

OTONOM ARAÇLAR İÇİN SÜRÜŞ MİMARISI VE BAĞLANTILI ARAÇ TRAFİK TEST SENARYOLARININ BELİRLENMESİ PROJESİ

K-AUS Nihai Raporu

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Haberleşme Genel Müdürlüğü

Aysel KANDEMİR	Genel Müdür
Esmâ DİLEK	Genel Müdür Yardımcısı
Murat Mustafa HARMAN	Akıllı Ulaşım Sistemleri Daire Başkanı
Özgür TALİH	Şube Müdürü
Tuğçe KAYAKÖK	Mühendis
Ertuğrul HASGÜL	Mühendis
Mehmet KIVILCIM	Mühendis

Boğaziçi Üniversitesi AUS Laboratuvarı

İlgın YAŞAR	Proje Yöneticisi-Prof. Dr.
Sarp Semih ÖZKAN	Yüksek Mühendis
Alperen TİMÜROĞULLARI	Yüksek Mühendis
Volkan YILDIZ	Mühendis

TÜM HAKLARI SAKLIDIR.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın
izni olmadan bu yayının hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla
(fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi vb.) çoğaltılamaz.

ANKARA, Aralık 2024

İÇİNDEKİLER

Şekiller Listesi	iv
Tablolar Listesi.....	v
Türkçe Kısaltmalar Listesi	vi
İngilizce Kısaltmalar Listesi	vii
Tanımlar..	xvi
BÖLÜM I.....	1
1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II	3
2. METODOLOJİ.....	3
BÖLÜM III.....	4
3. K-AUS HİZMETLERİNE GENEL BAKIŞ.....	4
3.1. K-AUS'un Tanımı, İşlevleri ve Temel Faydaları.....	4
3.2. K-AUS Bileşenleri ve Teknolojik Altyapısı.....	5
3.3. K-AUS Hizmetlerinin Sınıflandırılması	6
BÖLÜM IV	27
4. K-AUS DÜNYA UYGULAMALARI.....	27
4.1. K-AUS Küresel Eğilimleri ve Politikalar	27
4.1.1. Standardizasyon ve Birlikte Çalışabilirlik	28
4.1.2. Güvenlik ve Gizlilik.....	29
4.1.3. Altyapı Kurulumu ve Geliştirilmesi.....	30
4.1.4. Hukuki ve Düzenleyici Çerçeve	30
4.1.5. Teknolojik Entegrasyon	30
4.1.6. Benimsenme ve Yaygınlaşma	32
4.1.7. K-AUS Kentsel Hareketlilik Uygulamaları	33
4.1.8. Kamu-Özel Ortaklığı	33
4.2. Dünyada K-AUS Stratejileri ve Uygulamaları	33
4.3. K-AUS'un Küresel Yaygınlaşma Durumu ve Bölgesel Farklılıklar	45
4.4. Türkiye'de K-AUS Uygulamaları ve Stratejik Yönelimler.....	47
4.5. Sonuç ve Değerlendirme	49
BÖLÜM V.....	52
5. K-AUS ALANINDA YIKICI VE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER.....	52
5.1. Bağlantılı ve Otonom Araç Teknolojileri.....	57

5.2.	Sarmal Arayüzler.....	59
5.3.	IoT	60
5.4.	Yeni Nesil Haberleşme Teknolojileri	61
5.5.	Algılama ve Görüntüleme Teknolojileri.....	62
5.6.	Büyük ve Açık Veri.....	64
5.7.	Blokzincir Teknolojisi	66
5.8.	AI, ML ve DL.....	68
5.9.	Bulut Bilişim	70
5.10.	Uç Bilişim.....	72
5.11.	Dijital İkiz.....	73
5.12.	Robotik	75
5.13.	Sonuç ve Değerlendirme	77
BÖLÜM VI.....		79
6.	K-AUS STANDARTLARI VE SINIFLANDIRILMASI.....	79
6.1.	Standardizasyon Kuruluşları.....	80
6.2.	K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Standartlar.....	81
6.3.	Sonuç ve Değerlendirme	130
BÖLÜM VII		132
7.	K-AUS HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİ.....	132
7.1.	K-AUS Bileşenleri.....	132
7.2.	K-AUS Mesajlaşma Türleri.....	134
7.3.	K-AUS Haberleşme Teknolojileri, Standartlar ve Protokoller	136
7.4.	Sonuç ve Değerlendirme	151
BÖLÜM VIII.....		153
8.	TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLEN ÖNCELİKLİ K-AUS HİZMETLERİ	153
8.1.	Türkiye K-AUS Test Güzergâhları ve Haberleşme Gereksinimleri.....	156
8.2.	Altyapı ve Haberleşme Gereksinimleri	157
8.3.	Sonuç ve Değerlendirme	161
BÖLÜM IX.....		163
9.	SONUÇ	163
KAYNAKÇA		166

Şekiller Listesi

Şekil 1. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojileri.....	6
Şekil 2. Standart Geliştirme Kuruluşları.....	81
Şekil 3. Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri	132
Şekil 4. K-AUS Bileşenleri.....	133
Şekil 5. K-AUS Haberleşme Mimarisi	141
Şekil 6. Test Güzergâhlarında Bulunan Haberleşme Topolojisi Örneği	159

Tablolar Listesi

Tablo 1. Gün 1 ve Gün 1,5 Kategorilerine Göre Sınıflandırılan K-AUS Hizmet Listesi	8
Tablo 2. Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+ Kategorilerine Göre Sınıflandırılan K-AUS Hizmetleri	12
Tablo 3. K-AUS Hizmetlerinin Kategori Bazında Sınıflandırılması.....	25
Tablo 4. K-AUS Dünya Uygulamaları	35
Tablo 5. Avrupa Ülkeleri, Asya-Pasifik Ülkeleri ve ABD'nin K-AUS Alanında Karşılaştırılması.....	46
Tablo 6. Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojilerin K-AUS Hizmetlerinde Rol Oynadığı Alanlar	53
Tablo 7. Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojiler ve K-AUS İlişkisi.....	55
Tablo 8. ABD'de K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan ve İlişkili Standartlar	82
Tablo 9. Avrupa'da K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan ve İlişkili Standartlar	85
Tablo 10. Asya-Pasifik Ülkelerinde K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan ve İlişkili Standartlar	115
Tablo 11. Türkiye'de K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Standartlar	119
Tablo 12. V2X Haberleşmesinde Kullanılan Bazı K-AUS Mesaj Türleri.....	134
Tablo 13. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojileri.....	136
Tablo 14. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojilerinin Karşılaştırılması	137
Tablo 15. K-AUS Kapsamında Kullanılan Haberleşme Teknolojileri Karşılaştırmalı Tablosu	137
Tablo 16. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Haberleşme Standartları	141
Tablo 17. K-AUS Pilot Projeleri –Teknik Analiz Tablosu.....	146
Tablo 18. Türkiye'de V2X Haberleşmesi için Önerilen Haberleşme Protokolleri.....	151
Tablo 19. V2X Haberleşmesi için Önerilen Haberleşme Protokollerine İlişkin Açıklamalar	151
Tablo 20. Türkiye için Önerilen Öncelikli K-AUS Hizmetleri	154
Tablo 21. İstanbul için Önerilen K-AUS Test Güzergâhlarının Özellikleri.....	155
Tablo 22. Önerilen K-AUS Test Güzergâhlarının Altyapı ve Haberleşme Gereksinimleri	158

Türkçe Kısaltmalar Listesi

Kısaltma	İngilizce	Türkçe
AB	European Union	Avrupa Birliği
ABD	United States of America	Amerika Birleşik Devletleri
AUS	Intelligent Transportation Systems (ITS)	Akıllı Ulaşım Sistemleri
AUS-İ	Intelligent Transportation Systems Station (ITS-S)	Akıllı Ulaşım Sistemleri İstasyonu
BM	United Nations	Birleşmiş Milletler
K-AUS	Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS)	Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri
TSE	Turkish Standards Institution	Türk Standartları Enstitüsü

İngilizce Kısaltmalar Listesi

Kısaltma	İngilizce	Türkçe
3GPP	3rd Generation Partnership Project	3. Nesil Ortaklık Projesi
4G	4th Generation	4. Nesil
5G	5th Generation	5. Nesil
AASHTO	American Association of State Highway Transportation Officials	Amerikan Karayolu ve Ulaştırma Yetkilileri Birliği
ACC	Adaptive Cruise Control	Adaptif Seyir Kontrolü
ACACCSM	Cooperative ACC String Management	Kooperatif Adaptif Seyir Kontrolü Yönetimi
AI	Artificial Intelligence	Yapay Zekâ
ANSI	American National Standards Institute	Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
APEC	Asia Pacific Economic Cooperation	Asya Pasifik Ekonomik İş birliği
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses (Japan)	Radyo Endüstrileri ve İşletmeleri Derneği (Japonya)
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions	Telekomünikasyon Endüstrisi Çözümleri Birliği
ATS	Abstract Test Suite	Özet Test Paketi
BLE	Bluetooth Low Energy	Bluetooth Düşük Enerji
BSI	British Standards Institute	İngiliz Standartları Enstitüsü
BTP	Basic Transport Protocol	Temel Taşıma Protokolü
C2C	Center-to-Center	Merkezden Merkeze
C2C-CC	Car2Car Communication Consortium	Araçtan Araca Haberleşme Konsorsiyumu
CA	Cooperative Awareness Basic Service	Kooperatif Farkındalık Temel Hizmeti
CACC	Cooperative Adaptive Cruise Control	Kooperatif Adaptif Seyir Kontrolü
CALM	Communications Access for Land Mobiles	Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi
CAM	Cooperative Awareness Message	Kooperatif Farkındalık Mesajı
CAP	Cooperative Automated Parking	Kooperatif Otonom Park Etme

CAV	Connected and Automated Vehicle	Bağlantılı ve Otonom Araç
CCAM	Connected, Cooperative, Automated Mobility	Bağlantılı, Kooperatif ve Otonom Araç Hareketliliği
CCRW	Cooperative Collision Risk Warning	Kooperatif Çarpışma Riski Uyarısı
CCSA	China Communications Standards Association	Çin İletişim Standartları Birliği
CDA	Cooperative Driving Automation	Kooperatif Sürüş Otomasyonu
CEN	European Committee for Standardization	Avrupa Standardizasyon Komitesi
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization	Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi
CITI	Cooperative Intelligent Transport Initiative	Kooperatif Akıllı Ulaşım Girişimi
CVISN	Commercial Vehicle Information Systems and Network	Ticari Araç Bilgi Sistemleri ve Ağı
CNN	Convolutional Neural Network	Evrişimli Sinir Ağı
CM	Cooperative Merging Assistance	Kooperatif Birleşme Desteği
CO	Cooperative Overtaking	Kooperatif Sollama
ConOps	Concept of Operations	Operasyon Konsepti
CPM	Collective Perception Message	Toplu Algı Mesajı
CPS	Collective Perception Service	Toplu Algı Hizmeti
CPS-HAD	Collective Perception Service for Highly Automated Driving	Yüksek Otonom Sürüş için Toplu Algı Servisi
CSN	Commonwealth Standards Network	Commonwealth Standartları Ağı
C-V2X	Cellular Vehicle-to-Everything	Hücresel Ağ Üzerinden Araçtan Her Şeye
DL	Deep Learning	Derin Öğrenme
DCC	Decentralized Congestion Control	Merkezi Olmayan Sıkışıklık Kontrolü
DEN	Decentralized Environmental Notification	Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim
DENM	Decentralized Environmental Notification Message	Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim Mesajı
DSRC	Dedicated Short Range Communication	Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme

DTI	Dynamic Traveler Information	Dinamik Yolcu Bilgileri
EBL	Emergency Brake Light Warning	Acil Durum Fren Lambası Uyarısı
ECE	Economic Commission for Europe	Avrupa Ekonomik Komisyonu
EEC	European Economic Community	Avrupa Ekonomik Topluluğu
EETS	European Electronic Toll Service	Avrupa Elektronik Ücret Hizmeti
EFC	Electronic Fee Collection	Elektronik Ücret Toplama
EMC	ElectroMagnetic Compatibility	Elektromanyetik Uyumluluk
eMMTEL	Evolution of IMS Multimedia Telephony Service	IMS Multimedya Telefon Hizmetinin Gelişimi
ERM	Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters	Elektromanyetik Uyumluluk ve Radyo Spektrumu Konuları
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization	Avrupa Kara yolu Taşımacılığı Telematik Uygulama Koordinasyon Örgütü
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
EU EIP	European ITS Platform	Avrupa AUS Platformu
E-UTRA	Evolved Universal Terrestrial Radio Access	Gelişmiş Evrensel Karasal Radyo Erişimi
E-UTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network	Gelişmiş Evrensel Karasal Radyo Erişim Ağı
EV	Electric Vehicle	Elektrikli Araç
EVCSN	Electric Vehicle Charging Station Notification	Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Bildirimi
FHWA	Federal Highway Administration	Federal Karayolu İdaresi
FNTP	Fast Networking & Transport Protocol	Hızlı Ağ ve Taşıma Protokolü
FSAP	Fast Service Announcement Protocol	Hızlı Hizmet Duyuru Protokolü
GLOSA	Green Light Optimal Speed Advisory	Yeşil Işık Optimum Hız Önerisi
GNSS	Global Navigation Satellite System	Küresel Navigasyon Uydu Sistemi
GPS	Global Positioning System	Küresel Konumlandırma Sistemi
GSM	Global System for Mobile Communication	Mobil Haberleşme için Küresel Sistem

