculuk yapanlar tarafından gözle görülebilmekte ve hayatlarına değer katmaktadır. Bu sayede yolcular İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel (İETT) işletmeleri otobüslerinin hareketlerini canlı olarak takip edebilmektedirler. AKYOLBİL projesi ile otobüslerin komuta merkezinden izlenmesi ve yönlendirilmesi, duraklarda kurulacak sistemlerle de yolcuların anında bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. Diğer bir modül olan Akıllı Kart ise bugün bilinen ismiyle İstanbul Kart Sistemidir. Artık İstanbul'da elektronik bilet

konusunda teknolojik ve fonksiyonel ömrünü tamamlayan Akbil sisteminin yerine smart kart olarak da bilinen Akıllı Kartlar kullanılmaktadır.

AKYOLBİL projesiyle, İETT'nin hizmet verdiği toplu ulaşım araçlarının konumları/coğrafi koordinatları (GPS verisi olarak) kayıt altına alınmaktadır. Anlık olarak takip edilen filodaki araçların konum bilgisi sayesinde:

- Durakta bekleyen ya da seyir halinde olan yolcular için toplu taşıma aracının konumu hakkında bilgi verilebilmektedir.
- Sefer durumunun aksatabilecek olaylarda araçların kontrol merkezi tarafından yönlendirilmesi ve yönetilebilmesi sağlanabilmektedir.
- Seyir güzergahlarında ya da sefer durumunda oluşabilecek değişiklikler yolculara iletilebilmektedir.
- Akıllı duraklarda bekleyen ya da seyir halindeki yolculara aracın durağa varma ya da durağa geleme süresi hakkında geçmiş dönemlerde oluşan veriler sayesinde bilgilendirme yapılabilmektedir.

4.1.3.4. Elektronik ücret toplama sistemleri

Ücret toplama sistemlerinde Otomatik Geçiş Sistemine (OGS) ilave olarak getirilen Kartlı Geçiş Sistemi'nde (KGS), OGS' de araca takılan elektronik etiket yerine, sürücülerin cüzdanlarında taşıyabileceği kredi kartı büyüklüğünde özel kartlar kullanılmaktadır (Şekil 4.5). Otoyol kullanıcısı, otoyol giriş ve çıkış istasyonlarına kurulan kart okuyucu/yazıcı cihaza bu kartı yaklaştırarak okutmakta ve geçiş ücreti tahsilâtı gişe memuru olmadan otomatik olarak yapılmaktadır.



Şekil 4.5. Elektronik ücret toplama sistemi

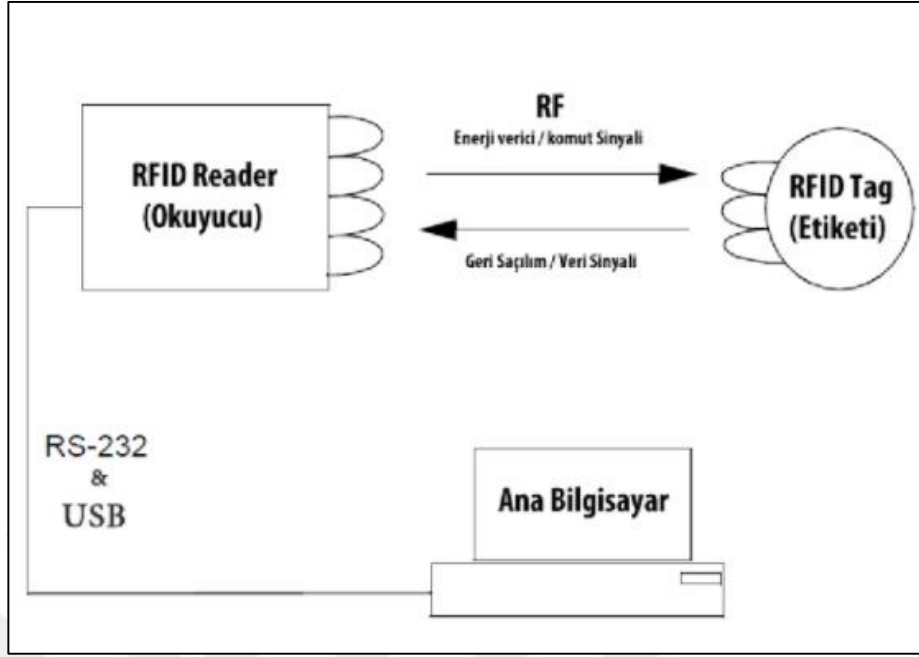
Kullanım hakkı ücretli olan köprü ve yollarda yaşanan yoğunluğu gidermek ve sürücülerin seyir durumlarını en az aksatacak şekilde geçişlerini sağlayabilmek için OGS dışında yeni bir uygulama Hızlı Geçiş Sistemi (HGS) 2012 yılında kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 4.6) HGS, otoyollar ya da köprülerde seyir halinde olan taşıtların ödeme noktalarında durmadan geçmelerini ve geçiş ücretlerini de kart veya pasif Radyo Frekanslı ile Tanımlama (RFID) etiketi üzerinden ödemelerini sağlayan ileri teknoloji bir ürünü kullanmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Hızlı Geçiş Sistemi

4.1.3.4.1. Radyo frekansı ile tanımlama sistemi (RFID)

Etiket (mikroçip), okuyucu, antenler, kontrolör devre ve yazılımlardan oluşan RFID teknolojisi temelde elektromanyetik dalgalar ile çalışmaktadır (Şekil 4.7). Okuyucu tarafından yayılan elektromanyetik dalgalar anten yardımı ile araç üzerinde bulunan etiketteki mikroçip devreleri harekete geçirmesi prensibine göre çalışmaktadır (Önal, 2013).



Şekil 4.7. RFID sisteminin temel bileşenlerinin yapısı

4.1.3.5. Yük ve filo yönetim sistemleri

Filo Yönetim Sistemi, bir filonun en optimal biçimde planlamasından yasal ve kanuni süreçlere uygunluğunu sağlayarak başlayan bir kalite programı ile yükün müşteriye teslimine kadar geçen süre boyunca izlenmesi, yönlendirilmesi, yönetilmesi, araçların hız takipleri ve diğer tüm arka planda kalan işlerin birbirleri ile ilişkisini, ölçümlerini, kontrollerini ve tüm süreçlerin iyileştirilmesini amaçlayan bir yönetim sistemidir. Sistem araçlara takılan cihazların Küresel Konumlama Sistemi (GPS) uydularından GPS Anteni ve cihazlarda bulunan GPS SIM kartları kullanılarak alınan verilen Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (GSM) ya da Genel Paket Radyo Servisi (GPRS) üzerinden önceden tanımlanmış sunucu bilgisayarlar ile bilgilerin aktarılması ile sağlanmaktadır (Ilıcalı vd., 2014).

Toplu taşımaya yönelik akıllı sistemler içerisinde anlatılan AKYOLBİL projesinin bir modülü de Filo Yönetimi sistemidir. Bu sistem ile İETT araçlarını

bilgisayar üzerinden elektronik olarak gerçek zamanlı ve her zaman denetlenebilmektedir. Filo Komuta Sistemi planlanan görevleri yönetme, ihlal tespitleri, mesajlaşma, ihtiyaca göre yeni görev ve güzergah ekleme, acil durum yönetimi, araç teslim ve envanter takibi gibi süreçleri gerçekleştirebilmektedir. Filo İzleme Sistemi ise araçların gerek harita gerek bir hat topolojisi üzerinde gerçek zamanlı izleme, araç üzerindeki cihazların izlenmesi ve mesajlaşma bileşenlerinden oluşmaktadır (İlıcılı vd., 2014).

4.1.3.6. Kaza ve acil durum yönetim sistemleri

Yollarda gerçekleşebilecek insan hataları ya da diğer faktörlerden kaynaklanabilen trafik kazalarında, yetkili kurumlara bildirilmesi, acil müdahale gerektiren kazanın tespiti, kaza kaynaklı yaşanan tahribatın tespiti ve yönlendirilmesi gibi olayların incelendiği uygulamalar Kaza ve Acil Durum Yönetim Sistemleri başlığı altında incelenebilir. Bu sistemin verimli ve doğru bir şekilde kullanılmasıyla maddi zararların ve can kayıplarının azaltılması mümkün olabilmektedir. Acil durumların tespiti için araç sayılarını, trafiğin anlık yoğunluk durumunu, araç hızlarını kontrol edebilen kameralar kullanılmaktadır. Acil durum yönetimi üç temel bileşeni, acil durum aracı, filo yönetimi ve güzergâh kılavuzluk hizmetidir. Acil durum filo yönetimi, araçların bilgisayar yardımı ile intikaline imkân tanımak için otomatik araç takip ekipmanlarından yararlanmaktadır. Araç konum ve durumu ile ilgili gerçek zamanlı bilgiler kullanılarak, araçlar müdahale için olaylara göre en uygun şekilde belirlenip gönderilebilmektedirler (İlıcılı vd., 2014).

4.1.3.7. Demiryolları işletim ve yönetimi

Genellikle yurt dışından alınan akıllı sistemler Türkiye’de demiryolu araçlarında kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda demiryollarında kat edilen büyük gelişmeler sayesinde yerli üretim teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır.

4.1.3.7.1. Otomatik tren durdurma sistemi (ATS)

Demiryolu üzerinde güvenli tren trafiğini sağlamak amacıyla geliştirilmiş otomatik tren hız kontrol sistemidir. Demiryolu sinyalizasyon sisteminin bir parçası ve tamamlayıcısıdır. Demiryolları üzerindeki trafik akışının güvenliğine katkıda bulunmaktadır. Demiryolu sinyalizasyon sistemindeki mevcut sinyallere uygun olarak makinisti uyarmakta ve gerektiğinde hız ve fren kontrolü yapmasına olanak sağlamaktadır. İnsan faktöründen doğabilecek hata olasılıklarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir yollarında 3 tip Otomatik Tren Durdurma sistemi kullanılmaktadır. Bunlardan ilki Kapıkule-Kayaş arasında kullanılan Japonya üretimi “Nippon Signal” sistemidir. Bir diğeri İskenderun-Divriği ve Kayaş-Çetinkaya arasında kullanılan Almanya üretimi “Standart Electric Lorenz” sistemidir. Üçüncü olarak çoğu bölgemizde kullanılan Türkiye üretimi “Savronik” marka sistemdir. Otomatik Tren Durdurma Sistemi lokomotif magnetleri ve ATS kontrol cihazından oluşmaktadır (İlıcılı vd., 2014).

4.1.3.7.2. Tren denetim sistemi

Demiryolu işletmelerinde araç üzeri kontrol ekipmanlarıdır. Trenlerin bir merkezden izlenmesini, kontrolünü sağlayan dijital ve analog kumanda kontrol merkezlerinden oluşan bir sistemdir (Şekil 4.7). Bu akıllı sistemin temel görevi, demiryolu seyahat güvenliğini artırmak, seyahat sırasında yolcu grupları için konforlu seyahat olanağı sağlamaktır. Demiryolu işletmelerinde görevli personeller için trenlerin seyrüsefer işlemlerinin düzenlenmesi ve trenlerin takibine ilişkin hareketler konusunda hizmet kolaylığı ve kalitesi sağlamak olarak tanımlanabilmektedir (Ilıcalı vd., 2014).



Şekil 4.8. Tren denetim sistemi

4.1.3.7.3. Tren denetim bilgisayarı

Makinistin tüm yol boyunca ihtiyaç duyacağı bilgileri sunan ve Tren Denetim Sistemi'nin çekirdeğini oluşturan bilgisayardır (Şekil 4.8). Lokomotifin görev bilgisayarı olarak tanımlanabilir. Bu bilgisayarlar makiniste güzergah boyunca bilgiler

sunan, cer motor gücünü hız aşımalarında kapatan, gerekli durumlarda fren yaptırabilen yazılımlar ile yüklüdür. Modüler yapıda olmasından dolayı yeni özellikler istenildiği takdirde eklenebilmektedir.



Şekil 4.9. Tren denetim bilgisayarı

4.1.3.7.4. Hız algılama sistemi

Lokomotifin tekerlek miline monte edilebilen Hız Algılama Sistemi tekerleğin dönme hızına göre çeşitli frekanslarda sinyal üretmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) envanterindeki her türlü lokomotifte kolayca monte edilebilmektedir. Demiryolu çevre şartlarına uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Manyetik hız algılayıcı sensörler, dişli çark ve mekanik aksamdan oluşmaktadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.10. Hız algılama ünitesi

4.1.3.7.5. Hemzemin geçit izleme sistemi

Hemzemin Geçit İzleme Ünitesi, hemzemin geçit verilerini tam zamanlı ve anlık olarak TCDD bünyesi içerisinde konumlandırılmış olan kontrol merkezlerine aktarabilen ünedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.11. Hemzemin geçit izleme sistemi

4.1.3.7.6. Tren bilgi sistemi ve kontrol merkezi

Tren Bilgi Sistemi (TBS), bir servis sağlayıcı üzerinden hizmet vermekte olan Web uygulama yazılımıdır. Türkiye sınırları içinde kullanılan çeşitli tiplerdeki

lokomotiflerin takibi ve kontrolü amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir (Şekil 4.11). Tüm işlemler (raporlama ve takip) Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları tarafından kurulan Cer Dairesinden yönetilmektedir. Bu yazılım trenlerin harita üzerinden konumlarına, hızlarına, yönlerine, görev bilgilerine ve geçmişe yönelik verilerin grafiksel olarak gösterilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 4.12. Tren bilgi sistemi kontrol merkezi uygulaması

4.1.3.8. Sürücü destek ve güvenlik sistemleri

Araç etrafına yerleştirilen sensörler, kameralar ve araç beyninde bulunan yazılımlar vasıtasıyla sürücünün sürüş esnasında işini kolaylaştıran ve sürücü ya da diğer faktörler nedeniyle yaşanabilecek kaza risklerini en aza indirmeyi amaçlayan sistemlerdir. Bu sistemler içerisinde gaz ve fren kontrol sistemleri, kör nokta uyarı sistemleri, gece görüş yardım sistemi, park sensörleri ve araç seyir durumunda iken çarpışma önleyici sistemler bulunmaktadır.

Özellikle günümüzde araçlarda kullanımı artmaya başlayan ve araçların sürücüye an az ihtiyaç duyacak şekilde seyir edebilmesini sağlayan “Otonom-Yarı Otonom” olarak adlandırılan ileri düzey sürüş destek sistemleri, trafikte oluşabilecek kaza risklerini en aza indirmeyi hedeflemektedir. Bu sistemler içerisinde otomatik park sistemleri, akıllı seyir sistemleri, şerit değişim ikaz sistemleri, sürücü yorgunluk algılama sistemleri ve uyarlanabilir hız sabitleme sistemleri bulunmaktadır.



5. TARTIŞMA

Erzurum kent içi toplu taşıma sistemleri konusunda gelişmeye açık olan bir kent durumundadır. Kentin sahip olduğu tüm toplu taşıma ağlarını yüksek kapasiteli araç bazında sadece lastik tekerlekli toplu taşıma araçları olarak tanımlanan otobüsler ve minibüsler oluşturmaktadır. Özellikle otobüs ile toplu taşımacılık şehrin genişleyen uydu kesimlerinde çokça kullanılmakta olup şehir merkezinde de çalışmaktadır. Kent merkezinde ara toplu taşıma araçları olarak adlandırılan minibüsler de görev yapmaktadır. Minibüs ve otobüslerin kent içerisinde sürekli bir arada çalışmaları artan taşıt sayısı ve özellikle kent içerisinde yolların dar olması da göz önüne alındığında şehir içerisinde çoğu kavşak noktasında tıkanıklar meydana gelmektedir. Çağdaş toplu taşıma sistemleri içerisinde ara toplu taşıma aracı olarak kullanılması gereken minibüsler Erzurum'da kendi görevlerinden çok daha fazlasını yapmaya çalışmalarından dolayı kaliteli bir toplu taşıma sistemi içerisinde var olması gereken konfor, güvenlik ve hız gibi önemli kriterlerden ödün vermektedirler.

Toplu taşıma çeşitliliğın düşük düzeylerde kalmasına ek olarak Erzurum halkının toplu taşıma kullanma tercihinin çok az düzeylerde olması kent içi trafiğında karmaşıklıklara sebep olmaktadır. Özellikle sert geçen kış aylarında hava şartlarından kaynaklanan toplu taşımadaki konfor eksikliği kent halkını özel otomobil kullanımına itmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu, 2013 yılı toplu taşıma hizmetleri memnuniyet araştırmasında Erzurum toplu taşıma sistemi 50,4 puan alarak ülke sıralamasında 62. Sırada yer almaktadır (TÜİK, 2013).

Toplu taşıma sistem çeşitliliğinin sadece otobüsler ve minibüsler ile sınırlı kalması Erzurum'da toplu taşıma sisteminin cazibesini azaltmaktadır. Özellikle minibüs sisteminde durak harici yapılan yolcu indirip bindirmeler ve araç kapasitesinin düşük olması sebebiyle ayakta kalan yolcular gibi sorunlar kent içinde trafik düzeninin tehlikeye atmaktadır.

5.1. Erzurum Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri

5.1.1. Otobüs sistemi

Otobüs sistemi Erzurum'da kent içi toplu taşımanın en temel öğelerinden bir tanesidir. Kent içerisindeki toplu taşıma sistem çeşitliliğinin azlığı otobüs ile toplu taşımacılık sistemini öne çıkarmaktadır. Uydu kentlerin gün geçtikçe büyümesi Erzurum'da kent içi toplu taşımaya olan talebi artırmaktadır. Erzurum'da otobüs hatları yönlere göre harflendirme yapılarak kuzey (k), güney (G), doğu (D), batı (B) olarak harf sistemi ile düzenlenmiştir.

Erzurum belediyesi yolcu kapasitesi 140, 100, 85, 40, 30, 25 kişilik olmak üzere toplamda 86 adet otobüse sahiptir. Bu otobüsler farklı markalardan olup 56 adeti dizel motor, 30 adeti doğalgazlı yakıt sistemine sahiptir. Erzurum Kent içi otobüs sistemi geniş güzergah ağlarına sahip ve kentin uydu bölgelerine ulaşımı ile kent içi içerisindeki ulaşımı gerçekleştirmektedir (Çizelge 5.1).

Ücret politikası tam bilet ve indirimli bilet olmak üzere iki türdür. Tam bilet 2,25-2,50 TL, indirimli bilet 1,60 TL'dir. Aktarma olanağı sağlayan Erzurum Kent içi toplu taşıma otobüs sistemi tam bilet aktarmalarını 0,60 TL, indirimli bilet aktarmalarını ise ücretsiz yapmaktadır.

Çizelge 5.1. Erzurum otobüs hattı güzergahları

HAT İSMİ	GÜZERGAH BAŞLANGICI	GÜZERGAH BİTİŞİ	HAT UZUNLUĞU (km)	DURAK SAYISI (adet)
B1	Ilıca sevk idare	Yoncalık	55	18
B2	Dadaşkent sevk idare	Yoncalık	40	21
B3	Dadaşkent sevk idare	İlhak Kütüphanesi	40	17
B5	İstasyon sevk idare	Söğütlü	35	18
B6	Dadaşkent sevk idare	Kayakyolu	40	19
B7	Ilıca sevk idare	Valilik	60	16
B8	Nurettin Topçu	Erzurum Teknik Üniversitesi	75	10
D1	Laz komu	Yıldızkent sevk idare	20	18
G1	Yoncalık	Atatürk Üniversitesi	24	16
G2	Bölge Eğitim Araştırma Hastanesi	Asri mezarlık	19	15
G3	Yıldızkent sevk idare	Yoncalık	30	12
G4	Kayakyolu	Üniversite kavşağı	35	14
G4/A	İstasyon	Otogar	55	26
G5	Kayakyolu sevk idare	Yoncalık	20	16
G6	İstasyon	Yıldızkent sevk idare	25	16
G7	Yıldızkent sevk idare	Tebrizkapı	23	17
G8	İstasyon	Dutçu Mahallesi	40	19
G9	Hilalkent	Bölge eğitim	45	14
G10	Kayakyolu sevk idare	Bölge eğitim	33	14
G11	İstasyon sevk idare	Yukarı Mezarlık	15	9
G12	İstasyon	Konaklı	100	11
K1	Dadaşköy	Bölge eğitim	40	9
K2	Yıldızkent sevk idare	Şih Köyü	35	18
K3	Hilalkent sevk idare	Erzurum Teknik Üniversitesi	33	22
K4	İstasyon	Otogar	40	16
K5	İstasyon	Şehitler	30	16
K6	İstasyon	Gaziler	30	16
K7	Hilalkent	Yıldızkent Tokiler	39	23
K7/A	Hilalkent	Yıldızkent Tokiler	44	24
K8	Dumlu	Yoncalık	60	17
K9	İstasyon	Çiftlik	25	13
K10	Edip Somunoğlu	Yeni Yurtlar	19	14
K11	İstasyon	Yeni sanayi sitesi	40	13

5.1.2. Minibüs sistemi

Erzurum'un coğrafi özelliklerinden dolayı kent yapısının inişli, çıkışlı olması, yolların dar olması, kent merkezinde bulunan araç yoğunluğunun fazla olması ve kavşak yapılarının dar olması sebebiyle büyük toplu taşıma araçları trafik içerisinde problemler yaşamaktadır. Bu duruma çözüm olarak ara toplu taşıma sistemi olarak minibüs kullanımı Erzurum'da yaygındır. Özellikle kent merkezinden Yenişehir, Sanayi ve Yunusemre semtlerine ulaşım için genellikle minibüsler kullanılmaktadır.

Erzurum minibüs ulaşım ağı Yenişehir-Tebrizkapı, Üniversite-Şükrüpaşa, Sanayi-Havuzbaşı, Yunusemre-Havuzbaşı, Şükrüpaşa-Havuzbaşı ve Öğretmenevi-Telsizler olmak üzere 6 hattan ve 95 araçtan oluşmaktadır.

Bu hatlara ait çalışma aralıkları Yenişehir-Tebrizkapı 3'er dakika, Üniversite-Şükrüpaşa 3'er dakika, Sanayi-Havuzbaşı 5'er dakika, Yunusemre-Havuzbaşı 8'er dakika, Şükrüpaşa-Havuzbaşı 8'er dakika ve Öğretmenevi-Telsizler 20'ser dakika aralıklar ile çalışmaktadır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Erzurum minibüs hattı güzergahları

HAT ADI	GÜZERGAHI	ARAÇ ADETİ	ÇALIŞMA ARALIĞI
YENİŞEHİR - TEBRİZKAPI	TEBRİZKAPI - Y.ŞEHİR ALT YOL - YILDIZKENT	33	3'er dakika aralıkla
	GÜRCÜKAPI		
	GEZ MAHALLESİ		
	HASTAHANELER CADDESİ		
	PAŞALAR CADDESİ		
	KÖŞK		
	YENİŞEHİR ALT YOL		
	YILDIZKENT		
YILDIZKENT SELİMİYE CAMİ ÖNÜ	23	1'er dakika aralıkla	

Çizelge 5.2. (Devamı)

ÜNİVERSİTE - ŞÜKRÜPAŞA	ŞÜKRÜPAŞA SEMT GARAJI		
	ÖZ NASİP EVLER		
	ÇAYKUR ALTI		
	DADAŞKÖY YOLU CADDESİ		
	DOĞU TV		
	KOMBİNA CADDESİ		
	GEZ KAVŞAĞI		
	ÇAYKARA CADDESİ		
	CUMHURİYET CADDESİ		
	KUDAKA		
	HAVUZBAŞI		
	KIZ MESLEK LİSESİ		
	ÜNİVERSİTE KAVŞAĞI		
	STAD		
	ÜNİVERSİTE		
SANAYİ - HAVUZBAŞI	HİLALKENT	9	5 'er dakika aralıkla
	SANAYİ		
	KONGRE CADDESİ		
	GÜRCÜ KAPI		
	GEZ MAHALLESİ		
	HASTAHANELER CADDESİ		
	HAVUZBAŞI		
YUNUSEMRE - HAVUZBAŞI	KÜME EVLER	9	8 'er dakika aralıkla
	KAYAKYOLU		
	YUNUSEMRE		
	KAZIM YURDALAN		
	D.100 KARAYOLU		
	MAHALLEBAŞI		
	KONGRE CADDESİ		
	GÜRCÜ KAPI		
	GEZ MAHALLESİ		
	HASTAHANELER CADDESİ		
	HAVUZBAŞI		
ŞÜKRÜPAŞA - HAVUZBAŞI	ŞİH KÖYÜ	4	8 'er dakika aralıkla
	TEDAŞ		
	ŞÜKRÜPAŞA		
	KONGRE CADDESİ		
	GÜRCÜ KAPI		
	GEZ MAHALLESİ		
	HASTAHANELER CADDESİ		
HAVUZBAŞI			

Çizelge 5.2. (Devamı)

ÖĞRETMENEVİ - TELSİZLER	TELSİZLER	2	20'şer dakika aralıkla
	ÇAT YOLU		
	ÜNİVERSİTE HASTANE U DÖNÜŞÜ		
	ÇAT YOLU		
	GÖĞÜS HASTAHANESİ		
	PAŞALAR CADDESİ		
	HASTAHANELER CADDESİ		
	GEZ MAHALLESİ		
	GÜRCÜKAPI		

5.1.3. Teleferik sistemi

Erzurum kış turizminin yoğun olarak yaşandığı kentlerden biridir. Kayak sporunun yapıldığı ve şehrin 10 km kadar güneyinde bulunan 3125 m yüksekliğindeki Palandöken dağı Erzurum'da kış turizminin merkezini oluşturmaktadır. Palandöken Dağı üzerinde toplam uzunluğu 24 km'yi bulan kayak pistleri arasındaki ulaşım saatte 1500 yolcu kapasiteli teleferik sistemi ile gerçekleştirilmektedir (Şekil 5.1). Teleferiğin pistler arasındaki çalışma kot farkı 1165 m'dir. Erzurum'da teleferik sistemi sadece Palandöken Dağı'nda kış turizm amacı ile kullanılmaktadır. Teleferik sisteminin sadece kış turizm amaçlı değil, kent içi ulaşımında halatlı taşımacılık olarak adlandırılan şekilde kentin belirli bölgelerine kurulacak olan istasyonlar ile Palandöken Dağı ve kent içi bölgeler ile ulaşımın sağlanması gerekmektedir.



Şekil 5.1. Erzurum Palandöken Dağı teleferik sistemi

5.2. Erzurum Toplu Taşıma Sistemlerinde AUS Kullanımı

5.2.1. Erzurum Kardelen Kart

Erzurum’da kent içi toplu taşıma sistemleri içerisinde bulunan belediye ve halk otobüslerinde kullanılmakta olan akıllı kart uygulaması Kardelen kart, toplu taşıma sistemlerini kullanan yolculara ve toplu taşıma sürücülerine büyük açıdan kolaylık sağlamaktadır (Şekil 5.2). Daha önceleri toplu taşıma araçlarını kullanan her yolcu ücreti sürücü tarafından alınmaktaydı. Bu şekilde otobüse binmek isteyen yolcular uzun bir kuyruk oluşturmakta ve para üstlerinin kendilerine geri dönmesini beklemelerinden dolayı toplu taşıma araçlarının durakta bulunma sürelerini uzatmaktaydı. Uzayan bu süre sonucunda ve kent içi yanlış yapılaşmaların sebebiyet verdiği kent içi dar yollardan dolayı hem trafik sıkışıklığı artmakta hem de arkadan gelen otobüslerin durak için ayrılan bölüme tam olarak yanaşamamasına sebep olmaktadır. Çoğu zaman duraklardan alınan yolcuların ücret ödemesi sırasında, sürücünün aynı anda hem aracı

kontrol etmesi hem de ücret üstü ödemeye çalışması trafik düzenini tehlikeye atmaktadır.



Şekil 5.2. Kardelen kart

Bu problemlerin önüne geçmek için kullanılmakta olan Kardelen kart uygulaması, yolcuların ücretlerini araçlarda bulunan kart okuyucu (validatör) sistemlere yaklaştırarak ödemesi şeklinde gerçekleştirilen elektronik ücret toplama sistemidir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Kart okuyucu (validatör)

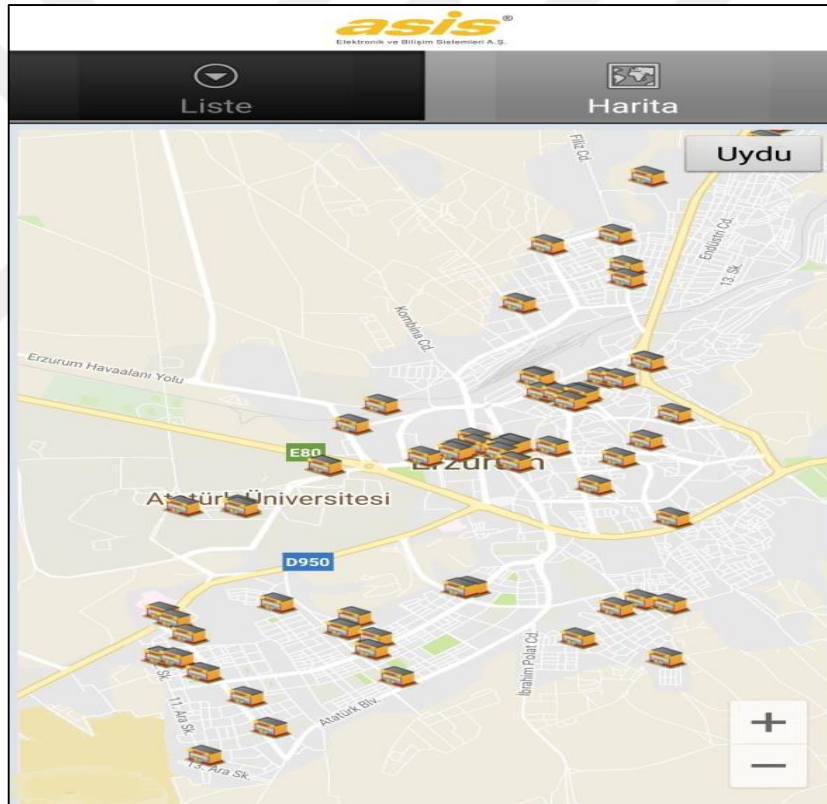
Kullanılan bu elektronik ücret toplama sistemleri sayesinde, toplu taşıma sürücülerinin nakit parayla fiziki temasları en aza indirgenerek, personele dayalı ücret tahsilatı azaltılmaktadır. Ayrıca bütün ödemeler bu sistem sayesinde tek bir merkezde toplanarak suistimal, kayıp ve kaçak oranları da en aza indirgenebilmektedir. Yolculara sağladığı nakit dışı ödeme avantajı seçeneğine ek olarak kamunun vergi zayı ve diğer mali kayıpları en aza indirilmektedir. Bu sistem yolcuların ulaşım standartları açısından konforunu artırarak kolay bir ödeme sistemi sağlamaktadır.

5.2.2. Erzurum Mobil Uygulaması

Erzurum’da kullanılmakta olan ve akıllı bilet uygulamasına entegre olarak çalışan “Erzurum Mobil” akıllı telefon uygulaması kent içi toplu taşıma sistemleri içerisinde bulunan otobüsler için kullanılmaktadır. Bu uygulama sayesinde yolcular duraklara gelmeden önce binecekleri otobüsün anlık olarak nerede olduğunu görebilmektedirler. Böylece duraklarda aşırı yolcu birikmesi ve özellikle kış mevsim şartlarının çok sert

geçtiği Erzurum’da durakta bekleme süresi azaltılarak toplu taşımayı kullanacak yolcular için konfor artırılmaktadır.

Bu uygulama ile toplu taşıma kullanıcıları akıllı bilet sistemi olarak bilinen Kardelen kartların bakiye dolumunun yapıldığı yetkili bayii ve kart merkezlerinin bulunduğu lokasyonlara göre en yakın şubesine ulaşabilmektedirler. Bu sayede akıllı kart ücret dolumu için şube aramaya ya da yolcunun uzak bir noktadaki şubeye gitmesine gerek kalmamaktadır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Kardelen kart dolum noktaları

Erzurum Mobil ulaşım uygulaması ile otobüslerin hat ve hareket saatleri, kredi kartları kullanılarak kardelen kart bakiye yükleme ve kontrol işlemleri, otobüslere ait ücret tarifeleri ve akıllı durakların konumları gibi toplu taşıma kullanımını ve konforunu artırıcı bilgilere uygulama üzerinden erişilebilmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Erzurum mobil ulaşım uygulaması ara yüzü

5.2.3. Erzurum Akıllı Duraklar

Özellikle Kış mevsim şartlarının çok sert geçtiği Erzurum'da toplu taşıma kullanıcılarının en çok sıkıntı çektiği konulardan birisi de durakta geçirilen süredir. Çok kısa sürelerin bile çok fazla önem kazandığı soğuk hava şartlarında toplu taşıma kullanıcıları için Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından akıllı durak uygulamasına geçilmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Erzurum akıllı durak uygulaması

Kullanılmakta olan bu akıllı durak uygulaması sayesinde toplu taşıma kullanıcıları kötü mevsim şartlarından daha az etkilenmektedir. Duraklarda bulunan klimalar ve butonlu açılır kapanır kapılar ile korunabilmekte olan durak içi hava sıcaklığı mevsim durumuna göre uygun sıcaklığa getirilebilmektedir. Bazı duraklarda bulunan bilgi ekranları sayesinde yolcular beklediği toplu taşıma aracının güzergahtaki durumunu ve tahmini bekleme sürelerini görebilmektedir. Akıllı Duraklarda güvenlik 7/24 kameralar ile sağlanmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Büyüyen ekonomiler ve kırsal alanlardan kentsel alanlara artan yoğun göçler nedeniyle kent içi ulaştırma konusunda problemler artmaktadır. Bunlara ek olarak yıllar önce gelecek nesiller düşünülmeden hazırlan an hata oranları yüksek imar planları neticesinde çoğu kentte trafik problemleri yaşanmaktadır. Özellikle toplu taşıma kullanım alışkanlığının yeterli olmadığı yerlerde kent içi ulaşım büyük tıkanıklıklar meydana gelmektedir. Kent içi ulaşımında meydana gelen bu tıkanıklıklar ve çevre kirlilikleri gibi sorunların çözümünde, toplu taşıma kullanımının artırılması sorunlara çözüm bulma yolunda en önemli çözüm yollarından biri olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda yatırımların bir plan çerçevesinde yapılması ve toplu taşıma taleplerinin dikkate alınarak düzenlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yatırım yapılacak toplu taşıma sistemlerinin seçiminde Ulaştırma Mühendislerinin görev alması ve diğer görev alacak kişilerin bu mühendislerce eğitimlere tabii tutulması daha önceden yapılan hataların en aza indirgenmesi ve hataların mühendislik çözüm yolları kullanılarak çözülmesi gerektiği görülmektedir.

Çağdaş ülke kavramı önemini geçen zaman içerisinde artmaya başladığı dünya konjonktüründe ulaşım alanında sadece araçların değil aynı zamanda yayaların, bisiklet ve motosiklet gibi diğer taşıt kullanıcılarının da trafik düzeni içerisindeki yerleri önem kazanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bahsedilen bu trafik düzeninin sağlanması için gerekli olan en etkili faktör kullanımı gittikçe yaygınlaşan Akıllı Ulaşım Sistemleri, bu düzeni sağlama adına önemli bir yer edinmiştir. Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri konusunda gelişmekte olan bir ülke konumunda olup Akıllı Ulaşım Sistemlerinin kullanılma oranı özellikle son yıllarda büyük kentlerde yaygınlaşmaya başlamıştır.

Özellikle son yıllarda aldığı göçler ve çevresinde gelişen uydu kentler anlamında, kent içi ulaştırma sorunları yaşayan Erzurum, kişisel araç kullanımından ve kötü hava şartlarından kaynaklı trafik problemleri yaşamaktadır. Yaşanan bu trafik problemlerinde etkili olan faktörler genellikle diğer kentlerde de olduğu gibi şehir imar planlarının daha önceden hatalı düzenlenmesi ve gelecek yılların tahmin planlaması yapılmadan imar aşamasına geçilmesinden kaynaklanmaktadır. Mevcut durumda özellikle kent merkezini oluşturan ve uydu bölgelere bağlanan yollarda yaşanan trafik karmaşasının önüne geçmek için yeni yol yapılması anlayışı yani şerit ekleme düşüncesi getirilmiştir. Bu düşünce ile mevcutta bulunan binalar arası kalan yollarda yaya yolları küçültülerek taşıt yolları genişletilmeye çalışılmıştır. Taşıt trafiğine ek olarak yollarda yayaların yürümesi gibi bir ilkel ulaşım anlayışı kent içinde yaygın hale gelmiştir.

Bu tez kapsamında Erzurum kent içi trafik problemlerinin çözümünün toplu taşıma kullanımını artırmak olduğu görülmüştür. Bu kapsamda Erzurum ilinin gelişen şehirler seviyesini yakalayabilmesi ve çağdaş toplu taşıma kullanımının kent içinde yer edinebilmesi için gerekli öneriler belirtilmeye çalışılmıştır. Dünyanın gelişen ülkelerinde ve şehirlerinde olduğu gibi çağdaşlık kavramının toplu taşıma alanında Akıllı Ulaştırma Sistemleri ile birleştirildiği görülmektedir. Günümüzde nüfus yoğunluğunun fazla olduğu ve gelişmekte olan kentlerde AUS kullanımı zorunlu bir hale gelmektedir.

Türkiye’de Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Erzurum, Akıllı Ulaşım sistemleri konusunda gelişmekte olan bir kent durumundadır. Son yıllarda yerel yönetimlerin bu konu hakkında çalışmaları kent halkı üzerinde olumlu bir etki bırakmıştır. Ancak bu

çalışmalar yeterli ve istenen seviyeye henüz ulaşmış durumda değildir. Erzurum ili toplu taşıma kullanımının artırılması için gerekli öneriler bu bölüm içerisinde verilmeye çalışılmaktadır.

Erzurum ili Akıllı Ulaştırma sistemi konusunda uygulamaya açık bir durumdadır. Erzurum kent içi trafiğinin düzeltilmesi için gerekli olan yöntemin yeni yollar yapmak değil gelişen teknolojiyi yani Akıllı Ulaşım Sistemlerini uygulamanın ve halkı toplu taşımaya yönlendirmenin gerekliliği benimsenmelidir. Bunlara ek olarak trafik bilgisinin seminerler, toplantılar, afişler ve kent belediyesinin yardımıyla halkın bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen “Erzurum Mobil” uygulaması toplu taşıma alanında vatandaşlara hizmet vermektedir. Bu uygulama otobüs hat-hareket saatleri, beklenen otobüsün konumu ve kardelen kart bakiye sorgulama gibi özellikler barındırmaktadır. Ancak trafiğin yollarda ve kavşaklarda anlık sıkışıklık durumunu gösteren, yolların kaza veya onarım durumunu gösteren ve alternatif yollar sunan bir bilgilendirme özelliği bulunmamaktadır. Mevcutta bulunan mobil uygulamanın geliştirilmesi gerekmektedir.

Kış mevsim şartlarının çok sert geçtiği Erzurum kentinde yollarda meydana gelen buzlanma sonucunda çok sayıda toplu taşıma aracı ve özel araç trafik kazalarına maruz kalmaktadır ve bu da trafikte sıkışıklığa yol açmaktadır. Toplu taşıma sisteminde aranılan en önemli niteliklerden birisi olan konfor faktörü kötü hava koşullarının neden olduğu kazalar nedeniyle seyir süresi ve durakta araç bekleme süresinin artmasıyla olumsuz yönde etkilenmektedir. Kış mevsimlerinde mevcut düzende yol temizleme çalışmaları kamyon üzerinden yola tuz serpmeye olarak bilinen geleneksel yollar ile

yapılmaktadır. Ancak bu yöntem hem işçilik hem de maliyet açısından yetersiz kalmakta olup serpilten tuzun -8°C den sonra buz çözücü özelliğinin kayb olduğu bilinmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından kullanılan Buzlanma Önleme Sisteminin Erzurum ili içinde uygulanması gerekmektedir. Bu sistem içerisinde otomatik bildirim uyarıları, otomatik buz önleyici sensör solüsyonları ve yol yüzey durum sensörleri bulunmaktadır. Buzlanma Önleyici Sistemde yol yüzeyi sıcaklığının otomatik algılayıcılar ile algılanarak yol üzerinde buz oluşumunu ve karın yol yüzeyine yapışmasını engelleyen kimyasal bir sıvı kullanılmaktadır. Manuel ve otomatik olarak çalışabilen bu sistem ile donma noktasını düşüren kimyasal maddelerin, yağış başladığı anda ya da öncesinde yol yüzeyine uygulanmasıyla kar veya buz ile yüzey arasında bir bağ kurulması engellenmekte ve sonrasında periyodik kısmi tekrarlar ile etkisini sürdürmesi sağlanmaktadır.

Meteoroloji Gözlem Sensörleri ile anlık yol ve hava durumu bilgilerinin Değişken Mesaj Sistemi (DMS), SMS ve internet vasıtası ile sürücülere iletilmesi, ana ulaşım ağlarında oluşabilecek yağış ve buzlanmaların olumsuz etkilerini engellemek için, erken buzlanma zamanı ve kalınlığı tahmini ile yağış miktarı tespiti yapılabilmektedir. Kar küreme araçlarına adapte edilen Vpad teknolojisi ile buzlanma tahmin edilen bölgeye araçların daha hızlı yönlendirilmeleri ve kullanacakları tuz-solüsyon miktarının önceden otomatik olarak belirlenmesi gibi çok önemli uygulamalar Erzurum ilinde kış mevsiminde kullanılması durumunda çok sayıda trafik kazasının önüne geçilecektir.

Kış mevsim şartlarının çok sert geçtiği Erzurum'da akıllı durak sistemi Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından hizmete sunulmuştur. Ancak bu hizmetin kentin

geneline hitap etmemesinden dolayı çoğu otobüs ve minibüs duraklarında soğuk hava şartlarında insanlar uzun süre toplu taşıma aracı beklemektedirler. Erzurum toplu taşıma kullanımının artırılması için gerekli etkenlerden birisi de mevcut durumda bulunan akıllı durak miktarını artırmaktır. Her durak artışı daha fazla yolcuya hitap edeceğinden konfor seviyesi yükselecek ve toplu taşıma kullanımı artacaktır. Durak miktarlarının artırılmasına ek olarak durakta bekleyen yolcular için konfor düzeyi artırılmalıdır. Her akıllı durakta sadece klimalı ortam değil aynı zamanda teknoloji açısından yeterli seviyede bilgi sistemleri kurulmalıdır. Duraktan geçen otobüs hatlarının numaraları, gidiş güzergahları, gelecek olan aracın engelli kullanımına uygun olup olmadığı, kardelen kart için dolun otomatları, ücretsiz internet kullanımı, akülü araçla durağa gelen engelli yolculara şarj imkanı ve görme engelli yolcular için bas-konuş sesli bilgilendirme butonları gibi teknolojilerin Erzurum'da akıllı duraklarda bulunması gereklidir.

Özellikle otobüs ile toplu taşımanın çok yoğun olarak kullanıldığı Erzurum'da otobüslerin kent içi trafiğinde tecritli olarak seyir edememesi belirlenen sefer sürelerinin üstüne çıkmalarına neden olmaktadır. Otobüslerin hem tecritli bir şekilde hareket edebilmesi hem de sefer sürelerini tam zamanlı olarak tamamlayabilmeleri için otobüs şeridi (bus lane) uygulamasının Erzurum' da kullanılması gereklidir. Otobüs şeridi uygulamasına ek olarak toplu taşıma araçları için kavşaklarda uygulanabilecek diğer bir uygulama ise Adaptif Sinyal Yönetim sistemidir. Toplu taşıma araçları için ayrıcalıklı bir şekilde kurulması gereken bu sistemde toplu taşıma araçlarının sinyalize kavşaklarda bekleme süresini düşürülmesi ve trafik içerisinde akıcılığının artırılması sağlanabilir.

Şehir imar planları hazırlanırken mevcut durumdaki trafik yoğunluk durumuna paralel gerekli toplu taşıma talep miktarı ve bu talep miktarından kaynaklı kullanılacak olan toplu taşıma sistemleri göz önüne alınarak imar planları yapılmalıdır. Özellikle kentsel dönüşüm projelerinde motorlu taşıtların kent içine giriş yapmadan park edebilmesi için otoparkların düzenlenmesi sağlanmalıdır. Bu otoparklara yakın yerlerde bireylerin toplu taşıma sistemlerine ulaşması için gerekli duraklar yapılmalıdır. Kent merkezlerine girişte toplu taşıma kullanımının artırılması ile kent içi trafiğin büyük oranda azaldığı görülmektedir. Otoparklara yakın yerlerde kurulacak olan toplu taşıma duraklarına erişilmesi için bisiklet yollarının planlı bir şekilde yapılması, yürüyüş yollarının yapılması, engelliler için gerekli özelliklere sahip yolların yapılması gibi önlemler toplu taşıma kullanımına olan cazibeyi artıracaktır. Yapılması gerekli olan bu otoparkların doluluk oranlarını, ücretlerini ve bulunduğu konumdan hangi toplu taşıma sistemlerini aktarma olanağı olduğu gibi konuların Akıllı Ulaşım Sistemleri kullanılarak mobil uygulamalar ile sürücüye iletilmesi gerekmektedir. Bu sayede kişisel araç kullanıcıları otoparklarda park yeri bulma stresi ve karmaşıklığı yaşamayacaktır. Böylece toplu taşıma kullanımına yönlendirici önemli bir adım atılmış olacaktır.

Toplu taşıma sistem çeşitliliğinin Erzurum'da çok az olması ve arzu edilen konfor seviyesinin henüz yakalanamamış olması bu kentte toplu taşıma kullanımının artması karşısında en önemli etkenlerden birisi olarak ortaya çıkmaktadır. Gün geçtikçe artan ulaşım talep miktarı sadece otobüs, minibüs ve taksiler ile karşılanamamaktadır. Gelişen çoğu şehirlerde olduğu gibi Erzurum için de raylı toplu taşıma sistemlerine hızlı bir şekilde geçilmesi gerekmektedir. Toplu taşıma kullanımının en yaygın olarak kullanıldığı raylı sistem seçeneği özellikle şehir merkezi dışına yapılacak olan

otoparklardan şehir merkezine aktarma olanağı açısından avantajlı bir seçenek olmaktadır. Özellikle hızlı bir büyüme gösteren Dadaşkent, Şükrüpaşa gibi uydu kentlerden şehir merkezine, Erzurum Teknik Üniversitesi ve Atatürk Üniversitesine yapılacak raylı sistem hattı kent merkezinde trafik sıkışıklığına önemli bir fayda getirileceği düşünülmektedir. Raylı sistemlerin daha öncede belirtildiği gibi trafikten tecritli bir şekilde çalışabilmesi bu sistemin Akıllı Ulaşım Sistemlerine entegrasyonunu artırmaktadır. Trafik içerisinde ayrı hareket edebilmesi, ilerlediği hat üzerinde belirlenen zamanda seyir etmesine imkan vermektedir.

KAYNAKLAR

- Arlı, V., 2010. Kent İçi Raylı Sistemler. EMO Antalya Őubesi Teknik Dergi, 15-16.
- Baştürk, G., 2014. Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Sistemleri İncelemesi ve Dünya rnekleri ile Karşılaştırılması, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara.
- Büyükbaş, N., 2016. Toplu Taşıma Kullanımını Artırıcı Uygulamalar ve Kayseri rneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çakar, T., 1999. Ulaşımda Enerji Verimliliği. Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, Ankara, s. 183-193.
- akır, O. ve Diktaş, F., 2011. Toplu Ulaşımda Erişilebilirlik ve Güvenli Yolculuk. A4 Grafik Matbaacılık, İstanbul, Türkiye.
- apalı, B., 2009. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- odur, M.Y., 2017. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 207-2015.
- Demirel, H.I., 2001. Trafik Planlama ve Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Doğan, F., 2014. Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri ve Malatya rneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Doğanay, H., 1983. Erzurum'un Őehirsel Fonksiyonları ve Başlıca Planlama Sorunları, Doçentlik tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Erzurum.

- Döner, M.A., 2012. Otobüsle Toplu Taşımada Yolcu Hareketlerinin Analizi ile Hat Planlama; İzmir İçin Bir Örnek Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dursun, D., ve Çodur, M.Y., 2015. Kent Makroformu Ulaşım Sistemi İlişkisi: Erzurum Örneği. 11. Ulaştırma Kongresi, İstanbul.
- Ener, E., 1999. ITS Bolu Dağı Hava Durumu Ön Bilgilendirme Sistemi, II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildireler Kitabı, Ankara, Türkiye.
- Erzurum Büyükşehir Belediyesi, 2012. Erzurum Koruma Amaçlı İmar Planı Araştırma Raporu, Kaip.
- Evren, G., 1996. Kentsel Ulaşımında Raylı Sistemler. 1. Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, s272-297.
- Gökdağ, M. ve Üçüncü, O., 1992. Kentsel Ulaşımında Karayolu ve Raylı Taşıma Sistemlerinin Bazı Önemli Faktörlere Göre Karşılaştırılması, II. Ulaşım ve Trafik Kongresi – Sergisi Bildiriler Kitabı, Ankara, Türkiye.
- Gültekin, Z., Ergan, Z.H., Çınal, S. ve Öztürk, M.M., 2003. Kent İçi Ulaşımında Monorail Sistemi. 4. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi Bildiriler Kitabı, Ankara, Türkiye.
- Hanai, T., 2013. Intelligent Transport Systems. Tokyo: Society of Automotive Engineers of Japan, Tokyo, Japonya.
- Ilıcalı, M., Toprak, T., Özen, H., Tapkın, S., Öngel, A., Camkesen, N. ve Kantarcı, M., 2014. Akıcı- Güvenli Trafik İçin Akıllı Ulaşım Sistemleri. Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi 2014-2023, Ankara, Türkiye.

- Kavasoglu, R. ve Yildiz, D., 2002. Ankara'da Özel Araç Sahipliliği Özel Araç Kullanımı Azaltıcı Önlemler, Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi Bildirisi, Ankara, Türkiye.
- Khisty, C. ve Lall, B., 1990. Transportation Engineering: An Introduction. Pearson Yayınları, Chicago, Amerika Birleşik Devletleri.
- Kırmızı, Z., Kolağasıoğlu M. ve Çalışkan F., 2012. Kent içi ulaşım terimleri sözlüğü. Cinius Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Kızılgın, M. A., 2013. Ağrı Kentiçi Ulaşımının Analizi ve Toplu Taşıma İçin Bir Planlama Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Köz, A., 2011. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Kentiçi Uygulamaları; İstanbul Örneğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Küçükçınar, A., 1998. Akıllı Ulaştırma Sistemleri Çalışma Belgesi , Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Proje Ofisi, Ankara, Türkiye.
- Lee, J., 2012. Economic Growth and Transport Models Chapter 9:ITS (Intelligent Transport Systems). The Korea Transport Institute, Seul, Kore.
- OECD, 2001. Policy Instruments for Achieving Environmentally Sustainable Transport, Paris.
- Önal, M., 2013. Gömülü Sistemler ile RFID Mimarisi ve Programlama. KODLAB Yayın Dağıtım Yazılım ve Eğitim Hizmetleri, İstanbul.
- Öncü, E., 1978. Kentsel Ulaşımında Raylı Sistemler, 1. Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, s298-326.

- Özdirim, M., 1990. Ulaşım Konusunda Yerel Yönetimlerin Uygulamaları, 3. Toplu Taşım Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü, s101-140.
- Saraçoğlu, B., 2012. Toplu Taşıma Sistemlerinin Entegrasyonunda Aktarma Merkezleri: İstanbul Tarihi Kıyı Bölgeleri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, İstanbul.
- Schipper, L., 1996. Sustainable Transport: What it is and whether it is. Towards Sustainable Transportation OECD International Conference, Vancouver, Kanada.
- Şişman, E.E., ve Kırzioğlu, I., 2002. Erzurum Kent Merkezinde Yaya Bölgesi Olabilecek Kent Mekan Birimlerinin Saptanması ve Projelendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi B Serisi, Fen Bilimleri, 3 (2), 127-139
- The Government of the Republic of Korea National Transport Information Center, 2014. MOLIT National Transport Information Center, Korea.
- Toprak, R. ve Aktürk, N., 2001. Raylı Toplu Taşım Sistemleri ve Raylı Toplu Taşım Sistemlerinde Güvenliği Tehdit Eden Tehlikeler. 3. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi Bildiriler kitabı, Ankara, Türkiye.
- Tufan, H., 2014. Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye için Bir AUS Mimarisi Önerisi.Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, T.C Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2013. İllere Göre Belediye Hizmetlerinden Çöp ve Çevresel Atık Toplama, Kanalizasyon, Şebeke Suyu ve Toplu Taşıma Hizmetlerinden Memnuniyet Anketi.

- Türkiye İstatistik Kurumu, 2017. Türkiye Trafikine Kayıtlı Motorlu Kara Taşıtları.
- Türkmen, M., 2001. Kent İçi Toplu Taşımada Raylı Sistemlerin Yeri ve Ankara Metrosu ile Ankaray Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tüýdeş, H. ve Göker A., 2007. 5. Kentsel Altyapı Ulusal sempozyumu, s. 98, Antakya.
- Ulaştırma Ana Planı Stratejisi Sonuç Raporu, 2004. Ulaştırma ve Ulaşım Araçları UYG-AR merkezi.
- Uz V.E., Kardeş M., 2004. Kentiçi Ulaşımında Bisiklet, Türkiye Mühendislik Haberleri Kentiçi Ulaşım, Sayı: 429, s41-46
- Vuchic. V. R., 2005. Urban Transit Operations Planning and Economics. Wiley.
- Wallace, C. E., 2014. ITS ePrimer Module4: Traffic Operations. Usdot Rıta ITS Professional Capacity Building Program, Florida, Amerika Birleşik Devletleri.
- Wolfe, M. ve Troup, K., 2014. ITS ePrimer Module 6: Freight, Intermodal, and Commercial Vehicle Operations. Usdot Rıta ITS Professional Capacity Building Program, Boston, Amerika Birleşik Devletleri.
- Yardıı, M.S. ve Akyıldız G., 2004. Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamalar, TMMOB Ulaştırma Politikaları Kongresi, Bildiriler Kitabı, Ankara, Türkiye.
- Yazıcı, M., 2010. Kent İçi Toplu Ulaşım Hizmetlerinde Toplam Kalite Yönetimi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, İ., 2016. Afet Acil Durum Yönetimi ile İlgili Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Yıldız, F., 2015. Raylı Toplu Taşıma Sistemlerinin Hatay İli Antakya İlçesi İçin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, O., 2012. Toplu Taşımanın ve Kullanımının Yaygınlaşması İçin Bir Çalışma: İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksel, H., 2004. Toplu Taşımacılığın Geliştirilmesi İçin Bir Tıkanıklık Fiyatlandırılması Modeli Önerisi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zaim K.N., 1994. Toplu Taşımacılıkta Raylı Sistemler ve Trabzon Kenti Trafik Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- https://www.bebka.org.tr/admin/datas/sayfas/files/Ulasrma_Ana_Plani_Stratejisi.pdf,
Erişim Tarihi: 25.07.2017
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Rocket_Verkehrsmuseum_Nuernberg_12092010_side_view.JPG?uselang=fr, Erişim Tarihi: 20.04.2017
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Isambard_Kingdom_Brunel#/media/File:ThamesTunnelFromWapping.jpg, Erişim Tarihi: 20.04.2017
- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1829_Shillibeer_horse_drawn_omnibus_replica_\(5980214557\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1829_Shillibeer_horse_drawn_omnibus_replica_(5980214557).jpg), Erişim Tarihi: 20.04.2017
- http://www.oldwoodies.com/img/bus/10grabowsky_bus.jpg, Erişim Tarihi: 20.04.2017
- <http://i.tmgrup.com.tr/otohaber/>, Erişim Tarihi: 01.07.2017
- https://www.turkcebilgi.com/uploads/media/resim/tradbuss_landskrona.jpg, Erişim Tarihi: 20.04.2017

[https://tr.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BCs_\(%C4%B0stanbul\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BCs_(%C4%B0stanbul)), Erişim Tarihi:
20.04.2017

https://www.google.com.tr/search?q=minib%C3%BCs&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx59D5rfXUAhWEb1AKHfxjDLYQ_AUIBigB&biw=1920&bih=950#imgrc=mM35_y6krTnjrM, Erişim Tarihi: 01.07.2017

<http://d.kuzeyekspres.com.tr/news/66354.jpg>, Erişim Tarihi: 01.07.2017

<https://en.wikipedia.org/wiki/Maglev>, Erişim Tarihi: 20.04.2017

<http://www.rayhaber.com/wp-content/uploads/kocaeli-tramvay-araci-alimi-ihalesi-sonucu.jpg> Erişim Tarihi: 01.07.2017

<http://www.egepostasi.com/images/image/monoray-izmirde-kurulacak.jpg>, Erişim
Tarihi: 06.07.2017

https://c1.staticflickr.com/4/3289/2929612415_51e07052cf_b.jpg, Erişim Tarihi:
06.07.2017

<http://www.kimnezamanicatetti.com/wpcontent/uploads/2016/10/hovercraft-hava-yastikli-tekne.jpg?i=1>, Erişim Tarihi: 28.06.2017

<http://www.teleferikhaber.com/wp-content/uploads/palandoken.jpg>, Erişim Tarihi:
28.06.2017

<https://brightside.me/wonder-places/eight-beautiful-cities-that-are-starting-to-go-car-free-115355/>, Erişim Tarihi: 28.06.2017

<https://brightside.me/wonder-places/eight-beautiful-cities-that-are-starting-to-go-car-free-115355/>, Erişim Tarihi: 28.06.2017

<http://ispark.istanbul/wp-content/uploads/2015/12/2-2-1-1258x665.jpg>, Erişim Tarihi:
29.06.2017

<https://ntl.bts.gov/DOCS/images/UTd/UTP52.GIF>, Erişim Tarihi: 28.06.2017

<http://www.trafik.gov.tr/SiteAssets/istatistik/aralik16.pdf>, Erişim Tarihi: 03.07.2017

<http://s01.shiftdelete.net/img/content/15-10/29/google-maps.jpg>, Erişim Tarihi: 05.07.2017

http://tkm.ibb.gov.tr/YHarita/Harita_tr.aspx, Erişim Tarihi: 02.07.2017

https://img.tamindir.com/ti_e_ul/VolkanYilmazz/p/abb-trafik_3_480x800.png, Erişim Tarihi: 02.07.2017

<http://www.gundogumu.com/files/uploads/news/thumb/akyolbille-tanistiniz-mi-f3362c44a6f9.jpg>, Erişim Tarihi: 08.07.2017

http://www.durusgazetesi.com/images/haberler/istanbul_izmir_otoyolu_ucret_toplama_sistemi_hazir_h29600.jpg, Erişim Tarihi: 05.07.2017

http://www.savronik.net/image/urunler/resimTr/31_b.jpg, Erişim Tarihi: 05.07.2017

http://www.bilgiversin.com/wp-content/uploads/2014/10/tds-3000_montaj.jpg, Erişim Tarihi: 05.07.2017

<http://www.savronik.com.tr/fotolar/568bdd07bce97.jpg>, Erişim Tarihi: 05.07.2017

<http://www.savronik.com.tr/m/tr/programlar/rayli-ulasim-sistemleri/ arac-ustu-ekipmanlar/>, Erişim Tarihi: 05.07.2017

<http://www.rayhaber.com/wp-content/uploads/savronik-6.jpg>, Erişim Tarihi: 05.07.2017

<http://www.savronik.com.tr/tr/programlar/rayli-ulasim-sistemleri/sinyalizasyon-ve-bilgi-sistemleri/>, Erişim Tarihi: 05.07.2017

http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17441_40_23.pdf, Erişim Tarihi: 05.07.2017

http://erzurum.gsb.gov.tr/Public/Edit/images/IM/34/ilceler_haritasi.jpg, Erişim Tarihi: 25.07.2017

<http://www.nufusu.com/ilceleri/erzurum-ilceleri-nufusu>, Erişim Tarihi: 25.07.2017

http://www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=0&KITAP_ID=182,
Erişim Tarihi: 25.07.2017

<https://ulasim.erzurum.bel.tr/>, Erişim Tarihi: 25.07.2017

<http://www.turkcards.com/kentkart/erzurum03.jpg>, Erişim Tarihi: 25.07.2017

<http://www.adam.com.tr/images/modeller/e-kentAnkara/a.png>, Erişim Tarihi:
26.07.2017

https://lh4.ggpht.com/e6_nzV6kdqo1P0Ukt2rUnQ3DQTII0vtptAEUh7A2YIPbN1GyT71GLOV4QhvrkKoW5o=h310, Erişim Tarihi: 26.07.2017

<https://www.erzurum.bel.tr/img/ResimGaleri/2122016-13-15-235.jpg>, Erişim Tarihi:
26.07.2017

<http://www.dessin.com.tr/wp-content/uploads/deniz-taksi-360x240.png>, Erişim Tarihi:
25.07.2017

<https://www.theguardian.com/world/2015/apr/21/japans-maglev-train-notches-up-new-world-speed-record-in-test-run>, Erişim Tarihi: 09.11.2017

<http://www.dailytech.com/Japan+Gives+Top+US+Politicians+a+Free+Ride+Sales+Pitch+on+New+Maglev+Trains/article33778.htm>, Erişim Tarihi: 09.11.2017

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitim hayatını Erzurum'da tamamladı. 2013 yılında Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünü bitirdi. 2015 yılında Erzurum Teknik Üniversitesi'nde Yüksek Lisans eğitime başladı. Yüksek Lisans Eğitimini, Erzurum Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında tamamladı.

