



T.C.
ULAŖTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŖME BAKANLIĞI

AKILLI ULAŖIM SİSTEMLERİ UYGULAMALARI VE TÜRKiYE İÇİN BİR AUS MİMARİSİ ÖNERİSİ

Hasan TUFAN

UlaŖtırma ve HaberleŖme Uzmanlığı Tezi

2014

Ankara

Hasan TUFAN tarafından hazırlanan “Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye İçin Bir AUS Mimarisi Önerisi” adlı bu tezin Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Tez Danışmanı

Bu çalışma, tez jürisi tarafından Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Bu tez, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
TABLolar	vi
ŞEKİLLER	vii
KISALTMALAR	viii
GİRİŞ	1
1. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ	4
1.1. Karayolu Ulaştırma Sistemindeki Sorunlar	5
1.2. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Tarihçesi.....	11
1.3. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Sağladığı Faydalar	17
1.4. Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi ve Standartları.....	20
2. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ DÜNYA UYGULAMALARI	34
2.1. Japonya’da AUS Uygulamaları	34
2.2. Güney Kore’de AUS Uygulamaları.....	38
2.3. Amerika Birleşik Devletleri’nde AUS Uygulamaları	43
2.4. Singapur’da AUS Uygulamaları	50
2.5. Birleşik Krallık’ ta AUS Uygulamaları.....	54
2.6. Hollanda’da AUS Uygulamaları	57
2.7. Avustralya’da AUS Uygulamaları	59
3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ TÜRKİYE UYGULAMALARI	62
3.1. Yolcu Bilgilendirme Sistemleri.....	62
3.2. Trafik Yönetim Sistemleri	64
3.3. Araç içi Sistemler.....	67

3.4.	Yük ve Filo Yönetim Sistemleri	67
3.5.	Toplu Taşıma Sistemleri	69
3.6.	Acil Durum Yönetim Sistemleri	72
3.7.	Elektronik Ücret Ödeme Sistemleri	72
3.8.	Kişisel Emniyet ve Güvenlik Sistemleri	73
4.	DEĞERLENDİRME VE TÜRKİYE İÇİN ULUSAL AUS MİMARİSİ	
	ÖNERİSİ.....	75
4.1.	Genel Değerlendirme	75
4.2.	Türkiye Ulusal AUS Mimarisi	79
4.3.	Ulusal Mimari Katmanları	80
	SONUÇ.....	84
	KAYNAKLAR	86
	ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ	95
	ÖZGEÇMİŞ.....	96

ÖZET

ULAŞTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI	
Tezin Adı	Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye İçin Bir AUS Mimarisi Önerisi
Türü	Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi
Yazar	Hasan TUFAN
Teslim Tarihi	5 Eylül 2014
Anahtar Kelimeler	Akıllı Ulaşım Sistemleri, Karayolu Ulaştırması, Entegrasyon, Uluslararası Standartlar, AUS Mimarisi
Tez danışmanı	Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Sayfa Adedi	96
<p>Ulaştırma alanında hem yolcu hem de yük taşımacılığı hizmetlerinde artan talebin daha etkin, daha güvenli ve daha çevreci bir şekilde karşılanması ihtiyacı dünya genelinde kabul edilen bir olgu haline gelmiştir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla oluşturulan Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), özellikle bilgiye hızlı ve etkin bir şekilde erişilmesini sağlayarak, ekonomik, çevresel ve toplumsal açıdan sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Bu tür çözümler, esas olarak karayolu ulaştırmasının, her bir mod diğerini tamamlayacak şekilde diğer ulaştırma modları ile entegrasyonunu sağlamak ve daha verimli küresel bir ulaştırma sistemini meydana getirmektedir.</p> <p>Yük ve yolcu taşımacılığında Türkiye’de en yoğun kullanıma sahip olan karayolu ulaştırması alanındaki sorunların aşılması açısından önem arz eden AUS ile ilgili olarak gelişmiş ülkelerde çok farklı uygulamalar geliştirilmekle birlikte, gelişmekte olan ülkelerin de bu teknolojilerden gittikçe artan bir oranda faydalanmaya çalıştığı görülmektedir.</p> <p>Bu çerçevede, bu tez çalışması ile AUS konusunda gelişmiş bazı ülkelerdeki uygulamalar ile Türkiye’deki mevcut uygulamalar incelenerek Türkiye’de uygulanması muhtemel bir AUS mimarisinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda uluslararası alanda kabul edilen mimari ve standartların nasıl oluşturulduğu ele alınmış olup, Türkiye’deki mevcut uygulamalar değerlendirilerek bu mimarinin bileşenleri tanımlanmıştır.</p>	

ABSTRACT

MINISTRY OF TRANSPORT MARITIME AFFAIRS AND COMMUNICATIONS	
Thesis	Applications of Intelligent Transport Systems and an ITS Architecture Recommendation for Turkey
Type	Transport and Communications Expertise
Author	Hasan TUFAN
Submission Date	5 September 2014
Key Words	Intelligent Transport Systems, Road Transport, Integration, International Standards, ITS Architecture
Advisor	Prof. Mustafa ILICALI
Total Page	96
<p>In the field of transport, the need of meeting the increasing demand in the freight and passenger transport services has become a worldwide concern. Intelligent Transport Systems (ITS) which are made through the use of information and communication Technologies provide sustainable solutions in terms of economy, environment and community enabling the efficient and instant access to the information. These solutions basically enable the integration of road transport to the other transport modes in a way each mode complements the other and create a more efficient global transport system.</p> <p>Many different applications related to ITS that is of great importance for resolving the problems in the road transport which is most widely used in freight and passenger transport in Turkey have been implemented in developed countries and developing countries also increasingly afford to benefit from those technologies.</p> <p>In this context, it was aimed to provide an applicable ITS architecture by analyzing applications in Turkey and some developed countries within this thesis. Accordingly, it was discussed that how internationally accepted architectures and standards are made and existing applications in Turkey were reviewed, the components of this architecture were defined.</p>	

TEŞEKKÜR

Çalıőmam boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa ILICALI'ya, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Genel Müdürü Sayın Bekir GEZER'e ve İkili İlişkiler ve Protokol Dairesi Baőkanı Sayın Olcay DOğAN'a, tüm çalışma arkadaşlarıma ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ailem ve çok değerli dostlarıma teőekkürü bir borç bilirim.

TABLÖLÄR

Tablo 1.1. ISO AUS Mimarisi Hizmet Alanları ve Grupları	24
Tablo 1.2.CEN ve ISO AUS Çalışma Gruplarının Uyumu	32
Tablo 4.1. Kurumsal Katmandaki Kullanıcı Hizmetleri	82

ŞEKİLLER

Şekil1.1. Türkiye’de Modlara Göre Yurtiçi Yolcu ve Yük Taşımacılığı Oranları	6
Şekil1.2. Kişi Başına GSYİH ve Taşıt-Km Büyüme Oranları.....	7
Şekil 1.3. OECD Ülkeleri Karayolu Yoğunlukları	8
Şekil 1.4. AUS Uygulamalarının Tarihsel Gelişimi	13
Şekil 1.5. ISO Çekirdek AUS Mimarisi Referans Modeli	23
Şekil 1.6. ABD Ulusal AUS Mimarisi Şeması	26
Şekil 2.1. Akıllı Yol Projesi	37
Şekil 2.2. Güney Kore AUS Kurumsal Yapısı.....	39
Şekil 3.1. İBB Trafik Kontrol Merkezi Şeması.....	66
Şekil 3.2. MobİETT Uygulaması	71
Şekil 4.1. Türkiye Ulusal AUS Mimarisi	79
Şekil 4.2. Kurumsal Katman	81

KISALTMALAR

3G	3.Nesil Haberleşme
AASHTO	Amerikan Eyalet Otoyol ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (American Association of State Highway and Transportation Officials)
AB	Avrupa Birliği
ABB	Ankara Büyükşehir Belediyesi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACC	Adaptif Hız Kontrolü (Adaptive Cruise Control)
AK	Avrupa Komisyonu
AKOM	Afet Koordinasyon Merkezi
AMIS	İleri Mobil Bilgi Sistemleri (Advanced Mobile Information Systems)
AMTICS	Gelişmiş Mobil Trafik Haberleşme ve Bilgi Sistemi (Advanced Mobile Traffic Information and Communication System)
APTA	Amerika Toplu Taşıma Birliği (American Public Transportation Association)
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
ARI	Sürücü Radyo Yayını Bilgilendirme Sistemi (Autofahrer Rundfunk Informationssystem)
ASV	İleri Emniyet Aracı (Advanced Safety Vehicle)
ATDM	Aktif Ulaştırma Talep Yönetimi (Active Transportation Demand Management)
ATIS	İleri Trafik Bilgi Sistemi (Advanced Traffic Information System)
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
BIS	Otobüs Bilgi Sistemi (Bus Information System)
BMAEK	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
BMS	Otobüs Yönetim Sistemi (Bus Management System)
CACS	Kapsamlı Otomobil Kontrol Sistemi (Comprehensive Automobile Control System)
CAN	Denetleyici Alan Ağı (Controller Area Network)
CCTV	Kapalı Devre Televizyon (Closed Circuit Television)
CEN	Avrupa Standardizasyon Komitesi (European Standardization Committee)

CENELEC	Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi (European Committee for Electrotechnical Standardization)
CMS	Değişebilir Mesaj İşareti (Changeable Message Sign)
CO₂	Karbon dioksit
CVISN	Ticari Araç Bilgi Sistemleri ve Ağları (Commercial Vehicle Information Systems and Networks)
ÇG	Çalışma Grubu
DMS	Dinamik Mesaj İşareti (Dynamic Message Sign)
DRIVE	Avrupa'daki Araç Emniyeti için Adanmış Karayolu Altyapısı (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe)
DSRC	Tahsisli Kısa Mesafe Haberleşmesi (Dedicated Short Range Communication)
DSSS	Sürüş Emniyeti Destek Sistemleri (Driving Safety Support Systems)
EDS	Elektronik Denetleme Sistemi
EGM	Emniyet Genel Müdürlüğü
EMAS	Otoyol Takip Danışma Sistemi (Expressway Monitoring Advisory System)
ERGS	Elektronik Güzergâh Kılavuzu Sistemi (Electronic Route Guidance System)
ERTICO	Avrupa Karayolu Ulaştırması Telematikleri Uygulama Koordinasyon Kurumu (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization)
ESP	Elektronik Stabilite Programı
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute)
FAST	Hızlı Acil Durum Müdahale Araçlarını Öne Alım Sistemleri (Fast Emergency Vehicle Preemption Systems)
FM	Frekans Modülasyonu
FRAME	Avrupa için Yapılan Çerçeve Mimari (theFRamework Architecture Made for Europe)
FTMS	Otoyol Trafik Yönetim Sistemi (Freeway Traffic Management System)
GHz	Giga Hertz
GLIDE	Yeşil Hat Belirleme Sistemi (Green Link Determining System)

GPRS	Radyo Paketi Genel Servisi (General Radio Packet Service)
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
GSM	Mobil Haberleşme için Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications)
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HeERO	Uyumlandırılmış e-Çağrı Avrupa Pilot Projesi (Harmonised eCall European Pilot)
HGS	Hızlı Geçiş Sistemi
HOV	Yolcusu Olan Araç (High Occupancy Vehicle)
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IP	İnternet Protokolü
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Standards Organization)
ISTEA	İntermodal Ulaştırma Verimliliği Yasası (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act)
ITE	Ulaştırma Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Transportation Engineers)
ITSO	Entegre Ulaşım Akıllı Kartı Teşkilatı (Integrated Transport Smartcard Organization)
ITSS	Akıllı Ulaşım Sistemleri Topluluğu (Intelligent Transportation Systems Society)
ITU	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunications Union)
IVHS	Akıllı Araç Otoyol Sistemleri (Intelligent Vehicle Highway Systems)
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İSBAK	İstanbul Ulaşım Haberleşme ve Güvenlik Teknolojileri
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
KAREN	Avrupa Ağları için Gerekli Kilit Mimari (Keystone Architecture Required for European Networks)
KEC	Güney Kore Otoyol Şirketi (Korean Expressway Corporation)
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KGS	Kartlı Geçiş Sistemi

KGYS	Karayolu Güvenlik Yönetim Sistemi
Km	Kilometre
KÖİ	Kamu-Özel-İşbirliği
LAN	Yerel Alan Ağı (Local Area Network)
LED	Işık Yayan Diyot (Light Emitting Diode)
M2M	Makineler Arası İletişim (Machine to Machine)
MHz	Mega Hertz
MOBESE	Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu
MOLIT	Arazi, Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı (Ministry of Land, Infrastructure and Transport)
NDOV	Toplu Taşıma için Ulusal Veri Ofisi (National Data Office for Public Transport)
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OGS	Otomatik Geçiş Sistemi
OTEP	Otomotiv Teknoloji Platformu
PROMETHEUS	Daha Yüksek Verimli ve Eşsiz Emniyetli Avrupa Trafik Sistemi Programı (Program for European Traffic System with Higher Efficiency And Unprecedented Safety)
PTPS	Toplu Taşıma Öncelik Sistemleri (Public Transportation Priority Systems)
RACS	Karayolu/ Araç Haberleşme Sistemi (Road/Automobile Communication System)
RDS-TMC	Radyo Veri Sistemi – Trafik Mesajı Kanalı (Radio Data System - Traffic Message Channel)
RFID	Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification)
RITA	Araştırma ve Yenilikçi Teknoloji İdaresi (Research and Innovative Technology Administration)
SCADA	İzleme Kontrol ve Veri Toplama (Supervisory Control and Data Acquisition)
SMS	Kısa Mesaj Hizmeti (Short Message Service)
SOCRATES	Trafik Verimliliği ve Emniyeti için Hücrel Radyo Sistemi (System of Cellular Radio for Traffic Efficiency and Safety)
TEDES	Trafik Elektronik Denetleme Sistemi
TEP	Ton Eşdeğer Petrol

TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TOT	Sadece Kamyon Şeridi (Truck Only Toll)
TRACS	Trafik Duyarlı Adaptif Kontrol Sistemi (Traffic Responsive Adaptive Control System)
TRC	Trafiğe Duyarlı Kabiliyetler (Traffic Responsive Capabilities)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UDHB	Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
UML	Birleşik Modelleme Dili (Unified Modelling Language)
UND	Uluslararası Nakliyeciler Derneği
USDOT	ABD Ulaştırma Bakanlığı (United States Department of Transportation)
UTAS	Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi
UTMC	Kent içi Trafiği Yönetimi ve Kontrolü (Urban Traffic Management and Control)
UTMS	Evrensel Trafik Yönetim Sistemi (Universal Traffic Management System)
UUP	Ulusal Ulaştırma Portalı
VERTIS	Araç, Karayolu ve Trafik Zekâsı Topluluğu (Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society)
VICS	Araç Haberleşme ve Bilgi Sistemi (Vehicle Information and Communication System)
VMS	Değişken Mesaj İşareti (Variable Message Sign)
WAN	Geniş Alan Ağı (WideArea Network)

GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan küresel ekonomik durgunluk, tüm dünyada üretim, ticaret ve ulaştırma hacimlerinin büyük bir şekilde düşmesine neden olan ve ani bir şekilde tüm dünyayı etkileyen ciddi talep daralmasının yaşanmasına yol açmıştır. Ulaştırma hacminde yaşanan düşüş, ticaret hacimlerindeki düşüşten, ticaret hacmindeki düşüş ise üretimdeki düşüşten fazla gerçekleşmiştir. (OECD, 2012, s. 5) Söz konusu düşüşler, özellikle gelişmiş ekonomilerin istihdam alanında kayıplar yaşamasına sebep olmuştur. Krizin bir diğer sonucu olarak, ekonomik varlıkların gelişmiş ekonomilerden kriz öncesi gelişme sürecinde olan ekonomilere kayması hızlanmış ve bu değişim açık bir şekilde ulaştırma sektörüne de yansımıştır. Ulaştırma sektöründeki faaliyetlerin ekonomik gelişme ve iş dünyasındaki dalgalanmalarla çok yakın bir ilişkisi olması, bu durumun oluşmasındaki en önemli faktördür.

Makroekonomik göstergelerin önemli ölçüde etkilediği ulaştırma sektöründe, sürekli ekonomik büyüme, sürekli nüfus artışı ve artan şehirleşme sektörün geleceği açısından daha belirleyici olmaya başlamıştır. Kişi başına gelirin yüksek olması ve nüfusun çoğalması hem yolcu taşımacılığında hem de yük taşımacılığında hareketlilik ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde hem yolcu, hem de yük taşımacılığında kriz sonrası dönemde dahi artış gözlenmiştir.

Bunlarla birlikte, dünyada ön plana çıkan güvenli, dakik, daha kısa sürede ve daha konforlu ulaşım talepleri son yıllarda ulaştırmanın gelişimini hızlandırmıştır. Bu gelişme çerçevesinde, lojistik hizmetleriyle desteklenen ulaştırma türlerinin bütünleşmiş bir şekilde işletimini, verimli ve etkili bir ulaştırma altyapısı oluşturulmasını ve ulaştırma türlerinde güvenliği öne çıkaran sürdürülebilirlik kavramını da göz önünde bulundurarak, insan faktörünü öncelik olarak gören ve çevreye zararı en aza indirgeyen politikaların uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. (Kalkınma Bakanlığı, 2013, s. 122) Bu kapsamda, verimlilik ve etkinliği ön plana çıkaran sürdürülebilirlik kavramı, enerji tüketiminin azaltılması ve arazilerin verimli ve etkin kullanılması ile birlikte güvenlik ve emniyet unsurlarının da geliştirilmesi ile doğrudan ilişkilidir.

Önümüzdeki dönemde, özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından, fakirliğin önlenmesi, istihdam ve eğitim imkânlarının gelişmesi, pazarlara erişim ve kullanılmayan arazilerin değerlendirilmesi adına ulaştırmanın kilit role sahip olacağını da göz önünde bulundurduğumuzda, artan sorunlarla başa çıkabilmek için sürdürülebilir çözümlere olan ihtiyaç daha net bir şekilde gözlenebilmektedir.

Yaklaşık 200 yıl önce başlayan endüstri devrimi, 100 yıllık bir mazisi bulunan ve üretim yaparken bilginin kullanımı ile verimliliğe vurgu yapan üretim devrimi ile birlikte 2000’li yıllarda olduğumuz bu dönemde bilgiyi bilgiye katmak suretiyle gerçekleşen yönetim devrimi, bilgi ve iletişim teknolojilerinin hızlı gelişimini ve değişimini kapsamaktadır. (Sussman, 2004, s. 7)

Ulaştırma alanında hem yolcu hem de yük taşımacılığı hizmetlerinde artan talebin daha etkin, daha güvenli ve daha çevreci bir şekilde karşılanması amacıyla geliştirilen ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla oluşturulan Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), özellikle bilgiye hızlı ve etkin bir şekilde erişilmesini sağlayarak, ekonomik, çevresel ve toplumsal açıdan sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Bu tür çözümler, esas olarak karayolu ulaştırmasının, her bir mod diğerini tamamlayacak şekilde diğer ulaştırma modları ile entegrasyonunu sağlamakta ve daha verimli küresel bir ulaştırma sistemini meydana getirmektedir. Ayrıca, sosyal adalete dayalı bir toplum oluşturmanın temel öncelikleri arasında yer alan daha hızlı ve güvenli bir hareketliliği sağlaması açısından, karayolu ağlarındaki boşluk ve engelleri ortadan kaldırmaya yardımcı olan yüksek teknoloji altyapılar inşa eden geçiş ekonomileri için de bu tür çözümlerin sağladığı katma değer göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. (UNECE, 2012, s. 29)

Bu tez çalışması ile AUS konusunda gelişmiş bazı ülkelerdeki uygulamalar ile Türkiye’deki mevcut uygulamalar incelenerek Türkiye’de uygulanması muhtemel bir AUS mimarisinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, uluslararası alanda kabul edilen mimari ve standartların nasıl oluşturulduğu ele alınacak olup farklı ülkeler ile Türkiye’deki mevcut uygulamalar değerlendirilerek bir AUS mimarisi önerisi sunulacaktır.

Bu kapsamda, birinci bölümde son yıllarda Türkiye’de karayolu ulaşımında görülen artış eğiliminin beraberinde getirdiği hava kirliliği, trafik güvenliği ve sıkışıklık gibi birtakım sorunlarla birlikte yaygınlaştırılması zorunlu hale gelen AUS’nin genel bir çerçevesi çizilecek olup, AUS’nin tanımı, tarihçesi, mimarisi ve standartları hakkında bilgiler verilecektir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, akıllı ulaşım sistemlerinin dünyadaki uygulamaları, farklı coğrafyalardaki ülkelerin konuyla ilgili ulusal planları ile birlikte incelenecektir. Tezin üçüncü bölümünde ise Türkiye’de bu alanda faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlar ile yapılan uygulamalar hakkında bilgiler bulunacaktır.

Dördüncü bölümde bir önceki bölümde ele alınan hususlara dair genel bir değerlendirme yapılacak olup, Türkiye için yapısı, bileşenleri ve fonksiyonları ile birlikte bir AUS mimarisi önerisi sunulacaktır. Son bölümde ise çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar özetlenmektedir.

Bu tez çalışması ile Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından hazırlanan “Ulusal AUS Strateji Belgesi ve Eki: Eylem Planı”nda yer alan hedeflerden biri olan “Ulusal Düzeyde bir AUS mimarisinin oluşturulması” hedefi çerçevesinde yapılacak çalışmalara katkı sağlanması öngörülmektedir.

1. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

Aniden ortaya çıkan fırtına ve deprem gibi olağanüstü doğa olaylarında toplu olarak insanların bir noktadan diğer bir noktaya taşındığı, yakıt tüketimi ve araç emisyonlarının en aza indirgenerek yüklerin ulaştırıldığı, gerçek zamanlı araç ve konum bilgileri sayesinde zaman ve maliyet açısından en avantajlı yolculukların sağlandığı ulaştırma sistemlerinin oluşturulması zor bir hedef olarak görünebilir. Hatta ulaşım araçlarının etrafında olup biten hava şartları, trafik sıkışıklığı, potansiyel diğer tehlikeler gibi her türlü durum hakkında sürücülerini uyararak kazaları en aza indirgeyen ve sistem kapasitesinin azami derecede kullanılmasını sağlayan bir ulaştırma sistemini oluşturma da gerçekten elde edilmesi güç bir amaç olarak değerlendirilebilir. Ancak güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi için günümüzdeki bilimsel gelişmeler sayesinde üretilen teknolojilerin farklı alanlarda kullanımı, genel olarak Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) olarak tanımlanmaktadır.

Farklı kaynaklarda diğer ulaştırma modları için geliştirilen bilgi ve iletişim teknolojileri için de AUS tanımlamasının geçerli olduğu belirtilse de, uluslararası standartlarda kabul edilen şekliyle AUS, karayolu ulaştırmasında ortaya çıkan bir kavramdır. AUS şehirlerarası ve şehir içi yollardan oluşan karayolu ağında yer alan altyapı ile üstyapının işletilmesi ve yönetimine yönelik bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanıldığı sistem mühendisliği uygulamalarıdır. AUS, karayolu ulaştırması sistemlerinin verimliliğini artırmak, emniyetini sağlamak, çevreye olan yararlarını arttırmak, trafiği ve altyapıları yönetmek üzere çeşitli sistemler ile uygulamaların araştırılması, planlanması, tasarımı, entegrasyonu ve çalışır hale getirilmesinden oluşan bir mühendislik disiplindir. Bu disiplin içerisinde stratejik planlama, sistem mimarisinin oluşturulması, teknolojilerin, verilerin ve iletişimin birden çok modda ve değişik yetki alanlarında birlikte çalışabilirliğin (inter-operabilite) sağlanması, gerçek zamanlı verilerin izlenmesi ile zamanlı ve doğru kullanıcı bilgileri de yer almaktadır.

AUS paydaşları, bu alanda çok disiplinli bir yapı içerisinde çok geniş bir perspektifte teknik uzmanlar ile farklı birçok kullanıcıdan teşekkül etmektedir. Her bir paydaşın çok modlu bir AUS planlanması, geliştirilmesi, yönetilmesi ve yürütülmesi için

kendi bilgilerini ve bakış açılarını bu disipline aktarmaları gerekmektedir. İnşaat mühendisleri, elektrik ve elektronik mühendisleri, sistem mühendisleri, şehir ve bölge plancıları, lojistik, siyaset, finans ve işletme uzmanları, kamu güvenliği ve acil durumlarda görevli personel ve ulaştırma altyapısı ile bir şekilde ilgisi olan farklı disiplinlerden birçok kişi AUS paydaşları kapsamında değerlendirilebilir.

1.1.Karayolu Ulaştırma Sistemindeki Sorunlar

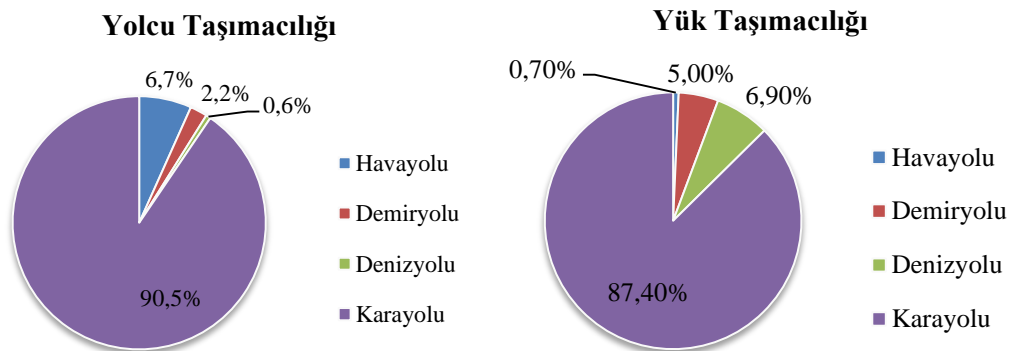
Ekonomi ve ticaret için vazgeçilmez unsurların başında yer alan ulaştırma sistemlerinden kıtalar arasındaki ulaşımda, deniz ve hava yolu ulaştırması yoğun olarak kullanılmakta iken, kıtaların içindeki ticaret büyük oranla kara ve demir yolu ulaştırması ile yürütülmektedir. Son dönemde Avrupa Birliği (AB) ülkeleri gibi gelişmiş ekonomilerde hem ticari ürünlere olan talebin, hem de kişisel motorlu araçların sağladığı kolaylıktan dolayı yolcu hareketliliğine olan talebin etkisiyle karayolu ulaştırmasına olan talep, ülkelerin gayri safi hâsıllarındaki artıştan daha fazla olmaya başlamıştır. Kriz öncesi dönemde Avrupa Komisyonu (AK) 2010'dan başlayarak karayolu trafiğindeki artışın asgari yüzde 15 seviyelerinde olacağını tahmin etmiştir. Ancak krizin tüm dünyadaki üretim ve dağıtım kanallarını etkilemesi, özellikle ağır vasıta araçlar başta olmak üzere karayolu taşıt trafiğini azaltmıştır (UNECE, 2012, s. 32). Ancak kriz sonrasında, ekonomik iyileşme açısından son derece önemli olan karayolu ulaştırmasında önceki tahminlerin yakalandığı söylenebilir.

AB bölgesi için ulaştırma sektörü ekonominin çok önemli bir kısmını teşkil etmekte olup, AB bölgesindeki gayri safi hâsılanın ve toplam istihdamın da yüzde 5'i ulaştırma sektörüne aittir. AB bölgesinde doğrudan ulaştırma sektöründe istihdam edilen kişi sayısı ise 10 milyon civarında olup, karayolu ulaştırmasındaki istihdam, tüm ulaştırma sektörü içerisindeki istihdamın yüzde 52'sini oluşturmaktadır (Avrupa Birliği, 2011, s. 5).

Yine AB ülkelerindeki ulaştırma kaynaklı gelirlerin dağılımına bakıldığında, depolama ve destek faaliyetlerinin %33,7 ile ilk sırada olduğu, karayolu yolcu ve yük taşımacılığı hizmetlerinin %32,7'lik paya, havayolu taşımacılığının %9,8'lik bir paya, deniz ve içsular taşımacılığının %9,4'lik bir paya, demiryolu taşımacılığının ise %6,2'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir (ERF, 2013, s. 12).

Türkiye'de ise ulaştırma ve haberleşme faaliyetlerinin 2012 yılı Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) içerisindeki payı yaklaşık %14 olarak gerçekleşmiştir. (Kalkınma Bakanlığı, 2014) Türkiye'de ulaştırma modlarının yolcu ve yük taşımacılığındaki dağılımına bakıldığında, 2011 yılı itibariyle yurtiçindeki yolcuların %90,5'inin, yüklerin ise %87,4'ünün karayolu ile taşındığı gözlenmektedir (UDHB, 2013a, s. 57).

Şekil1.1. Türkiye'de Modlara Göre Yurtiçi Yolcu ve Yük Taşımacılığı Oranları

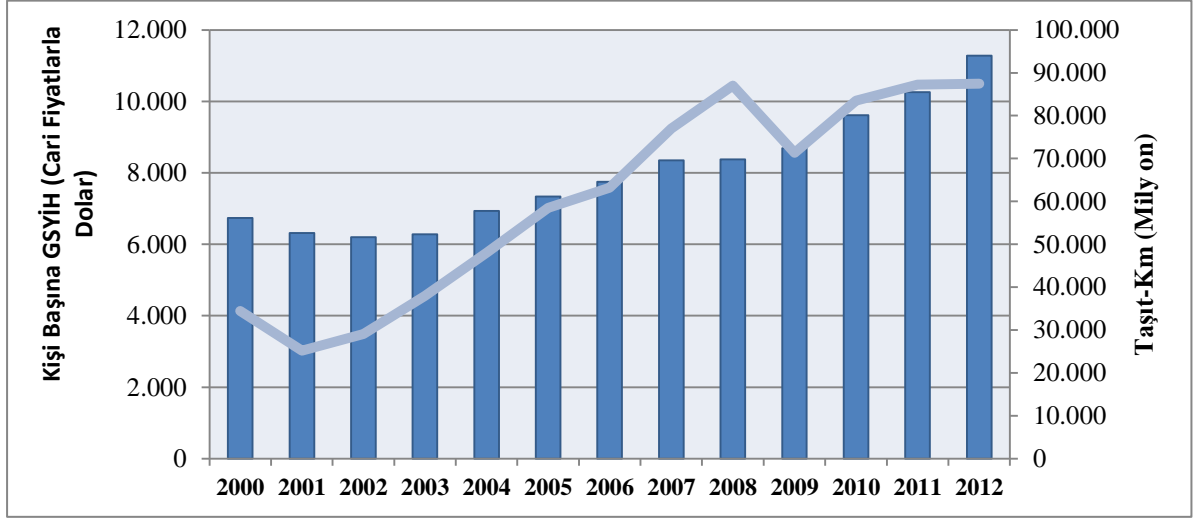


Kaynak: (UDHB, 2013a, s. 57)

Son dönemde özellikle yolcu taşımacılığında havayolu ve demiryolu alanında yaşanan gelişmelere rağmen karayolu ulaştırmasının halen tüm ulaştırma sistemi içerisinde en yüksek orana sahip olduğu gözlenmektedir.

Karayollarında gerçekleşen toplam yol kullanımı 2000'li yılların başında 40 milyar taşıt-km (kilometre) seviyesinde iken, bu rakam 2012 yılında 94 milyar taşıt-km'ye çıkmıştır (KGM, 2013, s. 9). Aynı şekilde, 2012 yılında karayolundaki yük taşıması 216 milyar ton-km, yolcu taşıması da 259 milyar yolcu-km değerine ulaşmıştır (KGM, 2013, s. 7).

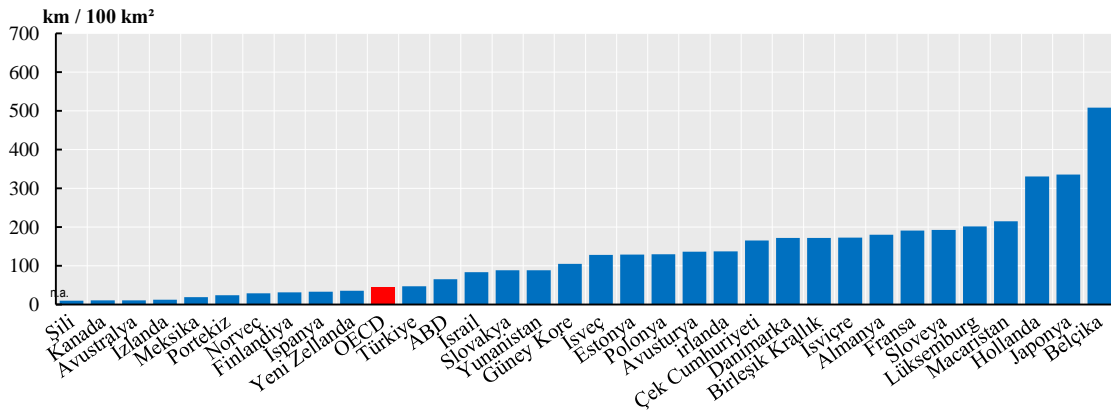
Şekil1.2. Kişi Başına GSYİH ve Taşıt-Km Büyüme Oranları



Kaynak: (KGM, 2013, s. 7)

Türkiye’de karayolu trafiğine kayıtlı araç sayısı, 2013 yılı sonu itibarıyla 17 milyon 939 bin 447’ye ulaşmış olup, trafiğe kayıtlı motorlu araçların yüzde 51,8’ini otomobil, yüzde 16,3’ünü kamyonet, yüzde 15,2’sini motosiklet, yüzde 8,7’sini traktör, yüzde 4,2’sini kamyon, yüzde 2,4’ünü minibüs, yüzde 1,2’sini otobüs, yüzde 0,2’sini ise özel amaçlı taşıtlar oluşturmaktadır (TÜİK, 2014, s. 1-3). 2013 yılı itibarıyla Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) sorumluluk alanındaki yol ağı 32.029 km ilyolu, 31.354 km devlet yolu, 2.244 km otoyollar olmak üzere toplam 65.627 km olup, kent içi yollar ve köy yolları da bu rakama dâhil edildiğinde Türkiye’deki toplam karayolu ağı 380.000 km civarındadır (UDHB, 2013b, s. 35). OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development - Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkeleri arasındaki değerlendirmede 100 km² başına karayolu ağı uzunluğunda Türkiye, 2012 yılı itibarıyla 47 km ile 44 km olan OECD ortalamasının üstünde bir değere sahiptir (OECD, 2013, s. 69).

Şekil 1.3. OECD Ülkeleri Karayolu Yoğunlukları



Kaynak: (OECD, 2013, s. 69)

2003 yılında 52 milyar taşıt-km olan yol kullanımı 2013 başı itibariyle yaklaşık iki katına çıkmış, bu dönemde gerçekleştirilen bölünmüş yol çalışmaları ile 2003 yılındaki 6.101 km bölünmüş yol, üç katını aşarak yaklaşık olarak 23.000 km'ye ulaşmıştır (UDHB, 2013b, s. 36). Son dönemde yapılan bölünmüş yol yatırımlarının talep artışına kısa vadede cevap verebileceği değerlendirilmekte birlikte, motorlu araçların sayısındaki ve insanların gelir seviyelerindeki artışla karayolu ulaştırmasına olan talebin karşılanması noktasında uzun vadede sürdürülebilir çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü söz konusu altyapı yatırımlarının pahalı yatırımlar olması ve özellikle kent içi karayolu ulaşımında kullanılan yollara ilave yollar inşa etmek için uygun araziler bulmanın zor olması, uluslararası platformlarda kabul edilen önemli darboğazlar arasında yer almaktadır.

Bununla birlikte, karayolu ulaştırması açısından dünya genelinde karşılaşılan kayda değer sorunlar arasında enerji kaynaklarının azalması yer almaktadır. Karayolunda seyreden motorlu araçların kullandığı enerji kaynakları arasında ilk sırada fosil yakıtlar gelmekte olup, fosil yakıtlara alternatif olan diğer enerji kaynaklarının kullanımı son dönemlerde gündeme gelen konular arasında yer almaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) verilerine göre ulaştırma sektöründeki tüketim, dünya genelindeki enerji kullanımının %19'una tekabül etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2012 yılı istatistiklerine göre, Türkiye'de ulaştırma sektöründe kullanılan toplam enerji miktarı 20,8 milyon Ton Eşdeğer Petrol(TEP) olup, 18,5

milyon TEP yani yaklaşık olarak bütün ulaştırma sektörünün yüzde 89'u karayolu ulaştırmasında tüketilmektedir (ETKB, 2014).

Petrolün büyük kısmını ithal eden Türkiye'de petrol fiyatlarındaki değişimler ve petrol kaynaklarındaki azalmadan dolayı artan taleple birlikte karayolu ulaştırmasının enerji verimliliği açısından önemli sorunlarla karşılaşılabileceği düşünülmektedir.

Karayolu ulaştırmasındaki fosil yakıt kullanımı hava kirliliği oluşturmakta, artan motorlu araç kullanımı da gürültü kirliliği meydana getirmektedir. Karayolu ulaştırmasının başlıca sorunları arasında yer alan çevresel etkiler, önlemler alınmaması halinde gelecekte daha büyük sorunların yaşanabileceği başka bir alan olarak değerlendirilmektedir. IEA verilerine göre yakıtların harcanması neticesinde ortaya çıkan karbon dioksit (CO₂) salınımının %23'ü ulaştırma kaynaklıdır. Yapılan tahminlere göre bu oranın 2030 yılına kadar %50, 2050 yılına kadar %80 oranında artış göstermesi beklenmektedir (IEA, 2009, s. 29).

Türkiye'de ise 2011 yılında ulaştırma sektörü kaynaklı ve genel (tüm sektörleri içeren) CO₂ eşdeğer salınım miktarlarına göre, ulaştırma kaynaklı salınımların toplam salınımlar içindeki payı %11,4'tür. Bu oran içerisinde tüm modlar arasında en yoğun biçimde kullanılan mod olan karayolu ulaştırması, 2011 yılında ulaştırma sektöründen kaynaklı CO₂ emisyonlarında %87 ile en yüksek paya sahiptir. (UDHB, 2014)

Karayolu trafik güvenliği de karayolu ulaştırmasında yaşanan en önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Bir ulaştırma sisteminde güvenlik kavramı, mümkün olan en az tehlike seviyesinin bulunduğu bir durumda bir ya da daha fazla aracın ya da eşyanın bir yerden başka bir yere hiçbir zarara uğramadan taşınabilmesidir. Doğal olarak, uzun vadede ihmal edilebilecek ya da sıfır seviyesinde bir risk hedeflense de, yaşanan tecrübeler hiçbir insani faaliyetin tamamen risksiz olamayacağına işaret etmektedir (UNECE, 2012, s. 33).

Motorlu araçların hareket halinde olmaları nedeniyle sürücüler, altyapı ve araçlardan kaynaklanan trafik kazaları özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan nüfus,

kentleşme ve motorlu araçlar yüzünden son dönemde artış göstermiştir. Ölüm, yaralanma ya da maddi hasarlar ile sonuçlanan trafik kazaları ülkelerin ulusal ekonomileri açısından kayıplara neden olmakla beraber, can kaybı ve yaralanmaların da toplumsal zararlara neden olduğu bilinmektedir. Türkiye’de 2012 yılında meydana gelen toplam kaza sayısı 1.296.636 olup, bunların 153.549 tanesi ölüm ya da yaralanma ile neticelenmiştir. Bu kazalarda hayatını kaybeden insan sayısı 3.750, yaralı sayısı ise 268.102’dir (KGM, 2013, s. 3).

Bütün bu sorunlarla birlikte karayoluna yapılan yatırımların maliyet açısından yüksek olması da finansman sağlanması noktasında ülkelerin merkezi bütçelerini zorlar hale gelmiştir. Özellikle Türkiye’ gibi gelişmekte olan ekonomilerde sadece karayolu değil diğer büyük ölçekli altyapı projelerinde kamu-özel-işbirliği (KÖİ) ortaklığının alternatif finansman modeli olarak uzun vadeli ihtiyaçları karşılaması yönünde bir eğilim gözlenmektedir. Son dönemde piyasalarda yaşanan dalgalanmalar ve krizlerden dolayı, başta Kuzey Amerika ve AB ülkelerindeki piyasa koşullarının fiyatlama ve kredi hacimleri bozulmaya uğramış ve bu durum gerekli finansmanın sağlanmasını zorlaştırmış ya da maliyetlerin sürdürülemez seviyelere çıkmasına neden olmuştur. Bu yüzden planlanan KÖİ projelerinde gerçekçi ve güncel fizibilitelere ihtiyaç duyulmakta olup, bu tür projelerin zamanlaması da önem arz etmektedir. Ayrıca mevcut karayollarındaki kapasitenin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak yerine karayolu uzunluğunu artırmaya yönelik altyapı yatırımlarının geçici çözümler sağladığı göz ardı edilmemeli, mevcut finansman kaynakları uzun vadeli ve sürdürülebilir çözümler için değerlendirilmelidir. Ayrıca, kent nüfusunda yaşanan artışla birlikte kent içinde kalan karayollarının daha verimli kullanılması ile farklı ulaştırma modlarının planlı bir şekilde bütünleştirilmesi, farklı ulaştırma modlarına yapılacak yatırımların finansmanını olumlu bir şekilde etkileyebilmektedir.

1.2.Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Tarihçesi

İlk olarak 1928 yılında kullanılmaya başlanan elektrikli trafik ışıkları ilk AUS uygulamaları olarak değerlendirilmekte olup, 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanan bilgisayar kontrollü trafik ışıkları da AUS uygulamalarının tarihçesi açısından önem arz etmektedir (Yılmaz, 2012, s. 19).

Bu uygulamaları ilk olarak 1970'li yıllardan ortaya çıkan ve Fransızca "télématique" kelimesinden gelen "Telematik" kavramı çerçevesinde değerlendirmek daha doğru olacaktır. 1978 yılında Fransız iki uzman tarafından telekomünikasyon ve enformatik kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşan bu kavram, 1980'li yıllarda İngilizce ve diğer dillerde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu kavram, bilginin telekomünikasyon ağı üzerinden iletilmesi ve bu bilginin bilgisayar aracılığı ile işlenmesi süreçlerinin birleştirilmesi olarak tanımlanabilir (Nowacki, 2012, s. 403).

Bazı araştırmacılara göre, telematik kavramı bu tanımlama ile birlikte fiziksel sistemlerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere bu sistemlerle uyumlu olan altyapı, organizasyon, bakım ve yönetim görevleri için geliştirilen otomatik kontrol sistemlerini de içine almaktadır. Telematik sistemlerin kullandığı farklı yazılım, araç ve uygulamaların başında telematik sistemlerindeki her bir elemanını bir birine bağlayan elektronik haberleşme sistemleri için WAN (Wide Area Network - Geniş Alan Ağı), LAN (Local Area Network - Yerel Alan Ağı), mobil haberleşme ve uydu sistemleri, bilgi toplama için ölçüm alıcıları, video kameralar ve radarlar, telematik sistem yöneticilerine yönelik bilgi sunumu için coğrafi bilgi sistemleri, erişim kontrol sistemleri, sistem kullanıcılarına yönelik bilgi sunumu için ışıklı işaretlemeler, radyo yayınları ve internet teknolojileri yer almaktadır.

"Telematik" bir süre sonra farklı alanlarda kullanılmaya başlanmış ve sağlık, finans, çevre koruma, posta hizmetleri, bina ve kütüphane yönetimi telematiği gibi farklı kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu uygulamalarla birlikte modern ulaştırma sistemlerinde de kullanılmaya başlayan telematik sistemler, ulaştırmanın tam olarak gerçekleştiği yer ve zamanda karayolu trafiğine katılan kullanıcıların davranışlarını, motorlu araçların teknik kabiliyetlerini ve operasyonlarını veya altyapıyı veri transferi ve veri analizi teknikleri sayesinde yönetme becerisine sahip sistemler olarak geliştirilmeye

başlamıştır. Ulaştırma telematikleri (Transport Telematics) kavramı da 1990 yılından itibaren Avrupa’da yaygınlık kazanan bir kavram olmuştur.

Literatüre bakıldığında, ulaştırma telematikleri kavramının gelişimi ve AUS kavramına dönüşümü tarihsel açıdan üç aşamadan oluşmakta olup, bu aşamalar Şekil 1.4.’de gösterilmektedir. İlk aşama olan ve AUS araştırmalarının başladığı 1970-1980 arasındaki dönemi kapsayan aşamada, özellikle 1970’li yılların başında birçok Avrupalı şirket tarafından gönderilen bir bilgi mesajının başında bir kod yayınlayan böylece sadece o bilginin belirli araçlara ulaşmasının sağlandığı haberleşme sistemleri geliştirilmiştir. Almanya’da 1974 yılında yaz tatillerinde otoyollarda yaşanan trafik sıkışıklığını hafifletmek için FM (Frekans Modülasyonu) yardımıyla geliştirilen ARI (Autofahrer Rundfunk Informationssystem- Sürücü Radyo Yayını Bilgilendirme Sistemi) bu alandaki ilk örneklerden biridir. 1970 yılından itibaren Avustralya Karayolları Müdürlüğü tarafından 30 sinyalli kavşağın merkezden kontrolü ve TRC (Traffic Responsive Capabilities - Trafiğe Duyarlı Kabiliyetler) sistemi geliştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) devlet tarafından desteklenen ERGS (Electronic Route Guidance System – Elektronik Güzergâh Kılavuzu Sistemi) AUS adına yapılan geniş kapsamlı araştırma geliştirme (Ar-Ge) çalışmalarının ilk aşamasını teşkil etmektedir. 1973 yılında Japonya Uluslararası Ticaret ve Sanayi Bakanlığı tarafından desteklenen CACS (Comprehensive Automobile Control System - Kapsamlı Otomobil Kontrol Sistemi) bu alanda Japonya’da geliştirilen ilk uygulamadır (Nowacki, 2012, s. 404-405). Yukarıda sayılan tüm bu sistemler güzergâh planlaması amaçlı olup, dev bilgisayar sistemleri tarafından oluşturulan merkezi sistemlerce işletilmiştir. O dönemdeki teknik sınırlamalardan dolayı bu tür sistemlerin pratik hayata geçirilmesi noktasında istenen sonuçlar elde edilememiştir.

Şekil 1.4. AUS Uygulamalarının Tarihsel Gelişimi

Bölgeler	Birinci Aşama	İkinci Aşama	Üçüncü Aşama
Avrupa	ARI	PROMETHEUS (1986-1994) DRIVE 1,2 1991 ULAŞTIRMA TELEMATİKLERİ	
ABD	ERGS	MOBILITY 1989-1992/IVHS 1991 AUS	
Japonya	CACS	1989 ARTS RACS/VICS CIMS/ASV 1994 AUS	
Avustralya	TRC	1985 TRACS/1998 STREAMS 1992 AUS	
	1970	1980	1991 1994

Kaynak: (Nowacki, 2012, s. 405)

İkinci aşamayı oluşturan 1981-1994 arasındaki dönemde yığınsal belleklerin gelişimi gibi teknolojik gelişmeler, AUS uygulamalarının sahada uygulanabilirliğini arttırmıştır. Avrupa'daki iki proje bu aşamada gerçekleşen başlıca projeler arasında yer almaktadır. Bunlardan biri PROMETHEUS (Program for European Traffic System with Higher Efficiency and Unprecedented Safety – Daha Yüksek Verimli ve Eşsiz Emniyetli Avrupa Trafik Sistemi Programı) olup, bu projede elektronik sürücü yardımları, araçtan araca iletişim ve araçtan altyapıya iletişimin olduğu değişik haberleşme, robotik ve ulaştırma teknolojilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu proje, Avrupa'nın rekabetçi gücünü arttırmak amacıyla başlatılan ve bir Pan-Avrupa girişimi olan EUREKA programının parçası olarak 1986 yılında ortaya çıkmıştır. Bu projeye 18 Avrupalı otomobil üreticisi şirketle birlikte 40'in üzerinde araştırma kuruluşu iştirak etmiştir. Avrupa'da aynı dönemde başlanan diğer proje de DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe – Avrupa'daki Araç Emniyeti için Adanmış Karayolu Altyapısı) projesidir. Bu proje DRIVE I ve DRIVE II olarak iki bölümden ibaret olup, DRIVE I 1989 yılında hayata geçmiştir. DRIVE I kapsamında, ulaştırma hizmetlerinin asgari maliyet ve tehirlle sunulması, verimliliğin ve etkinliğin artırılması amaçlanarak AB'deki işletmecilerin genel yaklaşım ve modelleme, insan davranışları ve emniyet,

trafiğin kontrolü ile telekomünikasyon ve veri tabanı altyapısı adındaki 4 başlıkta çalışmalar sürdürülmüştür. Bu program kapsamında desteklenen 72 proje arasından en büyüğü British Telecom, Philips, Daimler Benz ve Volvo gibi Avrupa'nın farklı ülkelerinden paydaşların yer aldığı SOCRATES (System of Cellular Radio for Traffic Efficiency and Safety – Trafik Verimliliği ve Emniyeti için Hücresel Radyo Sistemi) projesidir. Bu proje GSM (Global System for Mobile Communications – Mobil Haberleşme için Küresel Sistem) teknolojisinin ilk kez kullanıldığı AUS uygulaması olarak tarihe geçmiştir. DRIVE I programının devamı niteliğindeki DRIVE II programında da 1992-1994 yılları arasında yolculuk ve trafik bilgisi, trafik yönetimi operasyonları ve trafik kontrolü, toplu taşıma, otomatik ücretlendirme ve talep yönetimi, filo ve yük yönetimi, sürücü yardımı gibi alanlarda birçok proje teşvik edilmiştir. AUS alanında Avrupa'da faaliyet gösteren Avrupa ülkeleri ile uluslararası kuruluşlara açık olan ERTICO (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization – Avrupa Karayolu Ulaştırması Telematikleri Uygulama Koordinasyon Kurumu) kamu özel ortak girişimi olarak Avrupa Komisyonu'nun desteği ile 1991 yılında faaliyetlerine başlamıştır (Nowacki, 2012, s. 405-407). ERTICO üyeleri için AUS uygulamalarının hayata geçirilmesinde destek sağlayan bir platform olup, üyeleri adına kamu tarafından finanse edilen AUS geliştirme ve uygulama projelerinin yönetimini yapmaktadır. Ayrıca AUS uygulamaları için Avrupa'da gerekli çerçeveyi ve planlamaları yapmakta, karar vericiler ve liderler arasında AUS'nin faydalarına dair farkındalığın artırılması da ERTICO'nun çalışmaları arasında bulunmaktadır.

ABD'de ise ABD Ulaştırma Bakanlığı için Federal Danışma Kurulu olarak görev yapmak üzere 1990 yılında kurulan IVHS'nin (Intelligent Vehicle Highway Systems - Akıllı Araç Otoyol Sistemleri) oluşumuna öncülük eden Mobility 2000 programı 1989 yılında başlatılmıştır. IVHS programı, kanun haline gelirken “insanları ve eşyaları enerji etkin bir şekilde taşımak ve küresel ekonomide rekabet edecek bir yapı oluşturmak amacıyla iktisadi açıdan kusursuz ulusal bir intermodal ulaştırma sistemi” kurulması bağlamında ayrılmaz bir parça olarak tanımlanmaktadır. 1991 yılının Aralık ayında ISTEA (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act - İntermodal Ulaştırma Verimliliği Yasası) kabul edilmiş, bu yasa ile ulusal düzeyde

AUS ile ilgili Ar-Ge faaliyetlerinin yürütülmesi, bu sistemlerin test edilmesi ve yaygınlaştırılması amaçlanmıştır. Bu yasa ile birlikte AUS projelerine ilk etapta ayrılan bütçe 660 milyon ABD Doları olmuş, 1992-1997 yılları arasında toplam aktarılan kaynak da 1,2 milyar ABD Doları olarak gerçekleşmiştir. Bu arada, 1991 yılında AUS Amerika teşkilatı oluşturulmuş, özel sektör şirketleri, kamu kurumları, akademik kurumlar ve araştırma merkezleri bu teşkilatın üyesi olmuşlardır (Sussman, 2004, s. 4-7).

Bu dönemde Japonya’da da otomobil navigasyon sistemine dayalı bir proje olarak 1984 yılında RACS (Road/Automobile Communication System – Karayolu/ Araç Haberleşme Sistemi) projesine başlanmıştır. Bu projeden sonra 1987 yılında Japon Polis Teşkilatı öncülüğünde başlatılan ve sürücülere trafik bilgilerini vermeyi amaçlayan AMTICS (Advanced Mobile Traffic Information and Communication System – Gelişmiş Mobil Trafik Haberleşme ve Bilgi Sistemi) projesi de RACS ile aynı amacı taşımasından dolayı 1990 yılında iki proje VICS (Vehicle Information and Communication System – Araç Haberleşme ve Bilgi Sistemi) çerçevesinde birleşmiştir (Yılmaz, 2012, s.60.).1985 yılında ise Avustralya’da ikinci nesil trafik yönetim sistemi olan TRACS (Traffic Responsive Adaptive Control System – Trafik Duyarlı Adaptif Kontrol Sistemi) programı başlatılmıştır (Nowacki, 2012, s. 406).

Üçüncü aşama olarak değerlendirilebilecek ve 1994 yılından itibaren günümüze kadar gelen dönemde önceki dönemlerde başlatılan programların pratik uygulamaları yaygınlaşmaya başlamış, sadece otomobil trafiğini yönetecek şekilde tasarlanan sistemlerden intermodal ulaştırmaya yönelik sistemlerin tasarlandığı bir döneme geçilmiştir. Ayrıca, AUS hem ulusal düzeyde hem uluslararası platformlarda bilgi teknolojileri sistematiği içerisinde kendisine daha sağlam bir yer edinmiştir. 1994 yılında IVHS programı AUS olarak değiştirilmiş ve “Akıllı Ulaşım Sistemleri” kavramı Paris’te düzenlenen ilk AUS dünya kongresinde kabul edilmiştir. AUS uygulamalarının geliştirilmesi, 1994-1998 yıllarını kapsayan Avrupa Birliği’nin 4. Çerçeve Programı’nda yer almış, telematikler üzerine araştırma-geliştirme faaliyetlerinin ana başlıklardan birini oluşturduğu söz konusu çerçeve program, 1994 yılı Nisan ayında Avrupa Konseyi ve Avrupa Parlamentosu’nda kabul edilmiştir.

Yine 1994 yılı içerisinde, Japonya’da beş bakanlığın işbirliğinde AUS konusunda standardizasyon, Ar-Ge, sistem mimarisi ve uluslararası işbirliği alt başlıklarında çalışmalar gerçekleştirmek üzere AUS Japonya teşkilatı oluşturulmuştur. Küresel İleri Bilgi ve Telekomünikasyon Topluluğu’nun bir parçası olan AUS Japonya, Asya-Pasifik bölgesinde bu alanda ilk temas noktası olarak kabul edilmektedir. Bu organizasyonun Bakanlar düzeyinde yapılandırılan yönetim kurulu, VERTIS (Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society – Araç, Karayolu ve Trafik Zekâsı Topluluğu) gibi ulusal ve uluslararası kuruluşlarla işbirliği halinde çalışmalarını sürdürmüş ve birçok faaliyeti desteklemiştir. VICS ile ATIS (Advanced Traffic Information System – İleri Trafik Bilgi Sistemi) Japonya’da halen kullanımda olan bu tür çalışmalardandır. VICS programı ilk olarak Tokyo ve Osaka şehirlerinde devreye alınmış olup, her bir otoyol idaresinden gelen gerçek zamanlı trafik bilgileri bu sistemin merkezinde toplanmaktadır. Daha sonra da sistem üzerinden FM radyo yayını ve yol kenarı trafik işaretlemeleri ile sürücülere ve diğer karayolu kullanıcılarına trafik bilgileri aktarılmaktadır (Nowacki, 2012, s. 406).

Avustralya’da 1998 yılında TRACS ve Güney Batı Otoyolunda kullanılan sistem birleştirilerek STREAMS adını alan yeni bir trafik yönetim sistemi meydana getirilmiş, 2002 yılında sistemin işletilmesi özelleştirilmiştir. 2007 yılından beri de bu sistemin üçüncü sürümü kullanılmakta olup, sistem entegre bir şekilde trafik ışıklarının yönetimi, olay yönetimi, otoyol yönetimi, araç önceliği yönetimi, seyahat bilgi sistemi ve otopark yönetimi gibi yönetim fonksiyonlarını yerine getirmektedir (Wikipedia, 2014a).

“Ulaştırma Telematikleri” kavramından “Akıllı Ulaşım Sistemleri” kavramına geçişin neredeyse tüm dünyada tamamlandığı bu üçüncü aşamada ITSS (Intelligent Transportation Systems Society – Akıllı Ulaşım Sistemleri Topluluğu) dünyanın sayılı meslek örgütlerinden biri olan IEEE’nin (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) alt bir topluluğu olarak 1999 yılında kurulmuştur. ITSS’nin amacı AUS alanında dünyanın değişik yerlerinde çalışan bilim adamlarını ve mühendisleri bir araya getirmek ve üyelerinin uzman duruşunu güçlendirmektir. Yine aynı dönemde 2001-2010 yıllarını

kapsayan AB ortak ulaştırma politikası AUS'nin gelişimi açısından önem arz etmektedir (Nowacki, 2012, s. 406).

Avrupa Birliği, üyesi olan ülkeler için akıllı ulaşım sistemlerinin sistematik bir şekilde uygulanarak yaygınlaştırılmasının sağlanması için 2010/40/EU numaralı bir yönerge hazırlamış ve 2010 yılında bu yönergeyi yayımlamıştır. Bu yönergenin asıl amacı, diğer ulaştırma türleriyle entegre bir hâlde, daha güvenli, emniyetli, çevre dostu ve verimli bir karayolu ulaştırması sağlamak amacıyla, akıllı ulaşım sistemlerinin yaygınlaştırılması sürecinin hızlandırılması ve koordine edilmesi için gerekli çerçevenin oluşturulmasıdır. Bu temel amacın yanında sistemlerin birlikte çalışabilirliğinin sağlanması, tüm paydaşların etkin işbirliği, kesintisiz erişim ve ulaşım ile hizmetlerin devamlılığı gibi yan amaçlar da mevcuttur. Bu yönerge ile birlikte, Avrupa Birliği içerisinde yedi yıl boyunca AUS çözümlerinin devamlılığı, birlikte çalışabilirliği ve uyumluluğunu sağlamak için kurumsal, işlevsel ve teknik koşullar gibi bazı gereksinimler kabul edilmiştir. Bu yönergenin öncelikli konuları arasında trafik ve seyahat bilgileri, e-Call (e-ağrı) acil durum sistemi ve akıllı kamyon park sistemleri bulunmaktadır (Avrupa Birliği, 2011).

Başlıca AB ülkeleri, ABD, Japonya ve Avustralya gibi ülkelerdeki tarihsel gelişime ilişkin bilgilerin yer aldığı AUS uygulamalarının temel üç aşaması 1960'lardan günümüze kadar yapılan uygulamaları kapsamaktadır. Ancak, özellikle üçüncü aşamayı kapsayan dönemden itibaren Kanada, Güney Kore, Singapur, Çin gibi ülkelerin de bu alanda gerçekleştirdiği önemli çalışmalar mevcuttur.

1.3.Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Sağladığı Faydalar

AUS uygulamaları, karayolu ulaştırmasının altyapısını kuran, işleten ve kullanan kişilerin veya kurumların maruz kaldığı maliyetlerin azalmasını sağlayarak verimliliği arttırmakta, seyahat bilgileri ile etkin talep yönetimini bir araya getirerek seyahat seçeneklerini ve mobilitayı çoğaltmaktadır. Benzer biçimde, verimlilik ile birlikte çevreye olan zararlı etkilerin azalmasına neden olmakta ve kaynakların etkin kullanılmasını sağlamakta olup, emniyet ile güvenliğe yönelik uygulamalar ile de insan sağlığı ve sosyal yapının korunmasına yardımcı olmaktadır. AUS

uygulamalarının toplumun genelini ilgilendiren karayolu ulaştırması güvenliği ve emniyetine olan katkısı, AUS'nin faydaları arasında ilk sırada gelmektedir. Bu alanda karayollarında seyreden araçların diğer araçlarla, altyapı ile araç kullanıcıları arasındaki etkileşimi sırasında sürücüye yönelik yardımcı sistemler, trafik kazaları sırasında sağlık ve emniyet birimleri ile kazalara müdahalenin en kısa zamanda sağlanmasına yönelik sistemler örnek gösterilebilir.

ABD'de ATDM (Active Transportation Demand Management – Aktif Ulaştırma Talep Yönetimi) programı, trafik kazaları yönetimi, acil trafik operasyon yönetimi uygulamaları ve bağlantılı araç uygulamaları emniyetin iyileştirilmesine yardımcı bir takım uygulamalardan ibaret bir programdır. Bu program kapsamındaki uygulamalar ile birlikte emniyet kemeri kullanımının yaygınlaşması, alkollü araç kullanımının azaltılması, motorlu araç ve karayollarının iyileştirilmesi gibi tedbirlerle birlikte 2010 yılında otoyollarda gerçekleşen trafik kazaları ölüm oranı, 1980 yılındaki oranlara göre % 35'den fazla azalma göstermiştir (Noyes, 2013, s. 6). Bu tür uygulamalar ile sadece araç içerisindeki yol kullanıcıları değil aynı zamanda yayaların da emniyetinin sağlanmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Yine, özellikle tehlikeli yüklerin taşınması sırasında meydana gelebilecek olumsuz durumların engellenmesi adına da AUS uygulamalarından istifade edilebilmekte, tehlikeli yük taşıyan araçların ve taşıdıkları yüklerin izlenmesi, acil durumlarda bu araçların yönlendirilmesi için AUS uygulamaları geliştirilmektedir. Ayrıca trafik halindeki karayolu kullanıcılarının kural ihlallerini tespit eden AUS uygulamaları, sürücülerin kurallara uyma davranışını geliştirmelerine yardımcı olurken muhtemel kazaların engellenmesine yardımcı olmaktadır. Karayolu üzerinde seyreden araçların maruz kalabileceği meteorolojik olayları haber veren, yol üzerindeki bozulmaları veya bakım işlemlerini önceden haber veren AUS uygulamaları ile de olası kötü durumlarla karşılaşılması önlenebilmektedir.

AUS uygulamaları özellikle ticari araçlarda yolculuk sresinin azaltılmasını ve araçların rota takipleri yapılarak işletme maliyetlerini düşürülmesini sağlamaktadır. Böylece sağlanacak ekonomik tasarruf, bireysel olarak işletmecilerin karlılığını

arttırırken ulusal ölçekte ekonomilerin sürdürülebilir bir şekilde büyümesini ve rekabetin adil olmasını sağlamaktadır. Karayolu altyapısında yapılan çalışmaları veya hava olaylarını haber veren bazı AUS uygulamaları ticari filoların rotalarını daha etkin bir şekilde belirlemelerine yardımcı olabilmektedir. Benzer şekilde, ücret toplama sistemlerinin otomatik ve daha hızlı çalışır bir şekilde olmasını sağlayan AUS uygulamaları, ücret ödeme kuyruklarını kısaltmakta olup, kullanıcılara daha hızlı seyahat imkânını makul ücretler karşılığında sunabilmektedir.

Yukarıda bahsedilen örnek AUS uygulamalarının sağladığı başka bir fayda da özellikle fosil yakıt kullanımına dayalı olan karayolu ulaştırması sistemlerinde daha az enerji ile daha verimli seyahatin yapılmasına olanak sağlamasıdır. Böylece zararlı gaz emisyonları miktarı azaltılabilmekte ve kaynakların doğru kullanılması yoluyla çevre dengesi sağlanabilmektedir. Özellikle kent içindeki trafik sıkışıklığını yönetmekte kullanılan AUS uygulamaları ile kentte yaşayan insanların daha sağlıklı bir çevrede yaşamaları sağlanarak insanların yaşam kalitesinin artmasına yardımcı olunmaktadır.

AUS uygulamalarının yaygınlaşmasının iktisadi açıdan sağlayacağı başka bir fayda da teknolojiye dayalı bu sektörde faaliyet gösteren şirket sayısının artması ile birlikte, bu alandaki istihdamın artması ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi ile küresel ölçekte yeni pazarlara açılımın gerçekleşmesidir. ABD’de AUS uygulamaları üreten şirketlerin 2009 yılındaki toplam gelirleri 48 milyar ABD Doları olarak, bu şirketlerde çalışan personel sayısı 180.000, tüm değer zincirindeki istihdam ise 445.000 olarak tahmin edilmektedir (ITS America, 2011, s. 10).

Özetle, AUS uygulamalarının doğrudan ve dolaylı birçok faydası bulunmakla beraber, esas faydasının karayolu ulaştırmasının daha verimli, daha güvenli ve çevreye daha duyarlı hale getirilmesi olduğu görülmektedir.

1.4.Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi ve Standartları

Mimari kelimesi sistemlere ait tanımların yapıldığı, yapısının ve bileşenlerinin gösterildiği, hangi ürünlerin sistem için geliştirilip kullanılacağını belirleyen çerçeve olarak tanımlanabilmektedir. Diğer karmaşık sistemlerde olduğu gibi AUS uygulamaları için de tasarım, hayata geçirme ve yatırım kararı verme aşamalarında stratejik bir çerçevenin dolayısıyla bir AUS mimarisinin belirlenmesi gerekmektedir. AUS mimarisi, AUS uygulamalarının entegrasyonu için yapılan planları hayata geçirmek için üst düzey bir çerçeve oluşturmakta olup, teknik bilgiler ile birlikte, örgütsel, yasal ve ticari konuları da kapsamaktadır. AUS mimarileri ulusal düzeyde, bölgesel düzeyde ya da şehirler bazında ya da sektör veya hizmete göre oluşturulabilir. AUS mimarileri ile diğer sistemlere olan entegrasyon kolaylaştırılmakta, istenen performans düzeyleri belirlenebilmekte, mantıksal çerçeve ortaya konmakta, uygulamaların yönetimi, takibi ve genişletilmesi kolaylaşmakta ve kullanıcıların beklentileri daha iyi bir biçimde karşılanabilmektedir (Noyes, 2013, s. 8-9)

AUS'nin planlanması, tanımlanması, konuşlandırılması ve entegre edilmesi için oluşturulan bir AUS mimarisinde, AUS uygulamaları tarafından gerçekleştirilmesi beklenen kullanıcı hizmetleri, bu hizmetlerin bulunacağı varlıklar ve bu varlıklar ile hizmetler arasındaki veri ve bilgi akışları tanımlanmalıdır. Daha basit şekliyle AUS mimarisi, AUS'nin ne yaptığını, nerede çalıştığını ve AUS bileşenleri arasında hangi bilgilerin aktarıldığını açıklamaktadır. Kullanıcı hizmetleri AUS tarafından sağlanan faaliyetleri ifade etmekte olup, seyahat bilgisi verilmesi, trafiğin yönetilmesi, elektronik olarak ücretlerin toplanması, trafik kazalarının takibi, ticari filoların takibi gibi örnekler bu tür hizmetleri oluşturmaktadır. Varlıklar ise trafik yönetim merkezi, toplu taşıma araçları gibi kullanıcı hizmetlerinin verildiği fiziksel mekânlar ile AUS uygulamaları ile etkileşimde bulunan kullanıcılar veya sistem yöneticileridir. GPS (Global Positioning System – Küresel Konumlama Sistemi) gibi kendisi bir AUS olmayıp bu sistemlere bilgi sağlayan diğer sistemler de varlık olarak değerlendirilmektedir. Bilgi ve veri akışları kullanıcı hizmetleri ile varlıkları sisteme bağlayan unsur olarak bu yapıda görev almaktadır. Örneğin bir elektronik ücret

toplama sistemi, fiziksel bir varlık olan motorlu araçtan ücret toplama sistemine oradan da merkezi bir mahsuplaşma sistemine doğru gerçekleşen bir veri akışı olmadan işlev göremez. AUS uygulamalarının oluşturmuş olduğu asıl değer, ulaştırma sistemleri hakkında bilginin toplanması, analiz edilmesi ve dağıtılması kabiliyetine bağlıdır. Her ne kadar bazı bilgiler kâğıt ortamında veya sesli haberleşme ile iletirse de verinin fiziksel olarak aktarılması günümüzde kablolu ya da kablosuz haberleşme sistemleri aracılığı ile yapılmaktadır (Yokota, 2004, s. 3).

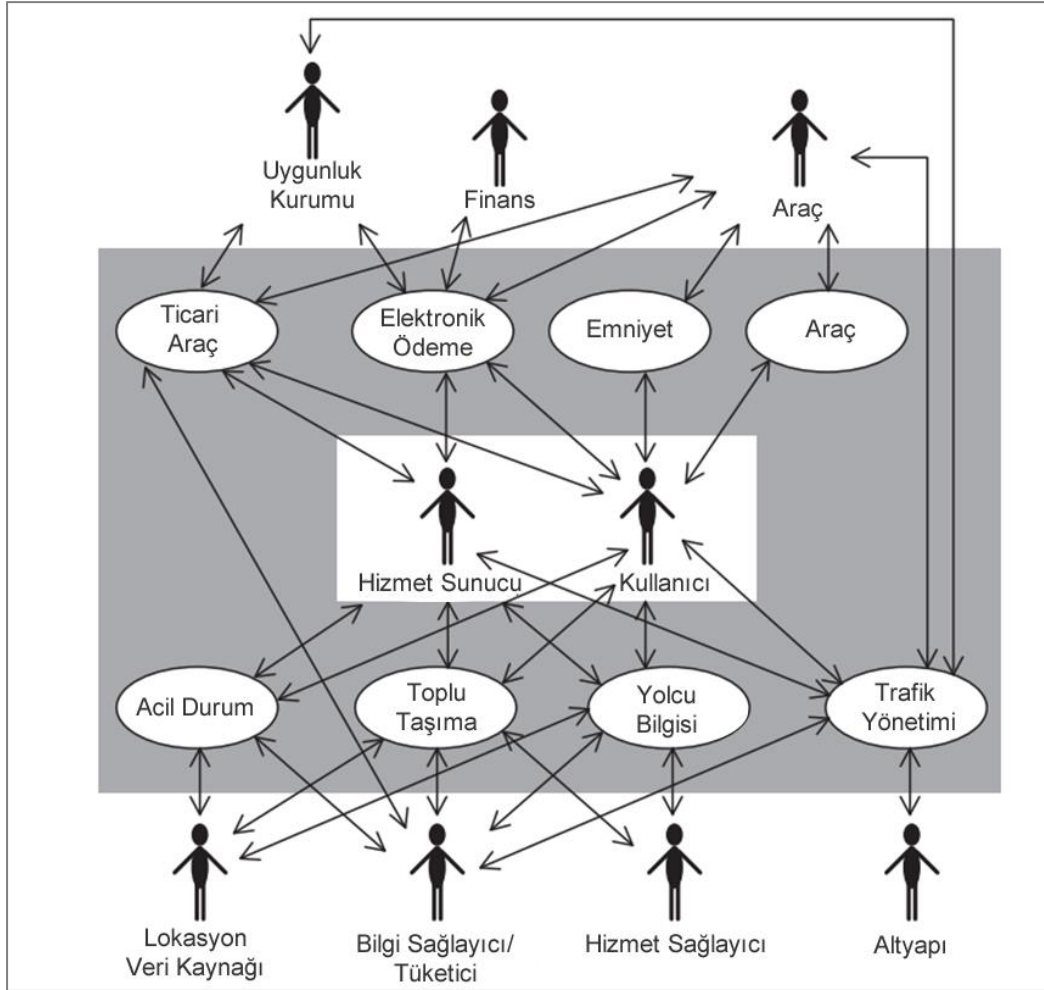
Geniş çapta bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılan her tür sistem için olduğu gibi AUS da uyumluluk, genişletebilme, birlikte çalışabilme, entegrasyon ve standardizasyon gibi özellikleri bünyesinde barındırmak zorundadır. Burada uyumluluk ile kastedilen, sistemde yer alan yazılım veya donanım bileşenlerinin değiştirilmesi halinde sistemin çalışmaya devam edebilme kabiliyetidir. Bileşenler arasındaki ara yüzlerin ve işlevsel özelliklerin açık ve tutarlı bir şekilde sistem mimarisi içerisinde tanımlanmış olması, uyumluluğa yardımcı olabilmektedir. Genişletebilme ise, sistemin daha fazla işi gerçekleştirmek, ilave konumlarda çalışmak ya da eklenen yeni görevleri başarıyla yapabilmek için geliştirilmeye müsait olmasını ifade etmektedir. Birlikte çalışabilme (inter-operabilite) de iki ayrı sistemin birbirlerini engellemeden beraber çalışabilecek şekilde bağlanabilme yeteneği anlamına gelmekte olup, tek operatör tarafından birden fazla sistemin kullanımından ziyade farklı ülkeler ya da operatörler tarafından birden fazla sistemin kullanımında kritik durum oluşturabilecek bir kavramdır. Akıllı kartları kullanan otoyol, toplu taşıma ve otopark ücret toplama sistemlerinin tek altyapıda birleştirilerek aynı standartlara uygun olarak geliştirilmesi ve bir kart ile tüm ödeme işlemlerinin yapılabilmesi, bu tür sistemlerin birlikte çalışabilme kabiliyetini arttırması adına iyi bir örnek teşkil etmektedir. Entegrasyon da birden fazla sistemin karşılıklı olarak bağlanabilmesi ve uyumlaştırılması demek olup, özellikle planlama aşamasından itibaren birden çok uygulamayı sunmak üzere entegre tek bir sistemin kurulması her bir uygulamanın ayrı ayrı geliştirilmesine nazaran zaman, emek ve maliyet açısından avantaj sağlamaktadır. Veri modellerinin, ara yüzlerin ve işlevselliğin tutarlı bir şekilde meydana getirilmesi de standardizasyon ile gerçekleşmektedir (Yokota, 2004, s. 5).AUS standartlarını tanımlamak, diğer birçok

standarda göre disiplinler arası yaklaşımlı sistemler olmasından dolayı geniş kapsamlı katılımı gerektiren bir sürece sahiptir. Çünkü bu tür sistemler, inşaat, elektronik, makine, telekomünikasyon ve bilgisayar mühendislikleri gibi farklı alanların ortak çalışması neticesinde elde edilmektedir.

AUS için bir mimari oluşturmanın ulusal ya da bölgesel AUS vizyonu oluşturulmasına yardımcı olması, bir ülkenin planlanan AUS uygulamalarının ana bileşenlerinin ve bu bileşenler arasındaki ara yüzlerin tanımlanması ile bu sistemlerin geliştirilmesinin hangi çerçeveye oturacağını belirlemesi gibi faydaları bulunmaktadır. Üst düzeyde bir mimarinin mevcut olması, bir ülkenin yeni bir AUS uygulaması geliştirmek istediği zaman referans noktası olabilmesi açısından önemlidir. Ulusal bir AUS mimarisi ortaya koyma süreci, mimarinin sonuçları kadar önem arz etmekte olup, planlayıcıların ve karar vericilerin ülkenin AUS uygulamalarına dâhil edilmesi gereken tüm varlıkları etraflıca dikkate almasını gerektirir. Ülkenin her tarafındaki paydaşların gereksinimlerinin ve düşüncelerinin alınarak bu sürecin işletilmesi, çok daha güçlü ve kullanışlı bir mimariye sahip olunmasını sağlayacak, aynı zamanda AUS'nin yaygınlaşması için siyasi ve mali destekler alınarak bu paydaşların sürece ortak olmasına yardımcı olacaktır.

Dünya genelinde pek çok gelişmiş ülke, AUS mimarisi oluşturmak için çalışmalar başlatmış olup, başta ABD, Avrupa Birliği ülkeleri, Japonya, Güney Kore gibi gelişmiş ülkelerin özellikle 1990'lı yıllarda oluşturduğu mimarilerin diğer ülkeler tarafından da örnek alınarak kullanıldığı gözlenmektedir. Ayrıca, 1992 yılında kurulan Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO – International Standards Organization) TC204 AUS Teknik Komitesi tarafından AUS mimarisi belirlemek için bir çalışma grubu (WG1) oluşturulmuştur. Bu çalışma grubu tarafından ISO 14813 kodlu standart olarak tanımlanan mimari, çok karmaşık olmamasından dolayı diğer AUS mimari için temel teşkil etmiş olup, kullanıcı hizmetlerinin bir araya getirildiği bir mimaridir (Yokota, 2004, s. 6-11).

Şekil 1.5. ISO Çekirdek AUS Mimarisi Referans Modeli



Kaynak: (Yokota, 2004, s. 12)

Şekil 1.5. ISO 14813 standardındaki AUS mimarisi referans modeli için UML (Unified Modelling Language – Birleşik Modelleme Dili) ile hazırlanan basit blok diyagramını göstermektedir. Bu standart ile belirlenen ve güncellenmeye devam edilen AUS hizmet alanları ve gruplarını gösteren Tablo 1.1. ise aşağıda yer almaktadır.

Tablo 1.1. ISO AUS Mimarisi Hizmet Alanları ve Grupları

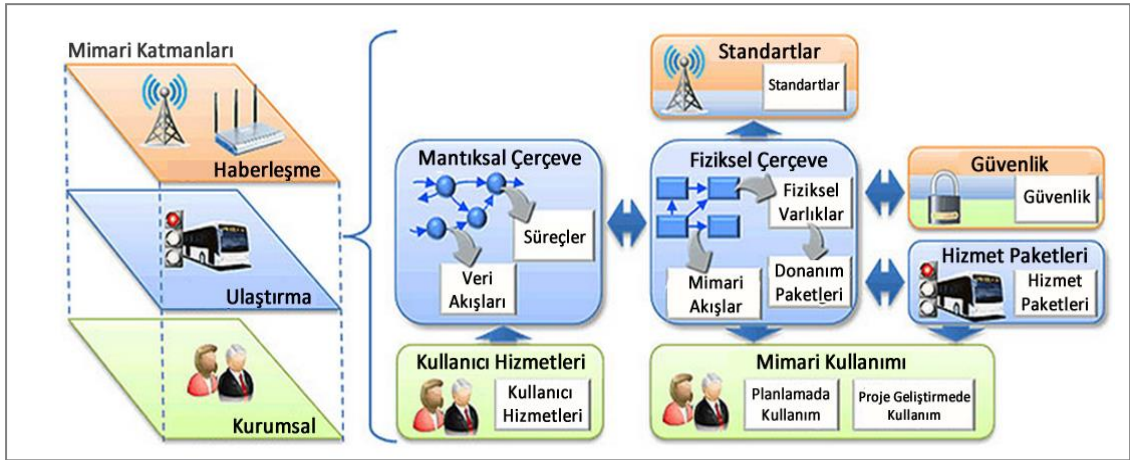
Hizmet Alanları	Hizmet Grupları
1.Yolcu Bilgisi	1.1 Yolculuk öncesi bilgi 1.2 Yolculuk sırasındaki bilgi 1.3 Yolculuk hizmetleri bilgisi 1.4 Yolculuk öncesi güzergâh rehberi ve navigasyon 1.5 Yolculuk sırasında güzergâh rehberi ve navigasyon 1.6 Yolculuk planlama desteği
2.Trafik yönetimi ve işlemleri	2.1 Trafik kontrolü 2.2 Ulaştırma ile ilgili olay yönetimi 2.3 Talep yönetimi 2.4 Ulaştırma altyapısının bakım yönetimi
3.Araç içi sistemler	3.1 Ulaştırma ile ilgili görüş iyileştirme 3.2 Otonom araç işlemi 3.3 Çarpışma önleme 3.4 Emniyet hazırlığı 3.5 Çarpışma öncesi kısıtlamaların tertibi
4.Yük taşımacılığı	4.1 Ticari araç ön izin 4.2 Ticari araç idari işlemleri 4.3 Otomatik yol kenarı emniyet denetimi 4.4 Ticari araç içinde emniyet takibi 4.5 Yük taşımacılığı filo yönetimi 4.6 İntermodal bilgi yönetimi 4.7 İntermodal merkezlerin yönetimi ve kontrolü 4.8 Tehlikeli yüklerin yönetimi
5.Toplu Taşıma	5.1. Toplu taşıma yönetimi 5.2. Talebe duyarlı ve paylaşımlı toplu taşıma
6.Acil Durum	6.1 Ulaştırma ile ilgili acil durum duyurusu ve kişisel güvenlik 6.2 Acil durum araçlarının yönetimi 6.3 Tehlikeli madde ve olay duyurusu
7.Ulaştırma ile ilgili elektronik ödeme	7.1 Ulaştırma ile ilgili elektronik mali işlemler 7.2 Ulaştırma ile ilgili elektronik ödeme hizmetlerinin entegrasyonu
8.Karayolu ulaştırması ile ilgili kişisel emniyet	8.1 Toplu taşıma güvenliği 8.2 Savunmasız karayolu kullanıcılarının emniyetinin artırılması 8.3 Engelli karayolu kullanıcılarının emniyetinin artırılması 8.4 Akıllı kavşaklar ve bağlantı yolları
9.Hava ve çevre koşullarının izlenmesi	9.1 Hava durumunun izlenmesi 9.2 Çevre koşullarının izlenmesi
10.Afet müdahalesi yönetimi ve koordinasyonu	10.1 Afet veri yönetimi 10.2 Afet müdahale yönetimi 10.3 Acil durum merkezleri ile koordinasyon
11.Ulusal güvenlik	11.1 Şüpheli araçların izlenmesi ve kontrolü 11.2 Enerji tesisleri veya boru hatlarının izlenmesi

Kaynak: (Yokota, 2004, s. 13)

ISO'nun yukarıda bahsedilen çalışmalarına öncülük eden ve ilk ulusal AUS mimarisini oluşturan ülke ABD'dir. 1994 yılında başlayan mimari geliştirme çalışmaları ABD Ulaştırma Bakanlığı'nın (USDOT – United States Department of

Transportation) Araştırma ve Yenilikçi Teknoloji İdaresi'nin (RITA – Research and Innovative Technology Administration) Ulusal AUS Mimarisi ve Standartları Programı çerçevesinde yürütülmeye devam etmektedir. ABD Ulusal AUS Mimarisi, AUS için gerekli fonksiyonlar, bu fonksiyonların yer alacağı fiziksel alt sistemler ve fonksiyonlar ile alt sistemleri birbirine bağlayan bilgi alışverişi için bir çerçeve sunmakta olup, ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından ilgili AUS paydaşları ile birlikte güncellenmektedir. Sürüm 7.0, en son Ocak 2012'de güncellenen mimarinin son halidir ve ulaştırma planlaması ve proje yönetimi, aktif trafik yönetimi, bağlantılı araçlar, ticari araç işlemleri, karayolu kullanımının ücretlendirilmesi ve Kanada'nın AUS mimarisi ile koordinasyonu kapsamaktadır (Noyes, 2013, s. 8-9). ABD Ulusal AUS Mimarisi Şekil 1.6.'da gösterildiği üzere kurumsal, ulaştırma ve haberleşme katmanları olarak üç mimari katmandan oluşmaktadır. Kurumsal katmanda bir akıllı ulaşım sisteminin etkin bir şekilde hayata geçirilmesi, işletilmesi ve bakımı için gerekli kurumlar, politikalar, finansman mekanizmaları ve süreçleri yer almakta olup, bu katman ulaştırma sistemi kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap vermek ve AUS planlaması ve proje geliştirilmesine destek sağlamak için kurgulanmıştır. Bu katmanda yolculuk ve trafik yönetimi, toplu taşıma yönetimi, elektronik ödeme, ticari araç işlemleri, acil durum yönetimi, gelişmiş araç emniyeti sistemleri, bilgi yönetimi ile bakım ve inşaat işlemlerinden oluşan 8 hizmet paketi altında toplam 33 kullanıcı hizmeti bulunmaktadır. Kurumsal katmanın en altta yer almasının nedeni, sağlam kurumsal desteğin ve etkili kararların verimli bir AUS programı için bir önkoşul olarak görülmesidir. Bu mimarinin kalbi olarak nitelendirilen ulaştırma katmanı, ulaştırma hizmetlerinin alt sistemleri, her bir ulaştırma hizmeti için gerekli fonksiyon ve veri tanımları ile ara yüzlerin bulunduğu katmandır. Bu katmanda süreçleri, veri akışlarını, mimari akışları ve donanım paketlerini tanımlayan hem mantıksal hem de fiziksel mimari yer alır. Bu mimari için gerekli sistem entegrasyonunu sağlayan haberleşme katmanında ise, AUS'yi destekleyen standart haberleşme hizmetleri ve teknolojileri kendilerine yer bulmaktadır (Noyes, 2013, s. 9).

Şekil 1.6. ABD Ulusal AUS Mimarisi Şeması



Kaynak: (Noyes, 2013, s. 9)

Öte yandan, ABD’de bölgesel düzeyde gerçekleştirilecek AUS projeleri için yerel ihtiyaç ve koşullar doğrultusunda belirlenen bölgesel AUS mimarileri de bulunmaktadır. Merkezi finansman kullanmak suretiyle AUS projeleri yürütecek her eyalet yada metropol, bir bölgesel mimari oluşturmak zorunda olup, Ulusal AUS Mimarisindeki tüm alt sistemler ya da hizmetler bölgesel projelerde yer almasa da, uygulanması öngörülen projelerde yer alacak hizmetleri kapsayan ulusal mimari bileşenleri kullanılmaktadır (Noyes, 2013, s. 10).

Avrupa Birliği’nin 2008 yılında yayınladığı AUS Eylem Planında yer alan 2.3. numaralı eylem alanı, Avrupa Birliği genelinde diğer eylemlerin tamamlanması için destek vermek üzere bir mimari öngörmektedir. Söz konusu belgede, KAREN (Keystone Architecture Required for European Networks – Avrupa Ağları için Gerekli Kilit Mimari) ve FRAME (theFRamework Architecture Made for Europe – Avrupa için Yapılan Çerçeve Mimari) isimli projelere rağmen söz konusu mimarileri kullanan üye ülkelerin sayısının sınırlı olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca, 2008-2011 yıllarını kapsayan E-FRAME projesi ile önceki çalışmaların sonuçlarının değerlendirileceğinden ve mimaride kent içi ulaşım ile çok modlu ulaştırma sistemlerine daha fazla eğilen bir güncellemeden bahsedilmektedir (Avrupa Komisyonu, 2008, s. 2-9).

E-FRAME projesi sonucunda, AB'nin bu alandaki son mimari yapısı işbirlikçi sistemlerin de dâhil edilmesi ile FRAME Mimarisi Sürüm 4.1. oluşturulmuş, mimarideki fonksiyon alanı sayısı 9'a çıkmıştır. Bu alanlar elektronik ödeme hizmetleri, emniyet ve acil durum hizmetleri, trafik yönetimi, toplu taşıma işlemleri yönetimi, araç içi sistemler, yolcu seyahat asistanı, hukuki yaptırımlar, yük ve filo yönetimi ve işbirlikçi sistemler alanlarıdır (Peter Jesty, 2014).AB'nin üye ülkelerde akıllı ulaşım sistemlerinin sistematik bir şekilde uygulanarak yaygınlaştırılmasının sağlanması için 2010 yılında yayımladığı 2010/40/EU sayılı yönergesi, karayolu ulaştırması alanında ve diğer modlarla olan etkileşimi için AUS uygulamalarının çerçevesini teşkil etmektedir. Bu yönergede, üye ülkelerin ve bunların yetkili otoritelerinin özel sektör ile işbirliği halinde ulusal veya yerel düzeyde kendi AUS mimarisini geliştirebilmesi ile beraber özellikle AUS ile ilgili birlikte çalışabilme, hizmetlerin devamlılığı gibi konulara yönelik AB'nin AUS Çerçeve Mimarisinin (FRAME) geliştirilmesi için gerekli bazı önlemler de yer almaktadır (Avrupa Birliği, 2011, s. 15).Bu çerçevede, Avrupa Birliği içerisinde örneğin Fransa'nın ACTIF, İtalya'nın ARTIST mimarileri gibi her bir ülkenin kendi gereksinimleri doğrultusunda kendi mimarisini kendi başına şekillendirmesine olanak sağlayan daha üst düzey bir çerçeve betimlenmektedir.

Dünya'nın diğer gelişmiş ekonomileri için de yukarıda anlatılanlara benzer mimarilerin oluşturulduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bir ülkenin sıfırdan başlayarak kendi mimarisini oluşturmaya çalışması yerine mevcut mimarilerden istifade ederek kendi ihtiyaçları doğrultusunda bunlardan bir tanesini adım adım adapte etmesi, maliyet ve zaman açısından kazanç sağlayacaktır. Detaylı bir şekilde özel şartlar belirlenmeden doğrudan bir mimariyi alıp uygulamak da başarısız sonuçlara yol açabileceğinden, mevcut AUS mimarilerinden yararlanırken dikkat edilmesi gereken ölçütler finansal yeterlilik, bölgesel uyumluluk ve birlikte çalışabilme, jeopolitik unsurlar ve teknik unsurlar olarak değerlendirilmektedir. Bu yüzden, yüksek maliyetleri olan ya da teknik olarak ülkenin sınırlarını zorlayacak olan kullanıcı hizmetleri, kurulacak mimari içerisinde alınmamalıdır. Bunun için ilk olarak AUS tarafından sağlanan kullanıcı hizmetleri tanımlanmalı, sonra mantıksal mimariyi oluşturacak kullanıcı hizmetleri için gerekli fonksiyon ve süreçler belirlenmelidir.

Daha sonra da AUS'yi meydana getiren fiziksel varlıklar tespit edilmeli, bu varlıklar arasında bağlantıyı sağlayan ve fiziksel mimariyi teşkil eden mimari akışlar oluşturulmalıdır. Kullanıcı hizmetlerini belirlemede öncelikle mevcut hizmetlere bakılmalı, sonra ülkenin öncelikleri ve ihtiyaçları da dikkate alınarak sunulabilme ihtimali en yüksek hizmetler tespit edilmelidir (Yokota, 2004, s. 14).

Başarılı bir şekilde AUS mimarisi oluşturmak için gerekli bir takım faaliyetler daha bulunmaktadır. Bunlar ortak bir veri modelinin geliştirilmesi, haberleşme standartlarının oluşturulması, genel amaçlı haberleşme teknolojilerinden faydalanılması ve standardizasyonun yaygınlaştırılmasıdır. AUS uygulamaları trafik verisi, karayolu sistem verisi, toplu taşıma verisi, hava durumu verisi, turizm verisi gibi farklı türlerden verilerin kullanımının gerektiği uygulamalar olduğu ve bu veriler genellikle farklı kurum ve kuruluşlar tarafından detaylı bir planlama yapılmaksızın oluşturulduğu için verilerin paylaşılması sırasında problemler ortaya çıkabilmektedir. Böyle problemlerin yaşanmaması adına, veriyi gönderen ve alan her iki tarafın anlayabileceği standart veri modelinin belirlenmesi bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Bu konuyla ilgili ISO TC204 AUS teknik komitesi tarafından hayata geçirilen standartlar bulunmaktadır. Özellikle farklı sistemlerin birlikte çalışabilmesi açısından gerekli olan veri alışverişi için veri sözlükleri, mesaj nitelikleri ve bilgi paketi protokolleri gibi bir takım haberleşme kuralları da dikkate alınması gereken diğer bir husustur. Mevcut genel amaçlı haberleşme altyapısının kullanılması AUS uygulamaları için zaman ve maliyeti düşüren bir avantaj sağlamakta olup, kablolu ya da kablosuz haberleşmeyi kullanan neredeyse tüm AUS uygulamaları, sabit ve mobil telefon sistemlerini, interneti, FM (Frekans Modülasyonu) alt taşıyıcısı, dijital radyo yayını gibi altyapılardan yararlanabilir. Zaten birçok trafik bilgi sisteminin merkez ile saha arasında internet ve mobil telefon teknolojilerini kullandığı bilinmektedir. Elektronik ücret toplama sistemleri veya acil durum haberleşmesi gibi alanlarda ise AUS'ye özel haberleşme teknolojilerinin üretildiği görülmektedir. AUS uygulamalarının rekabetçi bir pazara sahip olması, küresel pazarlara açılması ve birlikte çalışabilmeyi güçlendirmesi bakımından standardizasyonun ülke genelinde sağlanması önem arz etmektedir (Yokota, 2004, s. 14-15). Türkiye için de 2013 yılında hazırlanan "Ulusal AUS Strateji Belgesi (2013-

2023) ve Eylem Planı (2013-2015)” belgesinin 2. taslağında “Ulusal düzeyde bir AUS mimarisinin oluşturulması” şeklinde bir hedef belirlenmiş ve bu hedef için bir de eylem tanımlanmıştır (UDHB, 2013, s. 54).

Akıllı ulaşım sistemleri sadece karayolu altyapısı ve karayolunda seyreden araçlar ile ilgili olmak zorunda değildir. Havayolu, deniz ve demiryolu ulaştırmasının da gittikçe akıllı bir hale geldiği, özellikle havayolu ve demiryolu sistemleri için uzun yıllardır çok gelişmiş elektronik sistemlerin mevcut olduğu bilinmektedir. Gemilerin seyrüseferi sırasında konum tespiti, engellerin ve çarpışmaların önlenmesi gibi amaçlar için uzun zamandır elektronik sistemler kullanılmaktadır. Ancak AUS'nin karayolu ulaştırmasına ve karayolu ulaştırmasının demiryolu ve diğer modlar ile etkileşimine odaklanmasının sebepleri iki şekilde açıklanabilir. Uygulamada demiryolu, havayolu, denizyolu ve karayolu birbirlerini büyük ölçüde dışlayan mekanizmalara sahip olup, her birinin kendi sistem çözümleri ve uzmanlık alanları oluşmuştur. Her ne kadar bu modların örtüştükleri sistemler giderek artsa da, bir uçağın gemilerle tamamen aynı sistemleri kullanması ya da bir otomobilin trafik içerisindeki seyri ile raylar üzerinde giden trenlerin hareketlerinin aynı olması uzak ihtimaller olarak değerlendirilmektedir. Kurumlar bazında ise, tarihsel sürece bakıldığında havayolu, demiryolu ve denizcilik alanında standart geliştiren kuruluşlar ya da sektörel kuruluşlar tarafından teknolojilerin kullanımına ilişkin standardizasyon çalışmalarına çok uzun zaman önce başlandığı ancak karayolu ulaştırmasında kullanılan teknolojilere yönelik standart belirleme çalışmaları tarihinin ise çok eski olmadığı bilinmektedir (Williams, 2008, s. 14).

Şerit ihlali tespit sistemi, adaptif hız kontrolü (ACC –Adaptive Cruise Control) gibi AUS uygulamaları, radar ve video işleme teknolojilerini kullanmaktadır. Şerit ihlali sistemlerinde; bilgisayar, yol ortasındaki ya da yol kenarındaki beyaz renkli şeritlere ait video görüntülerini takip ederek aracın kendi şeridinden uzaklaşması halinde, sözlü, görsel veya titreşim yoluyla sürücü uyarılmaktadır. ACC ise aracın önündeki araç ile olan mesafesini takip etmekte, eğer öndeki araç yavaşlarsa emniyetli takip mesafesini sağlamak için takip eden aracın hızını yavaşlatmaktadır. Bu tür sistemler çok pahalı olmayan otomobillerde dahi yaygınlaşmaya başlamış AUS uygulamaları

olduğu halde, bu tür sistemlerde çift yönlü haberleşme olmamaktadır. Otoyol ücret toplama sistemlerinde ise hem aracın varlığını tespit ederek hem de ona bir kimlik tanımlayarak çift yönlü haberleşme yapılmaktadır. Ayrıca araç üzerindeki cihazlara bilgi yüklenebilmekte, yolculuğun ileriki safhalarında bu bilgi geri alınabilmektedir. Uydu seyrüsefer sistemleri ve mobil şebekeyi kullanan ücret toplama sistemleri daha karmaşık çift yönlü işlemler gerçekleştirmektedir. Bu sistemlerin tamamı, AUS uygulamalarının üretimi yapılan ve ticari olarak günümüzde kullanılan örneklerindedir. Diğer taraftan emniyet ve güvenliğe ilişkin Ar-Ge aşamasında olan birçok AUS sisteminin ticari olarak hayata geçmesiyle bu sistemlerde araçlar ile altyapı arasında, araçların ve altyapıların kendi aralarında kablosuz haberleşme olanaklarını kullanacakları tahmin edilmektedir. Ücret toplama sistemleri için başlangıçta kesin olarak bilinen bir noktada bir aracı algılayabilen nokta haberleşmesi gerekirken, artık araçlar ile sürekli haberleşme kurulması gerekmektedir. AUS hizmetlerini gerçekleştirmek için haberleşme ortamı ve hizmetin kalitesi (performansı) şeklinde iki ana ölçüt bulunmaktadır. Dolayısıyla tespit edilecek standartların da bu iki ölçütü dikkate alması gerekmektedir. Bunlarla birlikte, AUS uygulamalarında yukarıda bahsedilen ve kendine has standartları zaten mevcut olan araç içi sistemler, navigasyon sistemleri, radar sistemleri, optik sistemler, ultrason ve sonar sistemleri, kızılötesi sistemler, kablosuz ağlar, kişisel alan ağları ve sensör gibi teknolojiler için yeniden standart oluşturulmasına ihtiyaç yoktur. Örneğin, araç içi sistemler için ISO tarafından oluşturulan TC22 numaralı karayolu araçları teknik komitesi standardizasyon işlemini yürütmektedir (Williams, 2008, s. 15-16).

Genellikle her tür teknoloji için belirlenen 4 çeşit standardın sadece AUS için geliştirilen teknolojilere yönelik oluşturulduğu da söylenebilir. Bunlar fiili (*de facto*) standartlar, gönüllülüğe dayalı standartlar, sanayi işbirliği standartları ve düzenleyici standartlar olup, her bireri farklı şekillerde meydana gelmektedir. Fiili standartlar az sayıda pazar liderinin bulunduğu sektörlerde etkili olan standartlardır. Bilgisayar işletim sistemleri örneğinde olduğu gibi pazarın lideri olan şirket üretilecek diğer yazılımların veya donanımların standartlarını belirleyebilmektedir. Gönüllülüğe dayalı standartlar ise genelde IEEE gibi meslek örgütlerinin gönüllülük esaslı

çalışmaları neticesinde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca ISO gibi ya da ITU (International Telecommunications Union – Uluslararası Telekomünikasyon Birliği) gibi sadece standart geliştirmek üzere kurulmuş örgütlerin ortaya çıkardığı standartlar, bu tür standartlar olarak değerlendirilmektedir. Sanayi işbirliği standartları, fiili standartlar ile gönüllülük esaslı standartların birleşiminden oluşmakta olup, elektronik aygıtlar ile bilgisayarlar arasında kablosuz iletişimi sağlayan bluetooth örneğinde olduğu gibi üreticilerin bir araya gelerek kararlaştırdıkları standartlardır. Düzenleyici standartlar devletler tarafından kanun çıkarılarak ya da mevcut diğer tür standartların kullanımını zorunlu kılarak oluşan standartlardır. Dünya genelinde küresel AUS pazarında lider konumda olan çok fazla şirket olmadığı için fiili AUS standartlarından pek bahsetmek mümkün olmamakla birlikte, diğer 3 tür teknolojik standart için çalışan farklı kuruluşlar tarafından belirlenen standartların bulunduğu söylenebilir. Öte yandan, özellikle otomobil şirketleri tarafından yoğun ar-ge çalışmaları sonucunda üretilen teknolojilere yönelik olarak ancak bu tür teknolojiler yaygınlaştıktan sonra standartların geliştirildiği gözlenmektedir (Williams, 2008, s. 17).

Elektronik ücret toplama sistemlerinde mahsuplaşma ara yüzlerini ve bu ara yüzler için kullanılacak ortak mesaj yapısı ile veri elemanlarını belirleyen ISO 14904 standardı ya da DSRC (Dedicated Short Range Communication – Tahsisli Kısa Mesafe Haberleşmesi) teknolojisine dayalı uygulamalar için belirlenen ISO 15628 standardı gibi 2014 yılı itibarıyla ISO TC204 teknik komitesi tarafından oluşturulmuş 181 adet AUS standardı mevcuttur (ISO, 2014).

Avrupa’da ISO ile birlikte kurdukları ortak teknik komite vasıtasıyla çalışmalar yürüten ve kar amacı gütmeyen bir kuruluş olarak 1974 yılında kurulan CEN (European Standardization Committee – Avrupa Standardizasyon Komitesi) 1992 yılında AUS çalışmaları için TC278 teknik komitesini oluşturmuştur. Bu komite tarafından geliştirilen AUS standardı sayısı da Haziran 2013 itibarıyla 128’dir (CEN, 2014). ISO ve CEN tarafından AUS standartları çalışmalarını yürüten çalışma gruplarının (ÇG) listesi Tablo 1.2.’de gösterilmektedir.

Tablo 1.2.CEN ve ISO AUS Çalışma Gruplarının Uyumu

CENTC278 Komitesi	ISOTC204 Komitesi
ÇG 1: Elektronik Ücret Toplama	ÇG 5: Harç ve Geçiş Ücreti Toplama
ÇG2: Yük, Lojistik ve Ticari Araç İşlemleri	ÇG 7: Genel Filo Yönetimi ve Ticari Yük İşlemleri
ÇG 3: Toplu Taşıma	ÇG 8: Toplu Taşıma
ÇG 4: Trafik ve Yolcu Bilgisi	ÇG 10: Yolcu Bilgi Sistemleri
ÇG 8: Karayolu Trafik Verisi	ÇG 9: Entegre Ulaştırma Bilgisi, Yönetimi ve Kontrolü
ÇG 10: İnsan-Makine Ara yüzü	ÇG 4: Otonom Araç ve Donanım Tanımlama
ÇG 13: Mimari	ÇG 1: Mimari
	ÇG 3: Veri tabanı Teknolojisi
	ÇG 14: Araç/Karayolu Uyarı ve Kontrol Sistemleri
	ÇG 16: CALM (Communication Access for Land Mobiles – Kara Araçları için Haberleşme Erişimi)
	ÇG 17: Mobil Aygıtlar
ÇG 14: Çalınan Araçların Kurtarılması için Hırsızlık Sonrası Sistemler	
ÇG 15: eSafety/eCall	
ÇG 16: İşbirlikçi Sistemler	ÇG 18: İşbirlikçi Sistemler

Kaynak: (CEN, 2014)

CEN'nin bu konuda işbirliği içerisinde olduğu diğer kuruluşlar ETSI (European Telecommunications Standards Institute – Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) ve CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization – Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi) olup, bu üç kurum Avrupa'da uygulamaya konulan akıllı ulaşım sistemlerinin sahip olması gereken standartları belirlemektedir. Avrupa Komisyonu'nun M/453 sayılı talimatı, Avrupa'da işbirlikçi AUS'nin yaygınlaşmasını desteklemek üzere bu kurumların talimatta belirtilen süre (2013 yılına kadar) içerisinde özellikle 5 GHz (Giga Hertz) frekans bandında çalışan sistemler için teknik şartnameleri, standart kümelerini ve teknik raporları hazırlamasını öngörmüştür (Avrupa Komisyonu, 2009, s. 1-5). Bu alanda uluslararası ve bölgesel standartların yanında, ABD ve Japonya gibi ülkelerde ulusal standardizasyon kuruluşları ile birlikte çalışılarak ülkenin koşulları doğrultusunda uyulması gereken ulusal standartlar da belirlenmektedir. ABD Ulaştırma

Bakanlığı'nın AUS Standartları Programı kapsamında Ulaştırma Mühendisleri Enstitüsü (ITE – Institute of Transportation Engineers), Amerikan Eyalet Otoyol ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials), Amerika Toplu Taşıma Birliği (APTA –American Public Transportation Association) ve IEEE farklı AUS uygulamaları arasındaki ara yüz gereksinimlerine cevap vermek üzere çalışmalar yürütmektedir.

Türkiye'de ise, Ulusal AUS Strateji Belgesi taslağında bu konuyla ilgili olarak “AUS kapsamında kullanılacak ürünlerin taşıması gereken ortak standartların tüm paydaşları içerecek çalışma grupları vasıtasıyla belirlenmesi” gibi bir takım eylemler planlanmıştır (UDHB, 2013).Ayrıca Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından ISO ve CEN tarafından sürdürülen çalışmalar takip edilmekte ve bu örgütlerin bazı standartları orijinal dillerinde TSE tarafından satılmaktadır.

2. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ DÜNYA UYGULAMALARI

Gelişmiş ülkelerin tümünde ve gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda, çeşitli AUS uygulamaları mevcuttur. Diğer bilgi ve iletişim teknolojileri uygulamalarında olduğu gibi bu alanda da bazı gelişmiş ülkelerin özellikle bu teknolojilerin geliştirilmesi konusunda öncü olmalarından dolayı ilk sıralarda yer aldığı gözlenmektedir. Japonya, Güney Kore, ABD, Singapur, Almanya, Birleşik Krallık, İsveç, Hollanda, Kanada, Avustralya gibi ülkelerin başını çektiği yani hem bu teknolojileri geliştirip üreten hem de bunları mevcut ulaştırma sistemlerine iyi bir şekilde uygulamada etkin tecrübeleri bulunan ülkelerin yanı sıra Brezilya, Çin, Tayvan gibi ülkelerin de bu alanda önemli mesafeler kaydettiği bilinmektedir. Farklı ülkelere değişik uygulamaların anlatılacağı bu bölüm için uygulamaları belirli bir sınıflandırma yaparak anlatmak yerine daha bütüncül bir yaklaşım yakalamak adına her ülke ile ilgili bilgiler verilmektedir.

2.1.Japonya’da AUS Uygulamaları

Dünya genelinde devlet tarafından verilen önem, AUS uygulamalarından faydalanan vatandaş sayısı ve bu uygulamalarda kullanılan teknolojilerin gelişmişliği açısından en ileri ülkelere olan Japonya’nın bu alandaki ana hedefi trafik sıkışıklığının, trafik kazalarının ve çevresel etkilerin azaltılması gibi trafik sorunlarını çözmek için insanları, yolları ve araçları bilgi ve iletişim teknolojileri yardımıyla entegre etmektir. AUS uygulamalarını yaygınlaştırmak üzere oluşturulan idari yapıda Japonya Arazi, Altyapı, Ulaştırma ve Turizm Bakanlığı, İçişleri ve Haberleşme Bakanlığı, Ekonomi, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı ile Ulusal Polis Teşkilatı yer almaktadır (EZELL, 2010, s. 20-21). Ülke geneli için oluşturulan kapsamlı AUS planında navigasyon sistemlerindeki gelişmeler, elektronik ücret toplama sistemleri, güvenli sürüş destek olunması, trafik yönetiminin optimizasyonu, karayolu yönetiminde verimliliğin artırılması, toplu taşımaya destek sağlanması, ticari araç operasyonlarında verimliliğin artırılması, yayalara ve acil müdahale araç operasyonlarına yardımcı olunması gibi faaliyetler yer almaktadır. Japonya’da devletin 2013 yılında kabul ettiği “Dünya’nın En Gelişmiş Bilgi Teknolojileri Toplumunun Oluşturulması” hedefine paralel olarak AUS ile ilgili olarak 2018

yılında trafik kazaları sonucunda yaşanan ölüm sayısının 2.500'e düşürülmesi ve 2021 yılına kadar "Dünya'nın En Emniyetli Karayolu Trafiği Toplumu" olunması şeklinde iki stratejik amaç belirlenmiştir (MLIT Japan, 2014).

Ülke genelinde gerçek zamanlı trafik bilgisi ya karayolu içerisine ya da yanlarına yerleştirilmiş sabit algılayıcı veya aygıtlar yardımıyla ya da taksi gibi araçlara yerleştirilmiş ya da trafik içerisindeki olayları bildirme özelliğine sahip cep telefonu gibi mobil cihazlar yardımıyla sağlanmaktadır. Japonya'da ilk AUS uygulaması 1973 yılında Metropolitan Otoyolu'na kurulan trafik kontrol merkezi olmakla birlikte, Japonya ulusal ölçekte böyle bir sistemi ilk defa 1990'lı yıllarda VICS adıyla kurmuş olup, 2003 yılından itibaren sistemin genişletilmesi çalışmalarına başlanmıştır. Bu sistemle trafikteki sıkışıklık, trafik kısıtlamaları gibi durumlara ilişkin bilgiler VICS merkezinde toplanarak işlenir. Bu bilgiler daha sonra radyo dalgası veya kızılötesi vericiler ve FM çoklamalı yayın ile yazı, basit grafik ve harita şeklinde navigasyon sistemleri ve diğer araç içi sistemlerde görüntülenmek üzere iletilir. Sistem yılın her günü 24 saat boyunca çalışmakta olup, 2013 yılı itibariyle bu sistemden trafikteki 36 milyon araç gerçek zamanlı bilgi alabilmektedir. Bu sistem sayesinde 2010 yılında 2,4 milyon ton daha az CO₂ salınımı sağlandığı tahmin edilmektedir (HANAI, 2013, s. 1).

Japonya'da faaliyet gösteren diğer bir AUS uygulaması UTMS (Universal Traffic Management System – Evrensel Trafik Yönetim Sistemi) olup, bu sistemin amacı emniyetli, rahat ve çevreye en az yük getiren bir trafik ortamı yaratmaktır. Sistem gerçek zamanlı trafik bilgisini araçlar ile trafik yönetim merkezleri arasında iki yönlü haberleşme sistemini oluşturan kızılötesi vericiler yardımıyla çalışmaktadır. Sistem ayrıca trafiğin akışını önceden tahmin ederek güvenli sürüş desteği vermekte insanların ve yüklerinin daha etkin bir şekilde karayolunda seyahat etmesine yardımcı olmaktadır. UTMS kapsamında yer alan bazı alt sistemler 2012 yılı sonu itibariyle tüm illerde kullanılmakta olan ve radyo yayınları, trafik işaretlerine ilave olarak kızılötesi vericiler ile araç içi bilgi sistemlerine bilgi sağlayan AMIS (Advanced Mobile Information Systems – İleri Mobil Bilgi Sistemleri), 2013 itibariyle 15 ilde kullanılan acil durumlarda trafik lambası gibi trafik işaretlerini acil

durum yardım ekiplerinin çok daha hızlı bir şekilde olay yerine intikal etmesini sağlayan FAST (Fast Emergency Vehicle Preemption Systems – Hızlı Acil Durum Müdahale Araçlarını Öne Alım Sistemleri), 2013 itibariyle 40 ilde çalışan ve yine trafik işaretlerini ayarlamak suretiyle toplu taşımayı kullanan insanların daha hızlı ve rahat seyahat etmesini sağlayan PTPS (Public Transportation Priority Systems – Toplu Taşıma Öncelik Sistemleri), trafik kontrol merkezleri ile doğrudan bağlantısı olmayıp yol kenarı tehlike durumları tespit cihazları ile sürücüleri arka taraftan çarpma veya trafik işaretleri konusunda sürüş anından uyararak ve altyapıdan araca bilginin aktarıldığı DSSS (Driving Safety Support Systems – Sürüş Emniyeti Destek Sistemleri) ile Ulusal Polis Teşkilatı tarafından araç üzerindeki cihazlara sürüşe ait tarihsel bilgilerin işlenerek belli güzergâhtaki işaretlemelerin ayarlandığı ve geliştirildiği Ar-Ge projeleridir (HANAI, 2013, s. 2-3).

Japonya'daki başka bir AUS uygulaması, yine sıkışıklığı azaltma amacını güden “Akıllı Yol” projesidir. Bu projede, Japonya devlet kurumları ile özel sektör kuruluşları işbirliği içerisinde altyapı-araç haberleşme teknolojilerinden yararlanarak gelecek nesil karayollarını oluşturmaktadır. Şekil 2.1.'den görüleceği üzere araçlar arasındaki mesafenin ayarlanmasında sürücülere yardımcı olan akıllı hız sabitleme sistemi kullanılarak yolun bozuk olan kesimlerinde ya da yokuş olan yerlerinde trafikteki akıcılığı sağlayan bu projeyi Japon Ulusal Arazi ve Altyapı Yönetimi Enstitüsü ile Japon otomobil üreticileri birlikte yürütmektedir. Yine bu proje kapsamında yol kenarına yerleştirilen ve “AUS noktası” olarak isimlendirilen sensör ve vericiler yardımıyla otopark gibi ücret ödenmesi gereken yerlerde nakit olmayan ödeme işlemleri için araştırma faaliyeti de yürütülmektedir (HANAI, 2013, s. 3-4).

Şekil 2.1. Akıllı Yol Projesi



Kaynak: (HANAI, 2013, s. 4)

Japonya'daki AUS uygulamalarından başka birisi de elektronik ödeme sistemidir. İlk defa Mart 2001'de uygulamaya konulan bu sistemle, ülke genelindeki 24 işletmeci kablosuz haberleşmeden faydalanarak hem otoyollarda hem de şehir içi anayollarda yol ücretlerinin tahsilâtını tek sistem üzerinden gerçekleştirmektedir. 2013 yılı itibariyle günde 6,4 milyon aracın kullandığı sisteme dâhil olan araç sayısı 40 milyon civarındadır. Bu sistemin kullanımı ile yılda CO₂ salınımlarında 210 Bin Ton, karayollarındaki sıkışıklıkta da %30 azalma sağlandığı hesaplanmıştır (HANAI, 2013, s. 4-5).

Bu alandaki diğer bir proje ise ASV (Advanced Safety Vehicle – İleri Emniyet Aracı) projesi olup, bu projenin ilk adımları 1991 yılında devlet, akademik çevre ve sanayi işbirliği ile araçlarda DSSS teknolojilerinin yaygınlaştırma çalışmaları ile başlamıştır. Bu projede son olarak çarpışmayı önleyici otomatik frenleme sistemi, elektronik stabilite programı (ESP) ve sürücü uyarı sistemleri gibi araç içi teknolojilerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Yukarıda sayılan projelerin yanı sıra Japonya'da VICS projesini destekleyici nitelikte olan ve her bir aracın kendi konumuna ait bilgiyi gönderdiği bilgi alma sistemi de kayda değer bir AUS uygulamasıdır. Bütün bu uygulamalarda kullanılan haberleşme sistemlerinin frekans tahsisi ile standart belirleme işlemini yapan İçişleri ve Haberleşme Bakanlığı araç-

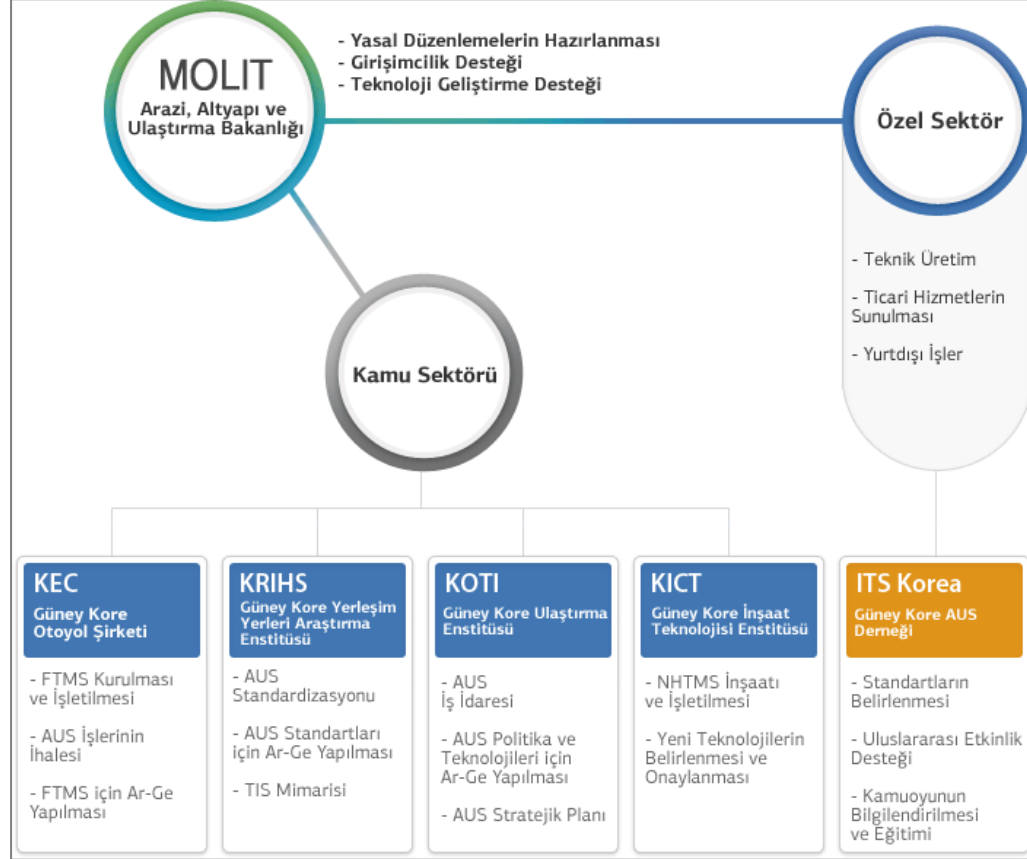
yaya, araç-araç haberleşme sistemleri için kullanılacak 700 MHz (Mega Hertz) frekans bandında çalışan DSSS sistemlerinin araştırma faaliyetlerini sürdürmektedir. Ayrıca 79 GHz bandını kullanan radar sistemleri ile kavşak vb. yerlerde otomobillerin yayaları ve diğer motorlu araçları daha iyi bir şekilde görmesini sağlayacak, daha yüksek çözünürlüğe sahip sistemler üzerinde çalışmalar da devam etmektedir. Yük taşıyan kamyonların bir katar şeklinde birlikte hareket etmesini amaçlayan ve Japonya'daki kamyon üreticilerini bir araya getiren başka bir projede ise gelişmiş bir akıllı hız sabitleme sistemi üzerinde çalışılmaktadır. Yine şehir içi toplu taşıma sistemleri ile özellikle akıllı durak ve entegre devre kartları kullanan yerel yönetimlere merkezi yönetim tarafından destek sağlanmaktadır. AUS uygulamaları, 2011 yılı Mart ayında yaşanan depremde, olayın üzerinden 24 saat içerisinde araçların hareketine dair bilgilerin internet üzerinden paylaşılmasına yardımcı olmuştur (HANAI, 2013, s. 5-7).

2.2.Güney Kore'de AUS Uygulamaları

AUS konusunda önde gelen başka bir ülke olan Güney Kore'de 11020 sayılı Ulusal Ulaştırma Sistemi Verimliliği Yasası'nın ikinci maddesinde AUS, ulaştırma altyapısına ve araçlara ulaştırmaya yönelik bilgilerin elektronik, kontrol ve haberleşme teknolojileri vasıtasıyla işlenerek ulaştırma sisteminin işleyişi ve yönetiminde verimliliği ve emniyeti arttıran sistemler olarak tanımlanmaktadır. 1988 yılında ülkede gerçekleştirilen olimpiyatlardan sonra ülkede ve özellikle de başkent Seul'de yaşanan ekonomik canlanma, trafikte talebin ve sıklığına artmasına neden olmuştur. AUS'nin yaygınlaşmasından önce karayolu trafiğinde sorunları çözmek için kullanılan yeni yollar yapmak, toplu taşıma hatlarını çoğaltmak gibi klasik yöntemlerin bir zaman sonra yetersiz kaldığı gözlenmiştir. 1997 yılında ülkede trafik sıklığına maliyetinin yıllık 18,5 trilyon Güney Kore Wonu değerine, 1998 yılında ise toplam lojistik maliyetinin ülkenin toplam milli hâsılasının %16,5'ine ulaştığı hesaplanmıştır. 1999 yılı için yapılan değerlendirmede ise ülkenin milli bütçesinin %14,4'ünün altyapı inşaatlarına harcadığının görülmesinden sonra devlet tarafından yeni yollar yapmak yerine mevcut yollardan azami derecede istifade etmenin yolları aranmaya başlanmıştır (Lee, 2012, s. 261-264).

Güney Kore'nin AUS konusundaki çalışmalarını yürüten kurumsal yapılar Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.

Şekil 2.2. Güney Kore AUS Kurumsal Yapısı



Kaynak: (National Transport Information Center, 2014a)

Bu kurumsal yapı tarafından oluşturulan AUS mimarisindeki uygulamalar genel olarak 7 grupta toplanmıştır:

- 1- Gelişmiş Trafik Yönetim Hizmeti: Bu gruptaki uygulamalar trafik akış kontrol sistemi, olay yönetim sistemi ve otomatik trafik denetleme sistemidir.
- 2- Elektronik Ücret Toplama Hizmeti: Bu grupta elektronik gişe ücreti toplama sistemi ile elektronik biletleme sistemi yer almaktadır.
- 3- Gelişmiş Toplu Taşıma Hizmeti: Bu grupta toplu taşıma bilgi sistemi ile toplu taşıma yönetim sistemi bulunmaktadır.
- 4- Gelişmiş Trafik Bilgisi Hizmeti: Temel bilgi yayın sistemi ile trafik bilgisi yönetiminin koordinasyon sistemi bu gruptadır.

- 5- Ticari Araç İşlemleri: Bu grup, lojistik bilgi yönetim sistemi ile tehlikeli mal taşıyan araçların yönetim sistemlerinden oluşur.
- 6- Gelişmiş Yolcu Bilgi Hizmeti: Araç içi ve araç dışı yolcu bilgilendirme sistemleri bu gruptadır.
- 7- Gelişmiş Araç ve Otoyol Hizmeti: Bu grupta yer alan uygulamalar ise emniyetli sürüş destek sistemi ile otomatik sürüş destek sistemidir (National Transport Information Center, 2014b).

AUS uygulamaları ile birlikte Güney Kore’de 2001 yılında ülkenin gelişmesi için belirlenen 17 yeni büyüme hedefinden biri olan “Gelişmiş Yeşil Şehir” programı kapsamında AUS uygulamaları öncelikli gündeme alınmıştır. Ülkede AUS’nin gelişim süreci 1999 yılında kabul edilen Ulusal Ulaştırma Sistemi Verimliliği Yasası’ndan önceki ve sonraki dönem olarak iki kısma ayrılabilir. Bu yasadan önce AUS uygulamaları ilk olarak teknolojik ve akademik çevrelerde trafikteki sorunların halledilmesine yönelik olarak pilot projeler şeklinde başlamıştır. 1990 yılında kurulan ve temel düzeyde trafik bilgisinin paylaşılmasını sağlayan Trafik Yayın Sistemi hem akademik çevrede hem de özel sektörde araştırma çalışmalarının artmasına öncülük etmiştir. Güney Kore Ulusal Polis Teşkilatı ve Güney Kore Otoyol Şirketi (KEC – Korean Expressway Corporation) beraberce bu dönemde karayolu ulaştırması alanındaki pilot projelerin yürütücüsü olmuştur. 1991-1994 arasında kavşaklarda trafiğin durumuna göre kontrol etmeye yarayan gelişmiş trafik kontrol sistemi ve pilot projesi 1997 yılında Gangnam bölgesinde 10 ana yolda 61 kavşakta uygulamaya konulmuştur. KEC tarafından ise 1992-1994 arasında otoyollarda elektronik değişken mesaj işaretleri ile trafik sıkışıklığı, kazalar ve diğer olaylar ile ilgili bilgilendirme yapan FTMS (Freeway Traffic Management System – Otoyol Trafik Yönetim Sistemi) projesi devreye alınmıştır. Yasadan sonra, devlet ulusal ölçekte AUS uygulamaları gerçekleştirmek için “Ulusal AUS Master Planı 21”, büyükşehirlerdeki orta ve uzun vadeli AUS uygulamaları için de “5 Büyük Şehir İçin AUS Planı” hayata geçirilmiştir. Bu planlar çerçevesinde şimdiki adı Arazi, Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı (MOLIT – Ministry of Land, Infrastructure and Transport) olan İnşaat ve Ulaştırma Bakanlığı tarafından Daejeon, Daegu, Jeonju ve Jeju AUS model şehirler olarak seçilmiş ve yerel yönetimlerce AUS uygulamalarının

yaygınlaştırılması için temel çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, aynı bakanlık tarafından ulusal karayolu yönetim sistemi kurulmuş ve işletilmeye başlanmıştır. 1995’de itibaren KEC ve MOLIT birlikte otomatik ücret toplama sistemi için proje çalışmalarını başlatmış, üç yıllık test çalışmasından sonra 2000 yılında “Hi-Pass” olarak adlandırılan sistem kullanılmaya başlanmıştır.2006 yılında haberleşme standartlarına dair problemlerin aşılmasından sonra bu sistem ülke genelinde kullanılmaktadır (Lee, 2012, s. 262-267). Güney Kore’nin otoyol ücret toplama sistemi olan Hi-Pass 2011 sonu itibariyle 344 gişede çalışmakta olup, trafiğe kayıtlı 5,6 milyon araç bu sistemi kullanmaktadır (Lee, 2012, s. 276).

Yerel yönetimler de BMS (Bus Management System – Otobüs Yönetim Sistemi) ve BIS (Bus Information System – Otobüs Bilgi Sistemi) gibi toplu taşımaya yönelik AUS uygulamalarını başlatmış, MOLIT ise farklı şehirlerde yaşayan otobüs yolcularının bilgiye erişimini kolaylaştırmak için bu sistemlerin entegrasyonunu sağlamıştır (Lee, 2012, s. 278-279). Yukarıda bahsi geçen yasa 2009 yılında genişletilerek yeni Master Plan’ın yasal dayanağı olan Ulusal Entegre Ulaştırma Sistemi Verimliliği Yasası, akabinde de bu yasaya göre 10 yılın sonunda güncellenecek olan “Ulusal AUS Master Planı 2020” yürürlüğe girmiştir (Lee, 2012, s. 270).

2013 yılı itibariyle toplam uzunluğu 3.906 km olan Güney Kore otoyollarında temel bilgi yayın sistemini, olay yönetim hizmetini, otoyol trafik akış kontrol hizmetini içeren AUS uygulamaları mevcuttur. Otoyol haricindeki karayollarının %19’ununu oluşturan yaklaşık 2.500 km karayolunda ise bölgesel karayolu yapım yönetim birimleri tarafından kurulan trafik bilgi merkezleri bulunmaktadır. 2006-2012 yılları arasında Güney Kore Ulaştırma Enstitüsü tarafından araç-arac ve araç-altyapı haberleşmesine dayalı araç içi ve yol kenarı cihazların geliştirilmesi için en genel ölçekli AUS Ar-Ge çalışması başlatılmıştır. Bu çalışma neticesinde gerçek zamanlı trafik bilgi hizmeti sunan sistemlerle karayollarından ve araçlardan veriler toplanmakta, yol kenarı cihazlar ile hızlı ve güvenli seyahat için trafik akışı kontrol edilmektedir. Bu sistemde ilk olarak trafik hacmi, hızı ve yoldaki araç yoğunluğu CCTV (Closed Circuit Television – Kapalı Devre Televizyon) sistemi veya araç

detektörleri ile tespit edilmektedir. Daha sonra toplanan bilgiler, trafik bilgi merkezi tarafından işletmeciler ve kullanıcıların ihtiyacına göre işlenmekte, en son olarak da işlenen veriler VMS (Variable Message Sign – Değişken Mesaj İşareti), internet ya da cep telefonu ile ilgililere aktarılmaktadır. Başka bir uygulamada trafik ışığı ihlali, hız sınırı ihlali, aşırı yükleme ihlali, şerit ihlali, kural dışı park etme gibi trafikte kurallara aykırı durumları tespit edip otomatik olarak ceza kesilmesini sağlayan otomatik denetleme sistemidir (Lee, 2012, s. 271-275). Öte yandan, Güney Kore'deki toplu taşıma ücret ödeme sisteminde kullanılan "T-Money" isimli kartlar metro, otobüs, taksi, otopark ödemesinin yanı sıra alışveriş için de kullanılabilir (Korea Smart Card Co.Ltd, 2014).

Güney Kore'de merkezi hükümet ile yerel yönetimlerin AUS projeleri için merkezi yönetim tarafından belirlenen ve yasal dayanağı oluşturan Master Plan uyarınca çalışmalar yürütülmektedir. AUS'nin yaygınlaşması için merkezi hükümet tarafından planlamadan teknoloji standartlarına, proje değerlendirmesine kadar birçok kolaylığı sağlayan bu planın oluşturulması önem arz etmektedir. Yerel yönetimler kendi çevreleri için ihtiyaçlara göre planlarını da oluşturabilmekte, çok küçük çaplı olmayan projeler için merkezi yönetimden mali ve teknik destek alabilmektedir. Güney Kore'de AUS projesinin gerçekleştirilebilmesi için öncesi ve sonrası karşılaştırma analizi ile etki analizinin yapılması gerekmektedir. Proje sonrası elde edilecek hedeflerin iyi bir şekilde belirlenmesine de yardımcı olan bu analiz çalışmaları sonucunda merkezi hükümet mali yardımda bulunabilmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen projeler, merkezi bir veri tabanına işlenerek daha sonraki projeler için gerekli bilgilerin kolayca elde edilmesi sağlanmakta olup, bu projelerde çalışacak kişilerin de belirli sertifikasyon ve eğitim süreçlerine tabi olması gerekmektedir (Lee, 2012, s. 279-280).

Güney Kore'nin 2020 yılına kadar tüm karayollarının yaklaşık dörtte birinde AUS uygulamalarının tamamen kullanılması, 48 olan trafik bilgi merkezi sayısının ise 75'e çıkarılması hedeflenmektedir. Böylece ortalama seyahat sürelerinin %15 ile %20 arasında, trafik sıkışıklığının da %20 oranında azalacağı tahmin edilmektedir (Lee, 2012, s. 284).

2.3.Amerika Birleşik Devletleri'nde AUS Uygulamaları

Amerika Birleşik Devletleri de AUS konusunda dünyanın önde gelen ülkelerinden birisidir. Ülke genelindeki uygulamalar için oluşturulan ABD Ulusal AUS Mimarisinde seyahat ve trafik yönetimi, toplu taşıma yönetimi, elektronik ödeme, ticari araç işlemleri, acil durum yönetimi, gelişmiş araç emniyet sistemleri, bilgi yönetimi ve bakım ve inşaa yönetimi başlıkları şeklinde kullanıcı hizmetleri tanımlanmıştır (USDOT RITA, 2014a).Bu mimaride, AUS için öngörülen kurumsal yapılanma içerisinde Kongre tarafından ülkenin genel politikası tespit edilmekte olup, ABD Ulaştırma Bakanlığı da yasaların yürütülmesinden, yorumlanmasından ve düzenlenmesinden sorumludur. Eyalet meclisleri ve eyaletlerin ulaştırma idareleri kendi uygulamalarını gerçekleştirmekte olup kar amacı gütmeyen kuruluşlar olan IEEE, AUS Amerika gibi dernekler özel sektör ve devlete danışmanlık rolünü üstlenmektedir. Özel sektörün uzmanlığı AUS için gerekli görülmekte, otomobil üreticilerinden telekomünikasyon şirketlerine, girişimcilerden taşımacılık şirketlerine kadar özel sektör temsilcilerinin pazarlama, finans, operasyon ve Ar-Ge alanlarındaki tecrübeleri karar verme süreçlerini etkilemektedir. Bu yapıda, sistemlerin doğrudan kullanıcısı durumunda olan sürücüler, yolcular ve yayalardan oluşan halk faydalanıcılar olarak yer almaktadır (USDOT RITA, 2014b).

ABD genelinde trafik sıkışıklığı ilgili yapılan bir araştırma sonucunda trafik sıkışıklığına sebep olan ana faktörler karayollarında oluşan darboğazlar, trafik kazaları, çalışma yapılan bölgeler, kötü hava koşulları, trafik ışıkları zamanlamasının yetersiz olması ve diğer olaylar olarak sıralanmaktadır (Wallace, 2014, s. 2-3). Trafikte sıkışıklığın önlenmesine yönelik olarak geliştirilen trafik yönetim sistemlerinin ABD tarihindeki izleri 1960'lı yıllara kadar gitmektedir. 1965 yılında Kaliforniya'da otoyola araç girişini kontrol etmek için tasarlanan ve "ramp meter" olarak isimlendirilen trafik ışıkları ile ilgili deneylerin yapıldığı bilinmektedir. 1970'li yıllarda da ABD Federal Otoyol İdaresi tarafından bilgisayar tabanlı trafik ışığı kontrol sistemleri oluşturulmaya başlanmıştır. ABD'de bir trafik yönetim sisteminin temel olarak sistem değerlendirmesi, strateji belirlenmesi, stratejinin gerçekleştirilmesi ve stratejinin performans değerlendirmesinin yapılması şeklinde 4

işleve sahip olması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca bu trafik yönetim sistemleri, uygulamanın türü, uygulandığı coğrafi bölgenin büyüklüğü ve teknolojilerin işlevine göre kategorilere ayrılabilir. ABD Ulusal AUS Mimarisinin son sürümünde bu alanda 26 adet hizmet paketi yer almakta olup, bu bölümde bunlardan bazıları anlatılmaktadır (Hadi, 2014, s. 2-5).

Trafik yönetim sistemlerinde veri toplama alt sistemi, sistemin durumunun ve yönetim stratejisinin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Burada trafiğin hacmi, hızı, doluluk oranı, filo araçlarının konumu, kuyrukların uzunluğu, toplu taşıma kullanım oranı, kazaların durumu, asfaltın durumu, hava olayları ve diğer özel durumlarla ilgili bilgiler toplanmaktadır. Genel olarak, veriler sistem merkezine iletilmekte olup, bazen de yol kenarı denetleyiciler tarafından yerinde de kullanılabilir. Toplanan veri, gerçek zamanlı olabilmekle birlikte çevrimdışı uygulamalar için arşivlenebilir. Veri toplama klasik yöntemlerle birlikte uygulamaya bağlı olarak altyapıya yerleştirilen detektörler, CCTV kameralar, çevresel sensörler, toplu taşıma otomatik yolcu sayaçları ve diğer haberleşme cihazları ile yapılabilmektedir (Hadi, 2014, s. 5). Motorlu araçların tespitinde kullanılan araç detektörleri özellikle trafik ışıkları ile kontrol edilen karayolu kesimlerinde yıllardır kullanılan cihazlar olup, son dönemde mühendisler tarafından geliştirilen ve araçların hareketlerine ilişkin farklı bilgileri algılayabilen teknolojiler ABD genelinde yaygınlık kazanmıştır. Nokta tespiti olarak adlandırılan uygulamalarda kontrol edilen bölgedeki tüm trafiğin hareketi kapsam altındadır. Bu uygulamalarda kullanılan bazı teknolojiler 1960'lardan beri kullanılan endüktif döngü sistemleri, radar teknolojileri, lazer teknolojileri, video kameralar ve video işleme sistemleri, manyetometreler, kızılötesi detektörler, LED (Light Emitting Diode – Işık Yayan Diyot) detektörler, cep telefonları, bluetooth ve kablosuz sensör ağlarıdır. Nokta tespiti uygulamalarında seyahat süreleri ve hızın belirlenmesinde özellikle ana yollar ile trafik yoğunluğunun çok olduğu kesimlerde yaşanan zorluklar elektronik gişe okuyucuları, bluetooth okuyucular, otomatik plaka tanımlama sistemi gibi otomatik araç tanımlama sistemleri ve özel sektör tarafından kullanılan GPS tabanlı otomatik araç konumlandırma sistemleri yardımıyla aşılabilmektedir (Hanson, 2014, s. 3-19).

Trafik yönetim sistemi uygulamalarından biri olan otoyol yönetiminde otoyol kullanımının verimliliğini artırmak için kararlaştırılan politikalar, stratejiler ve teknolojilerden yararlanılmaktadır. Buradaki ana hedef, emniyeti artırırken sıklığı en aza indirmek olarak belirlenmiştir. Bu hedef doğrultusunda kullanılan stratejiler arasında “ramp meter”, bilgi dağıtımı, şerit yönetimi ve aktif trafik yönetimi yer almaktadır. Yukarıda da bahsedildiği üzere “ramp meter” otoyollara yan yollardan katılımları trafik ışıkları yardımıyla kontrol etmeye dolayısıyla otoyol trafiğindeki hacmin kontrollü bir şekilde azalıp artmasına yardımcı olan bir sistemdir. Bu sistemin yanı sıra otoyol girişlerinin trafik kazaları, kötü hava koşulları vb. sebeplerden dolayı kapatılması, birden fazla yolcu taşıyan araçlara ayrılan özel şerit uygulaması, otoyol çıkışlarında trafik ışıkları ile kontrol gibi uygulamalar da bu amaçla uygulanan stratejilerdir. Seyir halindeki araçlara ve sürücülerine bilgi dağıtımı ise dinamik mesaj işaretleri (DMS – Dynamic Message Sign) ve karayolu danışma radyosu olarak isimlendirilen sistemler ile yapılmaktadır. Bu sistemlerle örneğin bir kaza durumunda sürücülere alternatif güzergâhlar tavsiye edilebilmesi gibi imkânlar sağlanabilmektedir. DMS yerine VMS ya da CMS (Changeable Message Sign – Değişebilir Mesaj İşareti) kısaltmaları da kullanılabilir. ABD’de son dönemlerde kullanımı artan bir strateji olan şerit yönetiminde araçların durumu ve türüne ya da yol ücretlerine göre bazı araçların sadece belirlenen şeritleri kullanabilmesine olanak verilmektedir. Sadece otobüslerin ya da kamyonların gideceği şeritler (TOT – Truck Only Toll), birden fazla yolcu taşıyan araçlara ayrılan şeritler (HOV – High Occupancy Vehicle) ve ekspres gişe şeritleri, bu stratejinin uygulamaları arasında yer almaktadır. Aktif trafik yönetimi sistemlerinde ise yolun durumuna göre hız limitlerini, şerit değişimini düzenleyebilen değişken hız limiti işaretleri ve dinamik şerit değiştirme işaretleri, otoyol kenarı acil durak yerleri, otoyolda oluşan kuyruklara ilişkin bilgilendirme sistemleri yer almaktadır (Hadi, 2014, s. 7-9).

Kent içi trafik yönetim sistemleri de otoyol yönetim sistemlerine benzer uygulamaları içermekte olup, bu sistemlerin başta gelen uygulaması trafik ışıklarını kontrol eden sinyalizasyon sistemleridir. Bu sistemler önceden zamanlanmış, yarı adaptif ve tam adaptif olmak üzere üç şekilde üretilmektedir. Bu sistemler aynı

zamanda kentlerdeki demiryolu geçitleri ve köprüler ile entegre bir şekilde tasarlanmakta olup, gerektiğinde köprü altından geçen teknelere ya da demiryolundaki trenlere öncelik verilebilmektedir. Benzer bir şekilde kentlerde toplu taşımada kullanılan ve kendilerine ayrılmış şeritte seyreden otobüs gibi araçlara örneğin kırmızı ışık süresini azaltarak öncelik veren ve toplu taşımayı teşvik eden uygulamalar da mevcuttur. Kent içinde uygulanan diğer bir sistem ise sürücülerin kendilerine müsait bir park yeri bulmasında yönlendirici işaretler ile yardımcı olan otopark kılavuz bilgi sistemidir. ABD’de farklı otoyolların, kent içi yolların, otoparkların ve toplu taşıma sistemlerinin işletmeciliğini yapan kuruluşların kullandığı trafik yönetim sistemlerini bir araya getirmeyi amaçlayan ve ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından 2005 yılında başlatılan bütünlük koridor yönetimi çalışmaları sürdürülmektedir (Hadi, 2014, s. 18-27).

ABD genelinde 2005-2008 yılları arasında 6.000 kişinin hayatını kaybettiği, 400.000 kişinin yaralandığı 1,3 milyon kazanın birincil sebebi olan kötü hava koşulları, atmosfer olaylarının ulaştırma sistemlerinin emniyeti üzerindeki etkisini göstermektedir. Bununla beraber, karayollarında kazalardan sonra sıklığına da neden olan ikinci ana faktör yine hava olaylarıdır. ABD Ulaştırma Bakanlığı, hava koşullarının bu olumsuz etkilerini en aza indirmek üzere karayolu hava durumu yönetim programını ilgili işletmeciler ve meteoroloji kuruluşları ile birlikte hayata geçirmiştir (Hadi, 2014, s. 30). Bu sistemde karayolundaki trafiği etkileyen rüzgâr, yağmur, sel, kar, buzlanma, sis gibi hava olaylarını tespit edebilen çevresel sensör istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlardan gelen bilgiler, hem sürücülere hem de bu yolları işleten kuruluşlara iletilmekte olup, sürücülerin seyahatlerini doğru ve zamanlı bir şekilde planlamaları konusunda işletmecilerin de trafiği etkileyen bu olayları bertaraf etmesi hususunda yardımcı olmaktadır (Wallace, 2014, s. 25).

ABD’de trafik yönetim sistemlerinin elde ettiği bilgileri seyahat eden kullanıcılara iletmeye yarayan kullanıcıların direkt olarak trafik bilgisini almasını sağlayan 511 numaralı telefon hattı, televizyon ve radyo bültenleri ile kiosklar özellikle son yıllarda internet, akıllı telefon ve sosyal medyanın yaygınlaşması ile geleneksel yolcu bilgi sistemleri olarak kabul edilmeye başlanmıştır. Gelişmiş yolcu bilgi sistemi

olarak değerlendirilen internet siteleri, akıllı telefon uygulamaları, elektronik posta ve sosyal medya mesajları ile hem seyahat öncesinde hem de seyahat sırasında seyahatin süresini ve rahatlığını etkileyen bilgiler kolaylıkla elde edilebilmektedir (Hadi, 2014, s. 10).

ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından toplu taşımaya yönelik AUS uygulamaları filo operasyonları ve yönetimi, yolcu bilgisi, emniyet ve güvenlik, otomatik bilet ödemesi, bakım ve diğer olmak üzere altı başlıkta değerlendirilmektedir (Schweiger, 2014, s. 1-2). Filo operasyonu ve yönetiminde, toplu taşımada kullanılan otobüslere yerleştirilen kablosuz yerel ağ anteni ile yolcu sayısı gibi bilgiler bu araçlar duraklara geldiğinde kablosuz olarak merkezi veri sunucularına aktarılabilir. Yine yol kenarındaki trafik ışık denetleyicilerine konulan alıcılar ile benzer bilgiler seyahat halindeki otobüs içerisinde yerleşik bilgisayardan gönderilebilir. Toplu taşıma filosunda yer alan araçların konumlarını tespit edebilen ve entegre bir GPS alıcısı bulunan sistemler de araçların konum bilgilerini merkezi bir veri sunucusuna aktarmaktadır (Schweiger, 2014, s. 10). Bilgisayar destekli araç kalkış yazılımları ile gerçek zamanlı olarak araçların belirlenen hareket sürelerine göre sefere başlanması sağlanmakta, böylece gecikmelerin önüne geçilmesine çalışılmaktadır. Ayrıca otomatik yolcu sayma sistemi, araç içi emniyet sistemleri, şerit kontrol sistemleri, duraklara düzgün bir biçimde yanaşmasını sağlayan yardımcı sistemler bu başlıktaki diğer uygulamalardır (Schweiger, 2014, s. 11-15). Bununla birlikte yolculuk öncesinde, yolculuğun başlayacağı durakta, yolculuğun devam ettiği tüm duraklarda, araç içinde ve park-et-sür uygulamasının olduğu yerlerde yolcu bilgilendirmesi yapılmaktadır. Bu bilgilendirme yapılırken DMS, sabit ya da mobil internet, etkileşimli sesli cevap sistemleri, SMS (Short Message Service – Kısa Mesaj Hizmeti), akıllı telefon uygulamaları ve sosyal medyadan faydalanılmaktadır. Ayrıca ulusal ölçekte trafikle ilgili bilgilendirme yapan 511 hattının yanı sıra, ABD Federal Haberleşme Komisyonu yerel ve bölgesel idareler için canlı operatörden acil durumlar haricindeki bilgilerin alınabildiği 311 hattını ve otomatik cevaplama sistemini kullanan 211 hattını tahsis etmiştir. Yine özel şirketler tarafından geliştirilen Google Transit, HotStop ve MapQuest gibi uygulamalar, toplu taşımayı kullanan ABD vatandaşlarına bilgiler sunmaktadır (Schweiger, 2014, s. 25-38).

Toplu taşıma araçları üzerine yerleştirilen kameralar ile sürücü davranışları, araç içerisindeki yolcuların hareketleri, aracın trafik içerisindeki durumu takip edilerek toplu taşımada emniyet ve güvenlik arttırılmaya çalışılmaktadır. “G-Force” ismi verilen takip sistemi de toplu taşımada kullanılan otobüslerin çarpma durumunda uyarı vermekte, aracın ani dönüşleri, sert frenlemesi ve ani hızlanması gibi durumları sisteme kaydedilmektedir. Bu sistemin kazaların azalmasına, toplu taşıma işletmecilerine açılan davalara karşı koruma sağlamasına, sigorta maliyetlerinin düşmesine, sürücü hareketlerinin daha iyi analiz edilmesine ve araç tamirinde karşılaşılan asıl sorunların tespitine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Toplu taşımada otomatik bilet ödeme sistemi olarak hem manyetik şeritli kartlar hem de akıllı kartlar olarak isimlendirilen içerisinde entegre devre barındıran temaslı, temassız ve çift ara yüzü kartlar kullanılmaktadır. ABD genelinde sabit bir hat boyunca toplu taşıma yapan otobüslerin büyük bir çoğunluğu bu sistemleri kullanmaktadır (Schweiger, 2014, s. 41-46). Ayrıca akıllı telefonlara yüklenen bazı uygulamalar ile de toplu taşımada bilet ödemesi gerçekleştirilebilmektedir. Toplu taşımada kullanılan araçlara ait bakım-onarım bilgilerinin işlendiği ve araçların motor, vites, fren donanımlarının ya da yağ, yakıt gibi sıvı seviyelerinin takip edildiği araç parçası takip sistemleri toplu taşımada performansı arttırmaya yönelik uygulamalardandır (Schweiger, 2014, s. 47-48).

Yıllar önce nakit ödemelerin yapıldığı gişeler kaldırılarak araçların durmadan ücret ödemelerini yapabilecekleri ücret toplama sistemleri farklı işletmeciler tarafından kurulmuştur. ABD’de elektronik ücret toplama sistemlerinde DSRC’nin yer aldığı 900 ile 919 MHz bant aralığı ile 5,8 GHz bantları kullanılmakta olup, bu sistemler otomatik plaka okuma sistemleri ile desteklenmektedir. Araçlar ücret ödeme noktasından geçtiklerinde araçlarda bulunan verici ya da etiket okunmakta ve araç tanımlaması yapılmaktadır. Tanımlanan araç bilgisi yol kenarındaki bilgisayar tarafından önceden tanımlı hesap ile eşleştirilerek ilgili hesaptan geçiş ücretini tahsil etmektedir. ABD’de sıklık ve yol durumlarına göre sabit ücretlendirmenin yanı sıra dinamik ücretlendirme uygulamaları da mevcuttur (McQueen, 2014, s. 8-10).

Özellikle yük taşıyan ticari araçlarda AUS uygulamalarının yaygınlaştırılması açısından, özel sektörün amacı karlılığı artırmak iken; kamunun amacı da düzenleyici mevzuata uyumun sağlanması yoluyla enerji kullanımında ve hava kalitesinin artırılmasında verimliliği sağlamaktır. Bu alanda ilk uygulama, 1980’li yıllarda ortaya çıkan ve uydu üzerinden kamyonların takibini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin getirdiği yükün zamanında teslimatının yapılması, rekabetin artması, bakım yönetiminin daha iyi yapılması gibi faydalar ile birlikte bu alana ilgi artmaya başlamıştır. Devletin 1990’lu yılların sonunda uygulamaya başladığı ticari araç işlemleri programında ise yük hareketleri, araç ve şirket işlemleri ile birlikte daha çok emniyetin sağlanması, sürücü yeterliliği ve aracın elektronik olarak denetlenmesi üzerine odaklanılmıştır (Wolfe & F.Troup, 2014, s. 3-4). Bu doğrultuda, ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından ticari araçlara yönelik CVISN (Commercial Vehicle Information Systems and Networks – Ticari Araç Bilgi Sistemleri ve Ağları) programı başlatılmıştır. Bu program temelde her eyaletteki denetim yerinde standart formatın kullanılarak merkeze gönderilmesini sağlayan emniyet bilgisinin paylaşımı, taşımacıların vergi beyannamelerini ve diğer evrakı elektronik olarak doldurduğu yeterlilik belgeleri yönetimi ve elektronik denetim olarak üç alt birimden oluşmaktadır. Bu alanda başarılı uygulamalardan bazıları devletin düzenleyici programlarına göre oluşturulan PrePASS ve NORPASS ile limanların terminal girişlerindeki yoğunluğu azaltmak için oluşturulan PierPASS isimli uygulamalardır. PrePASS 31 eyalette uygulanmakta olup 301 adet denetim istasyonunu kapsamaktadır. Bu uygulamada araçlar üzerine yerleştirilen vericiler yardımıyla belirlenen istasyonlara geldiğinde sisteme üye araçların bilgileri okunarak araçların yeniden denetime tabi tutulması yani durdurulması engellenmiş olmaktadır. Benzer bir sistemi kullanan NORPASS ise ABD’nin 7 eyaleti ile Kanada’da iki ilde geçerli olan bir uygulamadır (Wolfe & F.Troup, 2014, s. 29-32).

Ayrıca AUS uygulamaları ABD’de trafik kazalarına yönelik olarak kullanılmaktadır. Bu konuda, kazanın meydana geldiği noktayı tespit edip acil durum merkezlerine bildirmek, kazanın türü ve oluşumuna ilişkin bilgileri teyit etmek, kaza yerine ilgili ekiplerin sevkini kolaylaştırmak, ölü, yaralı ve kaza enkazı ile acil müdahale ekiplerini karayolundan hızlıca uzaklaştırmak ve trafiğin normal akışına döndüğü

noktayı ilgililere bildirmek için bu teknolojilerden yararlanılmaktadır. Yine terör saldırısı, doğal afet, deprem gibi olağanüstü durumlarda karayollarını etkin bir şekilde kullanabilmek için AUS uygulamalarından yararlanılmaktadır. 2005 yılında Rita kasırgası dolayısıyla Houston'daki otoyolların tek yönlü olarak insanları tahliye amaçlı olarak kullanılması sırasında DMS, CCTV gibi trafik yönetimi teknolojilerinden faydalanılmıştır. Bu olay sonrasında Texas Eyaleti Ulaştırma İdaresi tarafından çevre otoyollarda tahliye şeridi uygulamasına başlanmıştır (Wallace, 2014, s. 38-39).

ABD'de araç-araç haberleşmesine dayalı sürücüsüz otonom araçlar üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Ayrıca araçların emniyeti ile ilgili çarpışma önleme sistemleri, lastik basıncı izleme sistemleri, fren takip sistemleri, acil durum fren yardım sistemleri, kilitlemeyen fren sistemleri, ACC, ESC, şerit ihlali tespit sistemleri, arka görüş kameraları gibi teknolojiler ABD'li otomobil üreticileri tarafından geliştirilmeye devam edilmektedir.

2.4.Singapur'da AUS Uygulamaları

Singapur'da AUS, karayolu ve tünelleri emniyetli bir şekilde işleten sistemin kalbi olarak tanımlanmaktadır. Singapur Ulaştırma Bakanlığı'nın bir birimi olan Singapur Kara Ulaştırması İdaresi ülkedeki AUS uygulamalarını özel sektör ile birlikte planlayan ve hayata geçiren kurumdur. Arazi açısından küçük bir ülke olan Singapur'da toplam 161 km'den oluşan Kallang-Paya Lebar Otoyolu, Merkezi Otoyol ve Fort Canning Tüneli boyunca AUS uygulamaları mevcuttur. Ülke genelinde güvenli ve sorunsuz bir trafik akışı oluşturmak amacıyla kurulan ve "i-Transport" olarak adlandırılan platform, bir AUS merkezi olarak trafik ışıklarının sinyalizasyonu, trafiğin izlenmesi, kaza yönetimi, tünel ve otoyol takip sistemleri ve gerçek zamanlı bilgilerin kullanıcılara aktarılması işlevlerini gerçekleştirmektedir. Bu platformun yönetim merkezi olarak kurulan AUS operasyon kontrol merkezi yıl boyunca kesintisiz olarak 24 saat boyunca hizmet vermektedir (Land Transport Authority, 2014a).

Bu platformda yer alan birçok farklı sistemden biri olan EMAS (Expressway Monitoring Advisory Sistem – Otoyol Takip Danışma Sistemi) ile otoyol trafiğindeki trafik kazası, araçların arızalanması gibi olayları tespit edip trafiğin tekrar normal akışına çabuk bir şekilde geri dönmesine yardımcı olan bir sistemdir. Yukarıda bahsedilen operasyon kontrol merkezindeki görevliler tarafından kameraların incelenmesinden sonra 15 dakika içerisinde sistemin yönlendirdiği yardım araçlarının olay yerine ulaşması sağlanmaktadır. Arızalanan araçlar, olay yerine en yakın otoparka ücretsiz olarak çekilmekte olup, 2006 yılından itibaren geçerli olmak üzere aracın çekilme işlemi zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca elektronik tabelalar ve yol işaretleri ile “TrafficWatch” isimli trafik radyosu sayesinde diğer sürücülerin de bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. EMAS’ın otoyollar dışındaki diğer karayollarına genişletilmesi çalışmaları devam etmekte olup, 7 Mayıs 2012’den beri 87 adet yeni EMAS değişken mesaj işareti diğer anayollara yerleştirilmiştir. 2014 yılı sonuna kadar 70 adet daha sistemin tüm karayolu ağını kapsayacak şekilde diğer yollara kurulumunun tamamlanması planlanmaktadır (Land Transport Authority, 2014b).

Bu platform içerisinde yer alan diğer bir uygulama ise, “J-Eyes” ismi verilen ve stratejik öneme sahip kavşaklara yerleştirilen kameralarla bu kavşaklardaki trafiği takip eden sistemdir. 2014 yılı itibariyle, ülkede 315’den fazla noktada bu sistem işlev görmektedir (Land Transport Authority, 2014c).

GLIDE (Green Link Determining System – Yeşil Hat Belirleme Sistemi) Singapur’daki tüm trafik ışıklarının denetimini yapan merkezi sistemdir. Bu sistemle, trafik akışındaki değişime göre ne zaman yeşil ışıkların yanması gerektiği belirlenmektedir. Ayrıca bu sistem sayesinde ardışık olan trafik ışıkları boyunca araçların en az dur-kalk yaparak seyretmesi sağlanmaktadır. Sistem ışıkların bulunduğu bölgede yola yerleştirilen sensörler ile araçları tespit ederek, yayaların geçmesi gerektiği durumlarda ise yayaların trafik ışığı direklerindeki butona basmalarının akabinde trafik ışıklarını yeşile döndürebilmektedir (Land Transport Authority, 2014d).

TrafficScan isimli sistemde ise GPS ile donatılmış taksilerden alınan sinyaller ile trafiğin gerçek zamanlı ortalama akış hızı ilgili rotaları kullanacak sürücülere aktarılmak üzere belirlenmektedir. EMAS, GLIDE ve diğer AUS uygulamaları entegre bir şekilde çalışan bu sistem sayesinde ana yollar hakkında bilgi sahibi olan sürücüler güzergahlarına doğru bir şekilde karar verme imkanına kavuşmaktadır (Land Transport Authority, 2014e).

“Green Man” isimli uygulama da, Singapur Kara Ulaştırması İdaresi tarafından hayata geçirilen bir projedir. Bu projede kavşaklardan karşıdan karşıya geçmesi daha uzun zaman alan yaşlı ya da engelli yayaların trafik ışıklarında 13 saniye fazladan süreye sahip olmasına imkân tanınmaktadır. 2012 yılı itibariyle 256 yaya geçiş noktasında çalışan bu sistemde, 60 yaşın üzerindeki ve engelli olanların sahip olduğu vatandaşlık kartı ya da ayrıca alınabilen “Green Man” kartını trafik ışığı direğindeki ilgili yere okutmasından sonra kavşağın durumuna göre 3 ile 13 saniye arasında değişen zaman aralıklarında fazladan yaya geçiş süresi verilmektedir (Land Transport Authority, 2014f).

Singapur’daki başka bir AUS uygulaması da, 2008 yılında beri faaliyet gösteren ve sürücülerin gerçek zamanlı olarak otoparkların doluluğu hakkında bilgi sahibi olarak daha hızlı park yeri bulmalarını sağlayan otopark kılavuzluk sistemidir. Sistem, şehir merkezinde yer alan elektronik tabelalar ile daha önce bahsedilen ve i-Transport platformunda yer alan diğer sistemlere ait bilgilerin de iletilebildiği “One.Motoring” adı verilen portal yardımıyla ya da “MyTransport.SG” isimli cep telefonu uygulaması ile bu bilgileri sürücülere aktarabilmektedir. (Land Transport Authority, 2014a) Şekil 2.3.’de bu sisteme ait bir elektronik tabela gösterilmektedir.

Şekil 2.3. Singapur Otopark Kılavuzluk Sistemi



Kaynak: (Land Transport Authority, 2014a)

Singapur, çalışmaları 1998 yılından itibaren başlatılan elektronik yol ücretlendirme sistemi ile trafik sıkışıklığı ücretlendirmesinin Dünya’da ilk yapıldığı ülke olarak bilinmektedir. Singapur’da merkezi yerlerde olan şehir içi yollarda ve otoyollarda 2012 yılı itibariyle 80 noktaya konumlandırılmış olan sistem sayesinde trafiğin en yoğun olduğu saatlerde sürücüleri trafiğe çıkmaktan caydırmak suretiyle trafik yoğunluğunun azaltılması hedeflenmektedir. Sistem, araçların sağ alt köşelerine monte edilmiş ön ödemeli kartlar ile ya da toplu taşımada da kullanılan temassız kartlar ile çalışmaktadır. Bu iki tip karta sahip olmayan ve cezalı geçiş yapan araçlar 2 hafta içinde ödemelerini yapmadıkları takdirde önce 70 Singapur Doları ceza uygulanmakta, bu süre bir ayı geçtiği zaman ceza 1.000 Dolar’a çıkmaktadır. Bu sistem de diğer AUS uygulamaları ile entegre bir biçimde çalışmakta olup, 2007 yılında yapılan testler sonrasında trafiğin durumuna göre değişken fiyatlandırmaya gidilmiş, daha yoğun olan kesimlerde araçlardan daha fazla ücret alınmaya başlanmıştır. (Land Transport Authority, 2014)

Singapur’da filo yönetimi, akıllı durak, elektronik ödeme gibi birçok AUS uygulamasını da toplu taşıma alanında görmek mümkündür. Singapur’da toplu taşımada iki tür yetişkin kartı, çalışanlar için özel bir kart, öğrenciler ve yaşlılar için olan temassız kartlar ile ödeme yapılabilmektedir. Otobüs ile birlikte raylı ulaşımda da kullanılabilen bu kartlardan ücret, seyahat edilen mesafeye göre düşülmektedir.

2.5. Birleşik Krallık' ta AUS Uygulamaları

AUS konusunda öncü ülkeler arasında yer alan Birleşik Krallık' ta merkezde belirlenmiş bir ulusal AUS mimarisi yapısı bulunmamaktadır. Bir AB üyesi olan Birleşik Krallık' ta AB'nin 2010/40/EU yönergesi ile birlikte AB'nin bu alanda geçerli mevzuatı ülke genelinde kabul edilmekte olup, her bir AUS başlığı için Ulaştırma Bakanlığı ve diğer ilgili kurumların farklı yasal düzenlemeleri bulunmaktadır. AB'nin ilgili yönergesinde belirlenen 4 ana öncelik alanı doğrultusunda Birleşik Krallık' ta birçok AUS uygulaması gerçekleştirilmektedir.

Karayolu trafiğinin ve seyahat verilerinin optimal kullanımı ile ilgili olarak hayata geçen uygulamalardan bazıları Transport Direct, UTMC (Urban Traffic Management and Control – Kent içi Trafiği Yönetimi ve Kontrolü), VMS uygulamaları, ulusal trafik kontrol merkezi, ulusal trafik bilgi hizmeti, yönetilen otoyollar, halka açık CCTV sistemleri ve internet protokolünün (IP) yol kenarı haberleşmesinde kullanımınıdır. (Department for Transport, 2012) Transport Direct uygulaması, Büyük Britanya genelinde kapıdan kapıya seyahat planlaması yapılması sağlayan ve 30 milyondan fazla noktayı bünyesinde barındıran bir internet portalı uygulamasıdır. Bu portalde gerçek zamanlı olarak ulaşım modlarının maliyet karşılaştırması ile çevresel etki karşılaştırması yapılabilmektedir. 2004 yılında devreye alınan sistem, devlet tarafından finanse edilmiş olup, internet, cep telefonu, sayısal televizyon ve kiosklar üzerinde yıllık olarak 25 milyon civarında görüntülenme sayısına sahiptir (Department for Transport, 2012, s. 13-15). İlk olarak 1997 yılında Ulaştırma Bakanlığı tarafından başlatılan UTMC projesi, farklı birçok trafik yönetimi uygulamasının birbiriyle haberleşebileceği bir merkezin kurulmasını amaçlamaktadır. Otomatik plaka tanıma kameraları, VMS'ler, otoparklar, trafik ışıkları, hava durumu gözlem istasyonları gibi farklı kaynaklardan gelen veriler bu merkezi sistemde toplanmaktadır. Karayolu ağının kontrol edilmesi için yerel yönetimlere bilgiler sağlayan bu sistem ile örneğin arka arkaya iki otomatik plaka tanıma sisteminden geçen aracın ortalama hızı ölçülerek hedef noktalarına ulaşmaları için gerekli süre hakkında diğer sürücülere bilgiler verilmekte; rüzgâr hızının aşırı derecede artması durumunda sürücülere VMS aracılığı ile uyarılar yapılmakta ve

otoparkların doluluğuna ilişkin durumlar, merkezi veri tabanından takip edilerek park edecek araçlara bilgi aktarılmaktadır. Birleşik Krallık' ta karayollarında 2012 yılı itibariyle 3.000 civarında VMS bulunmakta olup, Birleşik Krallık Karayolları Kurumu'nun sorumluluğundaki 7 bölgesel kontrol merkezi, ulusal trafik kontrol merkezi ve otoyol olay tespiti ile otomatik işaretleme gibi sistemler tarafından bu cihazlardaki işaretler belirlenmektedir. Ulusal trafik kontrol merkezinin kurulum amaçları arasında doğru gerçek zamanlı bilginin farklı yöntemlerle halka duyurulması, kazalardan, bakımlardan veya yollarda meydana gelen diğer olaylardan dolayı oluşan sıkışıklığın asgariye indirilmesi ve kuyrukların oluşmasını engellemek için sürücülerin farklı rota kullanmaları yönünde bilgi verilmesi bulunmaktadır. Bu merkezin verileri "TrafficEngland" trafik bilgisi internet sitesine, VMS'lere ve yerel yönetimler ile medyaya bilgi akışını sağlayan DATEX II sistemine verilmektedir. Bazı yollarda emniyet şeridinin gereken hallerde trafiğe açılmasını sağlayan "yönetilen otoyollar" uygulaması aynı zamanda değişken hız limitleri ile de trafiğin düzenli bir şekilde akmasına yardımcı olmaktadır (Department for Transport, 2012, s. 34-35). Bunlarla birlikte, Birleşik Krallık' ta Karayolları İdaresi sorumluluğunda toplam 2.000'den fazla CCTV kamera ile trafik ile ilgili kuş bakışı görüntüler elde edilebilmektedir. Ülkenin karayollarında bulunan CCTV, VMS ve acil durum telefonları gibi cihazların haberleşmesinde kullanılan fiber optik ve bakır kablolar ile bölgesel trafik kontrol merkezleri birbirine bağlıdır (Department for Transport, 2012, s. 18-21).

Trafiğin sürekliliği ve yük yönetim hizmetleri başlığında ise akıllı ve entegre bilet ödemesi, gerçek zamanlı bilgi grubu gibi uygulamalar görülmektedir. Birleşik Krallık' ta 2014 yılına kadar tüm toplu taşıma araçlarında akıllı kartların kullanılması hedeflenmektedir. ITSO (Integrated Transport Smartcard Organization – Entegre Ulaşım Akıllı Kartı Teşkilatı) Birleşik Krallık'taki yolcu taşıma hizmeti sunan kuruluşların üye olduğu ve özellikle toplu taşımada kullanılan akıllı kartların özelliklerini ve standardizasyonu belirlemek üzere kurulmuştur. Kanunen Birleşik Krallık' ta faaliyet gösteren toplu taşıma işletmecilerinin ITSO standartlarına uyması gerekmektedir. 2010 yılında AB genelinde kullanılan kartların birlikte çalışabilirliği için ITSO ile birlikte Almanya'dan VdV ve Belçika'dan Calypso Ağı Derneği

işbirliği içerisinde Avrupa Komisyonu'nun 7. Çerçeve Programı tarafından finanse edilen Birlikte Çalışabilir Ücret Yönetimi projesi başlatılmıştır. Birleşik Krallık' ta kurulan gerçek zamanlı bilgi grubu, toplu taşıma sektöründe faaliyet gösteren yerel yönetimler ile sistem tedarikçilerinden oluşmakta olup, otobüslerle ilgili bilgi sistemlerine ilişkin standartları belirlemektedir. Örneğin geliştirilen otobüs-yol kenarı haberleşme standardı ile birlikte trafik ışıklarında toplu taşımada kullanılan otobüslere öncelik verilmesi sağlanmış olup, Londra genelindeki 8.000'den fazla otobüs bu özelliğe sahip olmuştur. Yüklerin elektronik olarak takibini sağlayan uygulamalara ilişkin Ulaştırma Bakanlığı tarafından geliştirilmiş projeler bulunmamakla birlikte, özel sektördeki işletmecilerin bu tür uygulamaları kullanması kendi inisiyatifindedir (Department for Transport, 2012, s. 39-42).

AUS karayolu emniyeti ve güvenliği uygulamaları alanında da eCall, kamyonlar ve ticari araçlar için güvenli ve emniyetli otopark yer bilgisi, araç içi haberleşme sistemlerinde insan-makine etkileşimleri gibi uygulamalar mevcuttur. Birleşik Krallık' ta iyi ve verimli bir şekilde işleyen acil durum müdahale hizmetleri mevcut olup, özel servis sağlayıcılar tarafından AB genelinde uygulanan eCall projesine uyumlu bir şekilde bu hizmetler sağlanmaktadır. Ancak 999 numaralı mobil acil durum araması yapılan hata erişim açısından ülkedeki mobil kapsama alanının eksiklikleri de mevcuttur. Ayrıca, ülkede yine özel sektördeki işletmecilerin kullanımına açık olan kamyonlar ile diğer ticari araçların güvenli otoparklara erişimi için bilgi ve rezervasyon hizmeti veren sistemler de bulunmaktadır (Department for Transport, 2012, s. 44).

Araçların ulaştırma altyapısına bağlanması konusunda ise açık araç içi platformlar ve işbirlikçi sistemler olmak üzere iki tane başlıca uygulama vardır. Araç içi platformlar denilen araçların taşıdıkları yük veya aracın kendisi ile ilgili merkezi bilgisayarlara bilgi aktarımı yapılmasını sağlayan ya da sürüş sırasında sürücüye yardımcı olan sistemler yine özel sektör tarafından uygulanmakta olup, bu sistemlerin birlikte çalışabilirliği ile bilgi güvenliği konuları ön plana çıkan hususlardır. Araçlar ile altyapı arasında haberleşmenin sağlanması ile birlikte gündeme gelen işbirlikçi sistemlere ilişkin olarak Birleşik Krallık Karayolları İdaresi tarafından AB

genelinden uygulanan ve AUS konusunda birçok uygulamada işbirliğini öngören EasyWay programına katılım sağlanmıştır (Department for Transport, 2012, s. 50).

2.6.Hollanda’da AUS Uygulamaları

Her ne kadar 2008 yılındaki kriz, diğer AB ülkeleri gibi Hollanda’yı da etkilemiş olsa da ulaştırma altyapısına dair politikalarda AUS kullanımının önemini kaybetmesine neden olmamıştır. Çünkü ülkede trafik hacminde önümüzdeki yıllarda artışın devam edeceği öngörülmektedir (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011, s. 7).

AUS ile ilgili ilk uygulamalar denilebilecek trafik ışığı örnekleri 1930’lu yıllarda Eindhoven ve Amsterdam gibi şehirlerde kurulmuştur. 1980’li yıllara gelindiğinde ise Otomatik Kaza Tespit Sistemleri ve VMS uygulamalarının ülkede kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Hollanda’da 1994 yılında Ulaştırma, Bayındırlık ve Su İşleri bakanlığı tarafından trafik yönetimi programı bu alandaki geniş kapsamlı ilk proje olarak görülmektedir. RDS-TMC (Radio Data System - Trafik Message Channel, Radyo Veri Sistemi – Trafik Mesajı Kanalı) teknolojisi ve trafik kontrol merkezleri bu programın önemli parçalarını oluşturmaktadır. 2012 itibariyle otoyolların %41’ini oluşturan 980km’lik otoyol kesiminde AUS uygulamaları kullanımda olup, 15.000’den fazla elektronik hız sınırı levhası ile 200’den fazla VMS bulunmaktadır. 1995 yılından beri yaklaşık olarak 3 milyar Avro’nun harcandığı trafik yönetim sistemleri sayesinde araçların trafikte kaybettiği zamanda %5 ile % 10 arasında azalma olduğu tahmin edilmektedir. Yine 1980’lerin sonunda ortaya çıkmaya başlayan trafik bilgi sistemleri ile hem VMS’ler hem de FM radyo yayınları ile trafikte yer alan kişiler bilgilendirilmektedir. 1993 yılında özel sektörün de bu alanda faaliyet göstermesi ile birlikte gerçek zamanlı trafik bilgileri araç içi navigasyon sistemlerine iletmeye başlanmıştır (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011, s. 8-9).

Yol ücretlendirme sistemleri AUS’nin Hollanda’da kullanıldığı bir başka uygulama alanıdır. Araçlardan sabit ücret almak yerine 2007-2010 yılları arasında GPS uyumlu

cihazlar yardımıyla araçların konumu, pozisyonu ve trafik içerisinde bulunduğu saat dikkate alınarak değişken ücretlendirmenin uygulandığı bir sistem üzerinde çalışmalar sürdürülmüştür. Böylece trafiğin yoğun olduğu zamanlarda motorlu araçların daha az trafiğe çıkması teşvik edilmekte olup aynı zamanda altyapı inşası ve bakımı için bir finansman aracı oluşturulmasının amaçlandığı bu sistem 2010 yılında hükümetin istifası nedeniyle yarıda kalmıştır. Ancak 2011 yılında çıkarılan yeni bir yasa ile çalışmalara yeniden başlanmış ve gelecekte başta kamyonlarda uygulanmak üzere tüm araçların bu sisteme tabi olması öngörülmektedir (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011, s. 10).

2009 yılında yapılan bir araştırmada araçların trafikte kaybettiği zamanın %13'ünün kazalardan kaynaklandığı sonucuna ulaşılan Hollanda'da acil durum müdahale merkezleriyle birlikte ülkenin karayolu işletmecisi olan Rijkswaterstaat işbirliği ile olay yönetim sistemi kurulmuş olup, AB ile entegrasyon açısından eCall ve EasyWay programlarına katılım sağlanmaktadır (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011, s. 12).

Toplu taşımada ise Hollanda'da iki önemli AUS uygulaması bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan NDOV (National Data Office for Public Transport – Toplu Taşıma için Ulusal Veri Ofisi) projesi ile bu alanda kalite kontrolü ve standardizasyon sağlanmakta, GOVI isimli proje ile de seyahat planlaması bilgileri veren internet siteleri ve mobil uygulamalara veriler aktarılmaktadır. Otopark yönetimi konusunda ise dinamik bilgi akışı sunan ve Hollanda genelindeki 500.000 araçlık ücretli otopark sistemi hakkında sürücülerini bilgilendiren NDPV veri tabanı projesi önemli bir yere sahiptir (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011, s. 13-15).

Yük ve filo yönetiminde de AUS uygulamalarını kullanan Hollanda'da 2011 itibariyle kamyonların %30'unda yerleşik bilgisayarlar kullanılmaktadır (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011, s. 19). Geleceğe dönük olarak AUS konusunda Hollanda'da şehir içi kavşaklar boyunca birbirini takip eden araçların katar oluşturarak hızlı bir şekilde geçmesini amaçlayan FREILOT ya da AUS

uygulamalarında kullanılan farklı sensör teknolojilerini bir araya toplayan Sensor City pilot projeleri gibi farklı pilot projeler de hayata geçirilmektedir (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011, s. 22).

2.7. Avustralya’da AUS Uygulamaları

Avustralya AUS uygulamalarını yoğun bir şekilde karayollarında kullanan bir başka ülkedir. 2011 yılında ülke genelindeki AUS uygulamaları için kabul edilen Avustralya’da AUS için Politika Çerçevesi başlıklı dokümanda ülkedeki ulaştırma sektörünün emniyetli, verimli, güvenilir ve entegre bir şekilde işleyebilmesi için ortak bir vizyon meydana getirilmiştir. Bu vizyonda iki ana prensip belirlenmiş olup, bunlar AUS uygulamalarının bireylere, topluma ve iş dünyasına görünen faydalar sağlaması gerektiği ve AUS’nin geliştirilmesi ve uygulanması için gerekli politikaların sağlam ve dinamik bir yapıda olması gerektiğidir. Bu belgenin yanı sıra 2012-2017 yıllarını kapsayan ve AUS Australya tarafından yayımlanan Ulusal AUS Endüstrisi Stratejisi ulaştırmada emniyetin ve güvenliğin, tüm ulaştırma modlarında verimli bir yönetimin, yüklerin akışının, ulaştırmanın çevreye olan etkilerinin ve tüm modlarda topluma sunulan bilgilerin iyileştirilmesini hedeflemektedir. Bu hedefler doğrultusunda emniyet, hareketlilik ve çevre olmak üzere üç eksen üzerinden değerlendirmeler yapılmaktadır (ITS Australia, 2012, s. 3-5).

Avustralya’da araç-araç ve araç-altyapı haberleşmesine dayalı uygulamalar genel olarak işbirlikçi AUS olarak tanımlanmakta ve bu isim altında projeler geliştirilmektedir. Bu projeler arasında sürücülerin göremeyecekleri noktalar olan kör noktalarda şerit değiştirirken araçların olduğunu söyleyen kör nokta uyarı sistemi, önlerindeki aracı göremedikleri zaman sürücülerini uyaran elektronik acil fren lambaları bulunmaktadır. Bu kapsamdaki diğer projeler de öncelik verilmesi gereken araçlarda trafik ışıklarının değişmesini sağlayan ve araçların trafik içerisindeki durumlarına ait gerçek zamanlı bilgileri derleyen gelişmiş trafik yönetim sistemi, güzergâh üzerindeki hava durumunu gösteren güzergâh bilgi sistemi ve kaza vb. trafik olaylarına karşı önlem alınmasını sağlayan gelişmiş kaza tepki sistemi gibi projelerdir (ITS Australia, 2012, s. 6).

Yönetilen otoyollar programı kapsamında ise Avustralya'daki otoyollar ile kentlerdeki önemli karayollarındaki trafik VMS, rampa meter, değişken hız sınır işaretlemesi gibi AUS temelli uygulamalar ile kontrol edilmektedir.

AUS uygulamaları konusunda ister araçların üzerinde gelsin ister sonradan araçlara montajı yapılsın araç içi uydu navigasyon sistemlerinin kullanımı ile sürücülerin bilgilendirilmesi, Avustralya'da öne çıkan bir uygulama alanıdır. Bir yandan özellikle taksi ve yük taşıyan araçlarda bu tür sistemlerin yaygınlaşması konusunda çalışmalar sürerken diğer yandan da insan makine ara yüzünden kaynaklı olarak sürücülerin farklı bilgilerin sunulduğu bu uygulamalardan sürüş davranışlarındaki değişimleri ölçerek, gerekirse emniyet açısından uygun bulunmayan cihazların sonradan araçlara montajının sınırlandırılması düşünülmektedir (ITS Australia, 2012, s. 8).

Avustralya Ulaştırma Sertifikasyon Kurumu tarafından başlatılan “akıllı erişim” programı GPS kullanan ticari araçların takibi ve bunların ücret ödemesi ya da yasal mevzuata göre denetlenmesini elektronik olarak yapmayı amaçlamaktadır. Yine ticari araç kullanan sürücülerin yorgunluktan kaynaklı hata yapma riskini azaltmayı öngören ve bir nevi sayısal takograf uygulaması olan ve sürücülerin çalışma ile dinlenme sürelerini kaydeden “elektronik iş günlükleri” projesi için 2010-2013 yılları arasında fizibilite çalışmaları yürütülmüştür (Transport Certification Australia, 2013, s. 17-20).

Demiryolu hemzemin geçitlerinde de karayollarındaki trafiğe göre yönetim imkânı sağlayan AUS teknolojilerinden faydalanan Avustralya'da özellikle ağır vasıta olarak nitelendirilen ticari araçların gerçek zamanlı olarak takip edilerek kullandıkları yollar boyunca farklı bir ücretlendirmeye tabi tutulması yönünde çalışmalar da yapılmaktadır (Department of Infrastructure and Regional Development, 2014).

Ülke genelinde uygulanan ve e-TAG olarak isimlendirilen elektronik ücret toplama sistemine bir milyonun üzerinde araç üyedir. RFID (Radio Frequency Identification – Radyo Frekansı ile Tanımlama) teknolojisine dayalı bu sistemi kullanan farklı ticari

karayolu işletmecileri farklı adlar altındaki ürünleri kullanıcıların hizmetine sunmaktadır (Wikipedia, 2014b).

3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ TÜRKİYE UYGULAMALARI

Ulaştırma ve haberleşme sektörüne son yıllarda önemli miktarlarda yatırım yapan Türkiye’de akıllı ulaşım sistemlerinin yaygınlaşması bağlamında önemli gelişmeler kaydedilmektedir. Bu bölümde Türkiye’de son dönemlerde gerçekleştirilen AUS uygulamalarından ve projelerinden önde gelenleri anlatılmakta olup, bu örnekler ISO AUS hizmet mimarisindeki sınıflandırmaya göre sıralanmaktadır.

3.1.Yolcu Bilgilendirme Sistemleri

Türkiye’nin 2006–2010 Bilgi Toplumu Stratejisi eylem planında 59 numaralı eylem planından sorumlu kurum olan Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (UDHB) tarafından hayata geçirilen Ulusal Ulaştırma Portalı (UUP) projesi bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı olanaklardan yararlanarak ülke çapında ulaştırma bilgilerinin kullanıcılara tek noktadan sunulmasını amaçlayan bir projedir. UUP’de iki yerleşim birimi arasındaki mesafe, tahmini varış süresi, alternatif ulaşım güzergâhları, toplu taşıma ve özel araçla yolculuk seçenekleri yer almakta olup, proje hem internet sitesi üzerinden 4 farklı dilde hem de mobil uygulamalar üzerinden çalışmaktadır. UUP’nin seyahat planlayıcısı kullanılarak, gitmek istenilen yere otobüs, uçak gibi farklı ulaşım araçları veya hususi araçlar ile en kısa ve güvenli olarak nasıl gidilebileceği öğrenilebilmektedir. Ayrıca, güzergâh üzerindeki hava durumu ve yol üzerinde kaza, çalışma vb. olup olmadığı ile birlikte güzergâh üzerindeki yakıt istasyonu, hastane, 112 acil servis ve park yerleri gibi önemli noktalar görülebilmektedir. UUP üzerindeki çalışmalar devam etmekte olup, ayrıca istenilen yerin haritasına çevrimiçi erişim sağlanması ile birlikte tren, gemi, uçak ve otobüs ulaşım alternatiflerinin tarifeli sefer sorgulamalarının yapılarak ihtiyaç duyulan biletin satış noktalarına yönlendirilmesi yapılmaktadır (Ulusal Ulaştırma Portalı, 2014).UUP’nin mobil uygulamalarına yönelik indirilme sayıları 7 Ağustos 2014 itibarıyla iOS işletim sistemli telefonlar için 12.345, Android işletim sistemli telefonlar için 10.433 ve Windows işletim sistemli telefonlar için ise 987’dir (BİLSAG , 2014).

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) tarafından internet sitesi ile birlikte mobil uygulamalar aracılığı ile şehirlerarasında seyahat eden yolcuları bilgilendirmeyi amaçlayan KGM uygulamasında Güzergâh Analizi, Yol Durumu, Yol Haritaları, OGS (Otomatik Geçiş Sistemi) Geçiş İhlali Sorgulama, Mesafe Cetveli ve KGM'nin ihale ilanlarına ulaşılabilir. Cep telefonlarına indirilme sayısı 2013 yılı Nisan ayı itibariyle, 850.000'i geçen bu uygulamada karayolunu kullanacak olan sürücülere sayısal harita üzerinden istedikleri güzergâhta kapalı yollar, çalışma yapılan yollar ve hava durumu gösterilerek seyahat planlamalarında yardımcı olunmaktadır. GPS özelliğine sahip cihazlardan bu uygulamaya erişildiği zaman uygulama mevcut konumu da dikkate almakta, karayollarında yapılan ölçümler sonucunda elde edilen ortalama hız bilgileri de kullanıcılara aktarılmaktadır (UDHB, 2013a, s. 164-173).

Kent içi trafiğe ilişkin olarak seyahat öncesinde bilgi sahibi olma imkânı tanıyan "İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Cep Trafik" uygulaması sayesinde sürücü ve yolcular, cep telefonlarını kullanarak, günün her saatinde anlık trafik durum bilgilerine ulaşabilmektedir. İstanbul genelindeki yolculuklara rehberlik eden ve trafik yoğunluğuna göre alternatif güzergâh sunulan bu uygulamada, kullanıcılar cep telefonları ile İstanbul'daki 175 noktadaki trafik görüntülerini canlı olarak takip edebilmekte ve 607 adet trafik ölçüm detektörü ile hazırlanan trafik yoğunluk haritası ile yoğunluk bilgilerini alabilmektedir. 2012 yılsonu itibarı ile uygulamayı cep telefonuna indiren kullanıcı sayısı 2,5 milyon civarındadır (İBB Trafik Kontrol Merkezi, 2014) . 2013 yılı sonunda Ankara Büyükşehir Belediyesi (ABB) de Ankara il sınırı içerisindeki bütün anayolların, bulvarların, caddelerin, sokakların trafik yoğunluğu bilgilerini vatandaşlar ile paylaşmak üzere "ABB Trafik" uygulamasını devreye almıştır (ABB EGO Genel Müdürlüğü, 2014).

Sürücü ve yolcuları bilgilendirmeyi amaçlayan Türkiye'deki diğer uygulamalardan biri de sürücülerin trafik kazaları, yoğunluk, hava ve yol durumu gibi değişimlerden haberdar edilmesi suretiyle alternatif güzergâhlara yönlendirilmesi ve karayolu kapasitesinin etkin olarak kullanılmasına yardımcı olan grafik tabanlı olarak çalışan ve telsiz haberleşmesini kullanan değişken mesaj işaretleridir. Türkiye'de KGM sorumluluğundaki karayollarında 2013 yılı itibariyle toplam 206 adet değişken mesaj

işareti kullanılmaktadır. Öte yandan karayolunda normal trafik akışını aksatacak sis, kar, yağmur, buzlanma gibi hava olayları veya hız limiti uygulamaları, elektronik denetleme uyarıları, yoğun trafik uyarısı, dikkat ve taşıt sınırlamaları konusunda bilgilendirme ve yönlendirme amaçlı kullanılan değişken trafik işaretlerinin KGM sorumluluğundaki yollardaki sayısı ise 1.000'i geçmiştir (UDHB, 2013a, s. 165-173). Yine İBB tarafından kurulan trafik radyosu ile İstanbul'da anlık yol bilgisi ilgililere iletilmekte olup, KGM tarafından kurulan ALO 159 Yol Danışma ve İBB'nin çağrı merkezi uygulamaları benzer amaçla hayata geçirilmiş diğer uygulamalardır.

Diğer taraftan, Türkiye'de coğrafi bilgi sistemleri alanında faaliyet gösteren firmalar ile bazı arama motorlarının sunduğu haritalarda trafik yoğunluğuna ilişkin bilgilendirmeler yer almaktadır. Ayrıca Türkiye'de sayısı giderek artan ve 2012 yılında 350.000 satış rakamına ulaşan navigasyon cihazları da sürücülerin bilgilendirilmesine yardımcı olmaktadır (Bozkurt, 2013, s. 73).

3.2.Trafik Yönetim Sistemleri

Türkiye'de genel olarak karayolu trafiğinin yönetimi, işletimi ve denetiminden sorumlu olan Karayolları Genel Müdürlüğü, Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) ve yerel idareler tarafından trafik yönetim ve kontrol sistemleri kurulmaktadır. Bu sistemlerin veri toplama, işleme, depolama ve dağıtım görevleri bulunmakta olup, KGM tarafından Ankara, İstanbul, İzmir ve Mersin'de 4 adet trafik yönetim merkezi kurulmuştur. KGM sorumluluğundaki devlet ve il yolları için toplam 17 adet bölgesel, 1 adet de ana merkez olmak üzere toplam 18 trafik yönetim merkezi kurma çalışmaları sürdürülmektedir (UDHB, 2013a, s. 165). 2011 yılında KGM tarafından TÜRKSAT ile birlikte "Coğrafi Tabanlı Karayolları Bakım Yönetim Sistemi" kurulmasına yönelik bir proje başlatılmış, yine KGM sorumluluğundaki 6.765 adet köprü'nün envanter bilgilerini, yapısal durumunu ve hasarsız muayene işlemlerini kaydetmek üzere köprü yönetim sistemi ile tünel yönetim sistemleri KGM'nin bu alandaki çalışmaları arasında yer almaktadır (UDHB, 2013a, s. 25). Bu çalışmalara ilaveten, KGM tarafından 2013 yılında akıllı ulaşım sistemlerine dair KGM tarafından bir ihale gerçekleştirilmiştir. Bu ihale kapsamında, SCADA (Supervisory

Control and Data Acquisition – İzleme Kontrol ve Veri Toplama) kontrol merkezi, yangın algılama ve söndürme sistemi, trafik kontrol sistemi, parçacık algılama sistemi, havalandırma sistemi, kameralı izleme sistemi, radyo yayın sistemi, haberleşme sistemi ve acil haberleşme sistemini haiz tüneli bünyesinde bulunduran karayolu projelerinin mühendislik hizmetleri işi yer almaktadır. Aynı ihale ile trafiğin 7/24 saat süreyle izlenmesi ve yönetilmesi, sürücülerin/yolcuların bilgilendirilmesi amacıyla bünyesinde kontrol merkezi, kameralı olay algılama ve izleme sistemi, araç sayım ve sınıflandırma sistemi, meteorolojik bilgi sistemi, fiber optik kablo ile haberleşme sistemi ve değişken mesaj işaretleri bulunan bir karayolu için trafik yönetimi ile yolcu bilgilendirme sistemlerine ait teknik şartname ve ana planların hazırlanması da öngörülmektedir (KGM, 2013b, s. 1).

Kent içi trafiğin yönetilmesi hususunda İBB tarafından işletilen ve Şekil 3.1.'de birlikte çalıştığı sistem ve kurumlar gösterilen trafik kontrol merkezi, İstanbul'daki anlık trafik akışını gerçek zamanlı olarak takip etmektedir. İstanbul'da değişik noktalara yerleştirilen trafik ölçüm, gözlem, denetim sistemleri ile tünel işletme merkezlerinden alınan görsel ve sayısal bilgiler bilgisayar yazılımları ile analiz edilerek değişken mesaj işareti, elektronik denetleme sistemi (EDS), sinyalizasyon sistemi gibi farklı AUS uygulamalarında ve trafik ışığı sinyalizasyon sisteminde kullanılmaktadır (İSBAK, 2014a). Bu merkezde kavşakların kontrol edilmesi amacıyla trafik ışıklarının sürelerini optimize eden, kavşaklara ilişkin bilgileri kaydeden, kavşaklardan toplanan bilgilerin merkeze aktarılarak uygun komutların üretilmesini sağlayan ve kavşaklardaki arıza durumlarını kaydeden sistemler de yer almaktadır. Yine bu merkezin çalışmaları kapsamında bir yol ağındaki ortalama taşıt gecikme sürelerinin ve ortalama durma sayılarının asgariye indirilmesi amacıyla, sinyalizasyon kavşakların plan sürelerini trafik hacmi, kuyruk oluşması gibi parametrelere göre optimize eden tam adaptif trafik yönetim sistemi çalışmaları devam etmektedir. Bu çalışmalarda sistemin kurulduğu kavşaklardaki gecikme sürelerinin %15 ile % 30 arasında azaldığı gözlenmiştir (İSBAK, 2014b). Bu merkezde kullanılan haberleşme teknolojileri fiber optik haberleşmesi, 3.Nesil (3G) mobil haberleşme sistemi ve GPRS (General Radio Packet Service – Radyo Paketi Genel Servisi)'dir (İSBAK, 2014a).

Şekil 3.1. İBB Trafik Kontrol Merkezi Şeması



Kaynak: (İSBAK, 2014a)

İzmir Büyükşehir Belediyesi de sorumluluk alanında bulunan toplam 402 adet sinyalize kavşağın tamamının bağlanacağı ve İzmir içinde belirlenen güzergâhlarda kurulacak 110 adet trafik izleme sistemi kurma çalışmalarını başlatmıştır. Bu sistem ile trafik akış ve yoğunluklarının vatandaşlar tarafından da izlenebilmesi, kural ihlallerinin gözlenerek kontrol altına alınması, merkezi olarak arıza tespiti ve arızaya en kısa sürede müdahale edilmesi amacıyla “Tam Adaptif Trafik Yönetim, Denetim ve Bilgilendirme Sistemi” kurulması amaçlanmakta olup ihale süreci 2014 Ağustos itibariyle devam etmektedir. (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2014)

Emniyet müdürlüklerince KGYS (Karayolu Güvenlik Yönetim Sistemi), TEDES (Trafik Elektronik Denetleme Sistemi), EDS, MOBESE (Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu) olarak adlandırılan sistemler kullanılmak suretiyle alan, kavşak, karayolu veya belli merkezler izlenmektedir. Bazı trafik hizmetlerinde de bu sistemler kullanılmakta olup, belirli trafik kuralı ihlallerinin önlenmesine yönelik olabildiği gibi trafiğin yönetilmesine yönelik de değerlendirilmektedir (UDHB, 2013a, s. 166).

3.3. Araç içi Sistemler

AUS uygulamalarının insan, altyapı ile birlikte üç önemli unsurundan birisi de motorlu araçlardır. Dolayısıyla bu araçların sahip olduğu özellikler de bir takım yeni teknolojilerin kullanımı ile iyileştirilebilmektedir. Türkiye, 2013 yılı üretim rakamları itibariyle 1,13 milyon araç üretimi ile dünyanın 15. motorlu araç üreticisi konumundadır (Otomotiv Sanayicileri Derneği, 2014, s. 7). Buna rağmen, Türkiye’de üretilen otomobillere yerleştirilen adaptif hız kontrolü, elektronik stabilite kontrolü, çarpışma önleme sistemi gibi birçok teknolojinin yurtdışındaki ülkelerden temin edildiği görülmektedir. Buna rağmen, otomotiv ana sanayi, tedarikçi, mühendislik, test ve analiz, koordinasyon ile konu ile ilgili üniversitelerin üye olduğu OTEP (Otomotiv Teknoloji Platformu) araştırma ve yenilik için yatırım teşvikini harekete geçirmek ve teknolojik olarak yenilikçi bir ekonomi ortaya çıkarmak için ulusal, bölgesel ve Avrupa ölçeğindeki faaliyetleri koordine etmek suretiyle katma değer yaratmak amacıyla 2008 yılında kurulmuştur. OTEP’nin mobilite, ulaştırma ve altyapı vizyonunda yolcu ve yük taşımacılığında, zaman ile değişen taşımacılık taleplerini karşılayabilecek; erişilebilir, güvenli, optimize edilmiş, etkili, kesintisiz ve ekonomik ulaşım sistemini geliştirmek yer almaktadır (OTEP, 2011, s. 3-5).

Okan Üniversitesi UTAS (Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi) tarafından Türkiye’de birkaç üniversite ve otomotiv şirketi ile birlikte otonom araç projeleri gerçekleştirilmekte, araç-araç ve araç-altyapı haberleşmesine dayalı teknolojiler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Otonom araçlar konusunda Aselsan ile birlikte İTÜ (İstanbul Teknik Üniversitesi) de çalışmalar yapmaktadır.

3.4. Yük ve Filo Yönetim Sistemleri

Türkiye’de son yıllarda kullanımı artan mobil telefon haberleşme sistemleri ile ortaya çıkan M2M (machine to machine) makineler arası iletişim çözümlerini kullanan araç takip ve filo yönetim sistemlerinde artış yaşandığı ve özellikle özel sektör tarafından bu alanda uygulamalar geliştirildiği görülmektedir. 2013 sonu itibariyle Türkiye’de toplam M2M abone sayısı 2,1 milyon olmuştur (BTK, 2014, s. 35).

Bu alanda Türkiye’de geliştirilen bazı uygulamalar arasında başlıca olarak firmaların araç havuzunda yer alan araçlarına merkezden görev ataması yapabildiğini ya da sürücülerin araçtan görev başlatabilmesi için geliştirilen filo yönetim ve görev atama sistemleri, öğrenci ve personel servis araçları planlama ve kontrol sistemleri, firmaların web tabanlı olarak haritada önceden belirlenen güzergâh boyunca yüklerini takip edebildikleri yük takip sistemleri, iş makinelerinin ve kamyonların belirlenen çalışma bölgelerinde kaç kez tur yaptığını raporlayan sistemler bulunmaktadır.

Türkiye’de ticari amaçla yük ve yolcu taşıyan araçların ağırlık, yük, belge ve boyut kontrollerinin yapıldığı ve Karayolu Düzenleme Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 2013 yılı itibariyle toplam 75 adet olan yol kenarı denetim istasyonlarının yenilenmesi sürecinde otomatik ölçüm sistemleri, plaka okuma ve ağırlık tespit sistemi, sürücülere plaka, boyut ve ağırlık bilgisini göstererek bilgilendiren değişken mesaj işaretleri gibi AUS teknolojilerinden faydalanılmaktadır (UDHB, 2013b, s. 24). 2013 yılında sözleşmesi imzalanan “AB Destekli Ticari Araçların Ağırlık ve Boyut Kontrolleri için Teknik Destek Projesi” kapsamında da seyir halindeki araçların yol altına konulan ölçüm sistemi ile kontrol edildiği ve aşırı yüklü olduğu belirlenenlerin istasyona bildirilerek bu araçların sabit aks kantarında tartıldığı yeni ön ihbarlı denetim istasyonunun kurulum çalışmaları ise devam etmektedir.

Ayrıca, Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (BMAEK) “Uluslararası Karayolu Taşımacılığı Yapan Araç Mürettebatının Çalışmasıyla ilgili Avrupa Anlaşması”nın 13. Maddesi, Avrupa Birliği’ne üye olmayan fakat bu anlaşmaya taraf olan, içerisinde Türkiye’nin de bulunduğu ülkelere uluslararası karayolu taşımacılığında aracın kat ettiği mesafe, aracın hızı, sürüş zamanı, çalışma ve dinlenme sürelerini kaydeden sayısal takograf uygulamasına geçilmesi konusunda zorunluluk getirmektedir (Sayısal Takograf Araştırma ve Uygulama Merkezi, 2014). Bunun üzerine, UND (Uluslararası Nakliyeciler Derneği) ve TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği) tarafından kurulan şirket tarafından geliştirilen Online Sürücü Kayıt Sistemine sayısal takografların entegre olması ile birlikte kullanıcılar, takograf verilerini GPRS aracılığı ile uzaktan erişim ile indirebilmektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından merkezi kontrollü trafik sinyalizasyon sistemleri üretmek, sinyalizasyon üst yapı donatıları imal etmek ve kurmak, trafik etüt ve planlama çalışmaları yapmak amacıyla 1986 yılında kurulan İSBAK(İstanbul Ulaşım Haberleşme ve Güvenlik Teknolojileri) A.Ş. tarafından birçok proje gerçekleştirilmektedir (İSBAK, 2014c). Bu projelerden biri de ağır tonajlı araçların ağırlıklarının denetlenmesini, araçlara herhangi bir mekanik sensör takılmasını gerektirmeyecek şekilde yapan TAKİBB projesidir. Bu sistem, 2004 model ve üstü araçlarda mevcut olan ve fren, süspansiyon gibi sistemleri kontrol etmek için kullanılan ve elektronik kontrol birimleri arasında araç içinde haberleşmeyi sağlayan CAN (Controller Area Network – Denetleyici Alan Ağı) veri yolu üzerinden matematiksel bir algoritma yardımıyla araç ağırlığını % 95 doğruluk oranı ile tahmin edebilmektedir (İSBAK, 2014d).

3.5.Toplu Taşıma Sistemleri

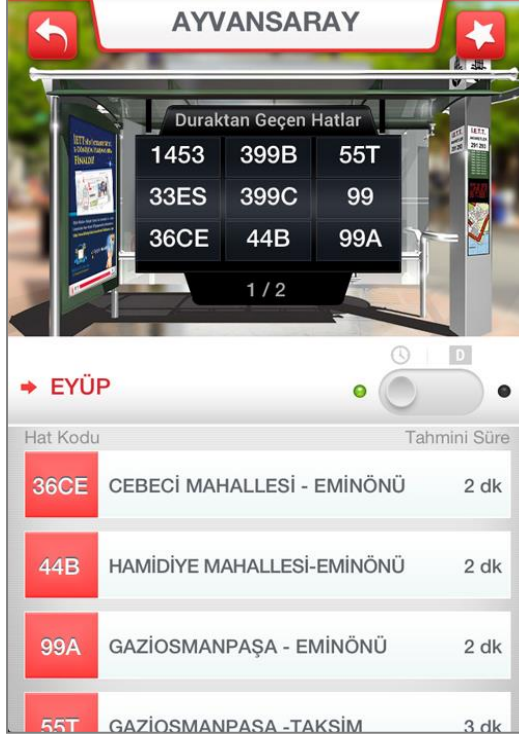
Türkiye’de özellikle kentlerde yaşayan nüfus oranının 1980’li yıllardan itibaren önemli ölçüde artmayı başladığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak özellikle büyükşehirlerde meydana gelen toplu taşıma ihtiyacından dolayı Türkiye’de toplu taşımaya yönelik olarak da AUS teknolojilerinden yararlanılması zorunlu hale gelmiştir. Bu duruma cevap verebilmek amacıyla özellikle Büyükşehir Belediyeleri tarafından bu alanda kayda değer projeler geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

Elektronik bilet işlemleri günümüzde birçok büyükşehir ve il belediyesi tarafından toplu taşımada kullanılan AUS uygulamaları arasındadır. İBB tarafından 1995 yılında hizmete sunulan ve patenti İBB’ye ait olan Akbil bu alandaki Türkiye’nin ilk uygulamalarından biridir. İBB tarafından İstanbulkart olarak adlandırılan Mifare DESFire teknolojisine sahip olan temassız akıllı kartların hizmete sunulması ile birlikte, Akbil uygulaması halen kullanılmaya devam etse de ikinci plana düşmüştür. İstanbul’da yaklaşık 2.000 adet sabit turnike, 5.000 adet araçta kullanılan ve günlük ortalama 5 milyon geçişin yapıldığı İstanbulkart ve Akbil uygulamaları Türkiye’nin en büyük entegre toplu taşıma elektronik bilet uygulamalarıdır (BELBİM, 2014). 1998 yılında manyetik kartlar ile ücret toplamanın yapılmaya başlandığı Ankara’daki toplu taşıma sistemlerinde 2014 yılından itibaren akıllı temassız kartların hizmete

sunulması planlanmaktadır. İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından 1999 yılında işletmeye alınan “Akıllı Kartlarla Elektronik Ücret Toplama Sistemi” de İzmir’de otobüs, feribot ve metro gibi farklı toplu taşıma araçlarında kullanılan bir sistem olmuştur (Kentkart, 2014). Daha sonra Kentkart olarak isimlendirilen ve İzmir’de 3 milyon adet satış rakamına ulaşan bu sistem, Kocaeli, Adana, Mersin, Sivas ve Manisa gibi illerde kullanılmaya başlanmıştır (CGS Center, 2014). Bunlarla birlikte, Eskişehir, Kayseri ve Gaziantep gibi büyükşehirlerde benzer teknolojilere sahip temassız kartlar ile toplu taşıma bilet işlemleri gerçekleştirilmektedir (UDHB, 2013, s. 46-47).

Toplu taşımada yolcuların bilgilendirilmesine yönelik AUS uygulamaları ile ilgili olarak yine Türkiye’de son yıllarda özellikle akıllı telefonların ve mobil internet kullanımındaki artışa paralel olarak farklı uygulamaların gerçekleştirildiği görülmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından hizmete alınan ve İstanbul genelindeki 12.000’e yakın durağı kapsayan harita tabanlı MobİETT projesinde cep telefonu uygulamaları ile toplu taşımayı kullanan yolcuların gerçek zamanlı olarak toplu taşıma hatlarına ait durak bilgilerine, sefer tarifesine, güzergâh bilgilerine, otobüslerin tahmini geliş sürelerine erişilebilmekte, uygulama üzerinden anlık mesaj ile toplu taşıma hizmetlerine ilişkin talep ve şikâyetler alınabilmektedir (İETT, 2014). Şekil 3.2.’de uygulamanın ekran görüntüsü verilmektedir.

Şekil 3.2. MobİETT Uygulaması



Kaynak: (İETT, 2014)

Yine İBB tarafından üzerinde çalışılan başka bir proje de AkYolbil isimli filo izleme, yönlendirme ve yolcu bilgilendirme sistemidir. Bu projeye, toplu taşıma araçlarının konumları kayıt altına alınarak, araç içindeki ve duraklardaki yolcuların aracın konumu hakkında bilgilendirilmesi yapılabilmekte, geçmişte oluşan trafik verisi sayesinde yolculara bekledikleri aracın tahmini geliş süresi bildirilebilmekte ve akıllı duraklarda bulunan elektronik panolarda yolcular her zaman gerçek geliş süresini görebilmektedir (BELBİM, 2014b).

Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından hizmete sunulan bir başka toplu taşıma yolcu bilgilendirme sistemi de toplu taşıma hatları ile ilgili olarak “Otobüs Nerede?”, “Hat Ara”, “Adres Ara”, “Önemli Yerler”, “Nasıl Giderim?”, “Duyurular” ve “Sorun Bildirme İşlemleri” bölümleri ile Ankara’da toplu taşımayı kullanan vatandaşların bilgilendirilmesini amaçlayan 2013 yılı Haziran ayı itibariyle yaklaşık 300 bin indirme sayısına ulaşmış “EGOCepte” uygulamasıdır (ABB, 2014).

3.6. Acil Durum Yönetim Sistemleri

Trafik kazaları başta olmak üzere karayollarında meydana gelen ve acil müdahale gerektiren olayların tespit edilmesi, ilgili bildirimlerin yapılması ve bu olayların trafik akışındaki etkilerinin hızlı bir şekilde bertaraf edilmesi suretiyle hem can kayıplarının engellenmesini hem de maddi zararların asgari düzeylere indirilmesini amaçlayan acil durum yönetim sistemlerine ilişkin olarak Türkiye’de yapılan birtakım çalışmalar mevcuttur.

2015 yılından itibaren Avrupa Birliği ülkeleri ile birlikte Norveç, İsviçre ve İzlanda’daki tüm araçların uyumlu halde üretilmesi ve ortak Avrupa acil çağrı numarası olan 112 tabanlı eCall çağrılarını karşılayacak şekilde yeniden tasarlamaları amacıyla başlatılan HeERO (Harmonised eCall European Pilot – Uyumlandırılmış e-Çağrı Avrupa Pilot Projesi) projesine 1 Ocak 2013 tarihinden itibaren Türkiye’ de dâhil olmuştur. İçişleri Bakanlığı koordinasyonunda yürütülen bu proje kapsamında sistem içerisinde yer alan araçların kaza yaptığı anda otomatik olarak 112 acil çağrı merkezini arayarak polis, jandarma, sağlık ve itfaiye görevlilerinin müdahalesini hızlandırması hedeflenmektedir. Yine bu proje ile kaza anında araç içerisinde bulunan kişilerin bilinçlerini kaybetmelerine rağmen araç içerisindeki konuşmaların dinlenebilmesi sağlanacaktır (İçişleri Bakanlığı, 2014).

Ayrıca, İBB trafik kontrol merkezine bilgiler aktaran 20 metre yüksekliğindeki direklere takılı 360 derece yatayda, 130 derece dikeyde hareket ve yakınlaştırma kabiliyeti olan gözlem kameraları ile afet ve benzeri durumların tespitine yardımcı olunmakta, söz konusu kameralar aynı zamanda AKOM (Afet Koordinasyon Merkezi) tarafından da bağımsız olarak izlenebilmektedir (İBB Trafik Kontrol Merkezi, 2014b).

3.7. Elektronik Ücret Ödeme Sistemleri

Türkiye’de AUS uygulamalarının yer aldığı diğer bir alan ise elektronik ücret ödeme sistemleridir. Türkiye’ karayolu ağında, otoyol ve köprülerde ilk olarak 1999 yılında DSRC teknolojisine sahip olan OGS uygulanmaya başlamış, daha sonra ise sürücülerin yanlarında taşıyabilecekleri elektronik kartlar ile ödeme yapılması

sağlanan KGS (Kartlı Geçiş Sistemi) devreye alınmıştır. 1 Şubat 2013 tarihinden itibaren KGS tamamen kaldırılarak HGS (Hızlı Geçiş Sistemi) uygulaması başlatılmış olup, 2014 yılı Şubat ayı itibariyle HGS kullanan araç sayısı 5 milyon 845 bin, OGS kullanan araç sayısı ise 2 milyon 107 bin adet olarak açıklanmıştır (Yeni Şafak Gazetesi, 2014).

RFID etiketler ile çalışan bir sisteme sahip olan HGS, RFID etiket okuyucu ile araca ait HGS hesap numarası sistem tarafından belirlenerek giriş fotoğraflarından tanımlanan plaka bilgisi ve otoyola giriş saati girdileri ile birlikte muhtemel tüm çıkış gişelerine kurulan ağ altyapısı ile gönderilmektedir. Ücretlendirme kistası olarak iki gişe arasındaki mesafe esas alındığı için, muhtemel çıkış gişelerinde mesafeye özgü tarife bilgileri hazırda tutulmakta, araç belirli bir çıkış şeridinden gişeye yaklaşırken manyetik döngü ile araç sınıflandırması yapılmakta ve araca ait kayıt bilgilerinin çapraz kontrolü yapılarak doğrulama işlemi gerçekleştirilmektedir. Araç gişeden çıkarken, giriş ve çıkış verileri eşleştirilerek araç sınıfına göre ücret tahsilâtı yapılarak çıkış şeridindeki ekran üzerinden sürücüye bu işleme dair bilgilendirme yapılmaktadır (VENDEKA, 2014).

3.8. Kişisel Emniyet ve Güvenlik Sistemleri

EGM tarafından Türkiye genelindeki karayollarına TEDES kurulması çalışmaları sürdürülmektedir. Trafik güvenliğinin sağlanması amacıyla 12 ilde bu sistemin kurulum çalışmaları yapılmakta olup, ayrıca tüm il merkezlerine kurulumu tamamlanan MOBESE ile entegre bir şekilde emniyet ve güvenlik hizmetlerine destek sağlanmaktadır. Yine Türkiye’de belediyelerce kurulan EDS’lerin yanı sıra şehirlerarası karayollarında bu sistemlerin kurulması ve yaygınlaştırılması, “Karayolu Trafik Güvenliği Stratejisi ve Eylem Planı” içerisinde öngörülen konular arasında bulunmaktadır (Resmi Gazete, 2012, s. 1-2).

Türkiye’de toplu taşıma araçları ve duraklarında özellikle CCTV kameraları ile birlikte alarm sistemleri gibi güvenlik önlemlerinin son dönemde yaygınlaştığı gözlenmektedir. Ayrıca, İSBAK tarafından geliştirilen bluetooth üzerinden konum ve kavşak bilgilerini alma özelliğine sahip olan Erişilebilir Yaya Butonu Sistemi ile

yaşlı veya engelli vatandaşların kent içindeki kavşaklarda emniyetli bir şekilde ulaşım sistemine dahil olmaları sağlanmaktadır (İSBAK, 2014e).

4. DEĞERLENDİRME VE TÜRKİYE İÇİN ULUSAL AUS MİMARİSİ ÖNERİSİ

4.1. Genel Değerlendirme

UDHB tarafından hazırlanan Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ile merkezî ve yerel idarelerin karayolu ağında akıllı ulaşım sistemleri uygulamalarında görülen farklılıkların önüne geçmek, ülkenin yatırım önceliklerini belirlemek ve entegre trafik yönetim sistemlerinin kurulmasını temin etmek amaçlanmaktadır (UDHB, 2013, s. 6).

Bununla birlikte, Türkiye’de henüz AUS uygulamaları ile ilgili olarak yetki ve sorumluluk paylaşımının yazılı olarak belirlenmediği görülmektedir. Yürürlükteki mevzuat açısından, Türkiye’de UDHB’nin bağlı kuruluşu olan KGM, otoyollar, devlet ve il yollarının planlanması, projelendirilmesi, yapımı, bakımı ve işletilmesinden sorumludur (KGM, 2014). UDHB’nin merkez teşkilatında yer alan Karayolu Düzenleme Genel Müdürlüğü ise karayolu ulaştırması faaliyetlerinin ticari, ekonomik, sosyal ihtiyaçlara ve teknik gelişmelere bağlı olarak ekonomik, seri, elverişli, güvenli, kaliteli, çevreye etkisi en az ve kamu yararını gözetecek şekilde, serbest, adil ve sürdürülebilir bir rekabet ortamında yapılmasını ve bu faaliyetlerin diğer ulaştırma türleri ile birlikte ve birbirlerini tamamlayıcı olarak hizmet vermesini sağlamak için ihtiyaç duyulan idari ve teknik çalışmaları yapmak görevine sahiptir (Resmi Gazete, 2011).

İçişleri Bakanlığı’nın görev ve yetkileri arasında karayollarında trafik düzenini sağlamak ve denetlemek yer almakta olup, İçişleri Bakanlığı’nın bağlı kuruluşları olan EGM ve Jandarma Genel Komutanlığı tarafından bu görev yerine getirilmektedir.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın merkez teşkilatında yer alan Sanayi Genel Müdürlüğü’nün görevleri arasında ise araçların karayolu yapısına ve trafik güvenliğine uygun üretilmesi için gerekli teknik düzenlemeleri hazırlamak ve uygulamaya koymak, araçların teknik düzenlemelere uygunluğunu belgelendirmek veya belgelendirilmesini sağlamak bulunmaktadır (Resmi Gazete, 2011).

Öte yandan, kent içi ulaşım ile ilgili olarak büyükşehir belediyeleri, büyükşehir ulaşım ana plânını yapmak veya yaptırmak ve uygulamak; ulaşım ve toplu taşıma hizmetlerini plânlamak ve koordinasyonu sağlamak; kara, deniz, su ve demiryolu üzerinde işletilen her türlü servis ve toplu taşıma araçları ile taksi sayılarını, bilet ücret ve tarifelerini, zaman ve güzergâhlarını belirlemek; durak yerleri ile karayolu, yol, cadde, sokak, meydan ve benzeri yerler üzerinde araç park yerlerini tespit etmek ve işletmek, işlettirmek veya kiraya vermek; kanunların belediyelere verdiği trafik düzenlemesinin gerektirdiği bütün işleri yürütmek şeklinde görev, yetki ve sorumluluklara sahiptir (Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü, 2014a). Benzer bir biçimde, diğer belediyelerin görevleri arasında toplu taşıma yapmak; bu amaçla otobüs, deniz ve su ulaşım araçları, tünel, raylı sistem dâhil her türlü toplu taşıma sistemlerini kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettirmek yer almaktadır (Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü, 2014b).

4925 sayılı Karayolu Taşıma Kanunu kapsamında kamuya açık karayolunda motorlu taşıtlarla yapılan yolcu ve eşya taşımaları, taşımacıları, taşıma acenteleri, taşıma işleri komisyoncuları, nakliyat ambarı ve kargo işletmecileri, taşıma işlerinde çalışanlar ile taşımalarda yararlanılan her türlü taşıt, araç, gereç, yapıları ve benzerleri yer almaktadır. Ancak bu kanun kapsamına hususi araçlar ile kamuya ait araçlar dâhil olmayıp, il sınırları içerisindeki taşımalar ile yüz kilometreye kadar olan şehirlerarası taşımaların düzenlenmesi il ve ilçe trafik komisyonları ile işbirliği yapılmak suretiyle ilgili valiliklere, belediye sınırları içerisindeki şehir içi taşımalar belediyelere bırakılabilmektedir (Resmi Gazete, 2003).

Yukarıda bahsi geçen mevzuat hükümleri ve kurumlar ile birlikte Türkiye'deki mevcut AUS uygulamaları, ilk etapta Kalkınma Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, özellikle ulaştırma ile ilgili araştırma birimlerini bünyesinde barındıran üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve özel sektörde faaliyet gösteren şirketleri de ilgilendirmekte ve onların da AUS paydaşı olarak kabul edilmesini gerektirmektedir.

Bu çerçevede, Türkiye'de yukarıda anlatıldığı üzere AUS ile ilgili nerdeyse tüm hizmet alanlarında uygulamaların mevcut olmasına rağmen uygulamaların çoğunda

akıllı ulaşım sistemlerinde olması gereken uyumluluk, genişletilebilme, birlikte çalışabilme, entegrasyon ve standardizasyon özelliklerine tam olarak sahip olmadıkları için ülke genelinde geçerli olacak üst düzey bir strateji belgesine ve bu uygulamaları hayata geçiren kurumların doğru ve planlı bir şekilde koordinasyonuna olan ihtiyaç teyit edilmektedir.

AUS ile ilgili öncelikli konulardan biri olarak, dünyanın değişik ülkelerinde farklı tanımlamalar yapıldığı gibi Türkiye’de henüz ortak kabul görmüş bir AUS tanımı ve kapsamı bulunmamaktadır. Bazı tanımlamalarda araç içinde kullanılan teknolojiler AUS tanımı dışında bırakılmakta, başka tanımlarda ise demiryolu sektörü gibi karayolundan farklı taşıma modları da AUS kapsamına alınmaktadır. Ancak AB ülkeleri için 2010/40/EU yönergesi ile bu ortak tanım ve kapsama ulaşıldığı görülmektedir.

Türkiye’deki AUS uygulamaları açısından dikkate çarpan başka bir husus olan uygulamaların farklı coğrafi alanlarda çalışması konusunda HGS ve TEDES örneklerinde olduğu gibi bütünleşik ve merkezi bir yaklaşımın benimsenmesi halinde başarıya ulaşıldığı gözlenmektedir.

Ayrıca, Türkiye’deki uygulamalarda trafik ışıklarının sinyalizasyonu, değişken mesaj işaretleri, araç takip ve filo yönetim sistemleri örneklerinde olduğu gibi ithal teknolojiler yerine yerli teknolojilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar ekonomik açıdan daha az maliyetli uygulamaların gerçekleştirilmesine yardımcı olmakta, araştırma kuruluşları tarafından yapılacak Ar-Ge faaliyetlerini desteklemekte ve bu ürünlerin küresel pazarlarda rekabetinin artmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, Türkiye’de elektronik haberleşme sektörü ile birlikte taşıma alanında sürdürülen Ar-Ge projelerine destekler artmıştır.

UDHB tarafından çıkarılan “Elektronik Haberleşme, Uzay ve Havacılık Sektöründe Araştırma Geliştirme Projelerinin Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik” te elektronik haberleşme sektörü tanımında geçen “kara, hava, deniz ve demiryolu taşıması alanında akıllı ulaşım ve trafik yönetim sistemleri” ifadesi ile AUS konusundaki çalışmaların desteklenmesi öngörülmüştür (Resmi Gazete, 2012a).

Mevcut AUS uygulamaları incelendiğinde, özellikle teknik standartların yeterli olmamasından dolayı aynı işleve sahip uygulamalar için farklı donanım ve yazılımların kullanıldığı, dolayısıyla birbirlerine uyumlu olmayan AUS uygulamaları yatırımları için ekstra maliyetlerin oluştuğu gözlenmektedir. Örneğin, bazı büyükşehirlerde toplu taşımada kullanılan elektronik bilet sistemlerinde birbirinden farklı teknolojileri kullanan kartlar için farklı validatör kullanımının yeni ihale süreçlerine neden olduğu görülmektedir. Bununla birlikte söz konusu uygulamalar için yatırım kararları açısından standart olması gereken fayda maliyet analizlerinin etkili ve detaylı bir şekilde yapılmadan uygulama aşamasına geçildiği, dolayısıyla AUS teknolojilerinin potansiyelinden yeterince faydalanılmadığı görülmektedir.

Bunların yanı sıra, Türkiye’de gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi ulaştırma ve haberleşme altyapısındaki iyileştirmelerin AUS uygulamalarının önünü açması açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir. Çünkü AUS uygulamaları altyapıdaki eksiklikler ile birlikte verimliliğin sağlanması noktasında başarısız sonuçlara neden olmakta, kullanıcılar nezdinde ekstra maliyet ve zaman kaybına neden olabilmektedir. Yine söz konusu uygulamaların kamuoyunda farkındalığın yeterli düzeyde sağlanmadan hizmete alınması halinde de mevcut potansiyelden istifade edilemediği gözlenmektedir.

AUS uygulamalarının doğası gereği bu alandaki çalışmalarda özel sektörün öncü olduğu, kamunun ise teknik personele özel sektörle rekabet edemeyen maaşların verilmesi ve bürokrasi gibi nedenlerden dolayı geride kaldığı düşünülmektedir. Ayrıca Türkiye’de henüz kamunun altyapıya ilişkin çalışmalarının bitmemiş olması, bu durumu destekleyen başka bir unsurdur.

AUS uygulamaları ile ilgili olarak gündeme getirilmesi muhtemel diğer konular bu uygulamalarda kullanılan kişisel verilerin korunması, uluslararası standartlara uyumun artırılması, bölgesel uygulamalarla birlikte ticari araçların gümrükleme işlemleri gibi uygulamalarda uluslararası taşımacılığın gerektirdiği uyumun sağlanması, ticari araç işlemlerinde elektronik denetim uygulamalarının artırılarak sürekliliğin ve maliyetlerin düşürülmesinin sağlanmasıdır.

4.2. Türkiye Ulusal AUS Mimarisi

Yapılan genel değerlendirme ışığında, Türkiye için uluslararası standartlar ve örnekler de dikkate alınarak üç katmanlı bir mimari yapısı önerilmektedir. Bu katmanlar kurumsal, ulaştırma ve haberleşme katmanları olarak öngörölmüş olup Şekil 4.1.'de bu mimariye ait şema gösterilmektedir. Buna göre, kurumsal katmanda Türkiye'de AUS paydaşı olarak nitelendirilebilecek kamu kurumları, özel sektör kuruluşları, üniversiteler ve araştırma kuruluşları, kar amacı gütmeyen sivil toplum kuruluşları ve birey olarak vatandaşlar ile bunların arasındaki ilişkilerin düzeni yer almaktadır. Mimarinin idari ve hukuki yapısı ile kullanıcı hizmetleri ve katmanlar arasındaki koordinasyonun nasıl sağlanacağı bu katmanda tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, kurumsal katmanda yer alan AUS paydaşları üst katmanlar olarak tanımlanmış ulaştırma ve haberleşme katmanlarını ilgilendiren tüm paydaşları kapsamaktadır. Mimarinin ikinci önemli katmanı olarak görölen ulaştırma katmanında AUS hizmetlerinin mantıksal ve fiziksel çerçeveleri ile AUS hizmetlerinde yer alan varlıklar tespit edilmektedir. Son olarak, üçüncü katman olarak belirlenen haberleşme katmanı AUS hizmetlerinin kendi arasında ve varlıklar arasındaki veri ve bilgi akışlarının nasıl olacağını ve akışların hangi teknolojiler üzerinden yapılacağını tespit etmek amacıyla eklenmiştir.

Şekil 4.1. Türkiye Ulusal AUS Mimarisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.3. Ulusal Mimari Katmanları

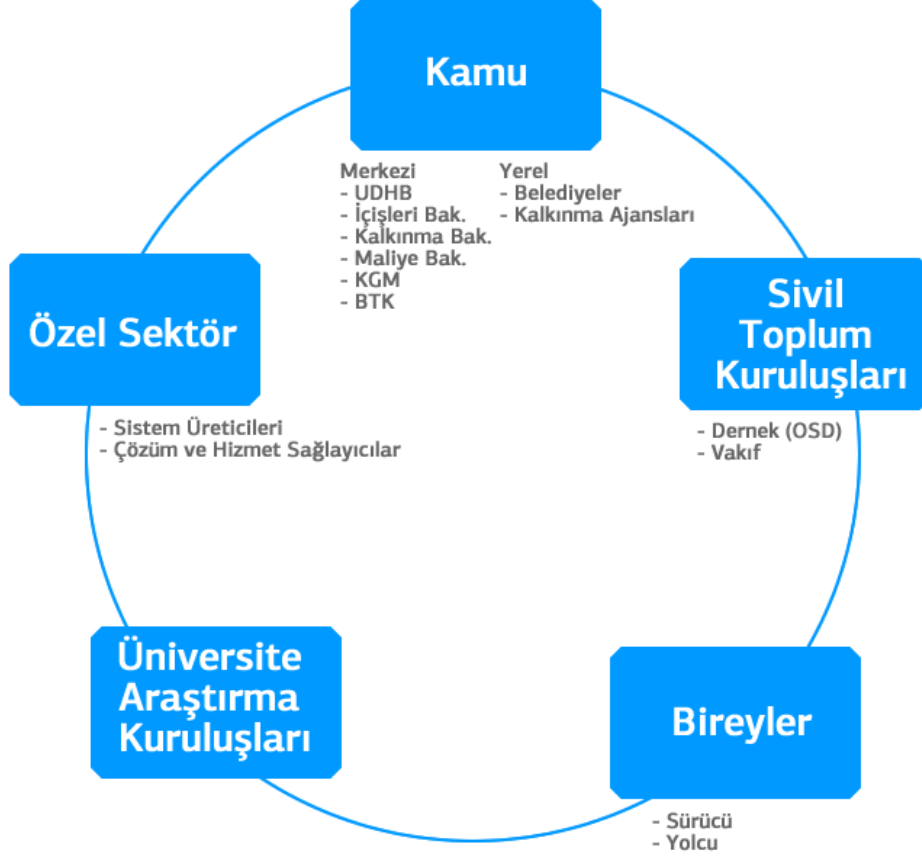
Kurumsal katmanda yer alması öngörülen AUS paydaşları kamu kurumları, özel sektör kuruluşları, üniversiteler ve araştırma kuruluşları, kar amacı gütmeyen sivil toplum kuruluşları ile bireyler olarak üzere beş başlık altında toplanmaktadır. Bu mimaride mevcut durum itibariyle kamu kuruluşları ise merkezi ve yerel kurumlar olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Merkezi kurumlar olarak nitelendirilen kurumlar olarak UDHB, İçişleri Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yer alması öngörülmektedir. Yerel yönetimler grubunda ise Büyükşehir Belediyeleri, İl ve İlçe Belediyeleri ve Kalkınma Ajansları'nın yer alması mevcut haliyle yeterli görünmektedir.

Özel sektör kuruluşları başlığı altında sistem üreticileri ile çözüm ve hizmet sağlayıcılar olarak iki grubun bulunması öngörülmektedir. Sistem üreticileri grubunda AUS konusunda üretim yapan firmalar, otomotiv şirketleri ve telekomünikasyon alanında cihaz geliştiren firmaların yer alması planlanmaktadır. Çözüm ve hizmet sağlayıcılar grubunda ilk olarak kablolu ve kablosuz haberleşme hizmeti sunan firmalar ile yazılım alanında faaliyet gösteren bilişim şirketlerinin yer almasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Üniversiteler ve araştırma kuruluşları olarak Türkiye'de AUS alanında eğitim veren ya da araştırma faaliyetleri gerçekleştiren üniversitelerin yer alması planlanmaktadır. Bu başlık altında yükseköğretimle ilgili yetkili kurum olan Yükseköğretim Kurulu Başkanlığının da yer alması ve bu alanda eşgüdümü sağlamak üzere bir alt çalışma grubunun oluşturulmasında fayda görülmektedir.

Kar amacı gütmeyen sivil toplum kuruluşları başlığında da akıllı ulaşım sistemleri konusunda faaliyet gösteren dernek, vakıf vb. kuruluşların yer alması öngörülmektedir. Son olarak bu katmanda AUS hizmetlerini hem sürücü, hem de yolcu olarak kullanan vatandaşların yani bireylerin de yer alması gerektiği düşünülmektedir. Kurumsal katmanda yer alması planlanan unsurlar ise Şekil 4.2'deki şemada gösterilmektedir.

Şekil 4.2. Kurumsal Katman



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kurumsal katmanda yer alması öngörülen toplam 10 hizmet alanında toplam 29 kullanıcı hizmetleri, mevcut uygulamalar incelenerek tespit edilmiştir. Söz konusu kullanıcı hizmetleri Tablo 4.1’de yer almaktadır.

Tablo 4.1. Kurumsal Katmandaki Kullanıcı Hizmetleri

Hizmet Alanları	Kullanıcı Hizmetleri
1.Yolcu Bilgisi	1.1 Yolculuk hizmetleri bilgisi 1.2 Yolculuk öncesi güzergâh rehberi ve navigasyon 1.3 Yolculuk sırasında güzergâh rehberi ve navigasyon 1.4 Yolculuk planlama desteği
2.Trafik yönetimi ve işlemleri	2.1 Trafik kontrolü 2.2 Ulaştırma ile ilgili olay yönetimi 2.3 Talep yönetimi 2.4 Ulaştırma altyapısının bakım yönetimi
3.Yük taşımacılığı	4.1 Otomatik yol kenarı emniyet denetimi 4.2 Ticari araç içinde emniyet takibi 4.3 Yük taşımacılığı filo yönetimi 4.4 İntermodal bilgi yönetimi 4.5 İntermodal merkezlerin yönetimi ve kontrolü 4.6 Tehlikeli yüklerin yönetimi
4.Toplu Taşıma	5.1.Toplu taşıma yönetimi 5.2. Talebe duyarlı ve paylaşımlı toplu taşıma
5.Acil Durum	6.1 Ulaştırma ile ilgili acil durum ihbarı 6.2 Acil durum yardım araçlarının yönetimi 6.3Tehlikeli madde ve olay duyurusu
6.Ulaştırma ile ilgili elektronik ödeme	7.1 Ulaştırmada mali hizmetlerin elektronik ortama aktarılması 7.2 Elektronik ödeme hizmetlerinde entegrasyon
7.Karayolu ulaştırması ile ilgili kişisel emniyet	8.1 Toplu taşıma güvenliği 8.2 Engelli karayolu kullanıcılarının emniyetinin artırılması 8.3 Sinyalli Kavşak Düzenlemeleri
8.Hava koşullarının izlenmesi	9.1 Hava durumunun izlenmesi
9.Afet müdahalesi yönetimi ve koordinasyonu	10.1 Afet veri yönetimi 10.2 Afet müdahale yönetimi 10.3 Acil durum merkezleri ile koordinasyon
10.Ulusal güvenlik	11.1 Şüpheli araçların izlenmesi ve kontrolü

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Mimarinin ulaştırma katmanında yer alması planlanan mantıksal çerçevede süreçler ile kullanıcı hizmetlerinin işlevleri yer almaktadır. Fiziksel çerçevede ise fiziksel varlıklar ile ara yüzlerin tanımlanması öngörülmektedir. Bu çalışma kapsamında süreçlerin ve kullanıcı hizmetlerinin işlevlerinin tamamının tespit edilmesi çok daha detaylı bir çalışmayı gerektirdiği için fiziksel çerçevede yer alan varlıklar ve ara yüzler tanımlanmaktadır. Bu kapsamda, fiziksel çerçevede yer alan varlıklar merkez, arazi, araç ve insan olarak dört kategoriye ayrılabilir. Merkez olarak tanımlanan varlık ulaştırma sisteminin yönetimini ve bakımını gerçekleştiren coğrafik olarak merkezde ya da bölgesel olarak kurgulanabilecek bir varlıktır. Türkiye’de şehirler

arası karayollarının yönetiminden sorumlu olan KGM'nin Ankara'da kurmayı planladığı ana trafik kontrol merkezi ya da İBB Trafik Kontrol Merkezi bu kategori için verilebilecek örneklerdir. Diğer bir varlık olan arazi de araçların ve yolcuların kullanmış olduğu altyapıyı ifade etmektedir. Araç ise tüm teçhizatı ile karayolu ulaştırmasında kullanılan motorlu araçlar anlamına gelmekte olup, insan ise sürücü veya yolcu pozisyonunda olan varlıktır.

Haberleşme katmanında yer alması öngörülen veri ve bilgi akışları ulaştırma katmanında yer alan varlıklar arasında mantıksal çerçeve ile tespit edilecek süreç ve işlevlerin sonucunda elde edilen veri ve bilgilerin nasıl aktarılacağını belirleyen bileşenlerdir. Bu bileşenlerin haberleşmesinde kullanılacak teknolojiler arasında ise altyapı-araç, araç-altyapı, sabit ve mobil haberleşme sistemleri ve sensörler yer almaktadır. Bu teknolojilerden DSRC, RFID, Wi-Max, fiber optik ve kablosuz sistemlerle Türkiye'de kullanılmakta olup bu alanda yeni nesil haberleşme sistemlerinin de bu mimariye eklenmesi söz konusu olabilecektir.

SONUÇ

Türkiye'nin 2023 ve 2035 ulaştırma vizyonu kapsamında, ulaştırma, denizcilik ve haberleşme altyapı ve hizmetlerinin ticari, ekonomik, sosyal ihtiyaçları karşılayacak şekilde gerçekleştirilmesi ve yaygınlaştırılması üzere, dengeli ve teknolojik yeniliklere uygun politikalar oluşturmak ve planlamak amacıyla hizmet kalitesinin artırılıp maliyetlerin azaltılmasına yardımcı olması için AUS uygulamalarının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Dolayısı ile ulusal AUS mimarisinin oluşturulması, önümüzdeki yıllarda ortaya çıkacak taleplere uygun olarak düzenli bir şekilde bu mimarinin güncellenmesi ve değişikliklerin yapılarak uygulamalarda bu mimarinin kullanılması önem arz etmektedir.

Bu mimarinin, Türkiye'de detaylı bir şekilde mevcut uygulamalara ait bilgilerin merkezi bir veri tabanında tutulmak suretiyle bu bilgilerin farklı coğrafi bölgelerde de uygulanmasına yönelik olarak kullanılması ve açık bilgi kaynağı olarak ilgili kişilere farklı projelerde yararlanılmak üzere sunulması açısından AUS'nin yaygınlaşması için kritik katkı sağlanması da beklenmektedir.

Benzer şekilde özel sektörde faaliyet gösteren şirketlerin ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren diğer şirketler gibi kurumsallaştırılması için de bu mimarinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca mimarinin kurumsal katmanında yer alan ve bu alanda faaliyet gösteren kamu ve özel sektöre ait pazar bilgilerinin detaylı bir şekilde toplanarak ekonometri modellemesinin yapılması, Türkiye'deki AUS sektörünün ekonomik büyüklüğünün tespiti ve önümüzdeki yıllardaki değişimi tahmin etmek açısından önemli olacaktır.

AUS uygulamalarının yaygınlaşması için merkezi ve bütüncül yaklaşıma sahip projelerin merkezi idarenin elinde bulundurduğu kırsal kesimlere erişme kabiliyetinden de yararlanılarak hayata geçirilmesi de önemlidir. Dolayısıyla önerilen mimaride kamu sektörü, mimarinin merkezinde konumlandırılmış ve merkezi ile yerel yönetimler ayrı olarak ele alınmıştır. Kurumsal katmanda olacak koordinasyon ile örneğin, toplu taşıma hizmetlerinde kullanılan elektronik bilet sistemlerinin entegrasyonuna ilişkin çalışmaların tamamlanmasının, bu konuda hem birlikte

çalışabilirlik hem de uyumluluğun sağlanması için de iyi bir örnek oluşturacağı değerlendirilmektedir.

Karayolu trafik güvenliği açısından gerçekleştirilen uygulamalarda ise dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de trafik kazalarının başlıca sebebi olarak kabul edilen insan kaynaklı etkilerin asgariye indirilmesi yönünde çalışmaların yapılması, yalnızca bu alanda değil diğer AUS uygulamalarında insanı merkeze alan sistemlerin geliştirilmesi de kritik değere sahip bir konudur. Bu yüzden önerilen mimaride bireyin de kurumsal katmanda yer alması sağlanmıştır.

Bunlarla beraber, idari yapılanma açısından UDHB bünyesinde kurulan Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanlığı bünyesinde sadece AUS ile ilgili bir birimin kurulmasında fayda görülmekte olup, ulusal AUS mimarisinin tüm paydaşlarla birlikte güncelleme görevi bu birim tarafından yürütülebilir.

KAYNAKLAR

- ABB. (2014). *"Ego Cepte" 300.000 Kullanıcıya Ulaştı*. ABB İnternet Sitesi:
http://www.ankara.bel.tr/haberler/egocepte-300-bin-kullaniciya-ulasi/#.VAkCRsJ_u8A (10.04.2014)
- ABB EGO Genel Müdürlüğü. (2014). *Ankara Trafik Yoğunluğu Haritası*. ABB EGO Genel Müdürlüğü: <http://www.ego.gov.tr/inc/newsread.asp?ID=4267> (19.05.2014)
- Avrupa Birliği. (2011). *2010/40/EU Sayılı AUS Yönergesi*. Brüksel: Avrupa Birliği .
- Avrupa Komisyonu. (2008). *Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe* . Brüksel: Avrupa Komisyonu.
- Avrupa Komisyonu. (2009). *MANDATE M/453*. Brüksel: Avrupa Komisyonu.
- BELBİM. (2014). *İstanbulkart Broşürü*. BELBİM İnternet Sitesi:
http://www.belbim.com.tr/Documents/belbim_brosur.pdf (22.05.2014)
- BELBİM. (2014b). *AkYolbil*. BELBİM İnternet Sitesi:
<http://www.belbim.com.tr/projeler/pages/akyolbil.aspx> (10.08.2014)
- BİLSAG. (2014). *Bilsag Bilgisayar Ltd. Şti.'den gelen elektronik posta*. Ankara.
- Bozkurt, A. (2013). *Navigasyon, dünyada milyonlarca Türkiye'de ise ancak binlerce satılıyor*. *Bilişim Dergisi*, 70-79.
- BTK. (2014). *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü – Üç Aylık Pazar Verileri Raporu (2013 Yılı 4.Çeyrek)*. Ankara: BTK.
- CEN. (2014). *CEN/TC 278 Intelligent transport systems*. CEN/TC 278 İnternet Sitesi:
http://www.itsstandards.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=27 (25.03.2014)

- CGS Center. (2014). *Kentkart YKB Dr. Mazhar Basmacı ile Ropörtaj*. CGS Center:
[http://www.cgscenter.org/doc/Mazhar%20Basmac%C4%B1_R%C3%B6port
aGMD.pdf](http://www.cgscenter.org/doc/Mazhar%20Basmac%C4%B1_R%C3%B6port%20aGMD.pdf) (10.08.2014)
- Department for Transport. (2012). *Intelligent Transport Systems in the UK*. Londra:
Department for Transport.
- Department of Infrastructure and Regional Development. (2014). *How are Intelligent
Transport Systems being used?*
http://www.infrastructure.gov.au/transport/its/its_use.aspx (19.05.2014)
- ERF. (2013). *ERF 2012 European Road Statistics*. Brüksel: ERF.
- ETKB. (2014). *2012 Yılı Genel Enerji Dengesi*. ETKB İnternet Sitesi:
[http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/
72884/2](http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/72884/2) (25.04.2014)
- EZELL, S. (2010). *Explaining International IT Application Leadership: Intelligent
Transportation Systems*. Washington: The Information Technology and
Innovation Foundation.
- Hadi, M. (2014). *ITS ePrimer Module 3: Application of ITS to Transportation
Management Systems*. USDOT RITA ITS Professional Capacity Building
Program: <http://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/documents/module3.pdf>
(18.03.2014)
- HANAI, T. (2013). *Intelligent Transport Systems*. Tokyo: Society of Automotive
Engineers of Japan.
- Hanson, B. (2014). *ITS ePrimer Module9:Supporting ITS Technologies*. USDOT
RITA ITS Professional Capacity Building Program:
<http://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/documents/module9.pdf> (21.03.2014)
- İBB Trafik Kontrol Merkezi. (2014). *İBB Cep Trafik*. İBB Trafik Kontrol Merkezi:
<http://tkm.ibb.gov.tr/Cdefault.aspx?AltMenuID=143> (19.05.2014)

- İBB Trafik Kontrol Merkezi. (2014b). *Trafik Gözlem Kameraları*. İBB Trafik Kontrol Merkezi: <http://tkm.ibb.gov.tr/Cdefault.aspx?AltMenuID=41> (11.08.2014)
- İçişleri Bakanlığı. (2014). *HeERO Projesi*. İller İdaresi Genel Müdürlüğü: <http://www.illeridaresi.gov.tr/İller/İllericerik.aspx?icerik=289> (10.08.2014)
- IEA. (2009). *World Energy Outlook*. Paris: IEA.
- İETT. (2014). *MobiETT ile artık her durak akıllı*. İETT İnternet Sitesi: <http://www.iETT.gov.tr/tr/main/news/mobiETT-ile-artik-her-durak-akilli/1397> (08.08.2014)
- İSBAK. (2014a). *Trafik Kontrol Merkezi*. http://www.isbak.com.tr/sites/default/files/dokumanlar/03-trafik_kontrol_merkezi-tr-revize.pdf (21.05.2014)
- İSBAK. (2014b). *Tam Adaptif Trafik Yönetim Sistemi (ATAK)*. İSBAK İnternet Sitesi: <http://www.isbak.com.tr/sites/default/files/dokumanlar/02-atak-tr-revize.pdf> (21.05.2014)
- İSBAK. (2014c). *Şirket Profili*. İSBAK İnternet Sitesi: <http://www.isbak.com.tr/tr/icerik/sirket-profili> (21.05.2014)
- İSBAK. (2014d). *TAKİBB Tonaj Aşım Kontrol*. Ağustos 7, 2014 tarihinde İSBAK İnternet Sitesi: <http://www.isbak.com.tr/sites/default/files/dokumanlar/takibb-tr.pdf> adresinden alındı
- İSBAK. (2014e). *İsbak İlk Erişilebilir Yaya Butonunu Geliştirdi*. İSBAK İnternet Sitesi: <http://www.isbak.com.tr/tr/haber-ihale-basin/isbak-ilk-yerli-erisilebilir-yaya-butonunu-gelistirdi> (11.08.2014)
- ISO. (2014). *ISO/TC 204 Intelligent transport systems*. ISO İnternet Sitesi: http://www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=54706 (21.08.2014)

- ITS America. (2011). *Sizing the U.S. and North American Intelligent Transportations Systems Market: Market Data Analysis of ITS Revenues and Employment*. Washington: ITS America.
- ITS Australia. (2012). *National Intelligent Transport Systems Industry Strategy 2012-2017*. Melbourne: ITS Australia.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2014). “Akıllı trafik” için ihale süreci başladı. İzmir Büyükşehir Belediyesi İnternet Sitesi: <https://izmir.bel.tr/HaberDetay/8669/tr> (07.08.2014)
- Kalkınma Bakanlığı. (2013). *10.Kalkınma Planı (2014-2018)*. Ankara: Kalkınma Bakanlığı.
- Kalkınma Bakanlığı. (2014). *Temel Ekonomik Göstergeler*. Kalkınma Bakanlığı İnternet Sitesi: <http://www.kalkinma.gov.tr/Pages/TemelEkonomikGostergeler.aspx> (11.08.2014)
- Kentkart. (2014). *Tarihçe*. Kentkart İnternet Sitesi: <http://www.kentkart.com/TR/kurumsal/2/tarihce> (10.08.2014)
- KGM. (2013). *Karayolu Ulaşım İstatistikleri 2012*. Ankara: KGM.
- KGM. (2013b). *Akıllı Ulaşım Sistemleri Danışmanlık Hizmet Alımı İşi İhale İlanı*. Ankara: KGM.
- KGM. (2014). *KGM Görevleri*. KGM İnternet Sitesi: <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Kurumsal/Gorevleri.aspx> (11.08.2014)
- Korea Smart Card Co.Ltd. (2014). *What's the T-money* . Korea Smart Co.Ltd İnternet Sitesi: <http://eng.t-money.co.kr/> (21.04.2014)
- Land Transport Authority. (2014). *Electronic Road Pricing*. Land Transport Authority: <http://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and->

motoring/managing-traffic-and-congestion/electronic-road-pricing-erp.html
(20.03.2014)

Land Transport Authority. (2014a). *Intelligent Transport Systems*. Land Transport Authority:
<http://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/managing-traffic-and-congestion/intelligent-transport-systems.html>
(20.03.2014)

Land Transport Authority. (2014b). *EXPRESSWAY MONITORING ADVISORY SYSTEM (EMAS)*. OneMotoring:
http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_the_roads/traffic_management/intelligent_transport_systems/emasys.html (20.03.2014)

Land Transport Authority. (2014c). *Junction Electronic Eyes (J-EYES)*. OneMotoring:
http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_the_roads/traffic_management/intelligent_transport_systems/junction_eyes.html (21.03.2014)

Land Transport Authority. (2014d). *Green Link Determining (GLIDE) System*. OneMotoring:
http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_the_roads/traffic_management/intelligent_transport_systems/glide.html (20.03.2014)

Land Transport Authority. (2014e). *TrafficScan*. OneMotoring:
http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_the_roads/traffic_management/intelligent_transport_systems/traffic_scan.html (20.03.2014)

Land Transport Authority. (2014f). *Green Man*. OneMotoring:
http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_the_roads/traffic_management/green_man_plus.html (20.03.2014)

Lee, J.-J. (2012). *Economic Growth and Transport Models Chapter 9: ITS (Intelligent Transport Systems)*. Seoul: The Korea Transport Institute.

- Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü. (2014a). *Büyükşehir Belediyeleri - Hukuki Yapı ve Görevler*. Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi: <http://www.migm.gov.tr/MahalliIdareler.aspx?DetayId=4> (21.04.2014)
- Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü. (2014b). *İl, İlçe ve Belde Belediyeleri- Hukuki Yapı ve Görevler*. Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü: <http://www.migm.gov.tr/MahalliIdareler.aspx?DetayId=8> (22.04.2014)
- McQueen, B. (2014). *ITS ePrimer Module 8: Electronic Tolling and Pricing*. USDOT RITA ITS Professional Capacity Building Program: <http://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/documents/module8.pdf> (21.03.2014)
- Ministry of Infrastructure and Environment. (2011). *ITS in the Netherlands*. Amsterdam: Ministry of Infrastructure and Environment.
- MLIT Japan. (2014). *ITS Initiatives in Japan*. MLIT İnternet Sitesi: <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/pdf/ITSinitiativesinJapan.pdf> (21.02.2014)
- National Transport Information Center. (2014a). *MOLIT National Transport Information Center*. National Transport Information Center İnternet Sitesi: <http://www.its.go.kr/Eng/opIntroduction/organization.jsp> (18.08.2014)
- National Transport Information Center. (2014b). *National Transport Information Center*. MOLIT National Transport Information Center: http://www.its.go.kr/Eng/opITSService/its_architecture.jsp (18.08.2014)
- Nowacki, G. (2012). Development and Standardization of Intelligent Transport Systems. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 6(4), 403-412.
- Noyes, P. (2013). *ITS ePrimer Module 1: Introduction to ITS*. USDOT RITA ITS Professional Capacity Building Program: <http://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/documents/module1.pdf> (21.12.2013)
- OECD. (2012). *Transport Outlook "Seamless Transport for Greener Growth"*. Paris: OECD.

- OECD. (2013). *“Environment at a Glance 2013” OECD Indicators*. Paris: OECD.
- OTEP. (2011). *Stratejik Araştırma Programı (SAP) Raporu*. İstanbul: OTEP.
- Otomotiv Sanayicileri Derneği. (2014). *Otomotiv Sanayii 2013 Yılı Değerlendirme Raporu*. İstanbul: Otomotiv Sanayicileri Derneği.
- Peter Jesty. (2014). *E-FRAME Projesi İnternet Sitesi*. <http://www.frame-online.net/> (21.04.2014)
- Resmi Gazete. (2003). *Karayolu Taşıma Kanunu*. Ankara: Resmi Gazete.
- Resmi Gazete. (2011, 06 08). *635 Sayılı KHK*. Resmi Gazete: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/06/20110608M1-3.pdf> (21.04.2014)
- Resmi Gazete. (2011, Kasım 1). *655 Sayılı KHK*. Resmi Gazete: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/11/20111101M1-1.htm> (11.08.2014)
- Resmi Gazete. (2012, Temmuz 31). *Trafik Güvenliği Eylem Planı*. Resmi Gazete: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/07/20120731-17-1.pdf> (11.08.2014)
- Resmi Gazete. (2012a, 09 12). *Elektronik Haberleşme, Uzay ve Havacılık Sektöründe Araştırma Geliştirme Projelerinin Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik*. Resmi Gazete: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/09/20120912-4.htm> (12.08.2014)
- Sayısal Takograf Araştırma ve Uygulama Merkezi. (2014). *STS Hakkında*. Sayısal Takograf Araştırma ve Uygulama Merkezi: <https://staum.tobb.org.tr/stsHakkinda.jsp> (21.05.2014)
- Schweiger, C. L. (2014). *ITS ePrimer Module7: Public Transportation*. USDOT RITA ITS Professional Capacity Building Program: <http://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/documents/module7.pdf> (21.03.2014)

- Sussman, J. (2004). *Perspectives on Intelligent Transportation Systems*. Massachusetts: Cambridge:Springer.
- Transport Certification Australia. (2013). *Operational Pilot of Electronic Work Diaries and Speed Monitoring Systems*. Melbourne: Transport Certification Australia.
- TÜİK. (2014). *Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 2013*. Ankara: TÜİK.
- UDHB. (2013). *Ulusal AUS Strateji Belgesi (2013-2023) ve Eylem Planı (2013-2015) (2.Taslak)*. Ankara: UDHB.
- UDHB. (2013a). *11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası, Karayolu Çalışma Grubu Raporu*. Ankara: UDHB.
- UDHB. (2013b). *Ulaşan ve Erişen Türkiye 2013*. Ankara: UDHB.
- UDHB. (2014). *UDHB Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği İnternet Sitesi*. UDHB Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği İnternet Sitesi: http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/DIDGM/tr/Doc/Doc_Sol/20130118_090724_66124_1_66958.html (20.04.2014)
- Ulusal Ulaştırma Portalı. (2014). *Ulusal Ulaştırma Portalı - Hakkında*. Ulusal Ulaştırma Portalı: <https://www.ulasim.gov.tr/uphakkinda.xhtml#> (21.04.2014)
- UNECE. (2012). *Intelligent Transport Systems (ITS) for Sustainable Mobility*. Cenevre: UNECE.
- USDOT RITA. (2014a). *User Services Bundles and User Services*. National ITS Architecture 7.0: <http://www.iteris.com/itsarch/html/user/userserv.htm> (21.04.2014)
- USDOT RITA. (2014b). *Institutional Layer*. National ITS Architecture 7.0: <http://www.iteris.com/itsarch/html/archlayers/institutionallayer.htm> (21.04.2014)

- VENDEKA. (2014). *HGS'yi yakından tanıyın*. VENDEKA İnternet Sitesi: <http://vendeka.com.tr/tr/haberler/23-hgsyi-yakndan-tanyn> (20.03.2014)
- Wallace, C. E. (2014). *ITS ePrimer Module4: Traffic Operations*. USDOT RITA ITS Professional Capacity Building Program: <http://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/documents/module4.pdf> (21.03.2014)
- Wikipedia. (2014a). *STREAMS Integrated Intelligent Transport System*. Wikipedia Web Ansiklopedisi: http://en.wikipedia.org/wiki/STREAMS_Integrated_Intelligent_Transport_System (16.03.2014)
- Wikipedia. (2014b). *e-TAG*. Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/E-TAG> (19.05.2014)
- Williams, B. (2008). *Intelligent Transport Systems Standards*. Massachusetts: Artech House.
- Wolfe, I. M., & F.Troup, K. (2014). *ITS ePrimer Module 6: Freight, Intermodal, and Commercial Vehicle Operations*. USDOT RITA ITS Professional Capacity Building Program: <http://www.pcb.its.dot.gov/eprimer/documents/module6.pdf> (22.04.2014)
- Yeni Şafak Gazetesi. (2014). *Yolların Lideri HGS*. Yeni Şafak Gazetesi İnternet Sayfası : <http://yenisafak.com.tr/ekonomi-haber/yollarin-lideri-hgs-10.02.2014-617485> (20.03.2014)
- Yılmaz, Ö. (2012). *“Karayolu Ulaşımında Akıllı Ulaştırma Sistemleri” Planlama Uzmanlık Tezi*. Ankara: Kalkınma Bakanlığı .
- Yokota, T. (2004). *ITS System Architectures for Developing Countries*. Washington: World Bank.

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ

Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde değinme yaparak yararlandığımı ve “Ulaştırma ve Haberleşme Uzman ve Uzman Yardımcılarının Sınav, Atama, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik”e uygun olarak hazırladığımı belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Hasan TUFAN

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Hatay'ın Kırıkhan ilçesinde doğdu. İlkokul, ortaokul ve liseyi Kırıkhan'da tamamladı. 2010 yılında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2011 yılında Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'nda Ulaştırma ve Haberleşme Uzman Yardımcısı olarak göreve başladı. Halen Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Genel Müdürlüğünde görev yapmakta olup, Orta Doğu Teknik Üniversitesi İşletme Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.