GTDM	Global Transportation Data Management	Küresel Ulaştırma Verisi Yönetimi
HLAP	High Level Application Requirements	Yüksek Düzey Uygulama Gereksinimleri
HMI	Human Machine Interface	İnsan-Makine Arayüzü
HLN	Hazardous Location Notification	Tehlikeli Yer Bildirimi
HLN-VA	Vehicle Assistance	Araç Yardımı
HSM	Hardware Security Module	Donanım Güvenlik Modülü
I2C	Infrastructure-to-Center	Altyapıdan Merkeze
I2I	Infrastructure-to-Infrastructure	Altyapıdan Altyapıya
I2V	Infrastructure-to-Vehicle	Altyapıdan Araca
IaaS	Infrastructure as a Service	Bir Hizmet Olarak Altyapı
ICC	Integrated Circuit Card	Entegre Devre Kartı
ICRW	Intersection Collision Risk Warning	Kavşak Çarpışma Riski Uyarısı
ICS	Implementation Conformance Statement	Uygulama Uyumluluk Beyanı
IDB-C	Intelligent Data Bus – Communication	Akıllı Veri Yolu İletişimi
IEC	International Electrotechnical Commission	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
IEEE-SA	IEEE Standards Association	IEEE Standartları Birliği
IFS	Interoperability Feature Statement	Birlikte Çalışabilirlik Özellik Beyanı
IMS	IP Multimedia Subsystem	IP Multimedya Alt Sistem
IMZM	Interference Management Zone Message	Girişim Yönetim Bölgesi Mesajı
INC	Incident Information	Olay Bilgisi
IoT	Internet of Things	Nesnelerin İnterneti
IPv6	Internet Protocol Version 6	İnternet Protokolü Sürüm 6
ISC	Industrial Standards Committee- Japanese	Endüstriyel Standartlar Komitesi- Japonya
ISM	Industrial, Scientific and Medical	Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi
ISO	International Organization for Standardization	Uluslararası Standardizasyon Örgütü

ITE	Institute of Transportation Engineers	Ulaştırma Mühendisleri Enstitüsü
ITS-AID	ITS Application Object Identifiers	AUS Uygulama Nesnesi Tanımlayıcıları
ITS-G5	Frequency Band for Intelligent Transportation Systems	Akıllı Ulaşım Sistemleri için Frekans Bandı
ITS-S	Intelligent Transportation Systems Station	Akıllı Ulaşım Sistemleri İstasyonu
ITS-SCP	ITS-S Communication Profiles	AUS-İ Haberleşme Profilleri
ITS JPO	Intelligent Transportation Systems Joint Program Office	Akıllı Ulaşım Sistemleri Ortak Program Ofisi
ITU	International Telecommunication Union	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Telekomünikasyon Standardizasyon Birimi
IUT	Implementation Under Test	Test Altındaki Uygulama
IUT	Instrument Under Test	Test Altındaki Cihaz
IVBSS	Integrated Vehicle-Based Safety Systems Initiative	Entegre Araç Tabanlı Emniyet Sistemleri Girişimi
IVI	In-Vehicle Information	Araç İçi Bilgileri
JISC	Japanese Industrial Standards Committee	Japon Endüstriyel Standartlar Komitesi
KATS	Korean Agency for Technology and Standards	Kore Teknoloji ve Standartlar Ajansı
LCRW	Longitudinal Collision Risk Warning	Boylamasına Çarpışma Riski Uyarısı
LCW	Lane Closed Warning	Kapalı Şerit Uyarısı
LDM	Local Dynamic Map	Yerel Dinamik Harita
LIDAR	Light Detection and Ranging	Işık Algılama ve Uzaklık Ölçümü
LPWA	Low Power Wide Area	Düşük Güç Geniş Alan
LRMS	Location Reference Message Specification	Konum Referans Mesajı Spesifikasyonu
LTE	Long Term Evolution	Uzun Süreli Gelişim
MAC	Medium Access Control	Ortam Erişim Kontrolü
MCA	Motorcycle Approaching Indication	Yaklaşan Motosiklet Uyarısı
MCD	Multimedia Content Dissemination	Multimedya İçerik Yayımları

MCO	Multi Channel Operation	Çok Kanallı Çalışma
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output	Çoklu Giriş Çoklu Çıkış
ML	Machine Learning	Makine Öğrenmesi
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism	Arazi, Altyapı, Ulaştırma ve Turizm Bakanlığı
MMS	Multimedia Messaging Service	Multimedya Mesajlaşma Hizmeti
MOLIT	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	Kara, Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı
NPA	National Police Agency	Ulusal Polis Teşkilatı
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration	Ulusal Otoyol Trafik Güvenliği İdaresi
NEMA	National Electrical Manufacturers Association	Ulusal Elektrik Üreticileri Birliği
NITS	National Institute of Standards and Technology	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
NR	New Radio	Yeni Radyo
NTCIP	National Transportation Communications for Intelligent Transportation System Protocol	Akıllı Ulaşım Sistemleri için Ulusal Ulaşım Haberleşme Protokolü
NTN	Non-Terrestrial Networks	Karasal Olmayan Ağlar
OBU	On-Board Unit	Araç İçi Birim
OEM	Original Equipment Manufacturer	Orijinal Ekipman Üreticisi
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklama
OSA	Operational Support Agreement	Operasyonel Destek Anlaşması
OSI	Open Systems Interconnection	Açık Sistemler Arası Bağlantı
OVW	Overtaking Vehicle Warning	Sollayan Araç Uyarısı
PaaS	Platform as a Service	Bir Hizmet Olarak Platform
PARES	Public Authorities Responsible for Emergency Services	Acil Durum Hizmetlerinden Sorumlu Kamu Yetkilileri
P-GW	Packet Data Network Gateway	Paket Veri Ağı Ağ Geçidi
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	Şarj Edilebilir Hibrit Elektrikli Araç

PHY	Physical Layer	Fiziksel Katman
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement	Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı
PIXIT	Protocol Implementation Extra Information for Testing	Test için Protokol Uygulama Ek Bilgisi
PLME	PHY Layer Management Entity	PHY Katman İşletim Varlığı
PKI	Public Key Infrastructure	Açık Anahtar Altyapısı
PoTi	Position and Time Management	Konum ve Zaman Yönetimi
PP	Protection Profile	Koruma Profili
PSA	Peugeot Société Anonyme	
PSAP	Public Safety Answering Point	Kamu Güvenliği Yanıtlama Noktası
PSM	Personal Safety Messages	Kişisel Emniyet Mesajları
PUMAS	Planning Sustainable Urban Mobility in Smart Cities	Akıllı Şehirlerde Sürdürülebilir Kentsel Hareketliliğin Planlanması
RAN	Radio Access Network	Radyo Erişim Ağı
RHS	Road Hazard Signal	Yol Tehlike Sinyali
RLAN	Radio Local Area Network	Radyo Yerel Alan Ağları
RSU	Roadside Unit	Yol Kenarı Birimi
RTTT	Road Transport and Traffic Telematics	Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği
SA	Standards Australia	Avustralya Standartları
SAC	Standardization Administration of China	Çin Standardizasyon İdaresi
SaaS	Software as a Service	Bir Hizmet Olarak Yazılım
SAE	Society of Automotive Engineers	Otomotiv Mühendisleri Topluluğu
SIM	Subscriber Identity Module	Abone Kimlik Modülü
STQ	Speech and Multimedia Transmission Quality	Konuşma ve Multimedya İletim Kalitesi
SUT	System Under Test	Test Altındaki Sistem
SVM	Support Vector Machine	Destek Vektör Makinesi
TLS	Transport Layer Security	Taşıma Katmanı Güvenliği

TMDD	Traffic Management Data Dictionary	Trafik Yönetimi Veri Sözlüğü
TP	Test Purposes	Test Amaçları
TPS	Truck Platooning Systems	Kamyon Müfreze Sistemleri
TPSP	Third Party Service Providers	Üçüncü Taraf Hizmet Sağlayıcıları
TSDSI	Telecommunications Standards Development Society (India)	Telekomünikasyon Standartları Geliştirme Derneği (Hindistan)
TSG RAN	Technical Specification Group Radio Access Network	Teknik Spesifikasyon Grubu Radyo Erişim Ağı
TSS	Test Suite Structure	Test Paketi Yapısı
TTA	Telecommunications Technology Association (South Korea)	Telekomünikasyon Teknolojisi Birliği (Güney Kore)
TTC	Telecommunication Technology Committee (Japan)	Telekomünikasyon Teknolojisi Komitesi (Japonya)
TTT	Transport and Traffic Telematics	Taşıma ve Trafik Telematiği
UE	User Equipment	Kullanıcı Ekipmanı
UK-CITE	UK Connected Intelligent Transport Environment	Birleşik Krallık Bağlantılı Akıllı Ulaşım Ortamı
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
USDOT	United States Department of Transportation	Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network	Evrensel Karasal Radyo Erişim Ağı
V2D	Vehicle-to-Device	Araçtan Cihaza
V2G	Vehicle-to-Grid	Araçtan Şebekeye
V2I	Vehicle-to-Infrastructure	Araçtan Altyapıya
V2V	Vehicle-to-Vehicle	Araçtan Araca
V2X	Vehicle-to-Everything	Araçtan Her Şeye
VANET	Vehicular Ad-hoc Network	Araçlar için Geçici Ağ

W3C	World Wide Web Consortium	Dünya Çapında Ağ Konsorsiyumu
VRU	Vulnerable Road User	Savunmasız Yol Kullanıcısı
VRUP	Vulnerable Road User Protection	Savunmasız Yol Kullanıcısı Koruması
VMS	Variable Message Sign	Değişken Mesaj İşareti
WAVE	Wireless Access in Vehicular Environments	Araç Ortamları için Kablosuz Erişim
WLAN	Wireless Local Area Network	Kablosuz Yerel Alan Ağı
WWD	Wrong Way Driving Warning	Ters Yönde Giden Araç Uyarısı

Tanımlar

- Açık Anahtar Altyapısı (PKI)** : Dijital sertifikaları oluşturmak, kullanmak, depolamak, iptal etmek ve açık anahtarlı şifrelemeyi yönetmek için gereken bir dizi rol, politika, donanım, yazılım ve prosedürdür.
- Akıllı Şehir** : Şehrin planlamasını, yönetimini, inşasını ve akıllı hizmetleri kolaylaştıracak nesnelerin interneti (IoT), bulut bilişim, büyük veri ve entegre coğrafi bilgi sistemleri gibi yeni nesil bilgi iletişim teknolojilerinin uygulandığı yeni bir modeldir. Veri toplamak için farklı türde elektronik IoT unsurları ve sensörleri kullanan; varlıkları, kaynakları ve hizmetleri verimli bir şekilde yönetmek için bu sensörlerden elde edilen bilgileri kullanan kentsel bir alandır.
- Akıllı Ulaşım** : Mevcut ve yenilikçi teknolojiler ile iyi tasarlanmış stratejilerin, ulaşımın tüm alanlarına entegre edilmesiyle iyi yönetilen, verimli, emniyetli, konforlu, ekonomik, adil ve güvenli hareketliliğin tesis edilmesidir.
- Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)** : Trafiği yönetmek, ulaşım ağlarını optimize etmek ve ulaşım sistemlerinin verimliliğini, güvenliğini, sürdürülebilirliğini, erişilebilirliğini ve entegrasyonunu artırmak için kullanılan bilgi ve iletişim teknolojisi tabanlı sistemlerdir.
- Araç Ortamları için Kablosuz Erişim (WAVE)** : Akıllı ulaşım sisteminde güvenlik ve konfor sunan uygulamaları desteklemek için birlikte çalışabilir, verimli ve güvenilir kablosuz iletişimleri sağlayan, ABD Federal Haberleşme Komisyonu tarafından tanımlanmış, kısa mesafeli ortamlarda, güvenli ve hızlı iletişimi sağlamayı amaçlayan, DSRC tabanlı bir kablosuz haberleşme teknolojisidir.
- Araç Tabanlı Sistem, Yerleşik Sistem** : Genellikle araç içi yerleşik donanıma dayalı olan AUS fonksiyonlarını gerçekleştiren sistemlerdir.

- Araç İçi Birim (OBU)*** : Araçta yer alan GPS ve diğer sensörler aracılığıyla aracın konumunu ve durumunu belirleyen, kablosuz iletişim teknolojileri aracılığıyla diğer cihazlarla iletişim kurabilen; araca sabitlenmiş ya da araçla birlikte verilen birim/donanımdır.
- Araçtan Ağa (V2N)*** : Araçların hücresel ağları kullanarak internet bağlantısı kurmasını sağlayan bir hücresel araçtan her şeye (C-V2X) bağlantı şeklidir. V2N; araçlar, altyapı, bulut, veri merkezi ve merkez arasında hücresel ağ üzerinden kurulan haberleşmedir.
- Araçtan Altyapıya (V2I)*** : Motorlu araç kazalarını önlemek veya azaltmak ve aynı zamanda emniyet, güvenlik, hareketlilik ve çevresel faydalar sağlamak amacıyla araçlar ve kara yolu altyapısı arasında kritik güvenlik ve operasyonel verilerin kablosuz alışverişidir.
- Araçtan Araca (V2V)*** : Aracın yakındaki araçlarla gerçek zamanlı veri alışverişidir. V2V, araçların çok yönlü mesajlar yayınlamasına ve almasına olanak tanıyarak yakındaki diğer araçlar hakkında 360 derecelik bir “farkındalık” oluşturmaktadır.
- Araçtan Her Şeye (V2X)*** : Bir aracın çevresindeki olası herhangi bir iletişim ortağıyla kablosuz, gerçek zamanlı veri iletişimidir. Modern kablosuz haberleşme teknolojileri, araçların; herhangi bir zamanda, herhangi bir yerden, herhangi bir ağ altyapısına bilgi iletmesine ve bilgi almasına olanak sağlamaktadır. Araçtan araca (V2V), araçtan altyapıya (V2I), araçtan yayaya (V2P), araçtan ağa (V2N), V2X’in türleri arasındadır.
- Araçtan Yayaya (V2P)*** : Yürüyen insanlar, bebek arabasıyla götürülen çocuklar, tekerlekli sandalye veya diğer hareketlilik cihazları kullanan kişiler, otobüs ve trenlere binen ve inen yolcular ve bisiklete binen insanlar dahil olmak üzere geniş bir araç-yaya grubunu kapsayan iletişim türüdür. V2P, bir araç ile bir yaya veya yakın mesafedeki birden fazla yaya arasında doğrudan iletişimi içermektedir.

- AUS Mimarisi** : AUS uygulamalarını planlamak, tanımlamak, entegre etmek, birlikte çalışabilirliği sağlamak, ulaşım faaliyetlerini iyileştirerek verimliliği artırmak ve yeni kullanıcı hizmetlerini desteklemek için AUS uygulamalarının geliştirilmesine yönelik bir çerçevedir.
- Bağlanabilirlik** : Bağlantılı veya bağlayıcı olma durumu veya kalitesidir. Diğer bilgisayar sistemlerine, elektronik cihazlara, yazılımlara veya internete bağlanma ve bunlarla iletişim kurma yeteneğidir.
- Bağlantılı Araç** : Sürücüyle, yoldaki diğer araçlarla, yol kenarı altyapısıyla ve bulut aracılığıyla diğer sistem ve hizmetlerle iletişim kurmak için farklı haberleşme teknolojilerini kullanan araçtır.
- Bölgesel AUS Mimarisi** : Bölgesel AUS projelerinin uygulanması için kurumsal anlaşma ve teknik entegrasyon sağlamak amacıyla belirli bir bölgeye özel olarak uyarlanmış bir mimari çerçevedir. Bölgesel AUS mimarisi, ulusal aus mimarisi referans alınarak yapılan yerelleştirme çalışmasıdır.
- Bulut Bilişim** : Bilgisayarlar ve diğer cihazlar için istendiği zaman kullanılabilen ve kullanıcılar arasında paylaşılan bilgisayar kaynakları sağlayan, internet tabanlı bilişim hizmetlerinin genel adıdır.
- Geniş Bant** : Geleneksel elektronik haberleşme şebekelerinden yeni nesil şebekelere geçişle birlikte, daha yüksek bant genişlikleri üzerinden yüksek hızlarda ve yüksek kapasiteli iletim teknolojisidir.
- Hareketlilik** : Özgürce hareket edebilme yeteneğidir. İnsanları, malları ve hizmetleri hareket ettirme yeteneği ve kolaylığıdır.
- Hücreli Ağ Üzerinden Araçtan Her Şeye (C-V2X)** : Araçlara, hücreli sistemler üzerinden düşük gecikmeli olarak araçtan araca (V2V), araçtan yol kenarındaki altyapıya (V2I), araçtan yayaya (V2P), kısaca araçtan her şeye iletişim sunmak için tasarlanmış birleşik bir bağlantı platformudur.

- IEEE 802.11** : IEEE 802 yerel alan ağı (LAN) teknik standartlar setinin bir parçasıdır ve kablosuz yerel alan ağı (WLAN) bilgisayar haberleşmesini uygulamak için ortam erişim kontrolü (MAC) ve fiziksel katman (PHY) protokolleri setini belirtir.
- IEEE 802.11p** : Araç iletişim sistemlerine kablosuz erişim özelliğini eklemek için IEEE 802.11 standardında yapılmış değişiklikler sonucunda oluşturulmuştur. Otomotiv ve AUS uygulamalarını desteklemek için özel olarak tasarlanmış kısa mesafeli WLAN iletişimini kapsamaktadır.
- Kapalı Test Alanı** : Araç, haberleşme, güvenlik vb. alanlarda geliştirilen teknolojilerin test edildiği trafiğe kapalı test sahasıdır.
- Kooperatif Farkındalık** : Yol kullanıcılarının ve yol kenarı altyapısının birbirlerinin konumu, dinamik verileri ve nitelikleri hakkında bilgilendirilmesidir.
- Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS)** : Dünya'daki ve Dünya yakınındaki GPS alıcılarına, en az dört GPS uydusunu görebilmeleri şartıyla coğrafi konum ve saat bilgisi sağlayan küresel uydu navigasyon sistemlerinden biridir.
- Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim Mesajı (DENM)** : Güzergâh üzerindeki bir engeli, tehlikeyi, kazayı veya anormal trafik durumu ile ilgili bilgileri, türü ve konumu da dahil olmak üzere içeren standardize edilmiş çevresel mesaj türüdür.
- Ortam Erişim Kontrolü (MAC)** : Hangi ağ ögesinin hangi zaman aralığında ağ ortamına (örneğin; kablo) veri aktarabileceğini belirleyen bir alt katmandır.
- Otomatik Acil Durum Çağrısı (eCall)** : Acil bir durumu bildirmek için ilgili operatöre otomatik araç içi ekipman veya otomatik olay algılama sistemi tarafından başlatılan çağrıdır.
- Otonom Araç** : Sürücü müdahalesine ihtiyaç duymadan radar, LIDAR, GPS, odometre, yapay zekâ (AI), sensörler, kameralar vb. teknolojileri kullanarak çevresindeki nesneleri algılayan, gerçek zamanlı verileri kullanarak hareket edebilen, sürücü desteğinden tam otomasyona kadar belirli otomasyon seviyelerinde otonom olarak hareket edebilen araçtır.

- Otonom Hareketlilik** : Kendi başına hareket edebilen, karar alabilen ve bunu uygulayabilen araç ve nesnelerin hareketliliğidir.
- Otonom Sürüş** : Bir aracın sürücü müdahalesi olmadan çevresel verileri algılayarak ve analiz ederek araçtaki donanımlar ve teknolojiler yardımıyla kendi kendine hareket edebilme yeteneğidir. Bu teknoloji; sensörler, kameralar, radarlar ve AI algoritmaları kullanarak aracın güvenli bir şekilde seyretmesini sağlamaktadır. Otonom sürüş, Seviye 0'dan Seviye 5'e kadar değişen otonomluk seviyelerine sahiptir. Seviye 0 tamamen manuel kontrolü ifade ederken, Seviye 5 tam otonom sürüşü, yani insan müdahalesine gerek duymayan sürüşü temsil etmektedir.
- Radyo Frekansıyla Tanımlama (RFID)** : Radyo frekansı kullanarak nesneleri, tekil ve otomatik olarak tanıma yöntemidir.
- Siber Güvenlik** : Siber uzayı oluşturan bilişim sistemlerinin saldırılardan korunmasını, bu ortamda işlenen bilginin gizliliği, bütünlüğü ve erişilebilirliğinin güvence altına alınmasını, saldırıların ve siber olayların tespit edilmesini, bu tespitlere karşı tepki mekanizmalarının devreye alınmasını ve sonrasında ise sistemlerin yaşanan siber olay öncesi durumlarına geri döndürülmesini kapsayan faaliyetler bütünüdür.
- Siber Saldırı** : Siber uzaydaki bilişim ve endüstriyel kontrol sistemlerinin veya bu sistemler tarafından işlenen bilginin gizliliği, bütünlüğü veya erişilebilirliğini ortadan kaldırmak amacıyla siber uzayın herhangi bir yerindeki kişi veya bilişim sistemleri tarafından kasıtlı olarak yapılan işlemlerdir.
- Siber Uzay** : Doğrudan ya da dolaylı olarak internete, elektronik haberleşme ve bilgisayar ağlarına bağlı olan tüm sistem ve hizmetlerdir.
- Sürdürülebilir Ulaşım Sistemi** : Toplumun temel erişim ve kalkınma ihtiyaçlarının güvenli, insan ve ekosistem sağlığıyla tutarlı bir şekilde karşılanmasına izin veren ve

birbirini takip eden nesiller arasında eşitliği teşvik eden ulaşım sistemidir.

Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) : Kara yolundaki araçlar için tasarlanmış, araçların birbiriyle, diğer yol kullanıcılarıyla ve yol kenarındaki donanımlarla çift yönlü haberleşmesini sağlayan kısa veya orta mesafeli kablosuz haberleşme teknolojisidir.

Trafik Yönetimi : Yayaalar, bisikletliler ve her türlü araç dahil olmak üzere hem sabit hem de hareketli trafiğin organizasyonu, düzenlenmesi, yönlendirilmesi ve kontrol edilmesidir. Trafik yönetimi, kişilerin ve yüklerin güvenli, düzenli ve verimli bir şekilde hareket etmesini sağlamayı ve trafik tesisleri üzerindeki ve bitişindeki yerel çevrenin kalitesini korumayı ve mümkün olduğunda geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Uzun Süreli Gelişim (LTE) : 4G olarak da bilinen LTE, 3G'den daha yüksek bant genişliği ve daha düşük gecikme ile günlük hayatta hızlı ve kaliteli bir altyapı sağlamanın yanı sıra, güvenlik uygulamalarını da bir adım öteye taşıyan bir teknolojidir.

Yapay Zekâ (AI) : Bir bilgisayarın veya başka bir makinenin; öğrenme, mantıksal çıkarım, muhakeme etme, geçmiş deneyime dayanarak kararlar alma, yetersiz ya da çelişkili bilgilere dayanarak konuşulan dili anlama yeteneği gibi insan zekâsı ile ilgili eylemleri gerçekleştirmeye yönelik bilgisayar bilim dalıdır.

Yeşil Işık Optimum Hız Önerisi (GLOSA) : Sinyalize kavşağa yaklaşan sürücülere hız tavsiyesi sunarak kavşakta durmadan yeşil süre boyunca kavşağı geçmelerini sağlayan K-AUS hizmetidir.

Yıkıcı Teknoloji : Yerleşik endüstrileri ve pazarları önemli ölçüde değiştiren, yeni sektörler ve iş modelleri oluşturan bir yeniliktir.

Yol Kenarı Birimi (RSU) : Yol boyunca yerleştirilmiş araçlarla merkezlerle ve birbiriyle haberleşebilen donanımdır.

1. GİRİŞ

Gelişen şehirleşme dinamikleri, artan nüfus ve buna bağlı olarak yükselen taşıt sayısı, günümüz ulaşım sistemlerinde, trafik sıkışıklığını, yalnızca operasyonel değil; aynı zamanda çevresel ve toplumsal bir sorun haline getirmiştir. Bu karmaşık soruna çözüm arayışları, ulaşım altyapısında dijitalleşme ve otomasyon sistemlerinin önünü açmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin ulaşımına entegre edilmesiyle şekillenen **akıllı ulaşım sistemleri (AUS)**, son yıllarda hem kamu politikalarının hem de araştırma-geliştirme faaliyetlerinin odak noktası haline gelmiştir.

Kalabalık şehirlerde can kayıplarına yol açan trafik kazaları ve sera gazlarındaki artışın yol açtığı hava kirliliği gibi birçok sorun nedeniyle akıllı şehircilik çözümlerine yönelik yapılan araştırmalar, AUS'un bir adım ötesi olarak görülen kooperatif akıllı ulaşım sistemleri (K-AUS) kavramına odaklanmaktadır (Talih & Tektaş, 2023). K-AUS; araçlar, altyapı, yayalar, ağ sistemleri ve diğer yol kullanıcıları ile gerçek zamanlı, çok yönlü haberleşme kurarak yüksek düzeyde farkındalık ve karar desteği sağlamaktadır. Bu etkileşim; trafik yoğunluğunun azaltılması, kaza oranlarının düşürülmesi, yakıt tüketimi ve karbon emisyonlarının kontrol altına alınması gibi çok boyutlu kazanımlar sağlamaktadır. K-AUS, şehir içi hareketliliğin daha sürdürülebilir, erişilebilir ve emniyetli hale getirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca optimize edilmiş rota planlaması ve araçtan her şeye (V2X) haberleşmesi gibi uygulamaları destekleyen K-AUS, sürdürülebilirlik hedeflerinin ilerletilmesinde ve daha yaşanabilir, dirençli şehirler oluşturtulmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Son yıllarda haberleşme altyapısındaki dönüşüm, yapay zekâ (AI) ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerin ulaşım sistemlerine entegrasyonu, AUS ve K-AUS uygulamalarını daha etkin ve yaygın hale getirmiştir. Özellikle 5G, uç bilişim, blokzincir ve dijital ikiz gibi yıkıcı teknolojiler, bu sistemlerin kapasitesini önemli ölçüde genişletmektedir. Ancak bu gelişmeler; veri güvenliği, siber tehditler, etik sorumluluklar ve kurumsal koordinasyon gibi çok katmanlı riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle K-AUS'un planlanması ve uygulanması, yalnızca teknolojik değil; aynı zamanda hukuki, yönetsel ve toplumsal boyutları da içeren çok paydaşlı ve bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir.

Bu nihai rapor, **“Otonom Araçlar İçin Sürüş Mimarisi ve Bağlantılı Araç Trafik Test Senaryolarının Belirlenmesi Projesi”** kapsamında hazırlanan K-AUS ve ilişkili konuları

içeren beş temel çalışmanın kritik bulgularını ve özetlerini bir araya getirmektedir. Rapor, sırasıyla **K-AUS Hizmetlerine Genel Bakış, K-AUS Dünya Uygulamaları, K-AUS Alanında Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojiler, K-AUS Standartları ve Sınıflandırılması, K-AUS Haberleşme Teknolojileri ve Türkiye için önerilen ncelikli K-AUS Hizmetleri** bafllıkları altında yürütülen detaylı analizleri, bütüncül bir bakış açısıyla birleştirmektedir. Böylece Türkiye'nin AUS ekosistemine, K-AUS'a geçiş sürecinde rehberlik edecek teknik, kurumsal ve stratejik bir ereve sunarak ilgili tüm paydaşlara karar alma süreçlerinde referans olmayı amaçlamaktadır.

2. METODOLOJİ

K-AUS Nihai Raporu, sekiz bölümden oluşmaktadır. **Birinci bölümde**; AUS, K-AUS kavramlarından ve amaçlarından bahsedildiği giriş bölümü yer almaktadır. **İkinci bölümde**; raporun oluşturulma şekline ilişkin bilgi verilmiştir. **Üçüncü bölümde**; K-AUS hizmetlerine, işlevlerine, K-AUS bileşenlerine, teknolojik altyapıya ve K-AUS hizmetlerine ilişkin genel bir bakış sunulmuştur. **Dördüncü bölümde**; “K-AUS Dünya Uygulamaları Raporu” kapsamında yapılan literatür taraması ile K-AUS alanındaki küresel eğilimler ve dünyadaki K-AUS uygulamaları özetlenmiştir. **Beşinci bölümde**; “K-AUS Alanında Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojiler Raporu” kapsamında araştırılan yıkıcı ve yenilikçi teknolojilerin K-AUS’taki yeri ve bu teknolojilerin K-AUS’a etkileri incelenmiştir. **Altıncı bölümde**, “K-AUS Standartları ve Sınıflandırılması Raporu” kapsamında K-AUS alanında gerçekleştirilen standardizasyon çalışmalarının, K-AUS’un gelişimindeki önemi ile farklı ülkelerde ve bölgelerde yayınlanan K-AUS standartları üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Buna ek olarak Türkiye’de K-AUS hizmetlerinde kullanılması önerilen standartlara yer verilmiştir. **Yedinci bölümde**; “K-AUS Haberleşme Teknolojileri Raporu” kapsamında K-AUS uygulamalarında kullanılan haberleşme teknolojileri ile protokolleri özetlenmiştir. **Sekizinci bölümde**; “Türkiye için Öncelikli K-AUS Senaryoları Raporu” dahilinde, ülkemizde K-AUS’un yaygınlaşması için hizmete girmesi önerilen K-AUS hizmetleri belirlenmiş ve bu hizmetlerin test edilebilmesi için uygun test güzergâhları önerilmiştir. **Dokuzuncu ve son bölümde** ise tüm bu çalışmaların sonucunda elde edilen ve hedeflenen çıktılar, genel olarak değerlendirilmiştir.

Bu nihai raporun oluşturulmasına temel teşkil eden kaynaklar aşağıdaki gibidir:

1. K-AUS Dünya Uygulamaları Raporu (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024b).
2. K-AUS Alanında Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojiler Raporu (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):
3. K-AUS Standartları ve Sınıflandırılması Raporu (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024d).
4. Haberleşme Protokollerini İnceleme Raporu (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024c).
5. K-AUS Senaryoları Raporu (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024e).

3. K-AUS HİZMETLERİNE GENEL BAKIŞ

3.1. K-AUS'un Tanımı, İşlevleri ve Temel Faydaları

Şehir yöneticileri; trafik sıkışıklıklarını, ulaşım kaynaklı hava kirliliğini ele almak ve şehirlerin genel yaşanabilir olma seviyesini iyileştirmek için akıllı ulaşım çözümlerinden yararlanmaktadır. AUS uygulamalarında kullanılan teknolojiler arasında yer alan K-AUS, ulaşım sistemindeki bileşenler ve aktörler arasında veya araçlar ile altyapı arasında kablosuz haberleşme teknolojileri aracılığıyla etkili veri alışverişine izin veren bir grup teknolojiyi ve uygulamayı kapsamaktadır (C-ROADS, 2021). Bu doğrultuda K-AUS; yayalar dahil olmak üzere her türlü yol kullanıcıları, araç, altyapı, yol, merkezler gibi unsurlar arasındaki haberleşmeye odaklanarak güvenli ve verimli iş birliğini, gelişmiş hizmet düzeyinde sağlayarak ihtiyaç duyulacak teknoloji ve standartları tanımlayan, yenilikçi ulaşım teknolojisi konsepti olarak ifade edilebilir (Talih & Tektaş, 2023).

K-AUS; farklı türlerdeki araçlar, akıllı yollar, yol kullanıcıları, yol kenarı birimleri (RSU'lar), kontrol merkezleri ve diğer unsurlar arasında haberleşmeyi sağlayan teknolojileri içermektedir. K-AUS, yol verilerinin güvenilirliğini ve kalitesini artırarak siber güvenlik ve veri koruma politikaları çerçevesinde trafik verimliliğini, yol emniyetini ve güvenliğini sağlamaktadır. Ayrıca ulaşım ile ilgili enerji tüketiminin ve emisyonların azaltılmasına da yardımcı olmaktadır (Talih & Tektaş, 2023).

K-AUS; araçların görüşünü, sürücünün görüş hattının veya aracın sensörlerinin ötesine genişleterek yol emniyetini ve güvenliğini artırmaya yardımcı olmaktadır. Bu doğrultuda, yolun kullanım kapasitesini iyileştirebilmekte ve yol kullanıcılarının eylemlerini koordine ederek trafik verimliliğini artırmaktadır. Böylece dolaylı olarak verimsiz yakıt kullanımı ve artan emisyonlar gibi trafik sıkışıklıklarının oluşturduğu olumsuz dış etkileri ve araç kullanımının çevresel negatif etkilerini de azaltabilmektedir. Ayrıca sürücünün karar vermesine yardımcı olabilmekte ve trafik durumu hakkında bilgiler sağlayarak sürüş konforunu artırmaktadır (De Naeyer Schlossplatz, 2021; Talih & Tektaş, 2023).

K-AUS' un temel işlevleri ve avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (AUTOCRYPT, 2021):

- Sürüş verilerinin toplanması,

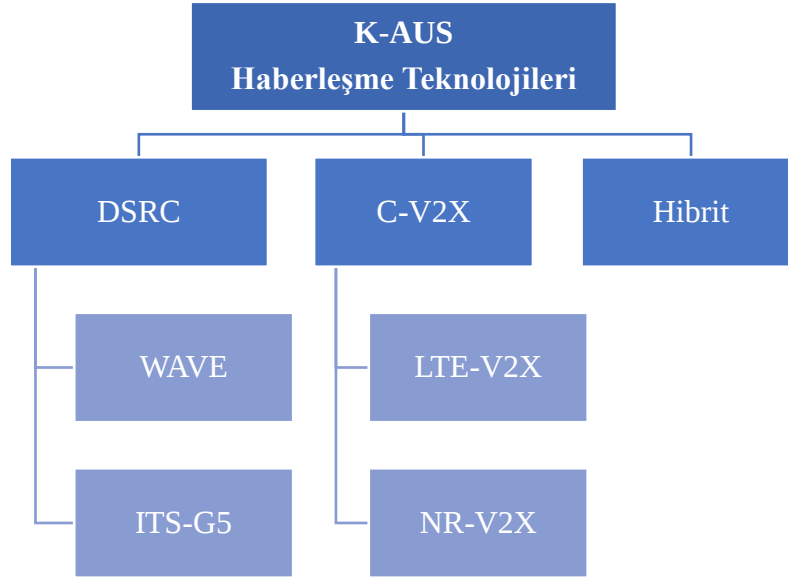
- Gerçek zamanlı trafik bilgisi alışverişi,
- Yol tehlikeleri hakkında gerçek zamanlı bilgi alışverişi,
- Araç tehlikeleri hakkında gerçek zamanlı bilgi alışverişi,
- Kavşaklarda trafiği yönlendirme,
- Geçiş ücreti ödeme,
- Yaya koruması.

3.2. K-AUS Bileşenleri ve Teknolojik Altyapısı

K-AUS; birlikte çalışan birçok temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; haberleşme sistemleri, gelişmiş sensörler ve akıllı veri işleme sistemleri dahil olmak üzere çok çeşitli ileri teknolojileri kapsamaktadır. Araç içi birimler (OBU'lar), RSU'lar, akıllı ücret toplama sistemleri, otomatik olay algılama sistemleri, yaya algılama sistemleri, yol ve hava durumu bilgi sistemleri, trafik sinyal kontrol sistemleri, haberleşme teknolojileri, trafik yönetim merkezleri gibi bileşenler, K-AUS' u oluşturan önemli temel unsurlar arasındadır (Talih & Tektaş, 2023). Bunların yanında insan-makine arayüzü (HMI), radar, ışık algılama ve uzaklık ölçümü (LIDAR), kamera, küresel navigasyon uydu sistemleri (GNSS) ve kızıl ötesi sensörler gibi bileşenler de K-AUS uygulamalarında yer almaktadır.

K-AUS bileşenleri; haberleşmeyi, algılamayı ve karar vermeyi kolaylaştırmada önemli roller üstlenmektedir. Bu bileşenler arasında yer alan trafik yönetim merkezi; K-AUS hizmetlerini, verilerini ve haberleşmeyi denetleyen ve verimli çalışmayı sağlayan merkezi bir sistem olarak hizmet vermektedir. RSU'lar, V2I haberleşmesi için çok önemli olan araçlar ve altyapı arasındaki iletişimi kolaylaştırırken OBU'lar, ortak sürüş ve güvenlik için gerekli olan haberleşmenin araç kısmında görev almaktadır. HMI'lar, kullanıcılara gerçek zamanlı bilgi ve uyarılar sağlayarak durumsal farkındalığı ve güvenliğini artırmaktadır. Radar gibi sensörler, çarpışma önleme sistemleri için hayati öneme sahip olan araçların etrafındaki nesneleri ve engelleri tespit ederken LIDAR, hassas çevresel haritalamaya olanak tanıyan ayrıntılı üç boyutlu haritalar oluşturmaktadır. Kameralar, aracın çevresinin görüntülerini ve videolarını çekerek çeşitli güvenlik ve navigasyon uygulamalarını desteklemektedir. GNSS, aracın konumunu belirlemekte ve doğru navigasyon rehberliği sağlamaktadır. Kızılötesi sensörler, özellikle düşük ışık koşullarında veya yayaları ve hayvanları tespit etmek için yararlı olan gelişmiş algılama için ısı izlerini algılamaktadır.

K-AUS ve hizmetlerinin başarısında, haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler de etkili olmaktadır. K-AUS bileşenleri arasında iletişimin kurulabilmesi için farklı haberleşme teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Uygulanan K-AUS senaryosuna, kullanım alanına, haberleşme mesafesine ve bölgedeki haberleşme altyapısının durumuna bağlı olarak uygun haberleşme teknolojisinin seçilmesi hizmetlerin ve uygulamaların doğru çalışmasında önem arz etmektedir. K-AUS hizmetlerinde kullanılan haberleşme teknolojileri; tahsis edilmiş kısa mesafeli haberleşme (DSRC) (IEEE 802.11p), hücresel-araçtan her şeye (C-V2X) ve hibrit yöntemler olarak Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojileri

3.3. K-AUS Hizmetlerinin Sınıflandırılması

K-AUS hizmetleri; Avrupa Komisyonu (AK), C-Roads Platformu ve Araçtan Araca Haberleşme Konsorsiyumu (C2C-CC) gibi kuruluşlar tarafından Gün1, Gün1,5, Gün 2, Gün 3+ hizmetleri şeklinde sınıflandırılmıştır. AK, Avrupa Birliği’nin (AB) yürütme organı olarak üye devletler arasında birlikte çalışabilirliği ve iş birliğini teşvik etmek için ortak K-AUS standartlarını ve politikalarını oluşturmaya odaklanmaktadır. C2C-CC ise önde gelen otomotiv üreticileri tarafından K-AUS çözümleri geliştirmek üzere oluşturulmuş bir özel sektör girişimidir. AK; K-AUS hizmetlerini Gün 1 ve Gün 1,5 olarak sınıflandırırken C2C-CC ise kullanım senaryolarını Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+ olarak sınıflandırmaktadır. Görüldüğü üzere her iki sınıflandırmada da Gün 1 sınıfı bulunmaktadır ancak bunlar farklı anlam taşımaktadır. AK’ın K-AUS hizmetlerini, Gün 1 ve Gün 1,5 olarak sınıflandırmasının nedeni, zaman ve uygulanabilirlik

açısından önceliklerinin ortaya koyulmasıdır. Diğer bir ifade ile AK tarafından yapılan Gün 1 ve Gün 1,5 sınıflandırması, K-AUS hizmetlerinin hayata geçirilme önceliğine göre yapılmıştır. Buna göre Gün 1 hizmetleri, daha kısa vadede uygulanabilecektir (C-ROADS, 2023). Öte yandan C2C-CC'deki sınıflandırma, senaryoların karmaşıklığı ve veri alışverişinin kapsamını yansıtan ve paylaşılan bilgi düzeyine dayanmaktadır. Buna göre Gün 1 olarak sınıflandırılan ve “*Farkındalık Sürüşü*” olarak adlandırılan senaryolarda, V2X aracılığıyla araçlara iletilen bilgiler ile oluşturulan uyarılar bulunmaktadır. C2C-CC tarafından yapılan Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+ sınıflandırması; sürücü ve sistemin sürüş üzerinde fonksiyon ve kontrol seviyelerini, senaryolar bazında üç kademedede tanımlayarak oluşturulmuştur (C-ROADS, 2023). Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+ K-AUS senaryoları, aşağıdaki şekilde açıklanmıştır (CAR 2 CAR Communication Consortium, 2023):

- **Gün 1: Farkındalık Sürüşü:** Bu kategoride, araçlara iletilen bilgiler kullanılarak yapılan uyarıları içeren K-AUS uygulamaları yer almaktadır. V2X haberleşmesi yoluyla konum, hız, sürüş yönü veya araç arızası gibi durum verilerinde yaşanan değişimlere ilişkin uyarıları kapsamaktadır. Yol kullanıcıları, bu sayede dışarıdan gelen tehlikelere karşı uyarılmaktadır.
- **Gün 2: Algılama Sürüşü:** Bu kategoride ise araçlara yapılan uyarılara ilave olarak yarı-otonom sürüş ve/veya sürücüye müdahale içeren K-AUS uygulamaları yer almaktadır. Farkındalık sürüşünde belirtilen durum verilerine ilave olarak yol kullanıcıları, sensörler aracılığıyla elde edilen çevresel bilgilere sahip olmaktadır. Böylece diğer trafik katılımcıları, henüz kendilerinin algılayamadığı tehlikelere karşı uyarılmakta, aynı zamanda iletişim kurmayan diğer yol kullanıcıları da korunmaktadır.
- **Gün 3: Kooperatif Sürüş:** Bu kategori, tam otonom ve kooperatif sürüş uygulamalarını kapsamaktadır. Farkındalık ve algılama sürüşlerinde belirtilen durum ve sensör verilerine ilave olarak kooperatif V2X haberleşmesi ile yol kullanıcıları, karmaşık trafik durumlarında bile akıllıca etkileşim kurmalarına ve davranışlarını koordine etmelerine olanak tanıyan verileri paylaşmaktadır.

AK tarafından Gün 1 ve Gün 1,5 olmak üzere kategorize edilen K-AUS hizmetleri, Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Gün 1 ve Gün 1,5 Kategorilerine Göre Sınıflandırılan K-AUS Hizmet Listesi

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Ağ Türü	Mesaj Türü
Gün 1	EBL Acil Durum Fren Lambası Uyarısı (Emergency Electronic Brake Light)	Bir acil durum aracının, ani duraklama yapması durumunda arkadaki araçlara uyarı vererek kaza riskini azaltır.	Acil durum aracının ani frenleme durumunu tespit ederek bu bilgiyi arkadaki araçlara iletir ve zincirleme kazaları önlemeye yardımcı olur.	V2V	Güvenlik	ITS-G5	DENM
	EVA Acil Durum Aracı Yaklaşma Uyarısı (Emergency Vehicle Approaching)	Sürücülere bir acil durum aracının yaklaştığına dair uyarı vererek sürücülerin uygun tepkiyi vermelerini sağlar.	Acil durum aracının konumunu ve hızını izleyerek diğer araçlara zamanında ve doğru uyarıları iletir ve güvenli yol açma sürecine yardımcı olur.	V2V	Güvenlik	ITS-G5	- DENM -CAM
	HLN Tehlikeli Yer Bildirimi (Hazardous Location Warning)	Sürücülere, yol üzerindeki bölgesel tehlikeleri (örneğin, kazalar, engeller) bildirerek güvenli sürüş sağlar.	Yol üzerindeki tehlike noktalarını tespit ederek diğer araçlara ve sürücülere anlık uyarılar gönderir.	V2V	Güvenlik	ITS-G5	DENM
	SSV Yavaş veya Durağan Araç(lar) Uyarısı (Slow or Stationary Vehicle(s))	Sürücülere, önlerinde yavaşlayan veya durağan bir araç olduğuna dair uyarılar verilerek kazaların önlenmesine yardımcı olur.	Önde yavaşlayan veya durağan bir aracı tespit ederek arkadaki araçlara uyarı gönderir ve kazaların önüne geçmeye yardımcı olur.	V2V	-Güvenlik -Verimlilik	ITS-G5	- DENM -CAM
	TJW İleride Trafik Sıkışıklığı Uyarısı (Traffic Jam Ahead Warning)	Sürücülere, önlerindeki yolda trafik sıkışıklığı olduğu konusunda uyarılar verilerek sürüş planlarını ayarlama imkânı sağlar.	Trafik yoğunluğunu ve sıkışıklığını tespit ederek sürücülere alternatif rotalar veya hız ayarlamaları yapma önerileri sunarak trafik akışını iyileştirir.	V2V	-Güvenlik -Verimlilik	ITS-G5	DENM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Ağ Türü	Mesaj Türü
	VSGN Araç İçi İşaretler (In-Vehicle Signage)	Araç içi tabela, sürücülerini aracın yakınındaki ilgili yol işaretleri hakkında bilgilendiren, sürücülerini kaçırmış olabilecekleri veya göremeyebilecekleri işaretler konusunda uyarı bir V2I hizmettir.	Bu hizmetin temel amacı bilgi sağlamak, yaklaşan tehlikeler hakkında önceden uyarıda bulunmak ve sürücü farkındalığını artırmaktır.	V2I	Güvenlik	ITS-G5 / Hücresel	CAM
	VSPD Araç İçi Hız Limitleri (In-Vehicle Speed Limits)	Araç içi hız sınırları, sürücülerini hız sınırları hakkında bilgilendirerek hız yapmayı önlemek ve güvenlik avantajları sağlamak için tasarlanmıştır.	Trafik verilerini izleyerek sürücünün bulunduğu bölgedeki geçerli hız limitlerini belirler ve sürücüye bilgi sağlar.	V2I	-Güvenlik -Verimlilik -Çevre	ITS-G5 / Hücresel	CAM
	PVD Araç Verileri (Probe Vehicle Data)	Araç içi sensörler ve sistemler aracılığıyla araç performans verilerini toplar ve analiz eder.	Araçtan elde edilen performans verilerini toplayarak sürücüye veya servis sağlayıcılara, daha iyi sürüş veya bakım önerileri sunar.	V2I	-Güvenli -Verimlilik -Araç Operasyonu -Çevre	ITS-G5 / Hücresel	CAM
	RWW Yol Çalışması Uyarısı (Road Works Warning)	Sürücülere, yol çalışmaları veya yol kapatmaları gibi durumları bildirerek trafik akışını yönlendirir.	Yol çalışması veya yol kapatma bilgilerini alarak sürücülerini yönlendirir ve alternatif rotalar sunar.	V2I	-Güvenlik -Verimlilik	ITS-G5 / Hücresel	- DENM -CAM
	SWD Şok Dalgası Sönümleme (Shockwave Damping)	Trafik şok dalgalarını sönümleyerek trafik akışının düzgünleştirilmesini sağlar.	Trafik akışını sürekli olarak izler ve yoğunlaşan bölgelerdeki sürücülere hız tavsiyeleri veya alternatif rota önerileri gönderir.	V2I	-Verimlilik -Araç Operasyonu -Çevre	ITS-G5 / Hücresel	CAM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Ağ Türü	Mesaj Türü
	WTC Hava Durumu Uyarısı (Weather Conditions)	Sürücülere, güzergâhları boyunca beklenen Hava Durumu Uyarısını bildirerek sürüş planlarını ve hızı ayarlamalarına yardımcı olur.	Hava tahmini verilerini kullanarak sürücülere beklenen Hava Durumu Uyarısı hakkında bilgi sağlar.	V2I V2V	Güvenlik	ITS-G5 / Hücresele	- DENM -CAM
	GLOSA Yeşil Işık Optimum Hız Önerisi (Green Light Optimum Speed Advisory)	Sürücüye; duraklama yapmadan yeşil ışıklardan geçebilmesi için gerekli olan optimum hız bilgisini sunar.	Trafik ışıklarının konumu, mesafesi, süresi ve trafiğin durumunu hesaplayarak sürücüye optimum hız önerisi sunar.	V2I	-Verimlilik -Araç Ope- rasyonu -Çevre	ITS-G5	-SPAT -MAP -CAM
	SigV Sinyal İhlali Uyarısı/Kavşak Güvenliği (Signal Violation/Inters)	Sürücülerin trafik sinyallerine uymamaları durumunda uyarılar gönderir ve güvenliği artırmayı amaçlar.	Trafik sinyali ihlali tespit edildiğinde sürücüye uyarı gönderir ve diğer sürücülerle paylaşır.	V2I	Güvenlik	ITS-G5	-SPAT -MAP - DENM
	TSP Belirli Araçlar için Trafik Sinyal Önceliği Talebi (Traffic Signal Priority Request by Designated Vehicles)	Özel araç tipleri (örneğin, otobüs veya acil durum araçları) için trafik sinyallerinin öncelikli geçişini sağlayan bir hizmettir.	Belirli araçların konumunu ve türünü belirleyerek trafik sinyallerini önceliklendirir ve uygun zamanda yeşil ışığın yanmasını sağlar.	V2I	-Verimlilik -Araç Ope- rasyonu	ITS-G5	DENM
	iFuel Alternatif Yakıtlı Araçlar için Yakıt İkmal ve Şarj İstasyonları Hakkında Bilgiler	Sürücülere, yakındaki akaryakıt ve şarj istasyonlarının konumunu ve hizmetlerini bildirerek yakıt ve şarj imkânı sağlar.	Yakındaki istasyonların konumunu ve hizmetlerini izler ve sürücülere bilgi sağlar.	V2I	Araç Operasyonu	ITS-G5 / Hücresele	CAM
	Pinfo Yol Dışı Park Bilgileri (Off-Street Parking Information)	Sürücülere, yakındaki sokak dışı park yerlerinin varlığını ve uygunluğunu bildirerek park etme imkânı sağlar.	Sokak dışı park yerlerini izler ve sürücülere uygun park yerlerini bildirir.	V2I	-Verimlilik -Çevre	ITS-G5 / Hücresele	CAM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Ağ Türü	Mesaj Türü
	Pmang Yol Üstü Park Bilgileri ve Yönetimi (On Street Parking)	Sürücülere, sokak park alanlarının yönetim bilgilerini bildirerek park yerleri hakkında bilgi sağlar.	Sokak park alanlarının yönetim bilgilerini izler ve sürücülere park yerleri hakkında bilgi verir.	V2I	-Verimlilik -Çevre	ITS-G5 / Hücresele	CAM
	P&Ride Park Et & Devam Et Bilgileri (Park & Ride Information)	Sürücülere, park edip daha sonra devam etmeleri gereken durumları bildirerek park etmeyi ve hareketi kolaylaştırır.	Sürücülerin park etme ve devam etme durumlarını izler ve bu süreçleri kolaylaştırır.	V2I	-Verimlilik -Çevre	ITS-G5 / Hücresele	CAM
	SmartR Trafik Bilgileri ve Akıllı Rotalama (Traffic Information and Smart Routing)	Trafik durumunu izleyerek sürücülere akıllı yönlendirme yapar ve trafik sıkışıklığından kaçınmalarını sağlar.	Trafik durumunu izler ve sürücülere akıllı yönlendirme sağlayarak trafik sıkışıklığından kaçınmalarını sağlar.	V2I V2V	-Verimlilik -Araç Operasyonu -Çevre	ITS-G5 / Hücresele	CAM
	LZM Yükleme Alanı Yönetimi (Loading Zone Management)	Yükleme bölgelerinin yönetimini yaparak yük taşıyan araçların daha etkili ve düzenli şekilde yüklemesini sağlar.	Yükleme alanlarını izleyerek yük taşıyan araçların düzenli şekilde yüklemesini sağlar.	V2I	Araç Operasyonu	ITS-G5 / Hücresele	CAM
	ZAC Kentsel Alanlar İçin Bölge Erişim Kontrolü (Zone Access Control for Urban)	Kentsel alanlara giriş ve çıkışları düzenleyerek trafiği yönetir ve emisyon azaltılmasını sağlar.	Kentsel alanlara giriş ve çıkışları kontrol ederek trafik akışını yönetir ve emisyon azaltılmasını sağlar.	V2I	Araç Operasyonu	ITS-G5 / Hücresele	CAM
Gün 1,5	VRU Savunmasız Yol Kullanıcısı Koruması (Vulnerable Road User Protection)	Savunmasız yol kullanıcılarını (yaya ve bisiklet gibi) tehlikelerden koruyarak trafik güvenliğini artırır.	Savunmasız yol kullanıcılarını izler ve tehlike durumlarında sürücülere uyararak güvenliğini artırır.	V2X	Güvenlik	ITS-G5	DENM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Ağ Türü	Mesaj Türü
	CCRW Kooperatif Çarpışma Riski Uyarısı (Cooperative Collision)	Yakındaki araçların hız ve konum bilgilerini analiz ederek çarpışma riski varsa sürücülerini uyarır.	Çarpışma riskini analiz ederek yakındaki araçların sürücülerini uyarır.	V2V	Güvenlik	ITS-G5	DENM
	MCA Yaklaşan Motosiklet Uyarısı (Motorcyc le)	Motosikletler ile diğer araçlar arasındaki çarpışmaları önler.	Motosikletin varlığını tespit eder ve diğer sürücülere bilgi gönderir.	V2V	Güvenlik	ITS-G5	DENM
	WWD Ters Yönde Giden Araç Uyarısı (Wrong Way Driving)	Sürücülere, trafik akışına ters yönde girdiklerinde uyarı vererek hatalı yön sürüşünü önlemeye yardımcı olur.	Trafik akışını izleyerek ters yöne girildiğini tespit eder ve sürücüye uyarılar gönderir.	V2I	Güvenlik	ITS-G5	DENM

Diğer yandan, C2C-CC tarafından yapılan Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+ sınıflandırması, K-AUS hizmetlerini teknolojik gelişim sürecine göre kademelendirmektedir. Bu yaklaşım, yalnızca bilgi paylaşımını değil, aynı zamanda sürücü müdahalesi, çevresel algı ve tam otonom sistemler arasındaki geçiş süreçlerini de kapsamaktadır. Gün 1 hizmetleri, temel farkındalık sağlayan uyarı sistemlerini içerirken Gün 2 düzeyinde, çevresel algı verileriyle desteklenmiş, sürücüye müdahale sunan uygulamalara geçilmektedir. Gün 3+ kategorisi ise kooperatif ve tam otonom sürüş senaryolarını kapsamakta olup ileri düzeyde V2X haberleşmesi ile araçların çevresel koşullara ve birbirine göre eşgüdümlü hareket edebilmesini amaçlamaktadır. C2C-CC tarafından sınıflandırılan K-AUS senaryoları; Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+ kategorilerine göre Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+ Kategorilerine Göre Sınıflandırılan K-AUS Hizmetleri

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
Gün 1	CGR Kooperatif Far Ayarlaması (Co-operative Glare Reduction)	Karşı yönden gelen bir aracı algıladığında, aracın otomatik olarak uzun farlardan kısa farlara geçmesini sağlar.	Araçların arasındaki mesafeyi fark ederek uyarı gönderir.	V2V	-Güvenlik -Konfor	Gün 1 CAM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	DSW Elektronik Acil Durum Fren Lambası için Tehlikeli Durum Uyarısı	Bir acil durum aracının, ani duraklama yapması durumunda arkadaki araçlara uyarı vererek kaza riskini azaltır.	Acil durum aracının ani frenleme durumunu tespit ederek bu bilgiyi arkadaki araçlara iletir ve zincirleme kazaları önlemeye yardımcı olur.	V2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	EVCSN Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Bildirimi (Electric Vehicle Charging Spot Notification)	Elektrikli araç sürücülerine, yakınlardaki şarj istasyonlarının konumunu ve uygunluğunu bildirerek şarj süreçlerini kolaylaştırır.	Yakınlardaki şarj istasyonlarının konumunu ve uygunluğunu elektrikli araç sürücülerine iletterek yardımcı olur.	I2V	-Verimlilik -Konfor	EVCSN
	HLN-APR Yolda Hayvan veya İnsan Uyarısı (Animal or Human on Road)	Sürücülere, yol üzerinde hayvanların bulunduğu durumları bildirerek sürücülerin güvenli sürüş yapmalarını sağlar.	Yol üzerindeki hayvanları tespit eder ve sürücülere uyarılar gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-AWWD Ters Yönde Giden Araç Alarmı (Alert Wrong Direction)	Sürücülere, trafik akışına ters yönde girdiklerinde uyarı vererek hatalı yön sürüşünü önlemeye yardımcı olur.	Trafik akışını izleyerek ters yöne girildiğini tespit eder ve sürücüyü uyarılar gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-AZ Kaza Bölgesi Uyarısı (Hazardous Location Notification)	Sürücülere, yol üzerinde kaza olduğu durumları bildirerek sürücülerin güvenli sürüş yapmalarını sağlar.	Yol üzerinde bulunan kazaları tespit eder ve sürücülere uyarılar gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-EVA Acil Durum Aracı Yaklaşma Uyarısı (Emergency Vehicle Approaching)	Sürücülere bir acil durum aracının yaklaştığına dair uyarı vererek sürücülerin uygun tepkiyi vermelerini sağlar.	Acil durum aracının konumunu ve hızını izleyerek diğer araçlara zamanında ve doğru uyarıları iletir ve güvenli yol açma sürecine yardımcı olur.	V2V	Güvenlik	-Gün 1 DENM -Gün 1 CAM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	HLN-EVI Müdahale Halinde Acil Durum Aracı Uyarısı (Emergency Vehicle in Intervention / Stationary Safeguard)	Sürücülere müdahalede bulunan bir acil durum aracının yaklaştığına dair uyarı vererek sürücülerin uygun tepkiyi vermelerini sağlar.	Acil durum aracının konumunu ve hızını izleyerek diğer araçlara zamanında ve doğru uyarıları iletir ve güvenli yol açma sürecine yardımcı olur.	V2V I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-OR Yol Üzerinde Engel Uyarısı (Obstacle on)	Sürücülere, yol üzerinde engellerin (örneğin, taşlar, cisimler) bulunduğu durumları bildirerek sürücülerin güvenli sürüş yapmalarını sağlar.	Yol üzerindeki engel veya cisimleri tespit eder ve sürücülere uyarılar gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-PTVC Toplu Taşıma Yoluna Tehlikeli Yaklaşım Uyarısı (Public Transport Vehicle Crossing)	Toplu taşıma araçlarıyla çarpışma riskinin yüksek olduğu bir yere yaklaşan aracı uyarır.	Toplu taşıma araçlarının konumlarını tespit eder ve sürücülere uyarı gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-PTVS Durakta Toplu Taşıma Aracı Uyarısı (Public Transport Vehicle at a Stop)	Durakta bulunan toplu taşıma araçlarının konumlarının paylaşılması ile güvenlik artırılmış olur.	Toplu taşıma araçlarının konumlarını tespit eder ve sürücülere uyarı gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-RLX Hemzemin Geçit Uyarısı (Railway Level Crossing)	Demiryolu altyapı yöneticisi veya bir servis sağlayıcısı, sürücüyü bir demiryolu geçidinin varlığı ve türü/parametreleri/durumu hakkında bilgilendirir.	Demiryolu altyapısının konumunu sürücülere gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-SV Duran Araç Uyarısı (Stationary Vehicle Warning)	Sürücülere, yol üzerinde duran bir aracın bulunduğu durumları bildirerek sürücülerin güvenli sürüş yapmalarını sağlar.	Yol üzerinde arızalı araçları tespit eder ve sürücülere uyarılar gönderir.	V2V I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	HLN-TJA İleride Trafik Sıkışıklığı Uyarısı (Traffic Jam Ahead Warning)	Sürücülere, önlerindeki yolda trafik sıkışıklığı olduğu konusunda uyarılar verilerek sürüş planlarını ayarlama imkânı sağlar.	Trafik yoğunluğunu ve sıkışıklığını tespit ederek sürücülere alternatif rotalar veya hız ayarlamaları yapma önerileri sunarak trafik akışını iyileştirir.	V2V I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-TSR Geçici Kaygan Yol Uyarısı (Temporary Slippery Road)	Sürücülere, yol yüzeyinin geçici olarak kaygan olduğu durumları bildirerek sürücülerin güvenli sürüş sağlama-larına yardımcı olur.	Yol yüzeyi koşullarını izleyerek kaygan bölgeleri tespit eder ve sürücülere uyarılar gönderir.	V2I	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-UBR Önlem Alınmamış Kapalı Yol Uyarısı (Unsecured)	Sürücülere, yol üzerinde önlem alınmamış kapalı yol durumlarını bildirerek sürücülerin güvenli sürüş yapmalarını sağlar.	Yol üzerinde önlem alınmamış kapalı yolları tespit eder ve sürücülere uyarılar gönderir.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	HLN-WCW Hava Durumu Uyarısı (Weather Condition Warning)	Sürücülere, güzergâhları boyunca beklenen Hava Durumu Uyarısını bildirerek sürüş planlarını ve hızı ayarlamalarına yardımcı olur.	Hava tahmini verilerini kullanarak sürücülere beklenen Hava Durumu Uyarısı hakkında bilgi sağlar.	V2V I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	ICW Kavşak Çarpışma Uyarısı (Intersection Collision Warning)	İki araç, konumları ve dinamikleri hakkında bilgi alışverişinde bulunarak kavşak çarpışması riskini tespit edebilir ve sürücüyü buna göre uyarabilir.	Araçların dinamiklerini belirler.	V2V	Güvenlik	-Gün 1 CAM -Gün 1 DENM -Gün 1 IVIM -SPATEM -MAPEM
	IVS-FT Değişken Mesaj Bilgilendirme (Free Text)	Bu kullanım örneğinin amacı, yol kullanıcılarına değişken mesaj türündeki araç içi bilgileri görüntülemektir.	Uygun değişken mesajların bilgilendirmesini yapmakla yükümlüdür.	I2V	-Güvenlik -Konfor	Gün 1 IVIM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	IVS-TS Trafik İşaretleri Bilgilendirme (Traffic Signs)	Bu kullanım örneğinin amacı, yol kullanıcılarına trafik işaretleri bilgilerinde araç içinde görüntülemektir.	Uygun trafik işaretlerinin bilgilendirmesini yapmakla yükümlüdür.	I2V	-Güvenlik -Konfor	Gün 1 IVIM
	MAI Yaklaşan Motosiklet Uyarısı (Motorcycle Approach Information)	Sürücülere, kavşağa yaklaşırken motosikletin varlığını bildirerek dikkatli olmalarını sağlar.	Kavşak yaklaşımını izleyerek motosikletin varlığını tespit eder ve sürücüye uyarılar gönderir.	V2V	Güvenlik	Gün 1 CAM
	PCSW Kaza Öncesi Algılama Uyarısı (Pre-crash Sensing Warning)	Kaçınılmaz çarpışma durumunda sürücülere uyararak hasarı azaltır.	Kaçınılmaz bir çarpışma tespit edildikten sonra araçlara buna göre uyarı gönderir.	V2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	PVD-EDC Olay Verisi Toplama (Event Data Collection)	Araç içi sensörler ve sistemler aracılığıyla olay verilerini toplar ve analiz eder.	Olaydan elde edilen verilerini toplayarak sürücüye veya servis sağlayıcılara, daha iyi sürüş veya bakım önerileri sunar.	V2I	Verimlilik	Gün 1 DENM
	PVD-VDC Araç Verisi Toplama (Probe Vehicle Data - Vehicle Data Collection)	Araç içi sensörler ve sistemler aracılığıyla araç performans verilerini toplar ve analiz eder.	Araçtan elde edilen performans verilerini toplayarak sürücüye veya servis sağlayıcılara, daha iyi sürüş veya bakım önerileri sunar.	V2I	Verimlilik	Gün 1 CAM
	RWW-LC Kapalı Şerit Uyarısı (Lane Closure)	Yol kapanmasına sebebiyet vermeyen şerit kapanmaları hakkında sürücüye bilgi yollar. Kapatılmanın nedeni statik bir yol çalışmasıdır.	Trafikteki şerit kapanmalarını tespit eder ve sürücüye bilgi yollar.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	RWW-RC Kapalı Yol Uyarısı (Road Closure)	Yol kapanmasına sebebiyet veren şerit kapanmaları hakkında sürücüye bilgi yollar. Kapatılmanın nedeni bir dizi yol çalışmasıdır.	Trafikteki kapalı yolları tespit eder sürücüye bilgi yollar.	I2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	RWW-RM Mobil Yol Çalışması (Road Works Mobile)	Yol kapanmasına sebebiyet vermeyen şerit kapanmaları hakkında sürücüye bilgi yollar. Kapatılmanın nedeni mobil bir yol çalışmasıdır.	Trafikteki şerit kapanmalarını tespit eder ve sürücüye bilgi yollar.	V2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	RWW-ROVA Yol Operatörü Aracı Yaklaşma Uyarısı (Road Operator Vehicle Approaching)	Sürücülere, yol üzerinde bakım çalışması yapıldığında yol operatörünün yaklaştığı uyarısı vererek sürücülerin hızlarını düşürmelerini sağlar.	Yol üzerindeki bakım çalışmalarını izleyerek sürücüye uyarılar gönderir.	V2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	RWW-ROVI Müdahale Halindeki Yol Operatörü Uyarısı (Road Operator Vehicle in Intervention)	Sürücülere, yol üzerinde bakım çalışması yapıldığında yol operatörünün alanda olduğu uyarısı vererek sürücülerin hızlarını düşürmelerini sağlar.	Yol üzerindeki bakım çalışmalarını izleyerek sürücüye uyarılar gönderir.	V2V	Güvenlik	Gün 1 DENM
	RWW-WM Kış Bakımı Uyarısı (Winter Maintenance)	Sürücülere, kış koşullarında yol bakım araçlarının varlığını bildirerek dikkatli olmalarını sağlar.	Kış koşullarında yol bakım araçlarını tespit eder ve sürücüye uyarılar gönderir.	V2V	Güvenlik	Gün 1 DENM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	SI-EVP Acil Durum Aracı Önceliği (Emergency Vehicle Priority)	Acil durum araçlarının geçişine yardımcı olmak için donanımlı bir kavşağın faz kontrolüne aktif olarak katkıda bulunur.	Acil durum araçlarını tespit ederek sürücülere uyarı gönderir.	V2I, I2V	-Verimlilik -Güvenlik	-SREM -SSEM
	SI-GLOSA Yeşil Işık Optimum Hız Önerisi (Green Light Optimum Speed Advisory)	Sürücüye; duraklama yapmadan yeşil ışıklardan geçebilmesi için gerekli olan optimum hız bilgisini sunar.	Trafik ışıklarının konumu, mesafesi, süresi ve trafiğin durumunu hesaplayarak sürücüye optimum hız önerisi sunar.	I2V	Verimlilik	-MAPEM -SPATEM
	SI-ISVW Sinyal İhlali Uyarısı (Imminent Signal Violation Warning)	Sürücülerin trafik sinyallerine uymamaları durumunda uyarılar gönderir ve güvenliği artırmayı amaçlar.	Trafik sinyali ihlali tespit edildiğinde sürücüye uyarı gönderir ve diğer sürücülerle paylaşır.	I2V	Güvenlik	-MAPEM -SPATEM
	SI-SPTI Sinyalizasyon Faz ve Zamanlama Bilgisi (Signal Phase and Timing Information)	Sürücülere, trafik ışıklarının faz ve zamanlama bilgilerini ileterek trafik akışını optimize etmeye yardımcı olur.	Trafik ışıklarının faz ve zamanlama bilgilerini sürücülere ileterek trafik akışını optimize eder.	V2I	-Konfor -Güvenlik	-MAPEM -SPATEM
	SI-TLP Trafik Işığı Önceliklendirme (Traffic Light Prioritisation)	Özel araç tipleri (örneğin, otobüs veya acil durum araçları) için trafik sinyallerinin öncelikli geçişini sağlayan bir hizmettir.	Belirli araçların konumunu ve türünü belirleyerek trafik sinyallerini önceliklendirir ve uygun zamanda yeşil ışığın yanmasını sağlar.	-V2I -I2V	-Verimlilik -Güvenlik	-SREM -SSEM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	SVW Yavaş Araç Uyarısı (Slow Vehicle Warning)	Sürücülere, önlerinde yavaşlayan bir araç olduğuna dair uyarılar verilerek kazaların önlenmesine yardımcı olur.	Önde yavaşlayan bir aracı tespit ederek aradaki araçlara uyarı gönderir ve kazaların önüne geçmeye yardımcı olur.	-V2V -I2V	Güvenlik	-Gün 1 CAM -Gün 1 DENM
Gün 2	AICW Gelişmiş Kavşak Çarpışma Uyarısı (Advanced Intersection Collision Warning)	Çevresel sensörler tarafından tespit edilen kooperatif olmayan araçlar hakkında bilgi alınarak, araç bir kavşak çarpışması riskini tespit edebilir ve sürücüyü buna göre uyandırabilir.	Kooperatif olmayan araçları tespit ederek sürücülere uyarı gönderir.	-V2V -I2V	Güvenlik	CPM
	AMAI Gelişmiş Motosiklet Yaklaşma Bilgisi (Advanced Motorcycle Approaching Information)	Kooperatif olmayan motosikletlerin tespit edilmesi ile güvenlik artırılır.	Kooperatif olmayan motosikletleri tespit ederek sürücülere uyarı gönderir.	-V2V -I2V	Güvenlik	CPM
	APCSW Gelişmiş Kaza Öncesi Algılama Uyarısı (Advanced Pre-crash Sensing Warning)	Çarpışma durumundaki iki araç için de geçerli olmak üzere; araç kendisinin de risk altında olduğunu varsaydığı anda ve durum yeterince kritik olarak kabul edildiğinde ön çarpışma önlemlerini etkinleştirebilir.	Çarpışma durumunu belirleyerek araçlara ilgili uyarıyı gönderir.	V2V	Güvenlik	Gün 2 DENM
	ASVW Gelişmiş Yavaş Araç Uyarısı (Advanced Slow Vehicle Warning)	Diğer araçlar veya altyapı birimleri tarafından tespit edilen yavaş araçlarla ilgili bilgileri barındırır.	Yavaş araçları tespit ederek sürücülere uyarı gönderir.	-V2V -I2V	Güvenlik	-Gün 1 CAM -Gün 1 DENM -CPM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	BlSpA Araç Kör Nokta Desteği (Blind Spot Assistant)	Sürücülere, yanındaki veya arkasındaki araçlarda bulunan kör noktalardaki varlıkları bildirerek şerit değiştirirken dikkatli olmalarını sağlar.	Araçın yanlarındaki veya arkasındaki kör noktaları izler ve diğer araçlardaki varlıkları tespit ederek sürücüye uyarılar gönderir.	-V2V -I2V	Güvenlik	Gün 2 DENM
	C-ACC Kooperatif Adaptif Hız Sabitleyici (Cooperative ACC)	Mevcut ACC'nin performansını artırmak için öndeki araç dinamiklerini ve genel trafiği elde etmek için V2X kullanımına dayanmaktadır. Bu, sürücünün döngüde olması istendiği için yarı otomatik bir işlemdir.	Araç dinamiklerini ve genel trafiği analiz ederek sürücüye uyarı gönderir.	-V2V -I2V	Verimlilik	-Gün 1 CAM -Gün 2 CAM -Gün 2 IVIM
	C-ACC S Araç Dizisi Durumunda Kooperatif Adaptif Hız Sabitleyici (Cooperative ACC String)	Mevcut C-ACC'nin araç dizisi durumuna genişletilmiş halidir.	Araç dinamiklerini ve genel trafiği analiz ederek sürücüye uyarı gönderir.	-V2V -I2V	Verimlilik	-Gün 1 CAM -Gün 2 CAM -Gün 2 IVIM
	C-EBA Kooperatif Ani Fren Yardımı (Cooperative Emergency Brake Assistance)	Öndeki araçtan gelen mesajlarla tespit edilen sert frenleme ve çarpışmaya kadar geçen sürenin uygulama eşliğinin altına düşmesi durumunda, takip eden araç otomatik frenleme uygular.	Frenlemeyi tespit ederek ilgili araçlara uyarı gönderir.	V2V	Güvenlik	-Gün 1 CAM -Gün 2 CAM
	CPS-AD Otonom Sürüş için Toplu Algı (Collective Perception Service for AD)	Kooperatif algı sistemiyle otonom sürüşe yardımcı olması sağlanır.	Sensör verilerini sürücülerle paylaşır.	-V2V -I2V	-Güvenlik -Verimlilik	CPM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	HLN-VA Araç Yardımı (Vehicle Assistance)	Araç, tehlikeli durumlarda yarı otomatik bir tepki (yavaşlama, frenleme, şerit değiştirme) uygulayarak sürücüye yardımcı olur. Bu, sürücünün döngüde olması istendiği için yarı otomatik bir işlemdir.	Tehlikeli durumları tespit ederek araca uyarılar gönderir.	-I2V -V2V	Güvenlik	-Gün 1 DENM -Gün 2 DENM
	IVS-PLATSI Katar Destek Bilgisi (Platoon Support Information)	Yol ağlarındaki belirli yol veya şerit segmentlerinde belirli otomasyon seviyelerinde katarlamanın uygunluğuna ilişkin yol operatörüne dayalı rehberlik ve bilgi sağlar.	Katarlamaları tespit ederek ilgili araçlara uyarı gönderir.	I2V	-Güvenlik -Konfor	Gün 2 ve Gün 3 IVIM
	MAW Yaklaşan Motosiklet Uyarısı (Motorcycle Approaching Warning)	Sürücülere, kavşağa yaklaşırken motosikletin varlığını bildirerek dikkatli olmalarını sağlar. Bunun üstüne olası bir çarpışma durumunda aracın frenleme yapmasını sağlar.	Kavşak yaklaşımını izleyerek motosikletin varlığını tespit eder ve sürücüye uyarılar gönderir.	V2V	Güvenlik	-Gün 1 DEN -Gün 1 CAM -Gün 2 CAM -Gün 2 IVIM -CPM
	OVW Sollayan Araç Uyarısı (Overtaking Vehicle Warning)	Sollayan araç, diğer yönden gelen araçlarla ilgili diğer araçlar tarafından algılanan bilgiler sayesinde çarpışma riskini algılar	Sollayan aracın etrafındaki tehlikeleri tespit ederek araca uyarı gönderir.	V2V	Güvenlik	CPM
	RWW LT Yol Çalışması Uyarısı (Road Work Warning-Long Term)	Sürücülere, yol çalışmaları veya yol kapatmaları gibi durumları bildirerek trafik akışını yönlendirir.	Yol çalışması veya yol kapatma bilgilerini olarak sürücüleri yönlendirir ve alternatif rotalar sunar.	I2V	Güvenlik	-Gün 1 DENM -Gün 1 IVIM -Gün 2 DENM -Gün 2 IVIM
	VRUP Savunmasız Yol Kullanıcısı Koruması (Vulnerable Road User Protection)	Savunmasız yol kullanıcılarını (yaya ve bisiklet gibi) tehlikelerden koruyarak trafik güvenliğini artırır.	Savunmasız yol kullanıcılarını izler ve tehlike durumlarında sürücüleri uyararak güvenliğini artırır.	-I2V -V2V	Güvenlik	CPM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
Gün 3	ACACC (-S) Araç Dizisi Durumunda Gelişmiş Kooperatif Adaptif Hız Sabitleyici (Advanced Cooperative ACC (String))	Normal kooperatif adaptif hız sabitleyici ile kıyaslandığında önündeki araçların kontrolünün yanı sıra yanındaki araçların da kontrolünü yapan sistemdir.	Araçlarla iletişime geçerek hız ayarlamasının yanı sıra şerit değişikliği de önerebilir.	-V2V -I2V	Verimlilik	-Gün 1 CAM -Gün 2 & Gün 3+ CAM -Gün 2 & Gün 3+ IVIM
	ACACC SM Araç Dizisi Durumunda Kooperatif Adaptif Hız Sabitleyici Yönetimi (Cooperative ACC String Management)	Birden fazla aracın, C-ACC etkinleştirilmiş araçlardan oluşan bir diziyi organize etmesine izin vererek CACC'yi genişletir; bu sayede dizileri oluşturma, bırakma, parçalama veya birleştirme gibi işlemleri dinamik olarak yönetebilir.	Araçlarla iletişime geçerek hız ayarlamasının yanı sıra şerit değişikliği ve sollama gibi işlevler de önerebilir.	V2V	Verimlilik	-Gün 1 CAM -Gün 2 ve Gün 3+ CAM
	AGLOSA Otonom Optimum Yeşil Işık Hız Önerisi (Automated Green Light Optimum Speed Advisory)	GLOSA'yı bilgisayar hesaplaması ile genişleterek daha optimize hale getirir.	Trafik ışıklarının konumu, mesafesi, süresi ve trafiğin durumunu bilgisayar yardımıyla hesaplayarak sürücüye optimum hız önerisi sunar ve güvenliği artırır.	I2V	Verimlilik	-SPATEM -MAPEM -Gün 3+ SPATEM Uzantıları
	AGLOSA+N Uzlaşmalı GLOSA (Automated GLOSA with Negotiation)	GLOSA tavsiyelerinin kendi iletilen mesajlarını güncelleyerek yürütülüp yürütülemediğini bildirir. Bu geri bildirim, trafik ışığı denetleyicisi tarafından trafik ışığı fazı ve zaman algoritmalarını daha da iyileştirmek için kullanılabilir.	GLOSA tavsiyelerini değerlendirerek geri bildirim sağlar.	V2I I2V	Verimlilik	-Gün 1 CAM -Gün 2 & Gün 3+ CAM -MAPEM -SPATEM -Gün 3+ SPATEM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	CAP Kooperatif Otonom Park Etme (Cooperative Automated Parking)	Arabaların park yerlerine otomatik olarak park etmesini sağlayan hizmettir.	Otoparkta bulunan park yerlerini araçlara bildirip uygun güzergâh ve manevra önerisinde bulunabilir.	V2I	-Güvenlik -Verimlilik -Konfor	-Gün 3+ MAPEM -CPM -MCM -Diğer Gün 3+ Uzantıları
	CLC Kooperatif Şerit Değişirme (Cooperative Lane Change)	Şerit değişikliğine katılan otonom araçlar çarpışmayı önlemek için manevra sürecini birlikte müzakere eder.	Özel durumlarda şerit değişikliğinin koordinasyon sürecine katılabilir.	-V2V -I2V	-Verimlilik -Güvenlik	MCM
	CM Kooperatif Birleşme Destegi (Cooperative Merging Assistance)	Birleşmeye katılan otonom araçların çarpışmayı önlemek için birleşme sürecini birlikte müzakere etmesini sağlar.	Özel durumlarda birleştirmenin koordinasyon sürecine katılabilir.	-V2V -I2V	-Güvenlik -Verimlilik	MCM
	CO Kooperatif Sollama (Cooperative Overtaking)	Sollayan ve sollanan araç birbiriyle haberleşir ve bu sayede kazanın önüne geçilir.	Sollamayı takip ederek ilgili araçlara uyarı gönderir.	V2V	-Verimlilik -Güvenlik	MCM
	CPS-HAD Yüksek Otonom Sürüş için Toplu Algı Hizmeti (Collective Perception Service for Highly AD)	Araçlar, diğer araçlardan ve yol kenarı ünitelerinden gelen girdiler üzerine manevra değişikliği gibi yüksek otomasyonlu işlevler gerçekleştirir.	Araçlardan ve yol kenarı ünitelerinden gelen girdileri toplar ve ilgili araçlara yönlendirir.	-V2V -I2V	-Güvenlik -Verimlilik	CPM
	CToC Kooperatif Kontrol Geçiş (Cooperative Transition of Control)	Otonom araçlar riskleri en aza indirecek şekilde bir kontrol geçişinin organize edilmesinde iş birliği yapabilir.	Kontrol geçişinin güvenli bir şekilde tetikleneceği zaman veya mekân önerebilir.	V2V I2V	-Güvenlik -Verimlilik	-Gün 1 CAM -Gün 1 DENM -Gün 2 & Gün 3+ CAM -Gün 2 & Gün 3+ DENM

Aşama	Hizmet (Senaryo)	Açıklama	Altyapının Rolü	Haberleşme	Kategori	Mesaj Türü
	IVRUP İyileştirilmiş Savunmasız Yol Kullanıcısı Koruması (Improved Vulnerable)	Bir savunmasız yol kullanıcısının, diğer trafik yol kullanıcılarını uyarmak veya riskli durumları önlemek için otomatik olarak tepki vermesini sağlamak amacıyla aktif K-AUS bildirim yetenekleriyle donatıldığı durumdur.	Savunmasız yol kullanıcılarından gelen bilgileri K-AUS ağı ile paylaşır.	P2V	Güvenlik	VAM
	MuCCA Zincirleme Çarpışma Önleme (Multi-Car Collision Avoidance)	Birden çok araba, ilerideki ani ve tehlikeli bir duruma tepki olarak çok kısa sürede çarpışmadan kaçınma manevralarını koordine etmek için bilgi alışverişinde bulunur.	Olası bir kaza ihtimalinde araçlara bilgi yollayarak manevra yapımını kolaylaştırabilir.	V2V	Güvenlik	MCM
	OTLI V2I ile Optimize Edilmiş Trafik Işığı Bilgisi (Optimized Traffic Light Information with V2I)	Yeşil Işık Optimum Hız Önerisi ve ilgili hız önerilerini güncelleyerek trafik akışını artırır.	Hız ve kavşakta izlenmesi istenen rota gibi güzergâh bilgileri ile buna uygun manevra bilgilerini paylaşır.	I2V V2I	-Verimlilik -Konfor	-Gün 1 CAM -Gün 2 & Gün 3+ CAM Uzan- tıları -MAPEM -SPATEM -Gün 3+ SPATEM Uzantıları
	Platoon Katarlama (Platooning)	İlgili araçların desteklediği otomasyon seviyesine bağlı olarak uzunlamasına ve/veya yanıl kontrol uygulayarak bir otoyolda bir katar olarak güvenli bir şekilde ilerlemesini sağlar.	Yol durumunu gözetleyerek ilgili araçlara sinyaller gönderir.	V2V I2V	-Verimlilik -Konfor	-Gün 1 CAM -Gün 2 & Gün 3+ CAM Uzan- tıları -PCM
	TDAR Hedef Sürüş Alanı Rezervasyonu (Target Driving Area Reservation)	Belirli bir yol bölümünü işgal etmeyi amaçlayan bir manevra gerçekleştirecek bir araç, diğer araçları manevranın yakın zamanda gerçekleşeceği konusunda bilgilendirir.	Yol durumunu takip ederek rezerve edilen bölge ve rotası hakkında bilgi sağlar.	V2V	Güvenlik	MCM
	ToCN Kontrol Geçiş Bildirimi (Transition of Control Notification)	Kontrolü sürücüye geri vermek üzere olan bir araç, diğer trafik katılımcılarını bu olası riskli olay hakkında veya sürücünün buna uygun tepki vermemesi durumunda minimum riskli bir manevranın meydana geldiği konusunda bilgilendirebilir.	Çevresindeki araçlara gerekli uyarıları gönderir.	V2V	Güvenlik	-Gün 2 DEN -Gün 2 ve Gün 3+ DENM Uzantıları

K-AUS hizmetleri, AK ve C2CC tarafından yapılan sınıflandırmalar ve paylaşılan bilgiler doğrultusunda, Tablo 3'te kategorize edilmiştir.

Tablo 3. K-AUS Hizmetlerinin Kategori Bazında Sınıflandırılması

Kategori	Gün-1 Farkındalık Sürüşü	Gün-1,5 Gelişmiş Farkındalık	Gün-2 Algılama Sürüşü	Gün-3+ Kooperatif Sürüş
Amaç	Temel uyarı ve bilgilendirme (sürüş emniyeti ve güvenliği)	Sinyal fazları ve toplu taşıma önceliği gibi optimizasyon destekleri	Gelişmiş çevre algısı ve sürücü destek sistemlerine katkı	Kooperatif otonom manevralar ve filo yönetimi
Haberleşme Türü	V2V, V2I	V2V, V2I, V2N	V2V, V2I, V2N, +	V2V, V2I, V2N, +
Haberleşme Protokolleri	ETSI ITS-G5 (802.11p), C-V2X PC5 (LTE)	ITS-G5, C-V2X, SPAT/MAP protokolleri, 4G/5G destekli	Gelişmiş C-V2X (3GPP Rel.16), 5G NR (PC5 + Uu)	5G NR-V2X (Rel.17+), +
Altyapı Gereksinimleri	Temel RSU ve OBU, GNSS tabanlı konum, düşük bant genişliği	Geniştirilmiş RSU ağı, SPAT/MAP desteği, trafik ışığı entegrasyonu	MEC sunucuları, yüksek bant genişliği, sensör füzyonu (kamera, radar, LIDAR)	Bilgi teknolojileri yoğun altyapı, merkezi filo kontrol sistemleri, yüksek hassasiyetli konum altyapısı
Mesaj Türleri	CAM, DENM	CAM, DENM, SPATEM, MAPEM	CAM, DENM, SPATEM, MAPEM, IVIM	Uzantılı CAM, IVIM, SPATEM, MAPEM
Veri Tipi / Hizmetler	Konum, hız, fren bilgisi, yol engeli/kaza bilgisi	Sinyal fazı bilgisi, kavşak geometrisi, acil araç bildirimleri	Çevresel tehdit paylaşımı, gelişmiş sürücü destek verileri	Koordine sürüş rotaları, çoklu araç senkronizasyonu
Örnek Senaryolar	Ters yönde giden araç uyarısı (WWD), acil durum fren lambası uyarısı (EBL), tehlikeli yer bildirimi (HLN), elektrikli araç şarj istasyonu bildirimi (EVCSN)	GLOSA, sinyal ihlali uyarısı, acil araç uyarısı, yaklaşan motosiklet uyarısı (MCA), kooperatif çarpışma riski uyarısı (CCRW), savunmasız yol kullanıcısı koruması (VRUP)	Kooperatif adaptif seyir kontrolü (CACC), şeritten ayrılma uyarısı, savunmasız yol kullanıcısı koruması (VRUP), araç yardımı (HLN-VA), sollayan araç uyarısı (OVW)	Kooperatif adaptif seyir kontrolü yönetimi (ACACCSM), katarlama kontrolü (Platoon Control), kooperatif sollama/otonom park/birleşme (CO, CAP, CM), yüksek otonom sürüş için toplu algı hizmeti (CPS-HAD), otonom araç koordinasyonu, saniyedeki hedef rota paylaşımı (trajectory sharing), araç manevra niyeti paylaşımı (full intent broadcast)
Olgunluk Seviyesi	Ticari araçlara entegre, yaygın pilot uygulamalarda	Seçili şehirlerde pilot (Avusturya, Hollanda)	5GAA, otomotiv devlerinde prototip testler	Ar-Ge ve standardizasyon sürecinde, sınırlı saha uygulamaları

Kaynak: (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024e).

Sonuç olarak her iki sınıflandırma yaklaşımı da K-AUS mimarisi içinde, farklı stratejik ve teknik boyutları yansıtmaktadır. AK yaklaşımı, daha çok uygulama sırasına ve fizibiliteye odaklanırken C2C-CC sınıflandırması, teknolojik evrimi ve fonksiyonel gelişimi temel almaktadır. Bu nedenle ulusal ölçekte bir K-AUS yol haritası oluşturulurken bu iki sınıflandırma birlikte değerlendirilerek hem kısa vadeli hedeflere hem de uzun vadeli dönüşüme uygun stratejiler geliştirilebilir.

4. K-AUS DÜNYA UYGULAMALARI

4.1. K-AUS Küresel Eğilimleri ve Politikalar

K-AUS, akıllı şehirlere geçiş için küresel ilgi, isteklilik ve talep K-AUS'un benimsenmesi ve yaygınlaştırılmasında kolaylaştırıcı bir etki sağlamaktadır. K-AUS'un, ulaşımın geleceğini şekillendirmeye yönelik potansiyeli, bu alanda yapılan çalışmalar için birçok ülkeye önemli bir motivasyon olmaktadır. Özellikle son yıllarda gelişmekte olan haberleşme teknolojileriyle birlikte, dünyadaki K-AUS hizmetlerinin teorik ve pratik uygulamalarının arttığı görülmektedir. AI ve küresel konumlandırma sistemi (GPS) gibi yenilikçi teknolojilerin gelişmesi ve yaygınlaşması, K-AUS alanında ilerlemeyi desteklemektedir. Günümüzde dünya ülkelerinin, ulaşım kaynaklı çevresel olumsuz etkileri gidermek ve iklim kaygılarının önüne geçmek için K-AUS'un elektrikli ve otonom araçlarla entegrasyonuna odaklandığı görülmektedir.

K-AUS ile ilgili dünyada yapılan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak Avrupa'nın koordineli bir yaklaşım sergilediği, Asya-Pasifik ülkelerinin teknolojik gelişmelere odaklandığı, ABD'nin ise eyalet bazlı farklı politikalar izlediği görülmektedir.

K-AUS uygulamalarının küresel entegrasyonu ve adaptasyonu, çeşitli temel zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu zorluklar aşağıdaki teknolojik, hukuki, operasyonel ve sosyal boyutları kapsamaktadır:

- Standardizasyon ve birlikte çalışabilirlik eksikliği
- Güvenlik ve gizlilik endişeleri
- Altyapı kurulumu ve geliştirilmesinde yaşanan zorluklar
- