



**ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME
BAKANLIĞI**

**KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ
AVRUPA STRATEJİSİNİN İNCELENMESİ VE
TÜRKİYE ULUSAL AKILLI ULAŞIM
SİSTEMLERİ STRATEJİSİ İÇİN ÖNERİLER**

ULAŞTIRMA VE HABERLEŞME UZMANLIĞI TEZİ

Ahmet Şenol KOYUNCU, Ulaştırma ve Haberleşme Uzman Yardımcısı

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanlığı

Haziran, 2018

Ankara



**ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME
BAKANLIĞI**

**KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ
AVRUPA STRATEJİSİNİN İNCELENMESİ VE
TÜRKİYE ULUSAL AKILLI ULAŞIM
SİSTEMLERİ STRATEJİSİ İÇİN ÖNERİLER**

ULAŞTIRMA VE HABERLEŞME UZMANLIĞI TEZİ

Ahmet Şenol KOYUNCU, Ulaştırma ve Haberleőtme Uzman Yardımcısı

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleőtme Araştırmaları Merkezi Baőtkanlıđı

Tez Danıőtmanı

Hasan TUFAN, Ulaştırma ve Haberleőtme Uzmanı

Haziran, 2018

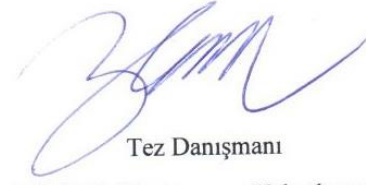
Ankara

Görev Yaptığı Birim: Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanlığı
Tezin Teslim Edildiği Birim: Personel ve Eğitim Dairesi Başkanlığı

T.C.

ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI

Ahmet Şenol KOYUNCU tarafından hazırlanan ve sunulan “İşbirlikçi Akıllı Ulaşım Sistemleri Avrupa Stratejisinin İncelenmesi ve Türkiye Ulusal AUS Stratejisi için Öneriler” başlıklı bu tezin uzmanlık tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



04/06/2018

Tez Danışmanı

Hasan TUFAN, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanı

Bu çalışma, tez savunma komisyonumuz tarafından Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	 Ahmet Selçuk SERT Müşteriler Yardımcısı
Üye	 Gündüz SENGÜL Genel Müdür V.
Üye	 Hasan PEHLİVAN Genel Müdür
Üye	 Ergün ÖZGÜR Genel Müdür Yardımcısı
Üye	 D. Baktal DOĞAN Genel Müdür Yardımcısı V.
05/07/2018	

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

TEŞEKKÜR

Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri Avrupa Stratejisinin İncelenmesi ve Tırkiye Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Stratejisi İçin Öneriler isimli tez çalışmam boyunca yardım ve katkılarından dolayı tez danışmanım Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanı Sayın Hasan TUFAN'a, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanı Sayın Dr. Ali ARIDURU'ya ve Ar-Ge Dairesi Başkanı Sayın Mehmet Ali DEĞER'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme, çok değerli çalışma arkadaşlarıma ve vefatı ile derin bir hüzne boğan Daire Başkanımız Sayın Serkan ÇELİK'e teőekkürü bir borç bilirim.

BEYAN

Bu belge ile sunduğum uzmanlık tezimidaki bütün bilgileri akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplayıp sunduğumu; ayrıca, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmamda bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan eder, tezimle ilgili yaptığım beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ise, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Ahmet şenol KOYUNCU

Ulaştırma ve Haberleşme Uzman Yardımcısı

ÖZET

Bilgi ve iletişim sektöründe ortaya çıkan otonom araçlar, veri analiz yöntemleri ve mobil uygulama gibi alanlarda yaşanan gelişmeler sonucu mevcut Akıllı Ulaşım Sistemlerinde meydana gelen dönüşüm olarak Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS) kavramı ortaya çıkmıştır. K-AUS kapsamında araçlar birbirleri, altyapı ve ulaşım ekosistemindeki diğer bileşenler ile iletişim kurabilmektedir.

Bu çerçevede, bu tez çalışması ile K-AUS ve K-AUS haberleşme teknolojileri hakkında bilgi verilmesi ve literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Bu doğrultuda Avrupa Komisyonu tarafından kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom hareketliliğe yönelik K-AUS Avrupa Stratejisi yayımlanmış ve kabul edilmiştir. Bu tez kapsamında da K-AUS Avrupa Stratejisi ile Amsterdam Deklarasyonu, C-Roads ve K-AUS Platformu incelenerek ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Sonuç olarak Bakanlığımız bünyesinde yapılan çalışmalara katkı sağlaması amacıyla Türkiye için önerilerde bulunulmuştur.

ABSTRACT

The concept of Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS) emerged as a result of improvements in the information and communication sector in the existing Intelligent Transportation Systems (ITS). C-ITS provides communication between ITS subsystems.

In this context, it was aimed to have knowledge and contribute to the literature about C-ITS and C-ITS communication technologies within this thesis.

The European Commission adopted a European Strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) for cooperative, connected and automated mobility. The goal of the EU C-ITS Strategy is to expand the use of C-ITS applications and enable them to be used throughout Europe by 2019. In this regard, EU C-ITS Strategy and Amsterdam Declaration, C-Roads and C-ITS Platform were examined.

Accordingly, this study aims to make recommendations for Turkey.

İÇİNDEKİLER	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	i
BEYAN.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ	4
2.1. Tanım	4
2.2. Kooperatif AUS Faydaları	8
3. KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ AVRUPA STRATEJİSİ	12
3.1. Amsterdam Deklarasyonu	12
3.2. C-Roads Platform.....	13
3.3. Kooperatif AUS Platformu.....	14
3.4. Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri Avrupa Stratejisi	17
3.4.1. K-AUS Avrupa Stratejisinin Ana Unsurları	17
3.4.2. K-AUS Hizmetlerinin Konuşlandırılması için Belirlenen Öncelikler.....	18
3.4.3. Verilerin Korunması ve Gizlilik	21
3.4.4. K-AUS Haberleşmesinin Güvenliği	23
3.4.5. Hibrit İletişim Teknolojilerinin Kullanımı	24
3.4.6. Tüm Paydaşlar Arasında İşbirliğinin Sağlanması.....	26
3.4.7. Yasal Çerçeve	27
3.4.8. Uluslararası İşbirliği	28
4. KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİ	30
4.1. Radyo Yayını.....	35
4.2. Araçsal Ağlar.....	36
4.3. Mobil Ağlar	41
4.4. Uydu Teknolojileri	47
5. TÜRKİYE'DE ULUSAL AUS STRATEJİSİ ÇALIŞMALARI VE ÖNERİLER.....	52
5.1. Türkiye'de Ulusal AUS Stratejisi Çalışmaları.....	52
5.2. Türkiye'nin Ulusal AUS Stratejisine Öneriler.....	54

6. SONUÇ.....	71
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	77

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1.	Türlerine Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı.....	8
Tablo 3.1.	Birinci Aşama K-AUS Platformu Çalışma Grupları	15
Tablo 3.2.	İkinci Aşama K-AUS Platformu Çalışma Grupları.....	16
Tablo 3.3.	Gün 1 Hizmetleri ve Haberleşme Şekilleri.....	19
Tablo 3.4.	Gün 1.5 Hizmetleri ve Haberleşme Şekilleri.....	20
Tablo 4.1.	Kablosuz İletişim Teknolojileri Kategorilerini ve Özellikleri.....	34
Tablo 4.2.	Ülkelerin K-AUS Spektrum Tahsis Politikaları	41

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1.	V2X Haberleşmesi Türleri.....	5
Şekil 2.2.	Trafiğe Kaydı Yapılan Taşıt Sayısı	9
Şekil 4.1.	AUS ve K-AUS Arasında Fonksiyon ve Aktör Değişimleri.....	31
Şekil 4.2.	Araçlar Arası İletişimde Kullanılan Protokol Yığıtı.....	38
Şekil 4.3.	Yıllık Veri Trafığı.....	42
Şekil 4.4.	Otomotivde Gerekli Özelliklere İlişkin Örümcek Diyagramı	46
Şekil 4.5.	Uydu Yörünge Diyagramı	49
Şekil 5.1.	Merkezi Yönetim Bütçesinden Ar-Ge İçin Ayrılan Ödenek ve Harcamalar İle Dolaylı Ar-Ge Destekleri	64

KISALTMA LİSTESİ

3G	: 3.Nesil Haberleşme
3GPP	: 3rd Generation Partnership Project (3. Nesil Ortaklık Projesi)
4G	: 4.Nesil Haberleşme
5G	: 5.Nesil Haberleşme
AB	: European Union (EU) (Avrupa Birliği)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADAS	: Advanced Driver Assistance Systems (İleri Sürücü Destek Sistemleri)
AK	: European Commission (EC) (Avrupa Komisyonu)
Ar-Ge	: Araştırma Geliştirme
AUS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
AUSDER	: Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği
BSM	: Basic Safety Message (Temel Güvenlik Mesajı)
BSTB	: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
BTK	: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
C2C-CC	: Car to Car Communications Consortium (Araçtan Araca Haberleşme Konsorsiyumu)
CAM	: Cooperative Awareness Message (Kooperatif Farkındalık Mesajı)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CEN	: European Committee for Standardization (Avrupa Standardizasyon Komitesi)
C-ITS	: Cooperative Intelligent Transport Systems (Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri)

CO₂	: Karbondioksit
C-ROADS	: Connected Roads (Bağlı Yollar)
ÇG	: Çalışma Grubu
DAB	: Digital Audio Broadcasting (Sayısal Radyo Yayını)
DENM	: Decentralized Environmental Notification Message (Merkezi Olmayan Çevre Bildirimi Mesajı)
DSRC	: Dedicated Short Range Communication (Tahsisli Kısa Mesafe Haberleşmesi)
ERTICO	: European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization (Avrupa Karayolu Ulaştırması Telematikleri Uygulama Koordinasyon Kurumu)
ETSI	: European Telecommunications Standards Institute (Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü)
FM	: Frekans Modülasyonu
GDPR	: General Data Protection Regulation (Genel Veri Koruma Tüzüğü)
GEO	: Geostationary Earth Orbit (Durağan Eşzamanlı Uydu Yörüngesi)
GHz	: Giga Hertz
GLOSA	: Green Light Optimal Speed Advisory (Yeşil Işık Optimum Hız Danışmanlığı)
GNSS	: Global Navigation Satellite System (Küresel Navigasyon Uydu Sistemi)
GPRS	: General Radio Packet Service (Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri)
I2V	: Infrastructure to Vehicle (Altyapıdan Araca)
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)
IMT	: International Mobile Telecommunications (Uluslararası Mobil Telekomünikasyon)

IoT	: Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
IP	: Internet Protocol (İnternet Protokolü)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı)
ITS-G5	: Araç ortamında kablosuz erişim konusunda IEEE standart 802.11p temelli V2V ve V2I iletişimler için bir protokol ve parametreler seti.
ITU	: International Telecommunication Union (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği)
ITU-R	: International Telecommunication Union Radiocommunication Sector (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Radyokomünikasyon Sektörü)
K-AUS	: Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) (Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri)
Km	: Kilometre
KVKK	: Kişisel Verileri Koruma Kurulu
LAN	: Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
LEO	: Low Earth Orbit (Alçak Uydu Yörüngesi)
M2M	: Machine to Machine (Makineler Arası İletişim)
MAC	: Media Access Control (Ortam Erişim Kontrolü)
MEO	: Medium Earth Orbit (Orta Uydu Yörüngesi)
MHz	: Mega Hertz
OTEP	: Otomotiv Teknoloji Platformu
PDM	: Probe Data Management (Sonda Veri Yönetimi)
PVM	: Probe Vehicle Message (Sonda Araç Mesaj)

RDS	: Radio Data System (Radyo Veri Sistemi)
RLAN	: Radio Local Area Network (Radyo Yerel Alan Ağı)
RSA	: Roadside Alert Message (Yol Kenarı Uyarı Mesajı)
SAE	: Society of Automotive Engineers (Otomotiv Mühendisleri Topluluğu)
SBASs	: Satellite-based Augmentation Systems (Uydu Bazlı Alan Büyütme Sistemleri)
TCP	: Transmission Control Protocol (İletim Kontrol Protokolü)
TMC	: Trafik Message Channel (Trafik Mesajı Kanalı)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurulu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UDHAM	: Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanlığı
UDHB	: Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
UGSEP	: Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020)
USDOT	: United States Department of Transportation (ABD Ulaştırma Bakanlığı)
UTAS	: Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi
Ür-Ge	: Ürün Geliştirme
V2I	: Vehicle to Infrastructure (Araçtan Altyapıya)
V2N	: Vehicle to Network (Araçtan Ağa)
V2P	: Vehicle to Pedestrian (Araçtan Yayaya)
V2V	: Vehicle to Vehicle (Araçtan Araca)
V2X	: Vehicle to Everything (Araçtan Her şeye)

- VHF** : Very High Frequency (Çok Yüksek Frekans)
- VYM** : Veri Yönetimi Merkezi
- WAN** : Wide Area Network (Geniş Alan Ağı)
- WAVE** : Wireless Access İn Vehicular Environments (Araç Ortamlarında Kablosuz Erişim)
- Wi-Fi** : Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlantı)
- WLAN** : Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Ağı)

1. GİRİŞ

Karayolu taşımacılığına her geçen gün artmakta olan talep ve gün geçtikçe artan araç sayısı yolların kapasitesinin yetersiz kalmasına yol açmıştır. Bunun sonucunda karayollarındaki trafik sıkışıklığı giderek artmakta, trafik seyir güvenliği azalmakta, emisyon hacmi artmakta ve yakıt tüketiminden dolayı maliyet artışları yaşanmaktadır.

Ulaşım sistemleri farklı ancak birbirine bağlı birçok alandaki çeşitli faktörlerin etkisiyle gittikçe daha hızlı bir şekilde değişmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri ile birlikte otomotiv ve telekomünikasyon alanlarında yaşanan teknolojik gelişmeler, günümüzdeki ulaşım sorunlarına gelişmiş yeni çözümler sunmakta, ulaşımın daha güvenli, kolay ve çevreci hale getirilmesini sağlamaktadır.

Karayolu taşımacılığı sektörü de, bu yeniliklerle birlikte değişim yaşamaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla oluşturulan Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), yeni nesil mobil genişbant teknolojileri, IoT (Nesnelerin İnterneti – Internet of Things), M2M (Makinalar Arası İletişim – Machine to Machine Communication), V2X (Vehicle to Everything – Araçtan Her şeye) teknolojileri, bulut bilişim ve araçlardaki gelişmeler ile birlikte gelişim göstermektedir. Son yıllarda akıllı ulaşım alanındaki çalışmalar neticesinde, araçların birbirleri, altyapı veya ulaşım ekosistemindeki diğer bileşenler ile iletişim kurabildiği, Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS) ortaya çıkmıştır.

K-AUS'nin en temel hedefi, ulaşım ekosistemi elemanlarını daha akıllı bir hale getirerek ulaşımın daha verimli, daha güvenli ve daha çevreci bir şekilde entegre ve birlikte çalışabilir nitelikte karşılanmasının sağlanmasıdır. Bunun için AUS alt sisteminde bulunan bütün elemanların haberleşme teknolojileri özellikle yeni nesil mobil genişbant teknolojileri kullanılarak birbirleriyle etkileşim halinde olması amaçlanmaktadır.

Ulaşım ekosisteminde yer alan elemanların birbiriyle bağlantılı hale gelerek işbirliği içerisinde çalışması, uygulamaların niteliğine bağlı olarak trafik güvenliğini artırmak ve ulaşım sisteminin genel verimliliği ile çevresel performansını iyileştirmek için büyük bir potansiyel sunmaktadır. K-AUS uygulamalarına yönelik gerçekleştirilen test çalışmalarında ve yapılan araştırmalar neticesinde K-AUS ile birlikte kaza sayılarının ve çevresel etkilerin azaltılabileceği, hareketliliğin artabileceği görülmektedir. K-AUS'nin, güvenlik, çevre ve hareketliliğin yanı sıra bilgi ve iletişim sektöründeki gelişmelerin ulaşım ekosisteminde etkili kullanımı, internet üzerinden verilen hizmetlerin ve internet trafiğinin artması ile birlikte telekomünikasyon sektörüne de fayda sağlayacağı düşünülmektedir. K-AUS ile birlikte ortaya yeni iş sektörlerinin çıkması ve yeni iş olanaklarının sunulması da beklenmektedir.

Dünya'nın yaşamakta olduğu endüstriyel ve dijital devrime uzak kalmamak amacıyla ekonomik ve sosyal açıdan hazırlanılması gerekmektedir. Dünya'nın birçok ülkesinde (AB, Avusturya, Almanya, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Güney Kore, Çin) K-AUS stratejileri, politika belgeleri, strateji dokümanları ve düzenlemeler hazırlanmıştır. Bu çalışmanın yapılmasındaki amaç, her geçen gün gelişen K-AUS teknolojileri hakkında bilgi sahibi olabilmek ve bu gelişim süreci içerisinde üyelik müzakerelerini sürdürdüğümüz Avrupa Birliği'ndeki (AB) yeni gelişmelerin takip edilerek, ülkemizin bu alandaki AUS stratejisine ve ilgili eylemler bünyesinde yapılan çalışmalara katkı sağlanmasıdır.

Bu kapsamda, tezin ikinci bölümünde son yıllarda mevcut AUS'de yaşanan gelişmeler ışığında ortaya çıkan Kooperatif AUS kavramının genel bir çerçevesi çizilecektir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, 30 Kasım 2016 tarihinde Avrupa Komisyonu (AK) tarafından kabul edilen kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom hareketliliğe yönelik olarak Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS) Stratejisi incelenecektir. Aynı zamanda AK Üye devletleri tarafından imzalanan Amsterdam Deklarasyonu ve Kooperatif AUS'nin Avrupa'da yayılmasını hedeflemek amacıyla kurulan C-Roads ve K-AUS Platformları hakkında bilgiler verilecektir.

Dördüncü bölümde, Kooperatif AUS kapsamında kullanılan haberleşme teknolojileri ve bu teknolojilerde yaşanan gelişmeler ele alınmıştır.

Beşinci bölümde ise AUS'nin kullanılmasını ve yaygınlaştırılmasını amaçlayan eylem planları ve stratejiler incelenmiş olup Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri konusunda Türkiye için önerilerde bulunulmuştur. Son bölümde ise çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar özetlenmektedir.

2. KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

2.1. Tanım

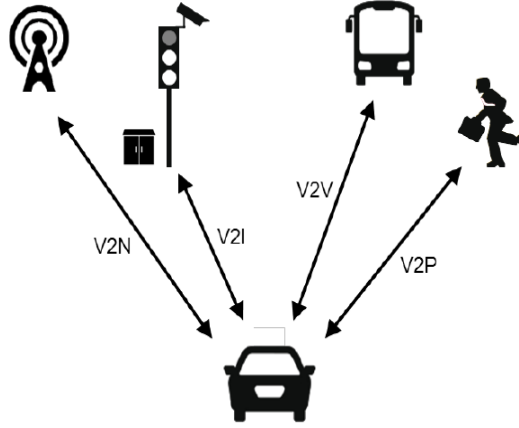
AUS, farklı ulaşım modlarında trafik yönetimine yönelik yenilikçi hizmetler sunan, ulaşım ağlarının, daha güvenli, daha koordineli ve daha akıllı bir şekilde kullanılmasını ve çeşitli kullanıcıların daha iyi bilgilendirilmesini sağlayan gelişmiş uygulamalardır (Avrupa Birliği, 2011). AUS, gerçek zamanlı, hassas, verimli ulaşım kontrolü ve yönetimi sağlamak üzere bilgi ve iletişim teknolojileri, kontrol sistemleri ve diğer güncel sistem ve teknolojileri kullanmaktadır. Bu sayede AUS, ulaşım ve ulaşım dâhil bütün etkenler (yol, altyapı, araç, kullanıcı) arasında gerekli olan haberleşmeyi, uygulamaları ve servisleri kullanıcıların hizmetine sunmaktadır.

Hem Avrupa'da hem de dünyanın diğer bölgelerinde, karayolu taşımacılığı sektöründe köklü değişiklikler yaşanmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileri, otomotiv ve telekomünikasyon alanlarında yaşanan gelişmeler, günümüzdeki ulaşım sorunlarına gelişmiş yeni çözümler sunmakta, ulaşımın daha güvenli, kolay ve çevreci hale getirilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte AUS de, yeni nesil mobil genişbant teknolojileri, Nesnelerin İnterneti (IoT: - Internet of Things), Makinalar Arası İletişim (M2M: Machine to Machine Communication), V2X teknolojileri ve araçlardaki gelişmeler ile birlikte değişim göstermektedir. Son yıllarda akıllı ulaşım alanındaki araştırmalar, araçların birbirleriyle veya altyapı ile iletişim kurabildiği, Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS) haline gelmektedir.

Kooperatif AUS, araçların diğer araçlarla (V2V: Vehicle to Vehicle – Araç-Araç Haberleşme Sistemleri), karayolu altyapısıyla (V2I: Vehicle to Infrastructure – Araç-Altyapı Haberleşme Sistemleri), yayalarla (V2P: Vehicle to Pedestrian – Araç-Yaya Haberleşme Sistemleri), yol kenarı üniteleriyle (V2R: Vehicle to Road Side Unit – Araç-yol kenarı üniteleri Haberleşme Sistemleri) ve şebekeyle (V2N: Vehicle to Network – Araç-Şebeke Haberleşme Sistemleri) iletişim kurmasını sağlayan teknolojileri kullanmaktadır.

Şekil 2.1.'de K-AUS uygulamalarının iletişiminin temelini oluşturan V2X haberleşmesi türleri gösterilmektedir. K-AUS kapsamında kullanılan V2X, uygulamalar arasındaki iletişimin, uygulamanın türüne ve durumuna bağlı olarak, kısa menzilli (IEEE802.11p / DSRC) veya hücreli (3G, 4G, LTE-V2X, 5G) radyo yayını (FM / DAB +) teknolojileri ile sağlandığı sistemlerdir.

Şekil 2.1. V2X Haberleşmesi Türleri



Kaynak: (Analysys Mason, 2017)

- V2V hizmetleri, birbirine yakın iki araç arasında veri alışverişini tanımlamaktadır. V2V hizmetlerinin öncelikle güvenlik uygulamalarına yönelik kullanılması beklenmektedir.
- V2I hizmetleri, araç ve yol kenarı istasyonları veya bir araç ve bir uygulama sunucusu ile arasındaki veri alışverişini tanımlamaktadır. V2I hizmetleri araçlara doğrudan bilgi sağlamaktadır. V2I hizmetlerinin karayolu güvenliğini, trafik verimliliğini artırması ve enerji tüketimini azaltması beklenmektedir.
- V2P hizmetleri, yaya ve araç arasındaki veri alışverişini tanımlamaktadır. V2P hizmetlerinin öncelikle güvenlik uygulamalarına yönelik kullanılması beklenmektedir.

- V2N hizmetleri, araç ve uygulama sunucusu arasındaki veri alışverişini tanımlamaktadır. V2N hizmetlerinin yol güvenliğini ve trafik verimliliğini arttırması ve yolcu konforunu geliştirmesi beklenmektedir.

Kooperatif AUS ile kooperasyona dayalı, bağlantılı ve otonom sürüşün sağlanması planlanmaktadır. Kooperasyona dayalı sürüş ile kullanıcılar ve altyapı arasında eylemlerin koordine edilmesi sağlanacaktır. Birbirine bağlı sürüş, kullanıcılar ve altyapı arasında bilgi değişimine imkân sağlayacaktır. Otonom sürüş ile de araçların sürücü görevini devralarak ulaşım sisteminin bir parçası olması hedeflenmektedir. Farklı otonom sürüş seviyeleri ve sürücünün farklı derecelerde katılımı ile birlikte, tanımlama, karar verme ve manevra yapma becerilerinin tamamen araca devredileceği de düşünülebilir. Otonom sürüş seviyeleri sıfırıncı seviyeden başlayıp tamamen otonom olan beşinci seviyeye kadar devam etmektedir.

Seviye 0: Otomasyon Yok: Tüm işi sürücü yapmaktadır. Sorumluluk insandadır.

Seviye 1: Sürücü Yardımı: Araç, çeşitli durumlarda direksiyon yönlendirmesi ya da hız konusunda sürücüye destek olmaktadır. Sorumluluk insandadır.

Seviye 2: Kısmi Otonom: Araç çeşitli durumlarda direksiyonu ve hızı tümüyle kontrol etmektedir. Sorumluluk insandadır. Sürücünün her zaman kontrolü üstüne almaya hazırlıklı olması gerekmektedir.

Seviye 3: Koşullu Otonom: Araç direksiyonu ve hızı kontrol etmektedir. Sorumluluk otonom sistemdedir.

Seviye 4: Yüksek Otonom: Araç her detayı kontrol etmektedir. Sorumluluk otonom sistemdedir.

Seviye 5: Tam Otonom: Araç bir insanın yapabileceği her şeyi yapmaktadır. Sorumluluk otonom sistemdedir.

AUS istasyonu, ulaşım senaryolarına adanmış iletişim yeteneğine sahip akıllı ulaşım sistemi sağlayan işlevsel bir varlıktır. AUS iletişim mimarisi üzerindeki ETSI (European Telecommunications Standards Institute - Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) değerlendirmelerine dayanarak, K-AUS sistem mimarisi aşağıdaki temel bileşenleri içermelidir:

- **Araç AUS İstasyonu / Araç İçi Yerleşik Ünite**

Araç AUS İstasyonu (araca monteli birim/ünite), diğer araçlarla veya yol kenarı altyapısı ile bilgi alışverişi için haberleşme donanımı ile donatılmıştır. Haberleşme donanımı, araç içindeki verileri toplamak için araç içerisinde yer alan ağa bağlanır. Sonuç olarak, araç verileri diğer araçlar arasında değiştirilebilir. Haberleşme donanımı, merkezi bir bileşenin üzerinde çalışan servislerle iletişim kurmak için kablosuz internet erişimini de destekleyebilir, böylece aracın sağladığı bilgileri anında merkezi sisteme gönderebilir.

- **Yol Kenarı AUS İstasyonu/Yol Kenarı Üniteleri**

Yol kenarı AUS istasyonlarının tipik bazı örnekleri, haberleşme donanımı ile donatılmış değişken mesaj işaretleri veya trafik ışıklarıdır. Bu şekilde, yol kenarı üniteleri araçlarla iletişim kurabilir. Ek olarak, yol kenarı üniteleri internete bağlanabilir. Bu durum yol kenarı ünitelerinin merkezi bileşenlerle iletişim kurmasını ve araçlardan alınan bilgileri merkezi bileşenlere iletmesini sağlar.

- **Merkezi AUS İstasyonu**

Merkezi AUS istasyonları, merkezi olarak yönetilen uygulamaların ve hizmetlerin kullanıldığı varlıktır. Araçlar veya yol kenarı altyapısı bileşenleri, merkezi bileşene bilgi gönderebilir ve merkezi bileşen, araçlara veya yol kenarı altyapı bileşenlerine bilgi gönderebilir.

- **Kişisel AUS İstasyonu**

Kişisel AUS İstasyonu çok sayıda AUS uygulaması sağlayabilen mobil telefonlar veya navigasyon cihazları gibi mobil tüketici cihazlarını temsil etmektedir. Bu cihazlar kişiseldir ve

uygun iletişim donanımı kullanırlar. Cihazlar, diğer yol kullanıcıları veya yol kenarı altyapısı ile haberleşmesine dayanan K-AUS uygulamalarını da destekleyebilir.

Genel olarak, bir K-AUS sistemi, tüm bileşenleri içermeyebilir fakat dağıtım senaryosuna ve fonksiyonlara bağlı olarak bileşenlerin bir alt kümesini içerebilir. Bu dört bileşen, çeşitli haberleşme ağları kullanarak birbirleriyle iletişim kurabilir. Farklı kullanım durumlarının gerekliliklerine göre haberleşme, doğrudan aynı haberleşme ağı içinde veya çeşitli haberleşme ağları boyunca dolaylı olarak gerçekleştirilebilir. Bu durum, trafik güvenliği ve verimlilik düzeylerinin iyileştirilmesi ile ilgili uygulanan tüm işlevler için genel bir destek sağlar (Jimenez, 2017, s.231).

2.2. Kooperatif AUS Faydaları

Mevcut altyapıların, ulaştırma ağlarındaki artan talebi karşılamakta yetersiz kalması nedeniyle karayollarındaki trafik sıkışıklığı giderek artmaktadır (Yılmaz, 2012, s.18). Türkiye’de trafiğe kayıtlı araç sayısı, 2018 yılı Mart ayı sonu itibariyle 22 milyon 462 bin 346’ya ulaşmıştır (Tablo 2.1). Mart ayı sonu itibarıyla trafiğe kayıtlı toplam 22 milyon 462 bin 346 adet taşıtın %54,3’ünü otomobil, %16,4’ünü kamyonet, %13,9’unu motosiklet, %8,2’sini traktör, %3,8’ini kamyon, %2,1’ini minibüs, %1’ini otobüs, %0,3’ünü ise özel amaçlı taşıtlar oluşturmuştur (Şekil 2.1).

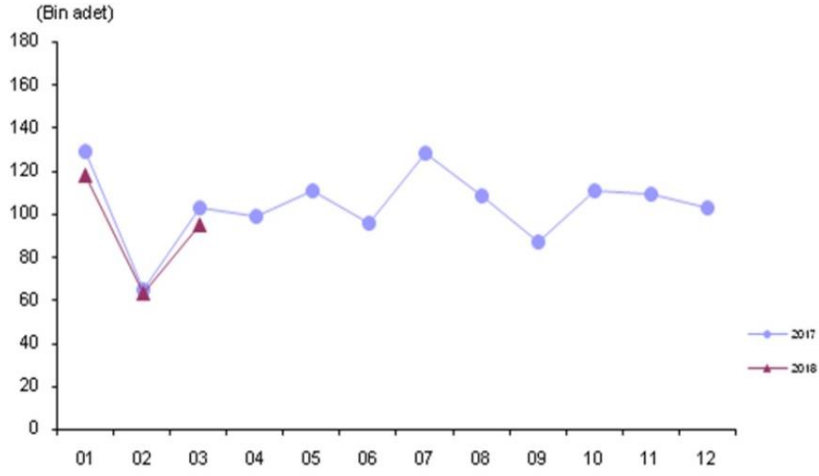
Tablo 2.1. Türlerine Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı

Motorlu kara taşıt sayısı Number of road motor vehicles									
Yıl Year	Toplam Total	Otomobil Car	Minibüs Minibus	Otobüs Bus	Kamyonet Small truck	Kamyon Truck	Motosiklet Motorcycle	Özel amaçlı taşıtlar Special purpose vehicles	Traktör Tractor
2015	19 994 472	10 589 337	449 213	217 056	3 255 299	804 319	2 938 364	45 732	1 695 152
2016	21 090 424	11 317 998	463 933	220 361	3 442 483	825 334	3 003 733	50 818	1 765 764
2017	22 218 945	12 035 978	478 618	221 885	3 642 625	838 718	3 102 800	60 099	1 838 222
2018 ⁽¹⁾	22 462 346	12 194 330	481 656	221 534	3 688 357	843 463	3 118 218	61 708	1 853 080

Kaynak: (TÜİK, 2018)

⁽¹⁾Veriler Mart ayı sonu itibariyledir.

Şekil 2.2. Trafîge Kaydı Yapılan Taşıt Sayısı



Kaynak: (TÜİK, 2018)

Gün geçtikçe artan araç sayısı, trafik yönetimini zorlaştırmakta trafik yoğunluğunu artırmaktadır. Trafik yoğunluğunun sürekli artması; trafikte geçen zamanın artmasına paralel olarak iş gücü kaybına, trafik seyir güvenliğinin azalmasına, karayolu ulaştırması kaynaklı yakıt tüketiminden dolayı maliyet artışlarına ve karbondioksit (CO₂) emisyon hacmi artışına sebep olmaktadır. Kooperatif AUS'nin öncelikli hedeflerinden biri, mevcut altyapı olanaklarının en verimli şekilde kullanılmasına olanak sağlanarak, yolların kapasitesinden üst düzeyde yararlanmaktır. K-AUS uygulamaları ile verinin elde verilmesi, işlenmesi ve bilgi alışverişinin sağlanması ulaştırma hizmetlerinin daha etkin ve etkili bir şekilde sunulmasını sağlayacaktır.

Kooperatif AUS, araçlar, konumları ve yol durumu hakkında mevcut bilginin kalitesini ve güvenilirliğini büyük ölçüde arttırmaktadır. K-AUS, uygulamaların niteliğine bağlı olarak; kazaların önlenmesine, kazaların şiddetini azaltarak yol güvenliğinin geliştirilmesine, karayolu trafiğinin daha güvenli ve daha verimli hale getirilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, karayolu taşımacılığı altyapısının, mevcut performansını ve kapasitesini optimize ederek, filo araçların yönetiminin güçlendirilmesine, hareketlilikte sürdürülebilirliğin sağlanmasına, sıkışıklığı azaltarak enerji kullanımını ve olumsuz çevresel etkileri azaltmaya katkıda bulunabilecektir.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulaştırma Bakanlığı'nın bağlı araçların tahmini faydaları ilgili yaptığı çalışma sonunda, K-AUS uygulamalarının, sıkışıklık ve şerit yönetim yeteneği potansiyeline sahip olması sebebiyle yakıt tüketimini ve hava kirliliğini azaltabileceği öngörülmektedir. Yine aynı çalışmada yakıt tüketiminde % 4,5, CO₂ emisyon hacminde ise % 11 azalma oluşturması beklendiği belirtilmiştir (USDOT, 2015).

İnsan, taşıt, çevre kontrol çevriminde, en zayıf halka sürücü olarak insandır. TÜİK (2017) verilerine göre, Türkiye'de kazaya neden olan kusurlar içinde sürücü kusuru %89,59 ile ilk sıradadır. Çevredeki potansiyel riskleri kontrol edip bunları önlemek için doğru karar vererek zamanında etkin tedbirler alması gereken sürücülerin kusurlarının en aza indirilmesi amacıyla, son yıllarda etkin bir biçimde kullanılmaya başlanılan AUS, uyarı bilgilerinin, sürücülere daha erken ve doğru bir şekilde ulaşmasını sağlamaktadır. Yürütülen çalışmaların ve projelerin sonuçlarına dayanılarak, akıllı sistemler arasındaki işbirliğinin, sürücülerin doğru karar almasına ve trafik durumuna uyum sağlamasına yardımcı olabileceği sebebiyle yol güvenliğini önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir (ETSC, 2017).

Araçlarda yolcu güvenliğini artırmak, kazaları önlemek, kaza sırasında veya sonrasında yaşanan yaralanma ve ölümleri en aza indirmek için yapılan çalışmalarda, K-AUS'nin yüksek potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda, K-AUS'nin trafik güvenliği seviyesini arttırması beklenmektedir. ABD Ulaştırma Bakanlığı'nın bağlı araçların tahmini faydaları ilgili yaptığı çalışma sonunda, K-AUS'nin trafik kazaları sonrasında yaşanan tıkanıklığı % 14'e kadar azaltabileceği öngörülmektedir. K-AUS uygulamaları ile ABD geneli 191.202 ila 270.011 yaralanmanın önlenebileceğini ve 511.118 - 728.173 araç hasarının önlenebileceğini düşünülmektedir (USDOT, 2015). Almanya'da yürütülen çalışmalarda ise kavşak güvenliği uygulamaları sonucu kazaların % 66 azalabileceği ortaya konulmuştur (Avrupa Komisyonu, 2017). Khadir Jadaan vd. yaptıkları çalışmada K-AUS uygulamalarının sürücü kaynaklı trafik kazalarını % 81 oranında azalabileceğini savunmuştur (Jadaana K., Zeaterb S., Abukhalilc Y., 2017, s.3). Araçların birbirleriyle ve altyapıyla veri alışverişinde bulunmasını sağlayan iletişimin, trafik güvenliğini ve ulaşım sistemlerinin verimliliğini arttırdığı ispatlanmıştır (USDOT, 2015).

Bunların yanı sıra K-AUS uygulamalarının, sinyal zamanlamasını önceliklendirmede, seyahat süresini ve toplam gecikmeyi azaltmada etkili olduğu görülmüştür (USDOT, 2015). Bağlantılı ve otonom sürüşün, trafik kazalarını, trafik sıkışıklığını, trafik kirliliğini ve enerji kullanımını ciddi ölçüde azaltmasının yanında verimli ve konforlu ulaşımı artırarak engelliler, yaşlılar gibi belirli birey gruplarını, emniyetli bir şekilde ulaşım sistemlerine dâhil etmesi ve hareketliliği artırması beklenmektedir (Avrupa Komisyonu, 2017a). AUS uygulamalarının niteliğine bağlı olarak yolculuk süresinin %23 ile %42 azalması öngörülmektedir (USDOT, 2015).

K-AUS hizmetlerinin, Avrupa çapında birlikte çalışabilir bir biçimde konuşlandırıldığında, 2018 yılından 2030 yılına kadar toplam maliyet ve fayda temel alınarak 3:1'e kadar bir fayda maliyet oranı oluşturması beklenmektedir (Avrupa Komisyonu, 2016, s.6).

K-AUS'nin güvenlik, çevre ve hareketliliğin yanı sıra telekomünikasyon sektörüne de fayda sağlaması beklenmektedir. Bağlı araçların, mobil ağlar üzerinden iletişim kurması ve veri trafiğinden faydalanması sebebiyle veri iletimlerinde 2030 yılına kadar yıllık yaklaşık % 12 büyüme beklenmektedir (KPMG, 2015, s.11).

3. KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ AVRUPA STRATEJİSİ

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesine bağlı olarak değişen ulaşım sistemlerinde, otomasyonun hızla gelişmesinin bir sonucu olarak yaşanan değişime uzak kalmamak, yeni oluşan küresel pazarda liderlik sağlamak ve K-AUS uygulamalarına yönelik gerçekleştirilmesi hedeflenen test çalışmalarına öncülük etmek hedefleriyle, Avrupa çapında birçok çalışma gerçekleştirilmektedir. Araçların ve yol kenarı sistemleri ile birlikte merkezi sistemlerin haberleşme özelliklerine sahip olması sayesinde sürücü ya da insan hatalarına engel olunacağını ve böylelikle kazaların sıfır düzeyine çekileceğini savunan ve bu alandaki çalışmalara ağırlık veren AB ülkeleri, K-AUS uygulamalarını temel hedef olarak benimsemiştir. Bu kapsamda kooperatif platformlar kurulmuş ve bu yolla destekleyici girişimlerde bulunulmuştur.

3.1. Amsterdam Deklarasyonu

Kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüş alanında işbirliğini güçlendirme amacıyla Amsterdam Deklarasyonu, AB Ulaştırma Bakanları düzeyinde imzalanarak 14 Nisan 2016 tarihinde yayımlanmıştır.

Amsterdam Deklarasyonu ile AB üye devletleri, Avrupa Komisyonu ve özel sektör, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüşün kolaylaştırılması için ortak hedefler ve ortak eylemler üzerinde anlaşmaya varmıştır. Belirlenen hedefler ve eylemleri desteklemek için ortak bir gündem sunan Deklarasyon; Avrupa Komisyonu'na kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom araçlar üzerine strateji geliştirilmesini, K-AUS platformunun çalışmalarına devam etmesini tavsiye etmiştir. Deklarasyon, AB üye devletlerine ulusal devletlerin yasal düzenlemeleri belirlenecek strateji doğrultusunda uyarlaması tavsiye edilmiştir. Özel sektöre ise bağlantılı ve otonom sürüş konusunda Avrupa stratejisini ve gündemini geliştirmeye aktif olarak katılmasını, V2X teknolojilerini yönelik sistemleri geliştirmesini ve standardizasyon çalışmalarına katkı sağlaması tavsiye edilmiştir.

Amsterdam Deklarasyonu ile AB üye devletlerinin, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüş uygulamalarının rekabetçi bir pazara sahip olması, gelecekteki pazar dağılımını kolaylaştırması ve bu alandaki Avrupa rekabet gücünü artırmak amacıyla emniyet gereksinimlerini, yükümlülük konularını, haberleşme sistemlerini ve birlikte çalışabilmeyi güçlendirmesini uyumlu hale getirmek için çalışması gerektiği belirtilmiştir.

Deklarasyon'un ana unsurları; oluşturulacak yasal çerçevenin hazırlanması, belirlenecek standartların uluslararası standartlara uyumlu hale getirilmesi, K-AUS haberleşmesi, altyapısı ve güvenliğini, verilerin kullanımı, gizliliği ve korunmasını, kamuoyunda farkındalığın sağlanması, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüş için ortak tanımların oluşturulmasını ve uluslararası işbirliğini içermektedir (Avrupa Birliği, 2016).

3.2. C-Roads Platform

C-Roads (Connected Roads – Bağlı Yollar) Platformu, Avrupa'daki uyumlaştırılmış ve birlikte çalışabilir K-AUS hizmetlerinin dağıtımını üzerinde çalışan 16 AB Üye Devleti ve karayolu operatörleri arasındaki kooperasyona dayalı olarak 2016 yılında kurulmuş bir girişimdir. C-Roads Platformuna 16 çekirdek ve 3 ikinci derece statüsü olan üye ülke bulunmaktadır. Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İtalya, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, Slovenya, İsveç ve İngiltere–Galler platformun çekirdek üyeleridir. İrlanda, İsviçre ve Avustralya–Yeni Zelanda ise bağlantılı üyeleridir. Platform, Avrupa ölçeğinde K-AUS dağıtımını kolaylaştırmak için çözülmesi gereken problemleri tanımlamak için pilot projelerden elde edilen deneyimleri ve bilgileri paylaşmayı içeren bir yaklaşım izler.

C-Roads Platformunun ana hedefleri şu şekilde özetlenebilir:

- AB üye ülkelerindeki K-AUS pilot uygulama projelerini birbirine bağlamak.
- Ortak teknik özellikleri geliştirmek, paylaşmak ve yayınlamak.
- Çapraz saha testi ile birlikte çalışabilirliği doğrulamak.
- ETSI ITS-G5 ve mevcut hüresel ağların bir kombinasyonu olan hibrit iletişim yaklaşımına odaklanarak ortak iletişim profillerine dayalı sistem testleri geliştirmek.

Bu kapsamda C-Roads tarafından çekirdek üye ülkelerde belirlenen 17 pilot bölge ile K-AUS Platformu tarafından belirlenmiş olan Gün 1 hizmetlerinin test edilmesi ve kurulumuna yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

3.3. Kooperatif AUS Platformu

2010/40/EU numaralı AUS yönergesinin 18. Maddesinde, “Komisyon, AUS’nin kurulması ve kullanılmasının ticari ve teknik yönleri konusunda kendisine tavsiyelerde bulunacak bir Avrupa AUS Danışma Grubu kuracaktır.” ifadesi yer almaktadır (Avrupa Birliği, 2011). K-AUS Platformu, Kooperatif AUS’nin kurulup geliştirilmesi, yaygınlaştırılması için paylaşılan bir vizyon ve yol haritası geliştirmesine yardımcı olmak, politik ve stratejik tavsiyelerde bulunmak ve K-AUS için fırsatların ve engellerin neler olduğunu belirlemek amacıyla 2014 yılında kurulmuştur.

K-AUS Platformu, Komisyon, üye devletlerin kamu yetkilileri, kamu kurumları, özel sektör kuruluşları ile yerel veya bölgesel otoriteler, yol operatörleri, araç üreticileri, tedarikçiler, servis sağlayıcılar ve telekomünikasyon şirketleri dâhil olmak üzere K-AUS değer zinciri içerisindeki tüm önemli paydaşların temsilcilerinden oluşmaktadır (Avrupa Birliği, 2016a).

K-AUS platformu tarafından birinci aşamada, AB'deki birlikte çalışabilir dağıtım sistemleri hakkında temel teknik, yasal ve ticari konuların belirlenmesi ve bu konuların ele alınmasına yönelik politika önerilerinin geliştirilmesi de dahil olmak üzere ortak bir vizyon geliştirilmesi üzerinde durulmuştur. Platform tarafından ayrıca standardizasyon, maliyet-fayda analizi, iş modelleri, yol güvenliği ve uluslararası işbirliği gibi konular birinci aşamada ele alınmıştır. 2016 yılı Ocak ayında Platform, birinci aşamada gerçekleştirmiş olduğu çalışmalar neticesinde kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüş ile ilgili temel teknik ve yasal konuları içeren bir rapor yayınlamıştır.

Bu aşamada K-AUS teknik ve yasal konularda çalışmalarını yürüten çalışma gruplarının (ÇG) listesi Tablo 3.1.'de gösterilmektedir.

Birinci aşamanın sonunda hazırlanan nihai raporda; teknik, yasal, ticari konularla birlikte tanımlanmış olan güvenlik, verilerin korunması, uygunluk değerlendirmesi ve hibrit iletişim konularına yönelik ortak bir teknik ve yasal çerçeve tanımlanması ve AB tarafından K-AUS sistemlerinin birlikte çalışabilir bir biçimde konuşlandırılmasına ilişkin ortak politikalar geliştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Tablo 3.1. Birinci Aşama K-AUS Platformu Çalışma Grupları

ÇG1 – Maliyet - Fayda Analizi
ÇG2 – Olurluk İncelemesi
ÇG3 – Yasal Çerçeve
ÇG4 – Verileri Korunması ve Gizlilik
ÇG5 – Güvenlik ve Sertifikasyon
ÇG6 – Teknik Konular - Araç İçi Verilere ve Kaynaklara Erişim
ÇG6 – Teknik Konular - Merkezi Olmayan Tıkanıklık Kontrolü
ÇG6 – Teknik Konular - Hibrit İletişim ve Spektrum Tahsisi
ÇG7 – Standardizasyon
ÇG8 – Kamuoyu Kabulü
ÇG9 – Uygulama Sorunları
ÇG10 – Uluslararası İşbirliği

Kaynak: (Avrupa Komisyonu, 2016a.)

AB’de K-AUS’nin başarıyla uygulanmasını desteklemek için amaçların, hedeflerin ve eylemlerin açıkça belirtilmesi ile zaman çizelgesinin iyi tanımlanmış olmasının gerektiği raporda sunulmuştur.

K-AUS Platformu, birinci aşamada yayımlanan raporun ardından ikinci aşamada çalışmalarını sürdürmüştür. 2017 yılı Eylül ayında Platform, ikinci aşamada yürütülen çalışmalara ilişkin nihai raporu yayınlamıştır. İkinci aşamada belirlenen 9 çalışma grubunda, K-AUS Platformu, Komisyon ve K-AUS değer zinciri boyunca diğer ilgili paydaşlara tavsiyeler ve öneriler geliştirmiştir.

İkinci aşama kapsamında çalışmalarını yürüten çalışma gruplarının listesi Tablo 3.2.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. İkinci Aşama K-AUS Platformu Çalışma Grupları

ÇG1 – Güvenlik
ÇG2 – Verilerin Korunması
ÇG3 – Uygunluk Değerlendirmesi
ÇG4 – Hibrit İletişim
ÇG5 – Kentsel Alanlarda Kooperatif AUS ve Otomasyon
ÇG6 – İş Modelleri
ÇG7 – Yol Güvenliği
ÇG8 – Fiziksel ve Dijital Altyapı
ÇG9 – Gelişmiş Trafik Yönetimi

Kaynak: (Avrupa Komisyonu, 2017.)

Avrupa Komisyonu, K-AUS Platformunun K-AUS'nin AB'de konuşlandırılması için çalışmalarına devam etmesini hedeflemiştir. İkinci aşamada asıl amaç; güvenlik, veri koruma, uyum değerlendirme ve birinci aşamada tanımlanan hibrit iletişim ile ilgili temel konuların ele alınması için ortak teknik ve yasal çerçeveyi belirleyerek, AB'deki K-AUS sistemlerinin birlikte çalışabilirliği konusunda ortak bir vizyon geliştirmektir.

3.4. Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri Avrupa Stratejisi

Avrupa düzeyinde, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüş sektörü için ortak stratejik rehber ilkelerin bulunmaması, AB ülkelerinin sektör için ulusal düzeyde farklı stratejik planlama öncelikleri seçmesine yol açmıştır (Avrupa Komisyonu, 2017c).

Avrupa Komisyonu tarafından, Avrupa genelinde üst düzey bir strateji belgesi ile koordinasyon sağlanması amacıyla kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom hareketliliğe yönelik olarak “Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri Avrupa Stratejisi” yayımlanmıştır. Strateji, AB ülkelerinin, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüş sektörü için var olan bilgi birikimi ve oluşmakta olan pazar ile Kooperatif AUS hizmetlerinin yaygınlaştırılmasının hızlı ve koordineli bir şekilde ilerlemesini amaçlamaktadır.

Amsterdam Deklarasyonunun tavsiyeleri doğrultusunda hazırlanan K-AUS Avrupa Stratejisi, K-AUS özellikli araçların ve K-AUS altyapısının Avrupa’da 2019 yılından itibaren geniş çaplı bir şekilde kullanılmasına imkân sağlamak amacıyla kısa ve orta vadede kolaylıkla konuşlandırılabilir, yol güvenliği, sürdürülebilirlik ve otomasyon konularında ise uzun vadeli faydalar sunan hizmetleri içermektedir. Strateji ile AB çapında yatırımların ve düzenleyici çerçevelerin oluşturulmasını kolaylaştırmak ve K-AUS’nin yaygınlaştırılması sürecinin hızlandırılması ve koordine edilmesi için gerekli çerçevenin oluşturulması amaçlanmaktadır.

3.4.1. K-AUS Avrupa Stratejisinin Ana Unsurları

Strateji; daha güvenli, emniyetli, çevre dostu ve verimli bir karayolu taşımacılığı sağlamak amacıyla İ AUS haberleşmesi, gizlilik, kişisel verilerin korunması, standardizasyon, uluslararası işbirliği gibi Avrupa düzeyinde ele alınması gereken konuları ortaya koymaktadır.

Strateji aynı zamanda ilgili paydaşları bu stratejide sunulan yaklaşımı desteklemeye, K-AUS konuşlandırılmasında parçalanmış bir pazardan kaçınılması amacıyla kamu ve özel sektör yatırımcılarına hukuki kesinlik kazandırılmasına, AB fonlarının projeler için kullanılabilir hale getirilmesine ve tüm düzeylerde ve sektörler arasında işbirliği yapılmasına teşvik etmektedir.

3.4.2. K-AUS Hizmetlerinin Konuşlandırılması için Belirlenen Öncelikler

Kooperatif AUS'nin hızlı bir şekilde konuşlandırılması için en önemli faktör hizmetin sürekliliğidir (Avrupa Komisyonu, 2016, s5). K-AUS Platformu ve Avrupa Komisyonu tarafından, K-AUS hizmetlerinin üye ülkeler tarafından hızlı bir şekilde yaygınlaştırılması amacıyla, yaşanan teknolojik gelişmeleri temel alarak Gün 1 ve Gün 1.5 hizmetleri belirlenmiştir. (ETSC, 2017).

Gün 1 hizmetleri, K-AUS için başlangıç hizmetleri olarak belirlenmiştir. Konuşlandırılan hizmetlerin hem altyapı hem de araçlar tarafında olabildiğince yaygın olması hedeflenmektedir. Gün 1 hizmetleri; K-AUS hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve finansman girişimlerine rehberlik edilmesi, hizmetlerin birlikte çalışabilirliğinin ve sürekliliğinin sağlanması, iş modelleri ve yatırım önceliklerinin belirlenmesi ve K-AUS yayılımının en üst düzeye çıkarılması gibi konularda kilit önem taşımaktadır. Gün 1 hizmetlerinin teknolojik olgunluğu ve beklenen toplumsal faydalarından dolayı kısa vadede kullanıma girmesi beklenmektedir.

Gün 1 hizmetleri, tehlikeli yer bildirimleri ve sinyal sistemleri olarak olmak üzere iki başlık altında değerlendirilmektedir. Çoğunlukla trafik yönetimiyle ilgili olan Gün 1 hizmetlerinin, trafik tıkanıklarını, trafik kazalarını ve bu kazalardan kaynaklanan can, mal, zaman ve diğer kayıpları azaltması beklenmektedir. Bu hizmetlerin, trafik akışının sağlanması, gaz emisyon seviyelerinin düşürülmesi ve tehlikeli durumlarda araçların önceden uyarılması gibi durumlarda yararlı olacağı düşünülmektedir (Avrupa Komisyonu, 2017). Gün 1 uygulamaları sadece bilgilendirme amaçlı belirlenmiştir. Gün 1 uygulamalarında sürücü daima aracın kontrolünde kalmaktadır.

Kısa vadede sunulması beklenen, Gün 1 K-AUS hizmetleri ve haberleşme şekilleri Tablo 3.3.'de gösterilmektedir.

K-AUS Stratejisinde, üye devletler, yerel yetkililer, araç üreticileri, yol operatörleri ve AUS endüstrisi tarafından, K-AUS hizmetlerinin hızlı bir şekilde konuşlandırılmasının ve Gün 1 hizmetlerinin desteklenmesinin gerekliliğini belirtilmiştir. (Avrupa Komisyonu, 2016, s6).

Tablo 3.3. Gün 1 Hizmetleri ve Haberleşme Şekilleri

Gün 1 Hizmetleri	Haberleşme Şekilleri
1. Elektronik Acil Fren Durum Lambası	V2V
2. Yaklaşan Acil Durum Aracı Uyarısı	V2V
3. Yavaş veya Sabit Araç Uyarısı	V2V
4. Trafik Sıkışıklığı Uyarısı	V2V
5. Tehlikeli Yer Bildirimi	V2I
6. Yol Çalışması Uyarısı	V2I
7. Hava Koşulu Uyarısı	V2I
8. Araç İçi Yön Uyarısı	V2I
9. Araç İçi Hız Limiti Uyarısı	V2I
10. Araç Veri Tarama	V2I
11. Şok Dalgası Sönümleme	V2I
12. Yeşil Işık Optimum Hız Danışmanlığı (GLOSA/TTG)	V2I
13. Sinyal İhlali / Kavşak Güvenliği	V2I
14. Trafik Sinyali Önceliği Talebi	V2I

Kaynak: (Avrupa Komisyonu, 2016, s.24)

K-AUS Platformu, teknik özellikler ve standartlar hazır olmamasına rağmen Gün 1.5 hizmetlerini, pazar taleplerine uygun olarak tanımlamıştır (Avrupa Komisyonu, 2016, s.6). Gün 1 K-AUS hizmetlerinin, 2019'dan itibaren yaygınlaştırması hedeflenmektedir. Ancak, Gün 1.5 K-AUS hizmetlerinin büyük ölçekli K-AUS yaygınlaştırılması için tamamen hazır olunmaması ihtimaline rağmen, 2019'da ikinci aşamada konuşlandırılması hedeflenmektedir (Avrupa Komisyonu, 2016, s.6). Teknik özellik veya standardizasyon çalışmalarının halen devam etmesi sebebiyle Gün 1.5 hizmetlerinin yakın zamanda konuşlandırılması beklenmemektedir. K-AUS Platformu tarafından tanımlanmış olan, söz konusu Gün 1.5 hizmetleri Tablo 3.4.'de yer almaktadır.

Tablo 3.4. Gün 1.5 Hizmetleri ve Haberleşme Şekilleri

Gün 1.5 Hizmetleri	Haberleşme Şekilleri
1. Özel Otopark Bilgisi	V2I
2. Sokak Otoparkları Bilgi Sistemi ve Yönetimi	V2I
3. Park et ve Sür (Park & Ride) Bilgisi	V2I
4. Alternatif Yakıtlı Araçlar için Dolum ve Şarj İstasyonları Bilgisi	V2I
5. Trafik Bilgi ve Akıllı Yönlendirme Sistemi	V2I
6. Kentsel Alanlar İçin Bölge Erişim Kontrolü	V2I
7. Yükleme Bölgesi Yönetimi	V2I
8. Yaya ve Bisiklet Kullanıcıları İçin Yol Koruması	V2X
9. Çarpışma Risk Uyarısı	V2V
10. Yaklaşan Motosiklet Uyarısı	V2V
11. Yanlış Yol Uyarısı	V2I

Kaynak: (Avrupa Komisyonu, 2016, s.24)

Avrupa Komisyonu, Gün 1.5 hizmetlerinin geleceğe yönelik konuşlandırılmasına imkân sağlayan K-AUS hizmetlerin geliştirilmesine yönelik araştırma geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerinin, Ufuk 2020 Programı aracılığıyla destekleneceğini belirtmiştir (Avrupa Komisyonu, 2016, s.7). Ufuk 2020 “Akıllı, Temiz ve Entegre Ulaşım 2018-2020 Çalışma Programı”nda Otonom Kara Ulaştırması başlığı altında, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüşün desteklenmesi için çıkılan çağrıda K-AUS’nin desteklenmesine yönelik olarak kentsel alanlarda kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom araçların geliştirilmesi ve test edilmesi istenmektedir (Avrupa Komisyonu, 2017b). Bu yolla K-AUS’nin hareketliliğin artması, daha güvenli bir sürüşe ve enerji tüketimini azaltmaya yardımcı olması hedeflenmektedir.

Ufuk 2020 “Bilgi ve İletişim Teknolojileri 2018-2020 Çalışma Programı’nda 5.Nesil (5G) mobil haberleşme sistemi başlığı altında, “kooperatif, birbirine bağlı ve otonom hareketlilik için 5G ” başlığı altında çıktığı çağrı ile 5G’nin sağladığı yenilikçi iş modellerinin kooperasyona dayalı, birbirine bağlı otonom araçlarda desteklenmesi hedeflenmektedir (Avrupa Komisyonu, 2018). K-AUS için 5G teknolojilerinin özel gereksinimlerinin belirlenmesi ve pilot projelerle denemelerin gerçekleştirilmesi istenmektedir. Yenilikçi iş modellerinin ve geçerli standartların doğrulanması da dâhil olmak üzere K-AUS bağlamında 5G teknolojilerinin ve mimarisinin doğrulanması hedeflenmektedir.

3.4.3. Verilerin Korunması ve Gizlilik

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin giderek daha çok yaygınlaşması, kişisel verilerin toplanmasını, depolanmasını, işlenmesini ve dağıtılmasını önemli ölçüde kolaylaştırmıştır. Bu hızlı gelişim ile internet kullanımının yaygınlaşması ve yoğunlaşması, veriyi temin eden ve toplayan akıllı ve mobil cihazların daha özellikli hale gelmesi gizlilikle ilgili sorunların ortaya çıkmasına neden olmuş ve bu durum endişeler yaratmıştır.

Kooperatif AUS, karayolu ulaştırma ağının farklı kaynaklarından toplanan verilerin işlenerek araçlarla ve altyapıyla paylaşımına olanak tanıyan bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmaktadır. K-AUS aynı zamanda yapay zekâ ve analitiğin yönetilmesine, verilerin paketlenmesinin yanı sıra verilerin birleştirilmesine ve rafine edilmesine katkıda bulunmaktadır. K-AUS teknolojilerinden faydalanan araçlar, sürücülerin etraflarında görebilecekleri ve araç sensörlerinin algılayabileceği şeylerin yanı sıra ulaşım sisteminin tüm elemanları, sürücülerin trafikte aldıkları kararları geliştirmek ve trafik güvenliğini optimize etmek amacıyla birbirleriyle veya altyapı ile iletişim kurmaya izin veren verileri alabilmekte veya yayınlatabilmektedir (Avrupa Komisyonu, 2017c). Aynı zamanda araçlardan toplanan konum ve rota bilgileri, sürücüler için kişiselleştirilebilecek yeni hizmetlerin geliştirilmesini sağlamaktadır. (Avrupa Komisyonu, 2016). Bu teknolojilerin kullanımı ile K-AUS uygulamalarının çeşitli kullanım alanlarında büyük miktarda veri üretme potansiyeli bulunmaktadır. Çoğu durumda, üretilen verinin kişisel/araç verileri veya dolaylı olarak bir kişiye ya da bir araca doğrudan bağlanabilen veriler olması sebebiyle Avrupa Komisyonu,

araçlardan ve kullanıcılardan gelen verileri, “kişisel veriler” olarak tanımlamıştır (Avrupa Komisyonu, 2016).

K-AUS tarafından belirlenen potansiyel uygulamalar ve son kullanıcı hizmetleri oldukça çeşitli ve geniş kapsamlıdır. Kullanılacak olan sistemlerin, güvenilir, kamuya açık, uyumlaştırılmış ve yürürlükte olan kanunlara uygun olması gerekmektedir. Kullanıcı verilerinin nasıl toplanacağı, hangi verilerin ulaşılabilir olacağı, verilerin hangi amaçlarla nasıl kullanılacağı, veriler dönüştürüldükten sonra ne kadar bilginin diğer araçlar ve altyapı ile paylaşılacağı ve verinin doğru kullanılması konularında güvence verilmesi gerekmektedir (Austroads, 2015).

Komisyon, K-AUS Stratejisi aracılığıyla kişisel verilerin ve gizliliğin korunmasını, K-AUS başarıyla konuşlandırılması için belirleyici bir faktör olarak görmektedir (Avrupa Komisyonu, 2016). Avrupa Parlamentosu tarafından 14 Nisan 2016 tarihinde onaylanan, yürürlüğe girme tarihi 25 Mayıs 2018 olan AB “Genel Veri Koruma Tüzüğü (General Data Protection Regulation – GDPR)”, kişisel verilerin korunması alanında bir çerçeve sunmaktadır. Komisyon tarafından, Genel Veri Koruma Tüzüğü’nün K-AUS ve otonom sürüşün gelişmiş alanlarında pratik olarak uygulanması hedeflenmiştir.

Sistem güvenlik önlemlerinin ve erişim haklarının tasarımı ile kullanıcı gizliliği, sorumluluğu ve güvenini sağlamak kritik önem taşımaktadır. Bu konuda sağlanacak netlik, yeniliklerin devam etmesi için yapılan yatırımlara yardımcı olmak amacıyla K-AUS için gerekli görülmektedir.

Strateji, K-AUS için ortak bir AB güvenlik politikasının geliştirilmesini ve vatandaşların kişisel verilerini kontrol etme haklarını korumaya yönelik belirli eylemler ile üretilen verilerin tekrar kullanımı ve paylaşılmasına ilişkin koşulların netleştirilmesini içermektedir (Avrupa Komisyonu, 2016). Avrupa Komisyonu, K-AUS hizmet sağlayıcılarının, kişisel verilerin işlenmesi amacıyla son kullanıcılara şeffaf terimler ve koşullar sunması gerektiğini belirtmiştir. Böylece kullanıcıların, kişisel verilerin işlenmesi ve yönetimi için onay vermelerine olanak sağlanacağı düşünülmektedir.

3.4.4. K-AUS Haberleşmesinin Güvenliği

Yaşanan teknolojik gelişmeler ışığında ulaşım sistemlerinin giderek daha fazla otonom hale gelmesi ve sayısallaşması siber saldırılara karşı daha savunmasız hale gelmesine yol açmaktadır. Kooperatif AUS haberleşmesi, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom araçlar veya ulaşım ekosisteminde yer alan elemanlar tarafından üretilen verilerin yeniden kullanılması ve paylaşılmasını temel almaktadır. K-AUS ile ulaşım sistemlerinde hâlihazırda üretilen verilere göre kıyaslandığında daha fazla veri üretilecektir. Bu sebeple araçlardan veya ulaşım ekosisteminde yer alan elemanlardan alınan bilgiler güvenilir olmalıdır ve üst düzey bir gizlilik sağlanması zorunludur.

Siber tehditlerin ve önemli güvenlik açıklarının artması doğrultusunda, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom araçlarla iletişim güvenliğinin ve sistem güvenilirliğinin sağlanması esastır. Haberleşme ağındaki açıklar, siber saldırılar sonucunda kişisel verilerin ele geçirilmesine, bu verilerin sisteme ve kişilere zarar verecek şekilde kullanılmasına, verilerin manipüle edilmesine ve trafikteki mevcut durumun bozulmasına neden olacaktır. Güçlü siber güvenliğin sağlanması ve verilerin korunması, K-AUS'ye güvenilmesini ve K-AUS'nin benimsenmesini sağlayacaktır.

Avrupa Komisyonu, K-AUS haberleşmesinde siber güvenliğin Avrupa düzeyinde bir eylem gerektirdiğine inanmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2016, s7). Strateji, K-AUS için ortak bir AB güvenlik politikasının geliştirilmesini ve vatandaşların kişisel verilerini kontrol etme haklarını korumaya yönelik belirli eylemleri içermektedir. Güvenli ve birlikte çalışabilir kurum sağlanırken, K-AUS işletilmesi için ortak güven modelleri ve sertifikasyon politikaları geliştirilmelidir. Bu doğrultuda strateji, Avrupa'daki bu çalışmaların ulaştırma sektöründe yer alan tüm paydaşlarla işbirliği içinde gerçekleştirilmesini önermektedir. Strateji, bu tehditleri önlemek amacıyla, AB genelinde bir güvenlik çerçevesi geliştirmek ve oluşturmak için Açık Anahtar Altyapısı teknolojisini temel almıştır. Yürütülen standardizasyon çalışmalarında tanımlanan yapılara dayalı olarak K-AUS hizmetleri için açık anahtar sertifikalarının yönetimi için yasal, örgütsel ve teknik gereksinimlerin tanımlanması öngörülmüştür.

Anahtarlama yöntemleri, gönderilen verinin farklı şifreleme algoritmaları kullanılarak şifrelenmesi ve alıcı tarafından şifrelenmiş verinin tekrar açılması temeli üzerine kurulmuştur. Bu şekilde, ağ üzerinden iletilen bir mesajın tehditlerden korunması sağlanmaktadır. AB çapında bir güvenlik çerçevesi geliştirmek için araçlara ve altyapı unsurlarına yönelik olarak, uyum değerlendirme süreci de dâhil olmak üzere açık anahtar altyapısı teknolojisi kullanılması istenmektedir. Açık anahtar altyapısı, bir organizasyonun K-AUS iletişimini sağlamasına imkân tanıyan, yazılım, asimetrik şifreleme teknolojileri, süreçler ve servislerin bir kombinasyonudur.

Avrupa’da K-AUS kurulması ve işletilmesi için ortak bir güvenlik çözümünün geliştirilmesi, otomasyonun üst seviyelerinde, araç-araç ve araç-altyapı iletişimi de dâhil olmak üzere güçlü bir güvenlik için temel oluşturacaktır.

3.4.5. Hibrit İletişim Teknolojilerinin Kullanımı

Kooperatif AUS ile insan-araç-altyapı-merkez arasındaki çok yönlü bilgi alışverişinin, konumdan bağımsız bir şekilde güvenli ve kesintisiz olarak kurulması istenmektedir. K-AUS hizmetlerinin etkin bir şekilde sunulması, araçların birbiriyle, ulaşım sistemi elemanları ve kullanıcıları arasındaki; araç hızı, konum, seyahat, frenleme, gerçek zamanlı yolculuk bilgileri ve güzergâh tavsiyesi gibi bilgilerin alışverişini kapsamaktadır. K-AUS mesajlarının, çeşitli ulaşım koşullarında ve farklı aktörler arasında geniş bir hizmet yelpazesi kullanılarak iletilmesi planlanmaktadır.

İletişim teknolojilerinin K-AUS’ye temel oluşturması nedeniyle yeni nesil teknolojiler ve mevcut teknolojilerin tamamlayıcı özellikleri arasında uyumluluğun sağlanması önemlidir. K-AUS hizmetleri ve uygulamalarının çeşitli fonksiyonel ve teknik iletişim gereksinimlerine sahip olması sebebiyle, iş durumu ve gereksinimine bağlı olarak her amaca yönelik teknoloji seçimi mümkün olmalıdır. K-AUS’nin hızlı ve başarılı bir şekilde konuşlandırılabilmesi ve K-AUS hizmetlerinin gelecekte de kesintisiz çalışabilirliğinin sağlanabilmesi için mevcut bilgi ve iletişim teknolojileri de dâhil olmak üzere, gelecekte yeni teknolojilerin uygulanmasını destekleyen hibrit iletişim yaklaşımının benimsenmesi kabul edilmektedir (ERTICO, 2015).

Hibrit iletişim yaklaşımı, uygulamanın veya aracın bulunduğu yere bağlı olarak farklı iletişim teknolojilerinin kullanılması anlamına gelmektedir (Avrupa Birliği, 2016a). Bu yaklaşım ile teknolojilerin kaynaştırılması esnasında mevcut iletişim teknolojilerinin güçlü yanlarının kullanılmasına izin verilmesi planlanmaktadır.

Hibrit iletişim, farklı telekomünikasyon teknolojilerinin otomasyon ve güvenlik konularında karar verme süreçlerini geliştirmek amacıyla tamamlayıcı unsur olarak tanımlanabilmektedir. K-AUS hizmetinin veya uygulamasının türüne ve durumuna bağlı olarak, kısa menzil (IEEE802.11p / ETSI ITS-G5) veya hücresel (3G, 4G, 5G...) radyo yayını (FM / DAB +) teknolojileri gibi uzun menzilli iletişim kullanmak mümkündür. Hibrit iletişim, günümüzde var olan yeni teknolojilerle tamamlanan IEEE802.11p / ITS-G5 ve Hücresel 3G / 4G teknolojilerine dayanan Gün 1 hizmetleri başta olmak üzere birden fazla teknoloji tarafından desteklenmektedir. Hibrit iletişim yaklaşımının, tamamlayıcı iletişim teknolojilerini birleştirerek 5G mobil haberleşme sistemi ve gelecek nesil uydu iletişim teknolojileri ile birlikte çalışması planlanmaktadır. (Avrupa Komisyonu, 2016, s. 9).

Avrupa Komisyonu, Avrupa'da K-AUS'nin yaygınlaşmasını desteklemek adına öncelikle standart ve spektrum frekanslı tercihlerini belirlemiştir. Hibrit iletişim yaklaşımı Gün 1 hizmetlerine yönelik olarak kısa menzilli V2V ve V2I haberleşmesinde başlangıç konuşlandırması için 5,9 GHz frekans bandı (IEEE 802.11p/IEEE WAVE 1609 /ETSI ITS-G5) ve mevcut hücresel şebekelerin kombinasyonu ile mevcut teknolojiler kullanılacaktır.

Strateji, 5.9 GHz bandında kısa mesafeli iletişim için başlangıçta kullanılacak iletişim sisteminin IEEE802.11p / ETSI ITS-G5 olduğunu önermektedir. Araçsal Ağlar 5.9 GHz bandında, 75 MHzlik bant genişliğine sahip, yüksek veri transfer hızı (6-27 Mbps) sunan DSRC (Dedicated Short Range Communications, Tahsisli Kısa Mesafe Haberleşmesi) standardını kullanmaktadır. ETSI, ITS (Intelligent Transport Systems, Akıllı Ulaşım Sistemleri) G5 grubu 5.9 GHz frekans bandında, en fazla beş ayrılmış kanalda çalışan aynı radyo teknolojisinin bir varyantı üzerine inşa edilmiş bir protokol yığın standardı sunmaktadır (ETSI, 2009). ETSI ITS G5 protokol standardı, çok radyolu çok kanallı operasyon, güvenlik ve geniş bir yelpazedeki

temel hizmetler ile entegre edilmiş yüksek katman protokollerini içeren karmaşık bir protokol hiyerarşisi sağlamaktadır.

Strateji, karayolu otoritelerinin, servis sağlayıcılarının, araç ve radyo ekipmanı üreticilerinin ve diğer kuruluşların, Gün 1 hizmetlerini desteklemek için ürün tedariki ve seri üretiminde hibrit iletişim konusundaki stratejiyi benimsemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Komisyon, ETSI ITS-G5 tarafından belirlenen spektrum ve frekans bandının zararlı girişimlerden korunması için destek önlemleri almaya devam edeceğini belirtmektedir (Avrupa Komisyonu, 2016).

3.4.6. Tüm Paydaşlar Arasında İşbirliğinin Sağlanması

Entegre bir ulaşım sistemi, bileşenlerinin birlikte çalışabilirliğine dayanmaktadır. Tufan, çalışmasında birlikte çalışabilmeyi iki ayrı sistemin birbirlerini engellemeden beraber çalışabilecek şekilde bağlanabilme yeteneği anlamına geldiği, tek operatör tarafından birden fazla sistemin kullanımından ziyade farklı ülkeler ya da operatörler tarafından birden fazla sistemin kullanımında kritik durum oluşturabilecek bir kavram olarak tanımlamıştır (Tufan, 2014, s.35). K-AUS özelinde ise birlikte çalışabilirlik sistemlerin birbirleriyle ve ulaşım modları boyunca; altyapı, veri, hizmetler, uygulamalar ve ağlar seviyesinde birbirleriyle etkileşime girmesi anlamına gelmektedir.

K-AUS, V2X haberleşmesini temel almaktadır. Bu haberleşmenin gerçekleştirilebilmesi için, birlikte çalışabilirliğin sağlanması önemlidir. Birlikte çalışabilirliğin sağlanması için standardizasyon faaliyetleri gerçekleştirilmeli, K-AUS hizmetlerinin dağıtım spesifikasyonları tanımlanmalı ve standartlar ve spesifikasyonlar üzerinde anlaşmaya varılmalıdır.

Komisyon, operasyonel düzeyde K-AUS dağıtımının koordinasyon mekanizması olarak Gün 1 hizmetlerinin birlikte çalışabilirliğinin sağlanması gerektiğini belirtmiştir. Bu nedenle, Gün 1 hizmetleri için gerekli teknik iletişim profillerinin tanımlanması ve yayınlanmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesi, K-AUS hizmetlerinin sürekliliğini ve birlikte çalışabilirliğini sağlamak için K-AUS alanında parçalanmış bir iç piyasadan kaçınarak; kamu,

sanayi, akademi ve bu alanda faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşları arasında sinerji oluşturulması ve ortak bir vizyon geliştirilmesi hedeflenmiştir (Avrupa Komisyonu, 2016, s.10).

3.4.7. Yasal Çerçeve

Hızlı teknolojik gelişmeler ve karşılaşılan sorunların karmaşıklığı, yatırımların ve düzenleyici çerçevelerin belirlenmesi ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Kooperatif AUS hizmetlerinin sürekliliğini ve birlikte çalışabilirliğini sağlamak için K-AUS alanına yatırım yapan kuruluşlara hukuki kesinlik kazandırmak ve gerekli teknik kuralların yaygın bir şekilde uygulanmasını sağlamak amacıyla yasal bir çerçeveye ihtiyaç duyulmaktadır. K-AUS'deki yasal düzenlemelerinin farklı boyutlarına yönelik çalışmaların gerçekleştirilerek hukuki kesinliğin sağlanması, K-AUS'nin yaygınlaştırılması sürecini hızlandıracaktır.

AB, 2010 yılında yayımladığı 2010/40/EU numaralı yönerge ile üyesi olan ülkeler için AUS'nin sistematik bir şekilde uygulanarak yaygınlaştırılmasını sağlanmasını amaçlamıştır. Bu yönerge ile AUS'nin yaygınlaştırılması sürecinin koordine edilmesi, sistemlerin yaygınlaştırılarak birlikte çalışabilirliğin sağlanması hedeflenmiştir.

Komisyon, K-AUS alanındaki gelişmeler neticesinde AB genelinde tutarlı bir dizi kural benimsemek için 2010/40/EU numaralı AUS yönergesini, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom araçlar için tek bir pazar oluşturulması, K-AUS'nin yaygınlaştırılması sürecinin hızlandırılması ve koordine edilmesi için temel olarak kullanabilecektir (Avrupa Komisyonu, 2016, s11).

Avrupa Komisyonu, söz konusu yönerge kapsamındaki yetki ve sorumluluklarını kullanarak K-AUS hizmetlerinin devamlılığının, hibrit iletişim yaklaşımının sağlanması ve birlikte çalışabilirlik kurallarının belirlenmesi amacıyla 2018 yılı içerisinde yayınlanması hedeflemektedir (Avrupa Komisyonu, 2016, s.11). K-AUS haberleşmesinde güvenliğe yönelik olarak ise K-AUS kurulması ve işletilmesi için güvenlik ve sertifika politikaları yayımlanmıştır.

3.4.8. Uluslararası İşbirliği

Ulaştırma sektörü, küresel ölçekte pazarlar, işletmeler ve bu işletmelere ait küresel stratejileri içermektedir. Pazarların küresel boyutta gelişmesi ile kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüş alanında uluslararası işbirliği daha önemli hale gelmektedir (Avrupa Komisyonu, 2016a).

Avrupa’da, Kooperatif AUS hizmetleri ve K-AUS özellikli araçların 2019 yılından itibaren geniş çaplı bir şekilde kullanılması hedefi doğrultusunda önemli bir ilerleme kaydedilmiş, Ar-Ge çalışmaları ve pilot projelerden K-AUS dağıtım aşamalarına geçilmiştir. K-AUS’nin yaygınlaştırılması doğrultusunda gerçekleştirilen bu faaliyetler uluslararası işbirliğini gerektirmektedir.

AB, K-AUS kapsamında uluslararası kuruluşlar ile çeşitli işbirliği çalışmalarını sürdürmektedir. Avustralya, Japonya, Singapur ve Amerika Birleşik Devletleri ile araştırma, güvenlik, mevzuatların ve uluslararası standartlara uyumun artırılması gibi alanlarda işbirliği gerçekleştirmektedir (Avrupa Komisyonu, 2016, s12). AB, K-AUS’nin yer aldığı AUS uygulamaları ve K-AUS güvenlik politikası ve standartların uyumlulaştırılmasına yönelik olarak, ABD ve Japonya ile uluslararası işbirliği çalışmaları gerçekleştirmiştir. Avrupa ve ABD arasında mesaj setlerinin uyumlu hale getirilme çalışmaları kapsamında SAE (Society of Automotive Engineers – Otomotiv Mühendisler Topluluğu), ETSI ve CEN (European Committee for Standardization – Avrupa Standardizasyon Komitesi), ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü – International Organization for Standardization) gibi uluslararası standardizasyon kuruluşları ile işbirliği çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Avrupa’da ve Avustralya, ABD ve Çin gibi ülkelerde gerçekleştirilen pilot projeler sonucunda elde edilen teknik, ticari, organizasyonel sonuçların değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Strateji, Komisyonun uluslararası ortaklar ve girişimlerle işbirliği içinde K-AUS’nin planlanmasını, tanımlanmasını, konuşlandırılmasını, koordinasyon ve işbirliği tecrübesi elde edilmesini ve Ufuk 2020 kapsamında K-AUS alanındaki araştırma ve inovasyon projelerinin üçüncü ülkelerdeki benzer projelerle eşleştirilmesini içermektedir (Avrupa Komisyonu, 2016,

s12). Bu sayede, Avrupa'da ve diğer ülkelerdeki paydaşlar arasında daha yakın işbirliğinin sağlanması, finansman programlarının daha iyi koordine edilmesi ve uluslararası platformlardaki Ar-Ge çalışmaları yakından takip edilerek Ar-Ge öncelikleri ve destekleri belirlenirken çakışmaların azaltılması amaçlanmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2017b). Ayrıca, uluslararası işbirliklerinin artırılması ile ileride yaşanması muhtemel zorlukların da önüne geçilmesi planlanmaktadır.

Uluslararası işbirliğinin güçlendirilmesi ile birlikte çalışabilirliğin sağlanması, Avrupa standardizasyon kuruluşları ile birlikte kooperatif, birbirine bağlı ve otonom teknolojilere yönelik yasal çerçeve ve teknik standartların oluşturulması çalışmalarının da yürütülmesi amaçlanmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2017b).

Ufuk 2020 “Akıllı, Temiz ve Entegre Ulaşım 2018-2020 Çalışma Programı’nda Otonom Araçlar başlığı altında, kooperasyona dayalı, birbirine bağlı ve otonom sürüşün desteklenmesi için uluslararası işbirliği faaliyetleri alanında çağrıya çıkmıştır. Bu çağrı ile birlikte alınan tekliflerle, AB Üye Ülkeleri, programa Asosiye Ülkeler¹ ve AB’nin işbirliği gerçekleştirdiği diğer ülkeler ile araştırma ve yenilik çalışmalarına ilişkin tüm finansman altyapılarının, tek çatı altında yürütülmesi amaçlanmaktadır. Çağrı ile öncelikli olarak ABD, Japonya, Güney Kore, Singapur, Avustralya ile uluslararası işbirliğinin gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

¹ Asosiye ülkeler ile Türkiye gibi AB üyesi olmayıp Çerçeve Programlarına bir anlaşma ile katılmış ve Çerçeve Programlarından AB üye ülkeleriyle aynı haklara sahip olarak faydalanan ülkeler kastedilmektedir.

4. KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİ

AUS uygulamalarında genel olarak yolcu, yol ve araç arasında gerekli haberleşmeyi sağlayan teknolojiler kullanılmaktadır. AUS, güvenliği, sürdürülebilirliği, verimliliği ve sürüş konforunu artırmak için internet dahil olmak üzere gelişmiş telekomünikasyon, elektronik, bilgi ve iletişim teknolojilerini ulaştırma sektörüyle entegre etmektedir. Bu teknolojiler küresel konum belirleme sistemleri, kablosuz/mobil/kızılötesi iletişim teknolojileri, kapalı devre televizyon, çeşitli yakın mesafe iletişim teknolojileri ve sürücülere güvenli seyir için destek sağlayan algılama teknolojileri başlıkları altında toplanabilir (UDHB, 2017a).

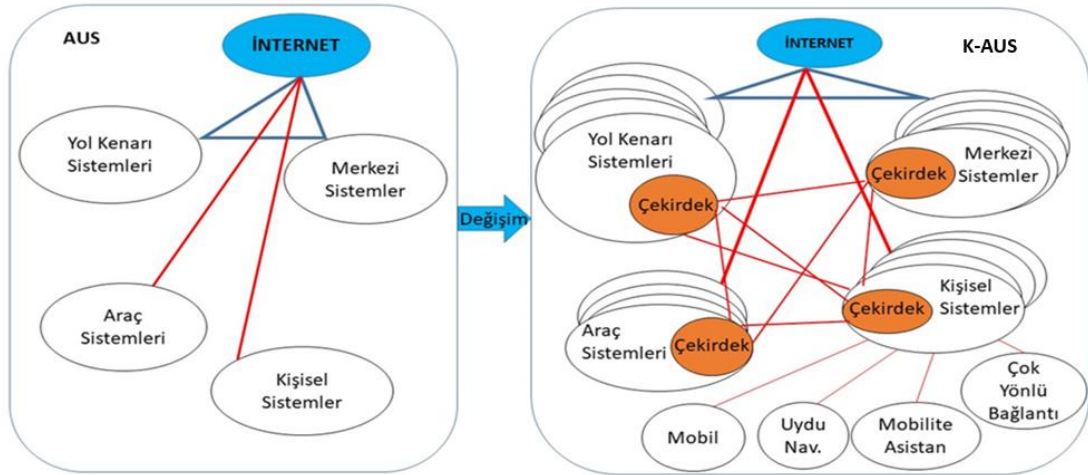
Kooperatif AUS, güvenlik, sürdürülebilirlik, verimlilik ve konforu artırmak amacıyla tavsiyelerde bulunmak veya eylemleri kolaylaştırmak için AUS istasyonları arasında haberleşme sağlamak ve bilgi paylaşmaktadır. Bu aşamada, karayolu ulaşım sisteminin farklı bölümlerinin güvenliğine katkıda bulunmayı amaçlayarak veri paylaşımını sağlayan bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanmaktadır.

K-AUS araçlar, yol altyapısı, mobil cihazlar ve kontrol merkezleri arasındaki bilgileri paylaşmak için kablosuz iletişimi kullanan AUS alt kümesidir. K-AUS ile kooperasyona dayalı ve birbirine bağlı araçlar, akıllı şehir altyapısı, ulaşım altyapısı, yollar, köprüler, trafik işaret ve işaretçileri için standardizasyon ve sistemlerin birlikte çalışabilirliği hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda haberleşme teknolojileri K-AUS'nin merkezinde bulunmaktadır ve K-AUS mimarisinin temel parçalarından biridir.

AUS ekosistemi ve K-AUS ekosistemi arasındaki fark, K-AUS'nin, diğer araçlarla veya altyapıyla etkileşime ve dinamik veri alışverişine, işlevlerini etkinleştirmek için veri almasına veya K-AUS'nin çalışmasını sağlamak için diğer araçlara veya altyapıya veri sağlamasına bağlı olmasıdır.

AUS'den K-AUS'ye kadar olan fonksiyonların ve aktörlerin değişimleri Şekil 4.1.'de gösterilmektedir. K-AUS mevcut ulaşım ekipmanları, teknoloji veya ulaşım merkezlerinin değiştirilmesine yol açmayacaktır. K-AUS'nde her biri birbiriyle bağlantı kurabilen ve birbiriyle etkileşime girebilen işlemci çekirdek sistemleri bulunmaktadır. Bu çekirdekler, ulaşım ekosisteminde yer alan nesnelere adreslenebilir olmasını sağlamaktadır. Bu çekirdekler, araçların birbirleriyle veya ulaşım ekosisteminde yer alan diğer elemanlarla çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbiriyle haberleşmesine ve internet aracılığı ile iletişim kurabilmesine, birbirine bağlanarak veri değişimi ve paylaşımı gerçekleştirebilmesine olanak sağlamaktadır.

Şekil 4.1. AUS ve K-AUS Arasında Fonksiyon ve Aktör Değişimleri



Kaynak: (Ling S. Yameng L., Jian G. ,2016).

Akıllı araç sistemleri, araçların kendi algılayıcıları ile çevreden aldıkları verilerin yanında diğer araçlardan ve iletişim altyapısından gelen bilgileri de kullanmaktadır. K-AUS'nde araçların dâhil olduğu haberleşme çeşitleri, geneli kapsayacak biçimde V2X olarak adlandırılmaktadır. K-AUS haberleşmesi araçlara birbirleriyle ve ulaşım sisteminin diğer elemanları ile iletişim kurma yeteneği kazandırarak araçların birbirleriyle (V2V), yayalarla (V2P), karayolu altyapısıyla (V2I), yol kenarı üniteleriyle (V2R) ve şebekeyle (V2N) olmak üzere her şeye doğrudan bağlanmasını temel almaktadır. V2X teknolojisi, araçlarla çevre arasındaki verilerin kablosuz iletişimle değiştirilmesini sağlamaktadır. Yolcuların ve trafik

servis merkezlerinin karar verme süreçlerinde desteklenmesi için önemli bilgiler gerçek zamanlı olarak gönderilmekte ve alınmaktadır.

K-AUS hizmetlerinin farklı AUS alt sistemleri arasında birlikte çalışabilmesini sağlamak için ortak veri yapısının kullanılması gereklidir. K-AUS’de bir dizi farklı tipte veri mesajı bulunmaktadır. Uluslararası mesaj seti standartlarında tanımlanan K-AUS veri mesajı türleri uygulama verileri mesajları ve destek veri mesajları olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır.

Uygulama veri mesajları son kullanıcılara hizmet sağlamak amacıyla uygulamalar tarafından kullanılan verilerdir. Destek veri mesajları ise hizmet sunumunun güvenli ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için gereklidir. Bu hizmetler genellikle kullanıcı izinleri yönetimi, kullanıcı güveni yönetimi, veri dağıtımı, yanlış davranış yönetimi, ağ hizmetleri, servis izleme ve zaman senkronizasyonu gibi kategorilere ayrılmaktadır. Bu işlevlerle ilgili veri mesajları destek veri mesajları olarak adlandırılır.

K-AUS mesaj setleri yukarıda belirtilen mesaj türlerinin ve K-AUS gelişiminin bir parçası olarak ETSI ITS protokol yığını tarafından farklı mesaj tipleri tanımlanmıştır. Bu doğrultuda tanımlanan mesaj standartları aşağıda belirtilmiştir (Austroads, 2015, s.32).

- **CAM (Cooperative Awareness Message – Kooperatif Farkındalık Mesajı)**

CAM mesajı, araç durumu üzerindeki geçici verileri içeren, periyodik olarak iletilen bir mesaj türüdür. CAM mesajı, öncelikli olarak V2V ve V2I haberleşmesi için tasarlanmıştır, fakat I2V (Infrastructure to Vehicle – Altyapıdan Araca) haberleşmesinin de gönderilebilir. CAM mesajı, ETSI standardı ETSI EN 302 637-2 ile tanımlanmıştır. CAM GNSS alıcısı tarafından sağlanan araç pozisyonu, yönü, hızı vb. verileri saniyede bir ila on defa periyodik olarak gönderilebilmektedir.

- **DENM (Decentralized Environmental Notification Message – Merkezi Olmayan Çevre Bildirimi Mesajı)**

DENM mesajları, bir olayı tespit edip olay hakkında bilgi içeren olay tetiklemeli mesajdır. DENM mesajları genellikle tanımlanmış bir coğrafi bölge için geçerlidir. DENM mesajları V2V, V2I ve I2V haberleşmesinde gönderilir. DENM, ETSI standardı ETSI EN 302 637-3 ile tanımlanmıştır.

Aynı zamanda ABD standardına göre BSM (Basic Safety Message – Temel Güvenlik Mesajı) SAE J2735 standardında belirtilen mesaj tipidir. BSM mesajı V2V, V2I ve I2V güvenlik mesajlarını iletmek için kullanılır. BSM, CAM ve DENM mesajının SAE standardındaki eşdeğeridir.

Bu mesaj setlerinin yanı sıra RSA (Roadside Alert Message – Yol Kenarı Uyarı Mesajı), PVM (Probe Vehicle Message – Sonda Araç Mesajı), PDM (Probe Data Management – Sonda Veri Yönetimi) gibi birçok mesaj seti de tanımlanmıştır.

Kablosuz iletişim K-AUS dağıtımı için önemli bir unsurdur. Bu konseptte dayalı K-AUS servisini veya uygulamalarını destekleyecek bir dizi erişim teknolojisi bulunmaktadır. V2X haberleşmesi kapsamında; esneklik, dinamik, güvenilirlik, kapsama alanı, gecikme, veri hızı, güvenlik özellikleri ve diğer performans parametreleri ile ilgili farklı gereksinimleri karşılamak için farklı iletişim teknolojileri kullanılmaktadır.

Teknolojinin hızla gelişmeye devam etmesi yeni erişim teknolojilerini ortaya çıkarmaktadır. Yeni çıkan teknolojiler, verici-alıcı arasındaki yüksek hızlı, çok dinamik bir ortamda çalışabilmeli, güvenlikle ilgili uygulamalardaki düşük gecikmeyi destekleyebilmeli, birden fazla mesajın periyodik olarak iletilmesiyle oluşan yüksek yük ve sıkışık trafikteki yüksek araç yoğunluğunu tolere edebilmelidir. Altyapı açısından, haberleşme teknolojisinin seçimi, yere, hizmet türüne ve maliyet verimliliğine bağlıdır. Araç tarafındaki K-AUS hizmetleri desteklemek için ise hibrit iletişim yaklaşımı kullanılmalıdır.

Erişim teknolojileri farklı özelliklere sahiptir ve özelliklerine göre farklı amaçlara hizmet etmektedir.

- **Tür:** Kablolu ve kablosuz erişim teknolojileri
- **Aralık:** Kısa menzil, orta menzil, uzun menzilli
- **Yönlülük:** Tek yönlü veya çift yönlü
- **Kapsam:** Yayın veya noktadan noktaya

K-AUS kablosuz iletişim teknolojileri kategorilerini ve özelliklerini gösteren Tablo 4.1. aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.1. Kablosuz İletişim Teknolojileri Kategorilerini ve Özellikleri

Kategori	Haberleşme Teknolojileri	Nitelikleri
Kısa Menzilli Haberleşme	<ul style="list-style-type: none">• 5.9 GHz DSRC• Kablosuz Yerel Alan Ağı (Ör. Wi-Fi)• Bluetooth• Kızıl Ötesi	<ul style="list-style-type: none">• Kısa Menzil• Düşük düzey gecikme süresi.• Çift yönlü iletim
Uzun Menzilli Haberleşme	<ul style="list-style-type: none">• Hücreli Ağ	<ul style="list-style-type: none">• Uzun Menzil• Orta düzey gecikme süresi• Çift yönlü iletim
Geniş Alan Yayını	<ul style="list-style-type: none">• Sayısal Radyo Yayıncılığı• Analog Radyo	<ul style="list-style-type: none">• Uzun Menzil• Orta veya yüksek düzey gecikme süresi• Tek yönlü iletim
Uydu Tabanlı Uzun Menzil Haberleşme	<ul style="list-style-type: none">• Uydu yayını	<ul style="list-style-type: none">• Çok uzun menzilli

Kaynak: (Austroads, 2015).

K-AUS hizmetlerinin hızlı bir şekilde yaygınlaştırılması amacıyla belirlenen Gün 1 ve Gün 1.5 hizmetleri belirli iletişim teknolojilerine bağlı değildir. Bu hizmetler, belirli iletişim teknolojilerinin kullanılmasına yol açacak düşük gecikme süresi gibi farklı operasyonel gereksinimlere sahiptir. K-AUS uygulamaları için kullanılacak çeşitli erişim teknolojileri

bulunmaktadır ve yeni teknolojilerin düzenli olarak ortaya çıkması beklenmektedir (Austroads, 2015).

K-AUS için günümüzdeki farklı kullanım alanları için konuşlandırılan dört ana radyo erişim teknolojisi bulunmaktadır (ERTICO, 2015):

1. FM / DAB radyo yayını.
2. Mobil geniş bant
3. Araçsal Ağ
4. Uydu Teknolojileri

4.1. Radyo Yayını

Radyo yayınları geniş alanlara trafik, seyahat bilgilerinin iletilmesi için kullanılmaktadır. Geniş alan yayınının, birçok kilometrelik alanların üzerinde yayınlanacak mesajları içeren tek yönlü iletişimi içerdiği kabul edilmektedir (Austroads, 2015).

FM (Frekans Modülasyonu) radyo yayını uzun süredir trafik bilgilerinin yayınlaması amacıyla da kullanılmaktadır. Araçların büyük bir çoğunluğunda FM radyo alıcısı bulunmaktadır. Yerel radyo istasyonları aracılığı ile trafikte yer alan kişiler bilgilendirilmektedir. Bu şekilde, anlık yol bilgisi ve trafik uyarıları gönderilmekte, gönderilen uyarılar için devam eden program veya müzik kesintiye uğratılmaktadır.

TMC (Traffic Message Channel – Trafik Mesaj Kanalı), FM yayınında bulunan RDS (Radio Data System - Radyo Veri Sistemi) yoluyla gönderilmektedir. TMC, trafik bilgisini radyo sinyali olarak aktarmaktadır. Bu sistemle gerçek zamanlı trafik akışı, trafik kazaları, hava bilgileri, yol durumu bilgileri, yolda meydana gelen kazaları veya yol çalışmaları yayınlayarak radyodan alınan normal hizmet kesilmeden sürücülerin anında bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. RDS'te 57kHz frekansına modüle edilmiş sayısal veriler, analog radyo sinyalleriyle birleştirilmekte ve vericiden yayınlanmaktadır. RDS-TMC yoluyla gönderilen mesajlar standartlaştırılmıştır ve araç ekranında görüntülenebilmektedir. TMC yüksek kapsama

alanına sahiptir. Mesajları almak için araç radyosu, navigasyon cihazı veya akıllı telefon, RDS-TMC'yi desteklemelidir. Birçok navigasyon sistemi, rota planlamasını RDS-TMC bilgilerine dayanarak optimize etmektedir.

Mevcut FM analog radyo sisteminden DAB-radyoya (Digital Audio Broadcast – Sayısal Radyo Yayıncılığı) geçilmektedir. DAB, sayısal, yüksek çözünürlüklü radyo olarak da tanımlanabilmektedir. DAB-radyo, analog ses sinyallerinin sayısala çevirerek AM, FM ve VHF (Very High Frequency – Çok Yüksek Frekans) frekans bantları üzerinden ileten ses yayım sistemidir. DAB-radyo daha yüksek kanal bant genişliğine sahip olması nedeniyle daha fazla mesaj dağıtılabilir. Ayrıca, DAB-radyo aracılığı ile gönderilen mesajlar TMC mesajlarına göre daha çok ayrıntı içermektedir. Bu mesajlar navigasyon cihazlarındaki güzergâh planlamasını güçlendirmek ve mevcut park yerleri, yakıt fiyat bilgileri, elektrik şarj yerleri ve hava durumu bilgilerini aktarmak kullanılmaktadır. RDS-TMC yayın bölgesinde dakikada maksimum 50 mesaj gönderilebilmektedir ve bu mesajların iletim süresi 3 ila 5 dakika arasındadır. DAB-radyo ise, bölge başına dakikada bir 500 trafik uyarısı sağlayabilir ve iletim süresi 30 ila 90 saniye arasındadır. Kullanılan bu mesajlaşma yöntemleri, altyapıdan araçlara bilgi akışı tek-yönlü olarak sağlanabilmektedir (ERTICO, 2015a).

4.2. Araçsal Ağlar

Mobil tasarsız ağlar, mobil cihazlar arasında herhangi bir sabit yapı olmadan, ortam koşullarına hızlı ve ön hazırlıksız olarak kendini adapte ederek, uç birimler arasında iletişimi sağlayan kablosuz bir ağ çeşididir (Kök, 2015). Mobil tasarsız ağların bir kolu olan araçsal tasarsız ağlar araçların birbirleri ve yol kenarı üniteleri arasında mevcut bir ağ alt yapısına ihtiyaç duymadan haberleşmesini sağlamak amacıyla oluşturulan ağlardır.

Araçsal tasarsız ağların karakteristik özellikleri, mobil tasarsız ağlarla karşılaştırıldığında farklı özellikler öne çıkmaktadır. Araçsal ağlara özgü karakteristik özellikler; yüksek hız, hareketlilik tahmini ve ağ yoğunluğu olarak değerlendirilmektedir. Araçlar özellikle otoyollarda çok hızlı hareket etmekte, bağlantılar hızlı bir şekilde kurulup kesilmektedir. Araç hızlarının artması, araçlar arasındaki iletişim süresinin kısılmasına ve ağ topolojisinin sürekli

olarak hızlı bir şekilde değişmesine neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak araçlar arasında bağlantı kopmaları yaşanmaktadır. Araçların yüksek hızlarda olması araçlardan elde edilecek bilgilerin alınmasını zorlaştırmaktadır. Araçlar mevcut yolları kullanmak zorunda oldukları için araçsal tasarsız ağların yol topolojisi kısıtlanmaktadır. Bu yüzden düğümlerin rastgele hareket ettiği, diğer mobil tasarsız ağlardan farklı özellik göstermektedir. Araçsal tasarsız ağ yoğunluğu trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Al-Sultan, S., Al-Doori, M. M., Al-Bayatti, A. H., & Zedan, H., 2014). Ağın seyrek olması aynı mesajın aynı araç tarafından fazla sayıda iletilmesine, araç yoğunluğunun fazla olması ise aynı mesajın birçok araç tarafından iletilmesine sebep olmaktadır.

Araçsal ağlar, hızlı ve güvenilir bilgi alışverişinin gerekli olduğu durumlarda, araçların birbirleri ve yol kenarı üniteleri ile iletişime geçerek; sürüş güvenliği, sürüş yardımı (navigasyon, şerit ihlali), seyahat konforu ve yolcu bilgilendirme (hız limiti, yol çalışması yapılan mevki, trafik tıkanıklık ve kaza bilgisi) ve kritik yol güvenliği uygulamalarını desteklemek üzere tasarlanmıştır. Araçsal ağlar aynı zamanda iş, eğlence ve kamu hizmetleri gibi alanlarda da kullanılabilir (Sevimli, Soytürk, 2010a). Sürücülere ve yolculara internet erişiminin sağlanması, TV yayını, oyun ve yol üzerindeki restoranlar, benzin istasyonları ve alışveriş merkezlerinin yayınlarının araçlarda kullanabilmesi hedeflenmektedir.

Araçsal ağlar sabit bir ağ altyapısına gerek duymayan tasarsız doğası nedeniyle kolay ve hızlı bir şekilde kurulabilmektedir. (Sevimli, Soytürk, 2010). Araçsal ağlar, sabit bir altyapıya ihtiyaç duymadığı gibi sistem performansını arttırmaya yönelik olarak hücreli ağ altyapısını ve yol kenarı birimleri gibi sabit altyapıyı da kullanabilir. Bu özelliği sayesinde deprem, sel baskını vb. gibi kritik durumlarda alternatif bir iletişim ağı olarak da kullanılabilir (Sevimli, Soytürk, 2010a).

5 GHz aralığındaki radyo iletişim sistemleri 300 ile 1000 metre aralığında, 15 ile 100 milisaniye arasında değişen zaman aralıklarında gecikme süresi ile yüksek veri hızında iletişim sağlayabilmektedir. 5 GHz aralığındaki radyo iletişim sistemleri, AUS iletişimi için küresel uyumluluk ve birlikte çalışabilirlik sağlamaktadır.

Kısa menzilli iletişim için tercih edilen kablosuz teknoloji, araçlar ile altyapı arasında ulaşım sistemi için tasarlanmış özel frekanslar ve protokoller kullanarak veri alışverişi sağlamaktadır. WLAN (Wireless Local Area Network – Kablosuz Yerel Alan Ağı) ya da Wi-Fi (Wireless Fidelity – Kablosuz Bağlantı) araç-araç arası ve araç-altyapı arasında kablosuz erişim sağlayabilmektedir. Bu kablosuz ağ teknolojisi, IEEE 802.11 standardına dayanmaktadır. IEEE 802.11 ethernet dayalı bir kablosuz ağ için standartlar kümesidir. IEEE, IEEE802.11p olarak bilinen araç iletişimi standartlarını geliştirmiştir. IEEE 802.11p standardı 802.11a standardının fiziksel ve MAC (Media Access Control - Ortam Erişim Kontrolü) katmanında değişikliklerin yapılmasıyla geliştirilmiştir. Aşağıdaki Şekil 4.2.'de araçlar arası iletişimde kullanılan protokol yığını gösterilmektedir. Amerika'da ve Avrupa'da kullanılan standartlarda IEEE 802.11a fiziksel ve IEEE 802.11MAC katmanları aynen korunmuş fakat üst katmanlarda bölgesel regülasyonlara ve uygulama ortamlarındaki farklılıklara bağlı olarak değişiklikler yapılmıştır.

Şekil 4.2. Araçlar Arası İletişimde Kullanılan Protokol Yığıtı

IEEE 1609.2 Güvenlik Hizmetleri	Güvenlik Uygulamaları	Güvenlik Dışı Uygulamalar		
	SAE J2735/J2945.1 Mesajlar/Gereksinimler			
	IEEE 1609.3 Ağ Servisleri	RFC 793 TCP	RFC 768 UDP	İletim Katmanı
		RFC 2460 IPv6		Ağ Katmanı
	IEEE 802.2-LLC IEEE 1609.2- Çok Kanallı Operasyonlar IEEE 802.11p – MAC			Veri Bağı Katmanı
IEEE 802.11p			Fiziksel Katman	

Kaynak: (Kenney J.B. 2011.)

5.9 GHz bandındaki hareketli araçlar arasında veri alışverişine izin veren ve uluslararası platformlarca standart olarak belirlenmiş olan 802.11p kablosuz haberleşme protokolü araçlarla yol kenarı altyapısı arasındaki tasarsız ağ iletişimi için geliştirilmiş kısa menzilli WLAN

standardıdır. 802.11p kablosuz haberleşme protokolü, yüksek sürüş hızlarını ve düşük gecikme gereksinimlerini desteklemektedir.

Araçsal ağlarda iletişim için IEEE 802.11p fiziksel ve MAC katmanlarının üzerinde DSRC standardı kullanılmaktadır. DSRC 5.850-5.925 GHz frekans bandı aralığında çalışmaktadır. Bu bant her biri 10 Mhz'lik 7 kanala bölünmüştür. DSRC kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla farklı ağ ve uygulama katman protokollerini desteklemektedir. TCP/IP (Transmission Control Protocol – İletim Kontrol Protokolü / Internet Protocol – İnternet Protokolü) protokol yığını ile IP tabanlı yönlendirme yapılabilmektedir. Böylece IP tabanlı uygulamalara ve internet bağlantısına olanak vermektedir. Diğer uygulama ise WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments – Araç Ortamlarına Kablosuz Erişim) kısa mesaj uygulamalarıdır. WAVE kısa mesaj uygulamaları araçtan araca güvenlik mesajı aktarımını sağlamaktadır. (Sevimli, Soytürk, 2010).

Araçsal Ağlar için 5.9 GHz bandında yüksek veri transfer hızı (6-27 Mbps) sunan bir standart tasarlanmıştır. Bu özellik sayesinde V2V ve V2I iletişimde daha düşük gecikme sağlanmaktadır. Araçsal ağlarla ilgili standartlara göre araçlar arası iletişim mesafesinin 1 km olması ve araçların saniyede 10 defada bir konumları ile beraber toplanan verileri diğer araçlara göndermeleri gerektiği belirtilmiştir. Bu standarda göre yol üzerinde hareket halindeki araçlar mevki, zaman, yön, hız, trafik durumu bilgilerini içeren rutin trafik mesajını yaymak zorundadır. 802.11p tabanlı haberleşme ile V2V ve V2I için servis bildirimleri çift yönlü kullanılabilir.

Araçsal ağların düşük gecikme süresi ile haberleşmeyi destekleme potansiyeline sahip olması sebebiyle, hızlı bilgi alışverişinin kazaları önleyebildiği, emniyetle ilgili, zaman açısından kritik K-AUS uygulamaları için önemli bir teknolojidir. Maliyet açısından bakıldığında ise tüm yol ağını kısa menzilli bir iletişim teknolojisi ile karşılanmasının, finansal olarak altyapıya yönelik olarak inşaat işleri, elektrik hattı çekilmesi, internet bağlantısının sağlanması, iletişim için gerekli sunucuların yerleştirilmesi gibi harcama gerektiren altyapı işlerinin bulunması ve bunların yanı sıra işletme ve bakım maliyetleri sebebiyle zor olacağı düşünülmektedir (ERTICO,2015).

Küresel AUS spektrumuna ilişkin çalışmalar ITU-R (Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Radyokomünikasyon Sektörü – International Telecommunication Union Radiocommunication Sector) çatısı altında sürdürölmektedir. 2019 Dünya Radyokomünikasyon Konferansında 5,9 GHz bandında yer alan AUS tanımları ve 5G sistemlerini de içeren mobil genişbant uygulamalarına yönelik yeni frekans bantları tahsisleri görüőülecektir. Gündem maddesi 1.12, 5.9 GHz bandında AUS spektrum hükümlerine odaklanacaktır. Gündem maddesi 1.16, Radyo Yerel Alan Ağı'nın (RLAN) AUS için birçok ölke tarafından göz önüne alınan aralık dâhil 5 GHz spektrumuna erişme kabiliyetini genişletmek için çağrılarını ele alacaktır. Ülkelerin İ -AUS spektrum tahsis politikalarını gösteren Tablo 4.2 aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.2. Ülkelerin K-AUS Spektrum Tahsis Politikaları

Avustralya	5850-5925 MHz aralığı K-AUS için ayrılmıştır.
AB	Avrupa Komisyonu 5855-5925 MHz bandında 30 MHz'lik bir bant genişliğini araçtan araca ve araçtan altyapıya iletişim için kullanıma açmıştır. AUS'nin 5855-5925 MHz bandındaki kullanım koşulları, farklı yönetmelik ve statünün geçerli olduğu üç alt gruba ayrılmıştır. 5875-5905 MHz frekans bandı, güvenlikle ilgili AUS uygulamaları için tahsis edilmiştir. 5905-5925 MHz frekans bandı, potansiyel AUS uygulamaları için genişletilmesi istenen frekans olarak tanımlanmıştır. 5855-5875 MHz frekans bandının ise AUS uygulamaları için mevcut olması önerilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2008).
ABD	ABD, 5.850-5.925 GHz bandında 75 MHz'lik bant genişliğini kullanıma açmıştır. 2022 yılına kadar olan süreçte yeni araçlarda 802.11p teknolojisinin bulunmasına yönelik çalışmalara yetkilendirme çalışmalarına başlanmıştır.
Çin	Hücreli-V2X uygulanmasına ve pilot projelerin denenmesine yönelik karar alınmış, 5905-5925 MHz aralığı bu projeler için ayrılmıştır. 5875-5925 MHz aralığı için görüşmeler devam etmektedir.
Güney Kore	Güney Kore, V2V ve V2I araçtan araca ve araçtan altyapıya iletişim için 5855-5925 MHz aralığını kullanıma açmıştır.
Japonya	Japonya iletişim frekansı olarak 755.5-764.5 MHz bandı ile birlikte 5770-5850 MHz bandında 80 MHz'lik bant genişliğini kullanıma açmıştır.
Hindistan	5.9 GHz frekans bandında tahsis çalışmaları devam etmektedir.
Singapur	5.9 GHz frekans bandında tahsis çalışmaları devam etmektedir.

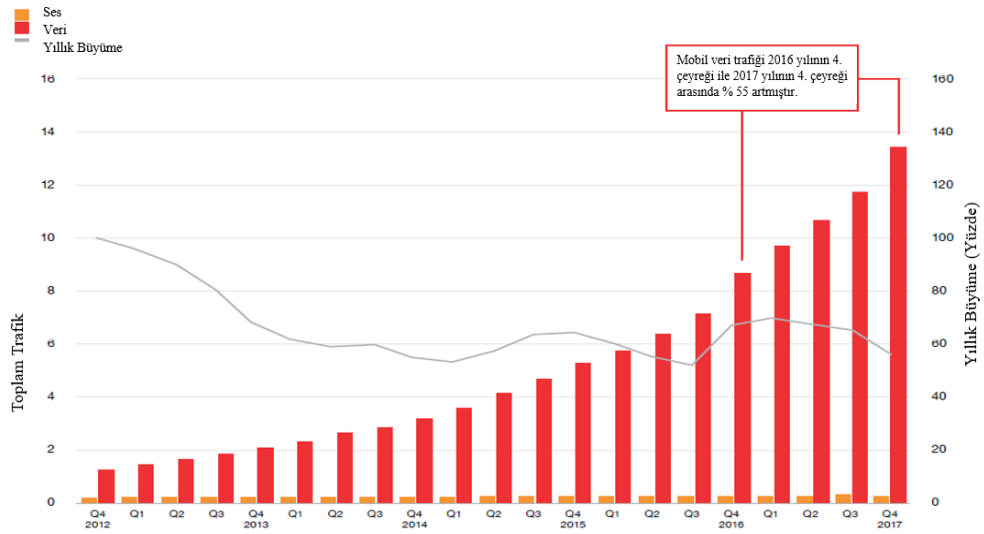
Kaynak: (GSMA, 2017; 5G Americas, 2016)

4.3. Mobil Ağlar

Hücreli teknolojiler zaman içerisinde, yüksek veri hızlarında, daha düşük gecikme sürelerinde, daha iyi kapsama sağlayacak şekilde 2G-GSM, 3G-WCDMA, 4G-LTE teknolojilerinin gelişmesine öncülük etmiş, günümüzde ise 5G ve yeni nesil iletişim teknolojilerine doğru gelişmektedir.

Hücresel şebekelerin en önemli avantajlarından biri yaygın olarak kullanılmasıdır. Mobil genişbant abonelikleri, dünya genelinde 2017 yılının 4. çeyreğinde 200 milyon büyümüştür. Mobil veri trafiği ise 2016 yılının 4. çeyreği ile 2017 yılının 4. çeyreği arasında % 55 artmıştır (ERICSSON, 2018). Şekil 4.3'te yıllara oranla veri trafiğinin kullanımı ve artışı gösterilmektedir.

Şekil 4.3. Yıllık Veri Trafik



Kaynak: (ERICSSON, 2018)

Hücresel teknoloji, araçları kullanma şeklimizi tamamen değiştirebilir; hayat kurtarır, gerçek zamanlı bilgilere erişerek sürüş deneyimini geliştirir, daha etkili önleyici bakım tedbirleri, teslimat ağları ve toplu taşıma seyahat bilgileri için performansın ve konumun uzaktan izlenmesine izin verebilir. (GSMA 2013). Hücresel teknolojiler, AUS'de pek çok yeni gelişmenin sağlayıcısıdır. Mobil operatörlerin gelecekte AUS'de önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

2017 yılı Haziran ayında 3GPP'nin yayımlanmış olduğu Sürüm 14 ile V2X standartları oluşturulmaya başlanmıştır. 3GPP'de tanımlanan V2X iletişim, V2V, V2I, V2N ve V2P olmak üzere dört tip kullanım durumundan oluşmaktadır. V2X teknolojisi ile araçların diğer araçlarla, yayalarla ve diğer akıllı ulaşım sistemleri elemanları ile haberleşmesi sağlanarak iletişim ağı

oluşturulmaktadır (3GPP, 2017). Bu ağdan alınan bilgiler ile daha güvenli, çevreci, ekonomik, verimli ve konforlu ulaşım imkânı sağlanabilmektedir. Hücresele V2X araç ve yol kenarı altyapısı arasında hem kısa hem de uzun menzile haberleşmeyi destekleyebilmektedir.

Hücresele V2X, araçların lisanslı spektrumlarıdaki mevcut hücresele şebekeler vasıtasıyla birbirleriyle ve diğer akıllı ulaşım çözümleriyle iletişim kurmalarını sağlayan bir dizi teknolojiyi tanımlamaktadır. Hücresele V2X, iki tamamlayıcı iletim türü kullanmaktadır. Araç-araç, araç-altyapı ve yayalar gibi araçlar ve diğer yol kullanıcıları arasındaki, doğrudan iletişim ile bir aracın bölgedeki trafik koşulları ve trafik durumu hakkında bilgi alabilmesi için hücresele şebekeyi kullanan ağ iletişimi yer almaktadır (GSMA,2018).

Araçların özel frekanslar kullanarak birbirleriyle iletişime geçebilmeleri için 5.9 GHz spektrum bandı ayrılmıştır. Hücresele V2X, bu bandı kullanarak hücresele şebekenin katılımı olmadan, kısa mesafeler boyunca, doğrudan düşük gecikme bağlantılarını destekleyebilir. Hücresele V2X, aracın konumunu belirlemek ve araçlar arasındaki iletişimi ve yol kenarı altyapısı ile senkronize etmek için GNSS (Küresel Navigasyon Uydu Sistemi – Global Navigation Satellite System) kullanmaktadır. Bu iletişim türünde, aracın hücresele şebekeye bağlanması gerekmediğinden SIM kart gerekmemektedir. Doğrudan güvenlik iletişimi için hiçbir hücresele abonelik gerekmediğinden araç ve şoförü anonim kalmaktadır. Hücresele V2X ve 802.11p, 5.9 GHz bandında farklı kanallar kullanarak AUS spektrumunda birlikte bulunabilmektedir. Temel güvenlik hizmetlerini desteklemek için 5.9GHz bandında sadece 10MHz'lik bir spektrum gereklidir, 70MHz ise araç üstü sensorlar tarafından toplanan büyük miktarda veri paylaşımı gibi gelişmiş güvenlik servislerini destekleyebilmektedir (GSMA, 2017).

Hücresele V2X ayrıca ticari olarak lisanslı hücresele spektrum üzerinden teslim edilen V2N uygulamalarını da destekleyebilmektedir. Bu iletişim türü, güvenlikle ilgili özelliklerin yanı sıra, bir mobil operatörün katılımını gerektiren, bulut tabanlı verilere veya bilgilere erişim sağlayan ticari hizmetler için ağ yardımı sağlamak amacıyla kullanılabilir. Ayrıca hücresele V2X'in, mobil ağların veri güvenliğini ve gizliliğini kullanmasını sağlamaktadır.

Ağlar, bağlanabilirliği (“SIM kartlar”), mobil aygıttaki yazılımı, hizmetleri ve bilgileri ve daha az entegre hizmetler ve sağlayıcılara yönelik ara yüzleri işlemek için fonksiyonlara sahiptir. Verilerin (gizlilik) ve medyanın haklarının doğru şekilde idare edilmesine elverişli olmalı ve uygun maliyetli bir ödeme ve takas sistemleri de mümkün olmalıdır.

Hücresele V2X, hem bugünün kullanım durumlarını hem de yarınkileri destekleyecek kadar çok yönlüdür. (GSMA, 2017, s.12). Hücresele V2X, ulaştırma sektöründeki paydaşların her biri için önemli avantajlar sağlayacaktır. Tek bir teknoloji içinde güvenli kısa ve uzun menzilli bağlantıyı birleştiren Hücresele V2X, yol güvenliğini iyileştirmek isteyen otomobil üreticileri için çok yönlü ve uygun maliyetli bir çözüm olacaktır. Hücresele V2X, 5.9 GHz bandında, radyo sinyallerinin daha fazla hareket ettiği daha düşük frekansları kullanarak hücresele iletişim ile desteklenecek olan doğrudan iletişimlere izin vermektedir. Mobil operatörler, hücresele V2X bağlantısının başlatılmasını desteklemek ve V2X altyapısının maliyetlerini düşürmek amacıyla mevcut hücresele altyapıyı kullanabilecektir. Operatörlere ait baz istasyonları, K-AUS haberleşmesi sağlamak için gereken kapsamı sağlamak amacıyla yol kenarı altyapısıyla çalışabilir. Aynı zamanda hücresele V2X, mevcut LTE baz istasyonları ile uyumludur. Operatörlerin ticari hücresele ağları, yol kenarındaki altyapının buluta bağlanması için destek sağlayabilecektir.

Mobil iletişim teknolojilerinin 5G'ye doğru olan evrimi, günümüzde 4G-LTE teknolojisinin kooperatif hizmetler için potansiyel bir alternatif aday iletişim çözümü olarak gelişmesine izin vermektedir. 5G, gelecek nesil mobil ağ teknolojisidir. Hâlihazırda kullanılmakta ve gelişimine devam etmekte olan 4G sistemlerinin yanında 5G mobil haberleşme teknolojilerine yönelik araştırma, gereksinim ve standart çalışmaları da sürdürülmektedir. ITU-R tarafından kurulan IMT 2020 ve İlerisi Çalışma Grubu; gelişen teknoloji, mevcut sistemlerin eksikleri, toplumun eğilim ve beklentileri, artan veri trafiği beklentileri doğrultusunda yapılan gözlemlere dayalı olarak 5G standart çalışmalarına başlamıştır. 5G teknolojilerinin yaygınlaşmasının 2020 yılı ve sonrasında gerçekleşmesi öngörülmektedir. 5G'nin yüksek veri hızı, düşük gecikme süreleri, daha fazla veri kapasitesi, enerji ve maliyet verimliliği unsurları haberleşme sektörü ile ilgili olan ve dikey sektörler olarak adlandırılan enerji, otomotiv, sağlık, enerji, kentleşme, tarım ve

eğlence gibi sektörlerde ciddi değişimlerin yaşanmasına olanak sağlaması beklenmektedir (BTK,2018).

5G altyapısının kullanılacağı, dikey sektörler için servis geliştirme, standardizasyon ve ürün geliştirme çalışmaları başlamış bulunmaktadır. 5G ile yaşanacak değişimin en çok hissedileceği sektörlerin başında otomotiv ve akıllı ulaşım sistemleri gelmektedir. 5G mobil iletişim teknolojisi düşük gecikme süresi, yüksek kapasite, hız, yüksek güvenilirlik ve daha yüksek performans açısından yüksek mobilite ve bağlantı yoğunluğu altında geliştirilmiş performans sözü vermektedir. 5G, nesnelerin internetinin tüm yönlerini desteklemek için tasarlanmıştır. 5G'nin bu özellikleri sayesinde yeni nesil akıllı ulaşım sistemlerinin ihtiyaçları karşılanmış olacaktır.

Aşağıdaki Şekil 4.4.'te otomotiv sektöründe gerekli özelliklere ilişkin örümcek diyagramı gösterilmektedir. Aşağıdaki şekilde yer alan örümcek diyagramının sekiz eksenini için kullanılan tanımlar aşağıda yer almaktadır (BTK, 2018).

Veri Hızı: Uygulamanın doğru çalışması için gereken bit hızıdır.

Mobilite (hız): Belirtilen güvenilirliğin sağlanacağı maksimum bağıl hızdır.

Uçtan Uca Gecikme Süresi: Bir veri paketinin kaynak uygulamada oluşturulduğu andan varış uygulamasına kadar aldığı maksimum tolere edilebilir geçen süredir. Doğrudan mod kullanılırsa, maksimum tolere edilebilir hava arabirimi gecikmesidir. Altyapı modu kullanılıyorsa bu, uplink için gereken zamanı, altyapıda gerekli olan herhangi bir rota kullanılıyorsa downlink için gereken zamanı tanımlamaktadır.

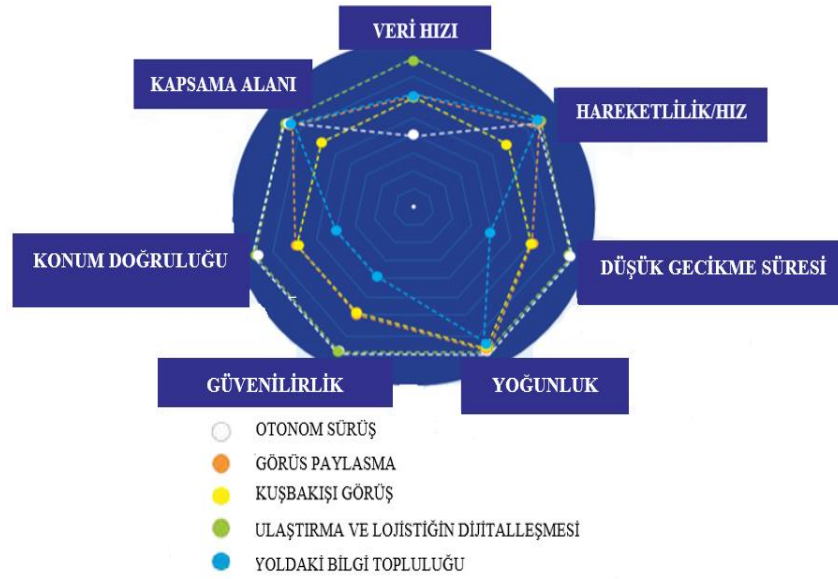
Yoğunluk: 5G kapasiteli, birim alan başına maksimum cihaz sayısını tanımlamaktadır.

Güvenilirlik: Uygulama katmanında maksimum tolere edilebilir paket kaybı oranıdır. O uygulama için maksimum tolere edilebilir uçtan uca gecikme süresidir.

Konum Doğruluğu: Uygulama tarafından tolere edilen maksimum konumlandırma hatasıdır.

Kapsama Alanı: Uygulamanın doğru şekilde çalışması gereken alan veya nüfus, yani belirtilen gereksinimler (gecikme, güvenilirlik ve veri hızı) elde edilir.

Şekil 4.4. Otomotivde Gerekli Özelliklere İlişkin Örümcek Diyagramı



Kaynak: (5G-PPP, 2015).

Önemli hücresele V2X özellikleri arasında, mevcut ve gelecekteki mobil ağlarla ve hücresele teknolojiyle uyumu ile hücresele V2X iletişim türleri arasındaki teknoloji dağıtımını sayılabilir. Hücresele V2X'in, 4G ve 5G hücresele ağlarla uyumlu, hem ölçeklenebilir hem de birlikte çalışabilir olması amaçlanmıştır. 5G tarafından sunulan en önemli avantaj, V2V ve V2I iletişimlerinde daha da minimize edilebilen düşük gecikme süresinin yanı sıra, tek bir oturumda çok sayıda iletişim kanalı ve erişim noktası kullanma olanağı sunması ve bu sayede bağlantı yönetiminde ve hizmet sunumunda esnekliği artırmasıdır (IEEE, 2017).

5G, araç ve altyapı arasındaki var olan hücresele ve kısa mesafe haberleşmesini tamamlayıcı özelliğe sahiptir. Mobil ağların gelecekte daha fazla bilgi iletmesi, daha fazla cihazın

birbirleriyle iletişimini sağlaması ve iletişimin daha anlık olması otomotiv sektöründe bu teknolojinin kullanım alanlarını arttıracaktır (BTK, 2018).

K-AUS araç hizmetlerinin pazardaki gelişimi, kullanıcılara ve K-AUS değer zincirinin paydaşlarına, mevcut hücresel bağlantının yeni araçlarda olmasını sağlayacaktır. K-AUS, mobil ağlardaki altyapı yatırımlarının ve akıllı telefonların kitle pazarının kullanılması için büyük bir potansiyele sahiptir. Ayrıca K-AUS kullanımı, akıllı uygulamalar tarafından desteklenebilecektir. K-AUS kapsamında yürütülen pilot projelerde akıllı telefonlar ve uygulamalar üzerinden bu özellik denemeye başlanmıştır. Almanya'da Autobahn A9 projesi ile park etme ve trafik kontrol sistemleri üzerinde ITS-G5 ve hücresel (4G / 5G) teknolojilerini birlikte kullanmayı hedefleyen projede akıllı telefonlar uygulamalar yoluyla bilgi sağlamak amaçlı kullanılmaktadır. Compass-4D Projesi, yedi şehirde (Bordeaux, Kopenhag, Helmond, Newcastle, Selanik, Verona ve Vigo) çalışan bir AB Komisyonu tarafından finanse edilen bir projedir. GLOSA, acil araç uyarısı, yol çalışması, kırmızı ışık uyarısı gibi pilot uygulamalarda akıllı cihazlardan yararlanılmaktadır. Akıllı cihazlara anlık veri akışı sağlanması hedeflenerek trafik seyrinin daha güvenli olması hedeflenmektedir (Jimenez, 2017, s.259).

4.4. Uydu Teknolojileri

Uydu haberleşme teknolojileri, telekomünikasyon, bilgi ve iletişim teknolojileri sektöründeki gelişmelere paralel olarak verimlilikte ve performansta artış yaşamıştır. Uydu haberleşme sistemleri, geniş kapsama alanının avantajını sunmaktadır. Bu nedenle birçok operatör, ses ve veri hizmetleri sunan hizmetler geliştirmiştir. Operatörler, yayın, geniş bant, mobil hizmetler ve uygulamalar sunmakta uydular gökyüzündeki dijital işlemciler haline gelmektedir.

Uydu hizmetleri, diğer telekomünikasyon hizmetlerinin tamamlayıcısıdır ve gelişmeye çok açık bir sektördür. Uyduların yerleştirildiği yörüngeler, icra edecekleri görevin özelliklerine bağlı olarak, farklılıklar göstermektedir. Haberleşme uyduları, takip ettikleri yörünge türüne göre kategorize edilmektedir.

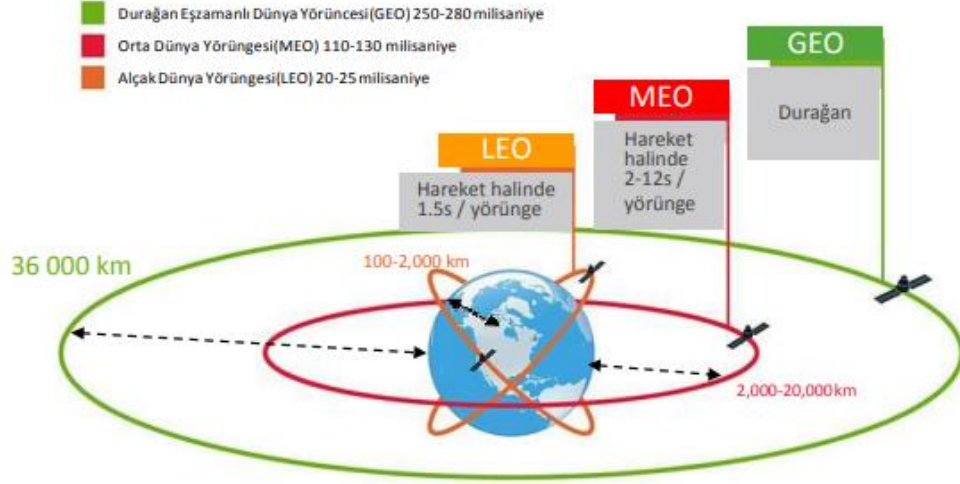
LEO (Low Earth Orbit – Alçak Uydu Yörüngesi) mesafe açısından yerküreye en yakın yörüngedir. Yakın olması sonucu olarak uyduların kapsama alanları küçük olmaktadır. Yerküreye uzaklığı 160-200 km arasında değişmektedir. Bu yörünge ile iletişim için gecikme süresi yaklaşık olarak, 20-25 ms (milisaniye) dir. Yoğun olarak kullanıldığı alan uydu telefon sistemleridir. LEO yörüngede iletişim için gereken verici güç miktarı, diğer yörüngelere kıyasla daha düşük seviyededir.

MEO (Medium Earth Orbit – Orta Uydu Yörüngesi) yerküreye 2000 – 15.000 km mesafededir. MEO’da bulunan uydular, işlevsel olarak LEO’da bulunan uydulara benzemektedir. MEO’da bulunan uyduların dünyaya daha uzak olması nedeniyle, sinyaller daha zayıf ve uzun gecikme süreleriyle gelebilmektedir. Bu yörünge ile iletişim için gecikme süresi yaklaşık olarak, 110-130 ms dir.

GEO (Geostationary Earth Orbit – Durağan eşzamanlı uydu yörüngesi) yerküreye uzaklığı 36.000 Km civarındadır. Dünyanın dönme yönünü izlemektedir. Bu yörünge ile iletişim için gecikme süresi yaklaşık olarak 250-280 ms dir. Televizyon ve radyo yayıncılığı, hava durumu izleme, uydudan konum belirleme teknolojileri vb. sistemler için kullanılan uydular GEO üzerinde konumlandırılmaktadır. İletişim için gereken güç miktarı diğer uydulara oranla göre daha fazladır. Aşağıdaki Şekil 4.5.’te Uydu Yörünge Diyagramı gösterilmektedir.

Bu yörüngeler haricinde Uydu Takımyıldızı, Molniya, Kutup, Eşzamanlı gibi birçok yörünge tipi mevcuttur.

Şekil 4.5. Uydu Yörünge Diyagramı



Kaynak: (TELKODER, 2017.)

Ulaştırma sektöründe yürütülen uygulamalarda coğrafi bilgi sistemi, uzaktan algılama ve uydudan konum belirleme teknolojileri önemli kolaylıklar sunmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi (CBS) farklı formattaki birçok coğrafi verinin grafiksel ve nesnel özellikleri ile birlikte ortak bir koordinat sisteminde katmanlar şeklinde toplanması, işlenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi ve sunulmasını mümkün kılan bir sistemdir. CBS olanakları ile ulaşım ağları kullanılarak en kısa yol güzergâhının bulunması gibi çeşitli analizler yapılabilmektedir. Uzaktan algılama, uzayda yörüngeye oturtulmuş uydular aracılığıyla yeryüzü objeleri hakkında onlara dokunmaksızın bilgi edinme, işleme ve yorumlama tekniğine dayalı bir bilim dalıdır. Bu maksatla çalışma amaçlarına göre farklı uydulardan uygun çözünürlükte görüntüler alınmakta ve kullanılmaktadır. Ulaştırma sektörünün vazgeçilmez bir parçası olan uydudan konum belirleme teknolojileri, uydular vasıtasıyla sağlanan bir sistemdir.

Uydu haberleşmesi, sabit ve mobil uydu servisleri olmak üzere 2 durumda kullanılabilir. Kooperatif AUS bağlamında, sabit uydu bağlantısı, iletişim altyapısının olgunlaşmamış olması, kullanılamaması veya dağıtımının pahalı olması durumlarında nesnelere bağlamak için kullanılabilir. Mobil uydu servisleri, hücresel ağlara benzer bir mimariyi benimsemekte ve böylece araçlara bağlantı sağlayabilmektedir (ERTICO, 2015).

Uydu iletişimi telekomünikasyon spektrumunun 1 ila 40 GHz frekans aralığını kaplar. Uydu haberleşmesi saniyede 20 bayttan 20 Mb'ye iletişim kapasitesi sunmaktadır. İletim süresi, yörünge tipine bağlı olarak değişmektedir. Uydu tabanlı haberleşme ile V2V ve V2I için servis bildirimleri çift yönlü kullanılabilir. Uydu genişbant internet hizmetlerinin daha yüksek hızlarda ve düşük gecikme sürelerinde sunulabilmesi, hücresel V2X ile haberleşmede büyük katkıları olacaktır.

V2X işlemi için yüksek hassasiyetli konumlandırma önemlidir. V2X teknolojileri AUS güvenlik uygulamalarının çalışması için gerekli olan konum bilgisinde GNSS'yi kullanmaktadır. Hassas konumlandırmanın yanı sıra doğru zaman bilgisi, pozisyon, hız bilgileri de GNSS kullanılarak hesaplanabilmektedir. GNSS teknolojisi; elinde veya aracında GNSS alıcısı olan bir kullanıcının; herhangi bir yer ve zamanda, her türlü hava koşulunda, ortak bir koordinat sisteminde yüksek doğrulukta, ekonomik ve gerçek zamanlı olarak 3 boyutta konum, hız ve zaman belirlemesine olanak veren bir radyo navigasyon sistemidir. GNSS aynı zamanda; kat edilen mesafe ve güzergâh belirleme, anlık trafik bilgilerinin paylaşımını mümkün kılan, birçok araç içi navigasyon, konum tabanlı servisler ve rota yönlendirme sistemleri arkasındaki temel teknolojidir. Uydularla konum belirleme sistemleri ve uydu bazlı alan büyütme sistemleri (Satellite-based Augmentation Systems – SBASs) birlikte GNSS olarak adlandırılmaktadır. Hücresel V2X, farklı kaynaklardan düşük maliyetli senkronizasyon sağlayan güçlü mekanizmalara sahiptir. LTE cihazları, hücresel teknolojilerin senkronizasyon gereksinimini uygun maliyetli bir şekilde karşılayabilmektedir. 3GPP, GNSS'nin yokluğunda farklı senkronizasyon kaynaklarını kullanmak amacıyla araçlar için ayrıntılı bir protokol tanımlamıştır.

Bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanan teknolojik gelişmeler sonucunda bilgiye hızlı ve etkin bir şekilde erişilmesi amacıyla, ses, görüntü ve veri hizmetlerine olan talep büyük ölçüde artış göstermiştir. Antenlerin kolay taşınabilmesi, kolay montajı, teçhizat ve hizmet ücretlerinin düşmesiyle, uydudan genişbant internet, dünyada ve bölgemizde önemli bir büyüme kazanmıştır. Yeni LEO ve MEO uyduların atılması ve gecikme sürelerinin azalması, kapasitelerinin artması gibi özelliklerinin GEO uydularına nazaran çok daha işlevsel hale

gelmesi ile genişbant internet hizmetlerinin daha yüksek hızlarda ve daha az maliyetle verilebilecektir (TELKODER, 2017).

Yüksek frekans bandı teknolojileri, Q ve V Bandında çalışmak üzere gelecek 10 yıldaki potansiyeli ile Ku, Ka Band'ta faaliyet gösteren yüksek verimli uydular (HTS) şeklinde dağıtılmaktadır. Yeni nesil uydularda yüksek frekanslara doğru gidildikçe daha geniş spektrum, daha yüksek veri hızlarını mümkün kılmaktadır. Hareketli halde bulunan araçlarda seyir esnasında genişbant internet gibi haberleşme hizmetleri kullanılabilmesi için geliştirilen yeni nesil, daha küçük ve daha ucuz alıcı antenler bulunabilecektir. Yeni nesil antenlerin gelişmesiyle kooperatif sürüş esnasında birbiriyle iletişim halinde olan araçlara ve yol kenarı ünitelerine genişbant internet hizmetleri daha yüksek hızlarda ve daha az maliyetle verilebilecektir (TELKODER, 2017).

Dünya'da, yakın zamanda hayatımıza girecek olan, sürücüsüz, yüksek internet hızına sahip, birbiriyle sürekli iletişim halinde olan araçlar konusuna büyük önem verilmektedir. Bu kapsamda sürücüsüz araçlar için çok yüksek hızlarda internet gereksinimine ihtiyaç duyulacağından yeni alanların ortaya çıkması, uydu sektörünün geleceğini daha da önemli kılmaktadır (TELKODER, 2017).

5. TÜRKİYE'DE ULUSAL AUS STRATEJİSİ ÇALIŞMALARI VE ÖNERİLER

5.1. Türkiye'de Ulusal AUS Stratejisi Çalışmaları

Türkiye ulaştırma sektöründe akıllı ulaşım sistemlerinin kullanılması ve yaygınlaştırılması amacıyla çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan strateji belgeleri ve planlarda konuya ilişkin hususlara yer verilmiştir. Ayrıca UDHB tarafından AUS özelinde bir strateji belgesi ve eylem planı da hazırlanmıştır. Ülkemizde AUS kapsamındaki konuları içeren strateji, politika ve hedefleri belirleyen düzenlemelerin bazılarında aşağıda yer verilmiştir:

- İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (2011 – 2020),
- Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023,
- Trafik Güvenliği Eylem Planı (2012),
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012 – 2023),
- UDHB Ulusal AUS Strateji Belgesi (2014 – 2023) ve Eki: Eylem Planı (2014 – 2016),
- Onuncu Kalkınma Planı (2014 – 2018),
- Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı (2015 – 2018),
- Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017 – 2020).
- 2018-2020 Orta Vadeli Programı

İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı'nda (2011-2020) ulaştırma sektöründe en fazla sera gazı emisyonuna yol açan iki alt sektörden birinin karayolu sektörü olduğu tespiti yapılmıştır. Çözüm olarak "Karayollarında bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerden ve akıllı ulaşım sistemlerinden yararlanılması" ve "Akıllı Ulaşım Sistemlerinin geliştirilmesi için Ar-Ge çalışmalarının yapılması" hedeflenmiş AUS uygulamalarının geliştirilmesi orta vadeli amaç olarak ortaya konmuştur.

Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023 Belgesi'nde (2011), ulaştırma sektöründe trafik sıkışıklığını rahatlatmaya yönelik akıllı ulaşım sistemlerinin kullanılması öngörülmüştür.

Trafik Güvenliği Eylem Planı'nda (2012), trafik güvenliğine yönelik akıllı teknolojilerin geliştirilmesi ile trafik yönetiminde akıllı ulaşım sistemlerinden azami ölçüde yararlanılması benimsenerek akıllı ulaşım sistemlerini destekleyen teknolojilerin Türkiye içinde üretiminin üniversiteler ve sanayi kuruluşları ile işbirliği içerisinde uluslararası standartlara uygun olarak yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde (2012-2023), "Ulaşımında enerji verimliliğinin artırılması ve ağ verimliliğinin sağlanması için bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanıldığı akıllı trafik yönetimi uygulamaları ve akıllı ulaştırma sistemlerinin yaygınlaştırılması" eylemler arasında yer almıştır.

Trafik kazalarının azaltılabilmesi için AUS'nin kullanılmasının bir zorunluluk haline geldiğinin ifade edildiği Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014 – 2023) ve Eki Eylem Planı'nda (2014 – 2016) araç-araċ iletişim sistemlerinin Avrupa Birliği'ne uyumlu olarak Türkiye için geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının gerektiği belirtilmiştir. Eylem Planı 3.7.1'de araç-araċ ve araç-altyapı iletişim sistemleri için frekans tahsisi yapılması benimsenmiştir.

Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014 – 2023) ve Eki Eylem Planı'nda (2014 – 2016) ile "Tüm ulaşım hizmetlerinin bilgi ve iletişim teknolojileriyle yönetildiği ve yönlendirildiği, kendi içinde ve dünya ile entegre bir Türkiye" hedeflenen 2023 vizyonu olarak belirlenmiştir.

Onuncu Kalkınma Planı'nda (2014 – 2018), trafik sıkışıklığını azaltan, erişilebilirliği ve yakıt verimliliği yüksek, konforlu, güvenli, çevre dostu, maliyet etkin ve sürdürülebilir bir ulaşım altyapısının oluşturulması temel amaç olarak benimsenmiştir.

Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı'nda (2015 – 2018),akıllı ulaşım, akıllı uygulamalar ve bu alandaki birçok konu ele alınmıştır.

Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı'nın (2017-2020) (UGSEP) kapsamında 24 numaralı eylem olarak "Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Geliştirilmesi" maddesi yer almıştır. UGSEP'te tanımlanan eylem kapsamında belirlenen alt eylemler ile

- Ulusal düzeyde bir AUS mimarisinin oluşturulması,
- AUS uygulama ve hizmetlerinin, sunumunun ve kullanımının yaygınlığının arttırılmasına yönelik ulusal ve yerel ölçekte destek verilmesi amacıyla finansal teşvik mekanizması oluşturulması,
- Akıllı Ulaşım Sistemlerine yönelik uygulamalar, hizmetler ve altyapılar geliştirilmesi,
- Farklı kurumların hizmetleri/uygulamaları arasında eşgüdümlü sağlayacak ve AUS'de kullanılan ürün, uygulama ve altyapılar ile verilecek hizmetlerin standartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır (UDHB, 2017a).

2018 – 2020 Orta Vadeli Programda ise "Bilgi ve iletişim teknolojileri destekli akıllı uygulamalara (akıllı ulaşım sistemleri, binalar, kent ve enerji altyapıları vb.) geçiş hızlandırılacaktır." şeklinde ifade edilmektedir.

5.2. Türkiye Ulusal AUS Stratejisine Öneriler

AUS'de yaşanan küresel gelişmeler ışığı altında ortaya çıkan Kooperatif AUS'ye ilişkin ulusal ve AB üye devletleri başta olmak üzere gerçekleştirilen mevcut çalışma ve düzenlemelere değinilerek Türkiye için önerilerde bulunulmuştur.

- **AUS ve K-AUS'ye Yönelik Mevzuat Oluşturulması**

Ülkemizde AUS ve K-AUS ile ilgili açık bir hukuki düzenleme bulunmamaktadır. Karayolu ulaşımını ve trafiğin bilgi ve iletişim teknolojileri destekli yönetilmesine yönelik olarak doğrudan ve dolaylı birçok mevzuat bulunmaktadır (AUSDER, 2017).

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının ulaşım konusundaki genel yetkisi 655 sayılı KHK'nin 2.maddesinin 1 fıkrasının () bendinde; "Ulaştırma ve denizcilik iş ve

hizmetleriyle ilgili altyapı, şebeke, sistem ve hizmetleri ticari, ekonomik ve sosyal ihtiyaçlara, teknik gelişmelere uygun olarak planlamak, kurmak, kurdurmak, işletmek, işlettirmek ve geliştirmek” şeklinde düzenlenmiştir.

Aynı zamanda ulaşımın yönetilmesi konusunda Karayolları Genel Müdürlüğüne, büyükşehir belediyelerine ve il özel idarelerine 5216 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu, 5393 Sayılı Belediye Kanunu, 4925 sayılı Karayolu Taşıma Kanunu, 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu düzenlemeleri başta olmak üzere yetkiler belirlenmiştir.

Aynı konuda çakışan mevzuat düzenlemeleri varsa bunların tespit edilerek tek yetkili kurum olarak UDHB belirlenmelidir.

Kanunlardaki yetkilere dayanılarak, ülkemizde AUS’ye yönelik yapılan çalışmalarda kurulan sistemlerin birbirinden bağımsız ve birbirleri ile entegre olmadığı, aynı amaca yönelik olsa dahi farklı işletim sistemlerine sahip, sahip oldukları elektronik sistemlerin ise birbirleri ile haberleşmediği görülmektedir.

655 sayılı KHK’nin 13.maddesinde ise, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Haberleşme Genel Müdürlüğüne; haberleşme ve posta sektöründe belirlenmiş standartların ülke genelinde kullanılmasını sağlamak ve sabit ve mobil haberleşme altyapısı veya şebekelerinde kullanılan her türlü baz istasyonu, anten, kule, dalga kılavuzu, konteynir ve benzeri araç, gereç ve tesisatın kurulmasına ilişkin esasları belirlemek ve uygulamayı denetlemek görev ve yetkileri verilmiştir.

Öneri olarak; Bu yetki doğrultusunda AUS’nin yanı sıra Kooperatif AUS kurulması ve işletilmesi, K-AUS politikalarını ve projelerinin tek elden belirlenmesi ve yönetilmesi amacıyla resmi otoritenin görev ve sorumluluklarının detaylı olarak tanımlandığı bir mevzuat oluşturulmalıdır.

- **Uluslararası Seviyedeki Mevzuat Çalışmalarının İncelenmesi ve Takip Edilmesi**

Otonom araçların, V2X iletişim teknolojilerinin ve akıllı yol sistemlerinin hayata geçmesi ile birlikte ulaştırma sektörü dönüşüme uğramaktadır. Bu kapsamda dünyanın birçok ülkesinde K-AUS'ye yönelik stratejiler, eylem planları ve mevzuat çalışmaları yürütülmektedir. K-AUS çalışmalarına AB, ABD, Avustralya, Güney Kore ve Japonya liderlik etmektedir. AUS uygulamaları ile öne çıkan bu ülkelerde K-AUS politikaları belirlenmiş ve stratejiler oluşturulmuştur.

Öneri olarak; AUS ve K-AUS çalışmaları kapsamında; ABD, Japonya, Güney Kore, Avustralya ve AB ülkelerindeki mevcut mevzuat ve girişimler ile üzerinde çalışılan mevzuat konuları ve uluslararası kuruluşların mevcut politikaları gözden geçirilerek ülkemizdeki K-AUS çalışmaları için bir yol haritası belirlenmelidir. AB mevzuatlarına uyum çerçevesinde, AB'nin 2010/40/EU sayılı AUS Direktifinin K-AUS ve otonom sürüş ihtiyaçları doğrultusunda gözden geçirilmesi süreci yakından takip edilmelidir.

- **K-AUS'nin Yaygınlaştırılması Sürecinde Organların Belirlenmesi**

Öneri olarak; AUS resmi otoritesi tarafından, K-AUS'nin yaygınlaştırılması sürecinde yönetim, operasyon, değerlendirme ve denetleme organlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Yönetim organı; AUS ve K-AUS politika ihtiyaçlarını, operasyonel ve güvenlik gereksinimlerini belirlemeli, AUS ve K-AUS'nin uygulanmasının operasyonel düzeyde koordinasyonunu ve AUS ve K-AUS'ye yönelik çalışmaların sertifikasyon programları ile koordineli olarak yürütülmesini sağlamalı, standardizasyon ve ürün profillerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara yön vermelidir.

Değerlendirme organı; denetleme ve yapılacak testlere ilişkin prosedürlerin belirlenmesi gibi konulara ilişkin görevleri üstlenmelidir.

Denetleme organı ise yönetim organı tarafından belirlenen kurallar çerçevesinde AUS ve K-AUS kurulum ve işletim aşamasındaki sorunları saptamalıdır. Oluşabilecek sorunları uygun düzeyde çözebilecek veya bunları uygun seviyede raporlayabilecek yetkinliğe sahip olmalıdır.

- **Paydaşların Yükümlülüklerinin Belirlenmesi**

Öneri olarak; K-AUS hizmetleri kurulumunda ilgili paydaşların sorumluluk, yükümlülük ve fonksiyonlarının açıkça belirlenmesi ve farklı uzmanlıklara sahip kapsamlı bir ekosistem oluşturulması gerekmektedir.

Türkiye’de K-AUS geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için AUS strateji, politika ve düzenlemelerinde açık, net ve detaylı bir şekilde belirlenmelidir. Bu kapsamda paydaşların K-AUS kullanımında sahip oldukları hak ve yükümlülüklerin farkında olması gerekmektedir.

Yapılacak çalışmalar ile K-AUS yaygınlaştırılması ve bu kapsamda zaman çizelgesi için ihtiyaçların belirlenmesine yönelik çalışmalara başlanması gerekmektedir. Bu kapsamda belirlenen stratejiler doğrultusunda K-AUS ’ye ilişkin projeler belirlenerek uygulanmasına yönelik kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmaların AUS kapsamında belirlenen standartlara uyumu sağlanmalıdır.

- **K-AUS’nin Etkilerinin Araştırılması**

Öneri olarak; hazırlanacak strateji ile ulaşım sisteminin ihtiyaçları da göz önünde bulundurulmalı ve resmi otorite tarafından K-AUS’nin toplumsal, hukuki, ekonomik, sosyal ve psikolojik etkileri araştırılarak işgücü ve gelecekteki ihtiyaçlarımız üzerinde yaratacağı etkiler araştırılarak toplumsal farkındalık oluşturulmalıdır.

- **V2X Kapsamında Frekans Tahsisi Yapılması**

Öneri olarak; kamu kurum ve kuruluşlarına ait haberleşme altyapısının AUS kapsamında diğer kamu kurum ve kuruluşlarının ortak kullanımına açarak mükerrer yatırımların önüne

geçmek amacıyla mevzuat düzenlemesi yapılmalıdır. Ayrıca V2X kapsamındaki frekans tahsisi belirlenmesi gerekmektedir. Uluslararası gelişmeler ve ülkelerin tahsis politikaları takip edilerek tahsis edilecek frekansın dünya genelindeki kullanım ile uyumlu olması sağlanmalıdır. Bu sebeple 5.9 GHz bandının AUS spektrum tahsisi konusunda çalışmalara başlanmalıdır. 5.9 GHz bandında yer alan AUS tanımları ve 5G sistemlerini de içeren mobil genişbant uygulamalarına yönelik çalışmalar takip edilmelidir. Aynı zamanda belirlenecek frekans bandı siber saldırılara karşı korunmalıdır.

- **K-AUS'nin AUS Mimarisine Etkisinin Belirlenmesi**

AUS uygulamaları kapsamında hangi hizmetlerin nerelerde, ne şekilde ve hangi standartlarda verileceğini içeren çerçeve, AUS mimarisi olarak adlandırılmaktadır. AUS mimarisini etkin bir şekilde oluşturulabilmesi için politika yapıcıların süreci sahiplenmesi, uygulamanın hayata geçirilmesi ve başarıya ulaşmasındaki en önemli faktör olarak görülmektedir (UDHB, 2014).

Öneri olarak; UDHB'nin ulusal AUS mimarisi hazırlama çalışmaları çerçevesinde K-AUS alanındaki gelişmelerin yaratacağı etkiler incelenerek sürdürülebilir bir AUS mimarisi oluşturulması sağlanmalıdır.

- **K-AUS İle İlgili Uluslararası Seviyedeki Çalışmaların Takip Edilmesi**

Öneri olarak; K-AUS standartlarının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve genişletilmesi süreçlerinin takip edilmesi uluslararası platform ve kuruluşlarda yürütülen standardizasyon çalışmalarına katılım sağlanması resmi otorite tarafından organize edilmelidir. K-AUS çalışmalarında yapılacak işbirlikleri ile kullanılan teknoloji ve standartlardaki farklılıklar ortadan kaldırılarak uygulama aşamasındayken uyumsuzlukların önüne geçilebilecektir.

Veri paylaşımı ile geliştirilen bütün donanım ve yazılım sistemleri birbiri ile bütüncül bir şekilde çalışmaktadır. Bu doğrultuda uluslararası standartlar takip edilmiştir. Bununla birlikte

Dünya’da AUS alanında standart ISO, IEC, CEN, ETSI, CENELEC, ANSI ve SAE gibi birçok kurum ve bu kurumların oluşturduğu farklı standartlar bulunmaktadır.

Standart hazırlama konusunda dünyanın en büyük kuruluşu olan ISO tarafından AUS kapsamında 249 standart yayınlanmıştır. ISO bünyesinde çalışmalar TC 204 komitesi tarafından yürütülmektedir. ETSI, Avrupa’da kullanılacak telekomünikasyon standartlarının oluşturulması amacıyla kurulmuş bir kuruluştur ve AUS ile ilgili çalışmalar yürütmektedir. ETSI bünyesinde AUS alanındaki çalışmalara yönelik olarak ETSI TC ITS komitesi kurulmuştur. CEN Avrupa genelinde uygulanacak stratejilerin geliştirilmesi amacıyla kurulmuştur. CEN çatısı altında kurulmuş olan TC 278 komitesinin yürütmüş olduğu bu çalışmalarda ETSI ile birlikte çalışmalar yürütülmektedir. ITU; AUS için kablosuz haberleşme gereksinimleri, fonksiyonel ve teknik gereksinimler, frekansla ilgili konular, haberleşme kapasitesi ve frekans tahsisi gibi koordinasyon gerektiren konulardan sorumludur. ITU tarafından 5G teknolojilerine yönelik araştırma, gereksinim ve standart çalışmalarını da sürdürülmektedir. ITU-R tarafından 5G standartlarını belirlemek üzere IMT 2020 ve ilerisi adlı bir çalışma grubu kurulmuştur. 3GPP, telekomünikasyon şirketleri arasındaki 3G ortaklık projesidir. 5G konusundaki temel standardizasyon kuruluşlarından 3GPP’nin yayımladığı Sürüm 14 ile Hücrel-V2X standartları oluşturulmaya başlanmıştır. SAE, AUS ve K-AUS alanında standardizasyon çalışmaları yürütmektedir. SAE, SAE J2735 DSRC mesaj setini geliştirmiştir. IEEE ise, DSRC için IEEE 802.11p ve IEEE 1609 WAVE standartlarını geliştirmiştir.

Ülkemizde uluslararası alanda belirlenmiş AUS ile ilgili ISO ve CEN standartları Türk Standartları Enstitüsü (TSE)’dür. TSE, AUS’nde uygulanacak protokollerin belirlenmesi gibi birçok farklı sistemin değerlendirilmesi sürecine de dâhil olmaktadır.

Öneri olarak; K-AUS standartlarının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve genişletilmesi süreçleri takip edilmeli uluslararası platform ve kuruluşlarda yürütülen standardizasyon çalışmalarına katılım sağlanmalıdır. K-AUS çalışmalarında yapılacak işbirlikleri ile kullanılan teknoloji ve standartlardaki farklılıklar ortadan kaldırılarak uygulama aşamasındayken uyumsuzlukların önüne geçilebilecektir.

Öneri olarak; AUS ve K-AUS konusunda çalışmalar yürüten platformların yapmış olduğu çalışmaların incelenip ülkemizdeki AUS paydaşlarının bilgilendirilmesi önemli bir strateji olarak hedeflenmelidir.

ABD’de ITS – America, Güney Kore’de ITS – Korea, Japonya’da ITS – Japan, AB seviyesinde ise ERTICO – ITS Europe, AUS geliştirme ve uygulamaları için ilgili paydaşların işbirliği yaptığı öncü platformlardır. AUS’nin teşviki ve konuyla ilgili farkındalığın arttırılması, bilgi paylaşımı, birlikte çalışabilir AUS çözümlerinin uygulanmasını desteklemek için birlikte çalışabilirlik testlerinin yapılması; vizyon ve taahhütler arasındaki boşluğu doldurmak için üyelerle birlikte çalışılması rollerini üstlenen bir ortaklık olan ERTICO’ya (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization – Avrupa Karayolu Ulaştırması Telematikleri Uygulama Koordinasyon Kurumu) UDHB üyedir. Bu sayede Avrupa kuruluşları ve AUS strateji ve programlarıyla doğrudan ilişki kurma imkânı bulunmaktadır. Ortak ve teknik uzman ağına erişim imkânı da bulunan ERTICO nezdindeki çalışmalara ve uygulama inisiyatiflerine olabildiğince daha çok katılım sağlanması hususunda çalışmalar yapılmalıdır.

K-AUS ile ilgili politika ve düzenleme çalışmalarının yürütüldüğü, Avrupa Komisyonu K-AUS Platformu ile işbirlikleri geliştirilmelidir. Avrupa Komisyonu, 2014 yılının başında bir K-AUS Platformu kurarak, K-AUS’nin dağıtılmasında daha önemli bir rol almaya karar vermiştir. Platform, AB’de K-AUS’nin birlikte çalışabilirliği konusunda ortak bir vizyon geliştirmek amacıyla ulusal makamlar, K-AUS paydaşları ve Komisyonu içeren bir işbirliği çerçevesi olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle, AB’de K-AUS için bir yol haritasının ve bir dağıtım stratejisinin geliştirilmesi, V2X dağıtımını teşvik edilmesi için politika önerilerinin sunulması ve bazı kesişen kritik konulara yönelik potansiyel çözümlerin belirlenmesi beklenmektedir.

Araç üreticileri tarafından kurulan ve yönetimi yine araç üreticileri tarafından yapılan C2C-CC (Car to Car Communications Consortium – Araçtan Araca Haberleşme Konsorsiyumu) K-AUS için Avrupa standartlarını uyumlu hale getirmeye odaklanmaktadır.

Türkiye'nin ulaşım alanında AB ile senkronize olması ve ülke çapında AUS projeleri geliştirilmesi amacıyla AB ve UDHB arasında Ulaştırma Operasyonel Programı IPA II (2014-2020) uygulanmaktadır. Program kapsamındaki 2 nolu eylem ile AUS Stratejisi ve diğer AUS yatırım uygulamalarının desteklenmesi hedeflenmektedir. Ulusal finansmanının verimli şekilde kullanılması ile daha iyi ulaşım hizmeti sunmak için yeni AUS envanterlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Avrupa Birliği ile yürütülen Fasıl No: 21 Trans Avrupa Ağları politikası ile Ulaştırma, Enerji ve Telekomünikasyon sektörlerinde Avrupa altyapısının entegrasyonu ve karşılıklı işletilebilirliği amaçlanmaktadır. Trans-Avrupa Ağları TEN-Ulaştırmanın (TEN-T) temel amacı Üye Ülkeler arasında kişilerin, malların ve hizmetlerin serbest dolaşımını kolaylaştırmak amacıyla Tek Avrupa Ulaştırma Alanı'nın fiziki altyapısını oluşturmaktır. Bu amaca ulaşmak için kurulacak altyapının verimliliğini ve etkinliğini artırmak için AUS'den en üst düzeyde faydalanılması anlayışı benimsenmiştir.

Ulusal seviyede Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUSDER), Otomotiv Teknoloji Platformu (OTEP) gibi otomotiv endüstrisi, kamu, özel sektör ve üniversite temsilcilerinden oluşan topluluklar bulunmaktadır.

Öneri olarak; ulusal düzeyde oluşturulması planlanan AUS mimarisinin uyumlaştırılması konusunda diğer ülkelerle koordineli ve işbirliği içinde çalışılması sağlanmalıdır. Bu ülkelerdeki K-AUS alanında yürütülen aktiviteler, mevcut mevzuatlar üzerinde çalışılan yeni konular ve ülkelerin ve uluslararası kuruluşların K-AUS çalışmaları incelenmelidir. Aynı zamanda diğer ülkeler ile gerçekleştirilecek işbirlikleriyle standartların uyumluluğu için ortak çalışmalar yapılmalıdır.

- **K-AUS Konusunda Ar-Ge Çalışmalarına Ağırlık Verilmesi**

Öneri olarak; K-AUS pazarındaki rekabette geri kalmamak için sürdürülebilir Ar-Ge, inovasyon ve bilimsel etkinliklerinin desteklenmesi gerekmektedir. Ar-Ge faaliyetleri sonucu geliştirilecek ürünlerin ticarileştirilmesi için gerekli faaliyetlerin yürütülmesi sağlanmalı, ulusal

ve uluslararası pazarda rekabet gücünü arttırılmalıdır. Ar-Ge faaliyetleri kapsamında ortaya çıkması muhtemel fikri ve sınai haklar ile ilgili gerekli başvurular yapılmalı ve bu hakların korunması sağlanmalıdır.

Yakın gelecekte tüm araçların yerel iletişim ağlarını yoğun bir şekilde kullanacağı öngörüldüğünden bu konuda yapılacak Ar-Ge çalışmaları ile küresel yarışta yer almak ve teknoloji yoğun üretim hedefi doğrultusunda kaynakları etkin kullanmak ülkemizin bilimsel vizyonu açısından önem taşımaktadır.

K-AUS ve bağlantılı ve otonom araç teknolojileri üretmek ve geliştirmek üzere gelişmiş ülkelerde sürdürülmekte olan bilimsel araştırma faaliyetlerinin geniş ölçüde bir değerlendirilmesi gerekmektedir. Dünya’da devam etmekte olan projelerde araçların yakın bir gelecekte tamamen otonom hale gelecekleri ve tüm araçların birbirleriyle ve aynı zamanda merkezi bir sistem ile sürekli olarak iletişim içerisinde olacakları öngörülmektedir. Otomotiv sektörü de bu beklentileri karşılayacak Ar-Ge faaliyetleri yürütmektedir. Dolayısıyla, özellikle yeni üretilecek araçların kısa vadede bağlantılı ve kooperasyona dayalı ve yarı otonom, uzun vadede tam otonom ve tam bağlı olacağı değerlendirilmektedir. Bu bağlamda özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki haberleşme yapamayan mevcut araçların, düşük maliyetle diğer araçlarla iletişim kurabilen ve standart olarak ortaya konulacak en düşük kabul edilebilir güvenlik ve verimlilik özelliklerini sağlayan araçlar haline getirilebilir olması büyük önem taşımaktadır.

Ulusal ve uluslararası düzeyde; girişimciler, akademik personel ve özel sektör firmalarına çok çeşitli destek ve teşvikler verilmektedir. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurulu (TÜBİTAK) bilim ve araştırma konularında çalışmakta ve yenilikler, akademik ve endüstriyel Ar-Ge çalışmalarını desteklemektedir. TÜBİTAK, üniversitelerde, kamu kuruluşlarında ve özel kuruluşlarda yürütülen projelere fon sağlamaktadır. TÜBİTAK programları çerçevesinde, V2X haberleşme teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik olarak destek sağlamaktadır.

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanlığı (UDHAM) da UDHB bünyesinde faaliyetlerini sürdürmekte olup, Bakanlık merkez teşkilatı ile ilgili, ilişkili

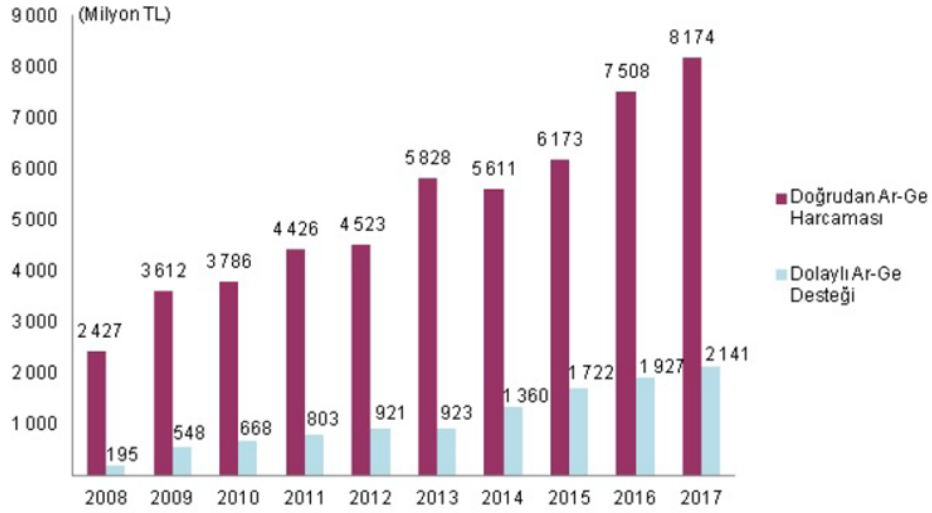
ve bağı kurum ve kuruluşların talepleri doğrultusunda desteklemeye ilişkin öncelikli konularını belirlemektedir. UDHAM, üniversitelerde, kamu kuruluşlarında ve özel kuruluşlarda yürütülen projelere Ar-Ge destek fonu sağlamaktadır. Elektronik haberleşme sektörü altında AUS ve K-AUS'ye yönelik projelerin desteklenmesi hedeflenmelidir.

Türkiye'de, bağlantılı ve otonom araçlara ilişkin araştırmalar devam etmekte ve bu araçların gelişmesine ve kullanımına ilişkin akademik ve teknolojik bilgilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Sürücüsüz araç sistemlerine ilişkin Okan Üniversitesi Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (UTAS) ve Türkiye'de birkaç üniversite ve otomotiv şirketi ile birlikte otonom araç projeleri gerçekleştirilmekte, V2X haberleşmesi teknolojilere yönelik akademik ve teknolojik çalışmalar yapılmaktadır. İSBAK, KoçSistem ve OTOKAR tarafından araç-arac ve araç-yol ünitesi haberleşmesine yönelik pilot uygulamalar da gerçekleştirilmiştir.

AUS ve K-AUS konusunda istenen hedeflere ulaşılabilmesi için sağlanan Ar-Ge desteklerine yönelik tahsis edilen fon miktarı önem arz etmektedir. Türkiye'de 2017 yılında Merkezi Yönetim Bütçesinden Ar-Ge için tahsis edilen başlangıç ödeneği 8 milyar 174 milyon TL olmuştur. Başlangıç ödenekleri sosyo-ekonomik hedeflere göre sınıflandırıldığında ulaşım ve telekomünikasyon sektörlerine ayrılan miktar, ödeneğin %6,3'lük oranını oluşturmuştur. 2017 yılında Merkezi Yönetim Bütçesinden dolayı Ar-Ge desteği için ayrılan miktar ise 2 milyar 141 milyon Türk Lirası olmuştur (TÜİK, 2017). Şekil 5.1'de Merkezi yönetim bütçesinden Ar-Ge için ayrılan ödenek ve harcamalar ile dolaylı Ar-Ge destekleri gösterilmektedir.

Bununla birlikte Birleşik Krallık 'ta sadece K-AUS'nin gelişimini sağlamak amacıyla ayrılan bütçe 200 milyon Sterlindir (KPMG, 2015). AB ise Ufuk 2020 programında yer verdiği "kooperatif, birbirine bağlı ve otonom hareketlilik için 5G" çağrısında 12,5 ile 25 milyon Avro arasında bir bütçe ayırmıştır. Ulaşım programında ise toplam 15 ila 30 milyon Avro arasında bir bütçe ayrılmıştır (Avrupa Komisyonu, 2017).

Şekil 5.1. Merkezi Yönetim Bütçesinden Ar-Ge İçin Ayrılan Ödenek ve Harcamalar İle Dolaylı Ar-Ge Destekleri



Kaynak: TÜİK,2017

AUS ve K-AUS sistemleri yüksek oranda yatırım gerektirdiği için bu alanlardaki hedeflere ulaşılabilmesi için sadece kamu fonlarının kullanılması yeterli olmayacaktır. Bu nedenle yenilikçi finansman modellerinin değerlendirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Ortaklıklar, fon akışları ve ilerleyen teknolojilerin giderek daha erişilebilir hale gelmesiyle K-AUS'ni geliştirmek için güçlü fırsatlar gündeme gelecektir. Bunlar ulusal ulaştırma sisteminin güvenlik ve etkinliğinin artırılması ve çevresel bağlamda faydalar sağlanması için mevcut potansiyeli arttıracaktır.

Öneri olarak; oluşturulacak stratejiyle, koordinasyon ve destek eylemi projelerine yönelik politikalar ve teknolojik hedefler belirlenmelidir. Kamu, sanayi, akademi ve bu alanda faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşlarıyla ilişkilerin artırılması sağlanmalı, kamu ve özel sektör, araştırma kurumları ile koordinasyon ve işbirliği gerçekleştirilmelidir. Akademik ve teknolojik bilgiler geliştirilmeli ve gelecekteki ulaşım sistemleriyle ilgili öngörüler yapılarak proje önerileri ortaya çıkarılmalıdır. Bununla birlikte ilgili tarafların sorumluluk ve rollerinin açıklığa kavuşturulması sağlanmalıdır.

UGSEP kapsamında 22 numaralı eylem olarak “5G ve Ötesi Ar-Ge ve Standart Çalışmalarının Yürütülmesi” maddesi yer almıştır. Bu eylem ile 5G ve Ötesi elektronik haberleşme ekipmanlarının ülkemizde de üretilmesine imkân sağlamak üzere, yerli sanayinin bu alana özendirilmesi amacıyla Ar-Ge kaynaklarının kullanılması hedeflenmektedir.

Öneri olarak; ekipman üreticilerinin Ar-Ge çalışmaları kapsamında, 5G dikey sektörleri arasında yer alan otomotiv ve akıllı ulaşım sistemlerine yönelik Ar-Ge ve ürün geliştirme (Ür-Ge) çalışmalarına ağırlık vermesi sağlanmalıdır.

Öneri olarak; K-AUS alanında uluslararası destek programları kapsamında AUS ekosisteminin bilgilendirilmesi, uluslararası işbirliğinin aktif olarak desteklemesi ve uluslararası işbirliği sonucu gerçekleştirilecek projelerin desteklenmesi sağlanmalıdır.

K-AUS alanında, AB seviyesindeki düzenleme çalışmalarının takibinin yapılması ve bu düzenlemelere dâhil olunması gerekmektedir. K-AUS'nin konuşlandırılmasını hızlandırma konusunda, hem ulusal hem de uluslararası düzeydeki mali destek esas olacaktır. Avrupa'nın “Ufuk 2020” programı gibi ulusal ve çok uluslu kooperatif Ar-Ge programları ile potansiyel yeni ortaklarla ilişkilerin denemesi sağlanmalıdır. Uluslararası platformlardaki gelişmeler takip edilmeli, bu çalışmalara ülkemiz adına katılım sağlanması teşvik edilmelidir. Uluslararası işbirliği sonucu gerçekleştirilecek projeler desteklenmelidir. AB'nin “Ufuk 2020” programı gibi ulusal ve çok uluslu kooperatif Ar-Ge programları ile potansiyel yeni ortaklarla ilişkilerin denemesini sağlanmalıdır. Ayrıca, COMeSafety 2 ve FOTNET gibi farklı Avrupa Komisyonu 7. Çerçeve Programı destek eylemi projelerine katılım sağlanmalıdır.

- **K-AUS'ye Yönelik Altyapı Geliştirilmesi**

Türkiye'de 2017 yılı itibariyle toplam 324.667 km uzunluğunda fiber altyapı bulunmaktadır (UDHB, 2018a).

Öneri olarak; UDHB'nin bütün devlet karayollarında ve otoyollarda fiber ve genişbant altyapı eksikliklerinin tamamlanması hedefi doğrultusunda fiber yatırımlarının artırılması için

teşvikler uygulanmalı ve mevcut altyapının paylaşımlı kullanımı sağlanmalıdır. Bütün devlet karayollarında ve otoyollarda fiber ve genişbant altyapı eksiklikleri tamamlanmalı ve otoyolların belirli kesimlerinde test çalışmalarının yapılması sağlanmalıdır.

Öneri olarak; devlet karayolları ve otoyollarda yapılacak altyapı çalışmaları ve pilot uygulamaları ile K-AUS uygulamalarına yönelik canlı test noktaları oluşturulmalıdır.

Yol ve sürüş güvenliği ana hedefinden hareketle K-AUS'ye geçişi kolaylaştırmak için gerekli olan altyapı hazırlanması sağlanmalıdır. Yol kenarı üniteleri, merkezi sistemler ve benzer tüm altyapı ile kurulacak test alanları ile paydaşlara canlı test desteği sağlanmalıdır. Ayrıca testlerden elde edilecek sonuçlar kapsamında lisanslama, olası belgelendirme, pilot projeler ve fizibilite çalışmaları yapılması gerekmektedir.

- **K-AUS Alanında Mevcut Durumun Ortaya Konulması**

Öneri olarak; ulaşımda K-AUS'nin mevcut durumu ortaya konularak, gelecekte sürdürülebilir bir hareketlilik sağlamak için potansiyel uygulamaların nasıl geliştirilmesi gerektiği hakkında bir Ar-Ge çalışması yapılmalı ve ayrıca K-AUS'nin yaratacağı potansiyel faydalar araştırılmalıdır.

K-AUS için gerçekleştirilecek bir fayda-maliyet analizi ile ülkemiz için getireceği ekonomik etkiler ortaya çıkacaktır. K-AUS'nin AUS ekosistemine yapacağı etkileri değerlendirmek amacıyla PEST (Politik, Ekonomik, Sosyal ve Teknolojik) ve GZFT (Güçlü ve Zayıf Yönler ile Fırsatlar ve Tehditler) analizleri gibi analiz çalışmaları ile de ülkemizin mevcut durumu ortaya konmuş olacaktır.

- **K-AUS'ye Yönelik Öncelikli Hizmetleri Belirlenmesi**

Öneri olarak; AUS ekosisteminde yer alan paydaşlar ile K-AUS konusunda anket çalışması gerçekleştirilmeli ve bu anket kapsamında K-AUS'nin konuşlandırması için hizmetler belirlenmeli, güvenlik, verilerin korunması, hibrit iletişim yaklaşımı, yasal çerçeve, birlikte çalışabilirlik gibi konularda elde edilecek veriler gerçekleştirilecek analizlerde kullanılmalıdır.

- **Karayolları Trafik Kanununda Değişiklik Yapılmasına Karar Verilmesi**

Öneri olarak; otoyolların belirli kesimlerinde K-AUS hizmetlerinin kurulumuna yönelik çalışmaların yapılabilmesi amacıyla Karayolları Trafik Kanununun ve Yönetmeliğinin gözden geçirilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Kanun üzerinde değişikliğe gidilmesine veya K-AUS hizmetlerinin kurulumunda yeni mevzuata gerek duyulup duyulmadığına karar verilmesi, değişiklik için yapılan hazırlık çalışmasında mevcut mevzuatın K-AUS hizmetlerinin kurulumuna müsaade edip etmediğinin ve ek düzenleme ile değişikliklere ihtiyaç duyulup duyulmadığının araştırılması sağlanmalıdır.

- **Kişisel Verilerin Güvenliğinin Sağlanması**

Öneri olarak; K-AUS iletişimlerinin güvenliğini sağlamak için kurallar belirlemeli, veri toplama standartları oluşturularak, verilerin siber saldırılara karşı güvenliği sağlanmalıdır. Araçlardan yayılan veri, tanımlanmış veya tanımlanabilir bir gerçek kişi ile ilgili olması ve kullanıcıları dolaylı olarak tanımlanması nedeniyle kişisel veri olarak nitelendirilmelidir.

Sistem güvenlik önlemlerinin ve erişim haklarının tasarımı ile kullanıcı gizliliği, kullanıcı sorumluluğu ve güvenliği sağlanmalıdır. Siber güvenliği etkileyen ve gizlilik içeren düzenlemelerde Kişisel Verileri Koruma Kurulu (KVKK) mevzuatına uygun olacak şekilde kişilere verileri konusunda güvence verilmeli, ortak güvenlik ve sertifika politikası belirlenmelidir. Sadece doğrudan terörist saldırıları ve içerden yapılan ataklar gibi doğrudan saldırılar değil, kullanıcı hataları, sensor/ekipman hataları ve doğal afetler gibi durumlarda

oluşabilecek güvenlik tehlikeleri de düşünölmelidir. K-AUS servis sağlayıcıları kullanıcılara şeffaf terimler ve koşullar sunmalıdır.

- **Test Çalışmalarına ve Pilot Projelere Katılım Sağlanması**

Öneri olarak; K-AUS ile ilgili AB kapsamında yapılan ilgili testlere ve pilot projelere katılım sağlanmalı ve bağlantılı ve otonom sürüşe yönelik olarak Türkiye’de de test çalışmalarının gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır.

AB’de K-AUS test koridoru oluşturulmasına yönelik çalışmalar başlanmış, Almanya, Hollanda ve Avusturya arasında Kooperatif AUS Koridoru oluşturulmasına karar verilmiştir. Rotterdam (Hollanda) 'dan, Frankfurt / Main (Almanya)' a ve Viyana (Avusturya) 'ya kadar uzanan otoyollar boyunca uzanan koridor, K-AUS konuşlandırmasının rotası olarak seçilmiştir. Proje, işbirliği yapan ölkeler tarafından finanse edilmektedir. Alman, Hollandalı ve Avusturyalı karayolu operatörleri, Avrupa'daki kooperatif sistemlerini aşamalı olarak uygulamaya başlamıştır. Yapılan uygulamalar yol çalışması uyarısı ve gelişmiş trafik yönetimi için araçlardan verilerin toplanması üzerine yoğunlaşmıştır. Saha testlerinde, hibrit iletişim yaklaşımı benimsenmiş hücresele ve ITS-G5 teknolojilerinin de yer aldığı denemeler gerçekleştirilmiştir.

C-Roads Platformu, sınır ötesi uyum ve birlikte çalışabilirlik ışığında K-AUS hizmetlerini test etmek ve uygulamak için Avrupa üye devletleri ve karayolu operatörlerinin ortak bir girişimidir. C-Roads tarafından belirlenen 17 pilot bölge ile K-AUS Platformu tarafından belirlenmiş olan Gün 1 hizmetlerinin test edilmesi ve kurulumuna yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

- **K-AUS’ye Yönelik Test Çalışmalarının Gerçekleştirilmesi**

Öneri olarak; K-AUS test ve uygulama koridoru ve akıllı taşıt ve trafik sistemleri uygulama ve test merkezi ile otonom araç teknolojileri, V2X sistemlerine yönelik geliştirilen V2V, V2I, V2N, V2P gibi K-AUS sistemlerin testlerinin yapılabilmesi ve bu alandaki çözüm ve ürünlerin

geliştirilmesine katkı sağlanması gerçekleştirilmelidir. Ülkemizde uygulanması planlanan K-AUS hizmetleri, AB K-AUS stratejisi göz önünde bulundurularak belirlenmeli ve test koridorunda denenmesi sağlanmalıdır.

Türkiye’de, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi ve Türk Telekom, Vodafone, Turkcell ile 5G Vadisi – Açık Test Sahası Protokolü imzalanmıştır. 5G ve Ötesi teknolojiler haberleşme teknolojilerinin daha fazla kullanılacağı dikey endüstriler olarak adlandırılan bilgi, eğlence, sağlık, enerji, ulaşım ve tarım gibi sektörleri de bünyesinde barındırmaktadır. 5G teknolojisinin sağladığı imkânlarla, 5G ile dikey sektörlerde dönüşüm yaşanacaktır. 5G Vadisi’nde BTK, üniversiteler ve işletmecilerin işbirliği ile 5G ve dikey sektörlerle ilişkin Ar-Ge, Ür-Ge ve testlerinin yapılacağı bir altyapı kurulması hedeflenmektedir. 5G Vadisi – Açık Test Sahası projesi ile üniversite yerleşkeleri, teknoparklar, BTK merkez ve laboratuvar binası başta olmak üzere şehir hastaneleri, diğer kamu binaları gibi yerleşimlerde, başta haberleşme, şehircilik, ulaştırma, sağlık ve enerji olmak üzere birçok endüstri için çözüm sunacak hizmet, ürün ve uygulamalar geliştirilmesi planlanmaktadır. 5G Vadisi – Açık Test Sahası ile kamu-üniversite-işletmeci-sanayi işbirlikleri bağlamında etkili araştırmalar ve projeler yürütülmesine ve elektronik haberleşme sektörünün tüm paydaşları için yeni Ar-Ge fırsatlarına olanak sağlanması hedeflenmektedir (BTK, 2017).

Aynı zamanda UDHB ile Open Networking Foundation (ONF) arasında 5G ve yeni nesil iletişim teknolojileri konusunda işbirliği protokolü imzalanmıştır. İşbirliği protokolü ile 5G altyapısının da temelini oluşturacak teknolojilere yönelik saha testi gerçekleştirilmesi planlanmaktadır (UDHB, 2018b).

5G Vadisi – Açık Test Sahası’nda K-AUS test koridoru oluşturulmalıdır. Test koridoru ile araçların mobil iletişimi için çeşitli kullanım senaryoları oluşturulmalıdır. Mevcut hücresele iletişim altyapısı aracılığıyla K-AUS hizmetlerinin kapsamı artırılmalı, 5G temelli Hücresele V2X’e yönelik denemeler gerçekleştirilmelidir. 5G altyapı sağlayıcıları ile otomotiv ve akıllı ulaşım sistemleri sektörünün işbirliği içinde çalışmasının karşılıklı fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Öneri olarak; V2X ile birlikte geliştirilecek olan testler ve pilot projelerde diğer tüm haberleşme protokollerine yer verilmesi amacıyla geliştirilmelerin yapılması sağlanmalı ve ayrıca DSRC, ITS-G5, TMC, DBS (DAB +, Uydu) gibi çözümlerle de denemeleri gerçekleştirileceği test ortamları oluşturulmalıdır. Bu testlerde hibrit iletişim yaklaşımına öncelik verilmelidir ve öncelikle Hücreli V2X ve araçsal ağlar ile hibrit iletişim yaklaşımı sağlanmalıdır.

Oluşturulacak strateji ve gerçekleştirilecek test çalışmaları ile karayolu operatörleri, servis sağlayıcılar, araç ve radyo ekipman üreticileri hibrit iletişim yaklaşımına dahil edilmelidir. Böylelikle farklı teknolojiler kullanılarak haberleşen teknolojiler geliştirilmiş olacaktır. V2X haberleşmesi ve GNSS teknolojilerinin etki alanları arasında uyum sağlanmalıdır. Bu kapsamda geliştirilen teknolojilere telsiz haberleşme protokolleri ve GNSS teknolojisi sayesinde konum-zaman esaslı konumlandırma teknolojilerini geliştirerek Ar-Ge sürecine bağlı önemli sonuçlar elde edilebilmesi mümkün olacaktır.

6. SONUÇ

Dünya’da, bilgi ve iletişim teknolojilerdeki gelişmeler sonucunda endüstriyel ve dijital bir devrim yaşanmaktadır. Ulaştırma sektöründe de bu gelişmeler doğrultusunda bir değişim, dönüşüm yaşanmaktadır. Bu durum, ulaştırma sistemimizin güvenliğini geliştirmek ve sürdürmek adına büyük bir fırsattır.

Ulaştırma sektöründeki bu gelişmeler, geleceğin karayolu ulaşım sistemini de şekillendirmeye başlamıştır. AUS uygulamalarının da bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi ile birlikte değişim içinde olduğu görülmektedir. Bu değişim beraberinde Kooperatif AUS kavramını getirmiştir.

K-AUS ile ulaşım ekosistemindeki elemanlar arasında gerçek zamanlı veri alışverişi mümkün kılınarak, hareketlilik artarken, kaza sayısı, hareketliliğin artması ve zararlı madde emisyonlarının azaltılması sağlanmaktadır. Bağlantılı ve otonom araçlar sayesinde, seyahat sırasında, güvenlik, emniyet, emisyon azaltma ve zaman yönetimi açısından değişiklikler yapılabilmektedir.

Ulaştırma, ekonomik gelişim ile bağlantılıdır ve K-AUS, ulaştırma ağındaki ekonomik gelişmeyi iyileştirme konusunda önemli bir potansiyele sahiptir.

Küresel çapta, K-AUS’ye yönelik gelişmeler gittikçe hız kazanmaktadır. K-AUS uygulamalarının konuşlandırılması, önde gelen ülkelerin K-AUS gündeminin bir parçası haline gelmektedir. Başta AB ülkeleri olmak üzere, ABD, Avustralya, Japonya gibi ülkelerin teknolojiyi en üst düzeyde kullandıkları ve K-AUS konusunda büyük gelişmeler gerçekleştirdiği görülmektedir.

K-AUS yakın gelecekte otomotiv sektörünün, trafik mühendisliğinin ve trafik yönetiminin değişmesinde etkili olacaktır.

K-AUS'nin beraberinde getireceği ekonomik ve toplumsal dönüşüm, giderek büyüyen ulaşım sektörü ile birlikte devletlerin ekonomisi üzerinde belirleyici unsurlardan biri olacaktır. K-AUS'nin ulaştırma sisteminde gerçekleştireceği değişime yönelik olarak gerekli tedbirler alınmalı, altyapı ve üstyapıya yönelik dönüşümler sağlanmalıdır. K-AUS ulaştırma sistemimizi daha da geliştirmek adına büyük bir fırsattır.

Ülkemizin AUS 2023 vizyonu “Tüm ulaşım hizmetlerinin bilgi ve iletişim teknolojileriyle yönetildiği ve yönlendirildiği, kendi içinde ve dünya ile entegre bir Türkiye” olarak tanımlanmış, bu vizyona ulaşmak için hazırlanan Strateji Belgesi'nin genel amacı ise “Bütün ulaşım türlerinde bilgi ve iletişim teknolojilerini gereğince kullanarak entegre, güvenli, etkin, verimli, yeniliğe açık, insana saygılı, çevre dostu, sürdürülebilir ve akıllı bir ulaşım ağına erişmek” olarak belirlenmiştir (UDHB, 2014). Tanımlanan misyon ve belirlenen amaca ulaşabilmek için ülkemizde, Kooperatif AUS'ye yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesi ve K-AUS'nin hedeflediği ulaşım ağına erişilebilecek şekilde kullanılması önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında kooperatif akıllı ulaşım sistemleri detaylı bir biçimde değerlendirilmiştir. Ayrıca, Avrupa Birliği'nin K-AUS konusundaki stratejisi, hedefleri ve raporları incelenerek, bu uygulamaların ülkemizde konuşlandırılması amacıyla Türkiye için önerilerde bulunulmuştur.

Kooperatif AUS alanında ülkemizin ihtiyaçlarının ortaya konması, ülkemiz için tasarlanması hedeflenen AUS mimarisine uygun olacak şekilde, K-AUS alanında yaşanan gelişmeler göz önünde bulundurularak hazırlanması, gerçekleştirilecek yatırımların uluslararası ve ulusal düzeyde belirlenecek standartlara uygun olarak, K-AUS temelinde bulunan haberleşmenin kapsamlı güvenliğinin siber tehditler ve kişisel verilerin korunması konuları da dikkate alınarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple tüm strateji, politika ve planlarda K-AUS'nin faydalarından azami derecede yararlanılmasını amaçlayan tedbirlere yer verilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

3GPP. (2017): Release 14 3GPP İnternet Sitesi: <http://www.3gpp.org/release-14>

5G Americas (2016): V2X Cellular Solutions

5G-PPP. (2015): 5G Empowering Vertical Industries: https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2016/02/BROCHURE_5PPP_BAT2_PL.pdf

Al-Sultan, S., Al-Doori, M.M., Al-Bayatti, A.H. and Zedan, H. (2014). A Comprehensive Survey on Vehicular Ad Hoc Network. Journal of Network and Computer Applications, 37. Leicester. UKs.380-392. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2013.02.036>

Analysys Mason. (2017): Final Report for 5GAA Socio-Economic Benefits of Cellular V2X. London:UK

Austrroads. (2015): Concept of Operations for C-ITS Core Functions. Sidney: Austrroads

AUSDER. (2017): Akıllı Ulaşım Sistemleri Ülke Mevzuatının Genel Çerçevesi. AUSDER: Ankara

Avrupa Birliği. (2011): 2010/40/EU Sayılı AUS Yönergesi. Brüksel: Avrupa Birliği.

Avrupa Birliği. (2016): Declaration of Amsterdam Cooperation in the Field of Connected and Automated Driving. Amsterdam: Avrupa Birliği.

Avrupa Birliği. (2016a): Research Theme Analysis Report, Cooperative Intelligent Transport Systems. Amsterdam: Avrupa Birliği.

Avrupa Komisyonu. (2008): ECC Decision of 14 March 2008 on the harmonised use of the 5875-5925 MHz frequency band for Intelligent Transport Systems (ITS) (ECC/DEC/(08)01) (2008/671/EC)

Avrupa Komisyonu. (2009). MANDATE M/453. Brüksel: Avrupa Komisyonu

Avrupa Komisyonu. (2016): A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility, Brüksel: Avrupa Komisyonu

Avrupa Komisyonu. (2016a): C-ITS Platform Final Report and Annexes Brüksel: Avrupa Komisyonu.

Avrupa Komisyonu. (2017): C-ITS Platform Final Report Phase II and Annexes, Brüksel: Avrupa Komisyonu.

Avrupa Komisyonu. (2017a): Connected and Automated Transport Studies and Reports. Brüksel: Avrupa Komisyonu.

Avrupa Komisyonu. (2017b): Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020 Smart, green and integrated transport, Brüksel: Avrupa Komisyonu.

Avrupa Komisyonu. (2017c): Public support measures for connected and automated driving, Final Report. Brüksel: Avrupa Komisyonu.

Avrupa Komisyonu. (2018): Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020 Information and Communication Technologies, Brüksel: Avrupa Komisyonu.

BTK. (2017): 5G Vadisi Açık Test Sahası İşbirliği Protokolü İmzalandı. BTK İnternet Sitesi: <https://www.btk.gov.tr/tr-TR/Kurumdan-Haberler/5G-VADISI-ACIK-TEST-SAHASI-ISBIRLIGI-PROTOKOLU-IMZALANDI> (15.8.2017)

BTK. (2018): 5G ve Dikey Sektörler Raporu. Ankara: BTK.

ERICSSON. (2018): Ericsson Mobility Report February 2018. Stockholm: İsveç.

ERTICO. (2015): Communication Technologies for future C-ITS service scenarios.

ERTICO. (2015a): Guide about technologies for future C-ITS service scenarios.

ETSI. (2009): ETSI ES 202 663 ETSI Standards, Intelligent Transport Systems (ITS); European profile standard for the physical and medium access control layer of Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band: http://www.etsi.org/deliver/etsi_es/202600_202699/202663/01.01.00_50/es_202663v010100m.pdf

ETSC. (2017): Briefing Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS). Brüksel: European Transport Safety Council.

GSMA (2013): The Mobile Economy 2013. Londra: GSMA

GSMA. (2017): Safer and smarter driving: the rollout of Cellular V2X services in Europe. Londra: GSMA

GSMA. (2018): Cellular Vehicle-to-Everything – Enabling Intelligent Transport. Londra: GSMA

IEEE. (2017). Transportation leveraging on 5G,
<http://sites.ieee.org/futuredirections/2017/09/25/transportation-leveraging-on-5g/>

Jadaana K., Zeaterb S., Abukhalilc Y., (2017): Connected Vehicles: an Innovative Transport Technology. 10. Uluslararası Bilim Konferansı Ulaştırma Bilimi ve Teknolojisi. Transbaltica 2017, Litvanya

Jimenez. (2017): Intelligent Vehicles: Enabling Technologies and Future Developments Butterworth-Heinemann, Oxford, 231.

Kenney J.B. (2011). Dedicated Short-Range Communications (DSRC) Standards in the United States.

Kök, İ. (2015): Araçtan Araca Tasarsız Ağ Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

KPMG. (2015): Connected and Autonomous Vehicles – The UK Economic Opportunity, United Kingdom. <https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/04/connected-and-autonomous-vehicles.pdf>

Ling S. Yameng L., Jian G. (2016): Architecture and Application Research of Cooperative Intelligent Transport Systems. Pekin: Çin

Sevimli, K. K., & Soytürk, M.(2010). Araçsal Ağlar. Akademik Bilişim Konferansı Şubat 2010. Muğla.

Sevimli, K. K., Soytürk, M.(2010a): Düşük Yoğunluklu Araçsal Ağlarda Zaman Gecikmeli Veri İletişimi. IEEE 18. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı Nisan 2010. Diyarbakır.

TELKODER (2017): Türkiye’de Uydu Haberleşme Hizmetleri - Tehditler ve Fırsatlar 2017. Ankara: TELKODER

Tufan, H. (2014): “Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye İçin Bir AUS Mimarisi Önerisi” Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi. Ankara: UDHB.

TÜİK. (2017): Trafik Kazalarına Neden Olan Kusurlar 2017. Ankara: TÜİK.

TÜİK. (2018): Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 2018. Ankara: TÜİK.

UDHB. (2014): Ulusal AUS Strateji Belgesi (2013-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016). Ankara: UDHB.

UDHB. (2017): Akıllı Ulaşım Sistemleri Terimleri Sözlüğü. Ankara: UDHB.

UDHB. (2017a): Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/12/20171221M1.pdf> Ankara: UDHB.

UDHB. (2018): UDHB HGM Web Sitesi: Akıllı Ulaşım Sistemleri: <http://hgm.ubak.gov.tr/tr/sayfa/49>

UDHB. (2018a): UDHB Veri Seti Mart 2018: <http://www.udhb.gov.tr/sgb/veriseti#book15/47>

UDHB. (2018b): “Yeni nesil iletişim teknolojileri dünyada ilk Türkiye’de test edilecek.” UDHB İnternet Sitesi: <http://www.udhb.gov.tr/haber-786-yeni-nesil-iletisim-teknolojileri-dunyada-ilk-turkiye%60de-test-edilecek.html> (27.02.2018)

USDOT. (2015): Estimated Benefits of Connected Vehicle Applications. Washington

<https://www.c-roads.eu/platform/> C-Roads Platformu

<http://c-its-korridor.de/> K-AUS Koridoru

<https://www.iso.org/>

ÖZGEÇMİŞ

Adı	: Ahmet Şenol
Soyadı	: KOYUNCU
Doğum Tarihi	: 03/06/1990
Doğum Yeri	: Kulu / KONYA
Lise	: 2004- 2008, Eskişehir Anadolu Lisesi.
Lisans	: (2008- 2013), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi MMF Elektrik - Elektronik Mühendisliği
Yüksek Lisans	: (2013- Devam Ediyor), Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Elektrik - Elektronik Mühendisliği ABD
Çalıştığı Kurum	: (2015- devam ediyor), Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.

**AHMET
ŞENOL
KOYUNCU**

**KOOPERATİF AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ AVRUPA
STRATEJİSİNİN İNCELENMESİ VE TÜRKİYE ULUSAL AKILLI
ULAŞIM SİSTEMLERİ STRATEJİSİ İÇİN ÖNERİLER**

**ULAŞTIRMA VE HABERLEŞME
UZMANLIĞI TEZİ**

2018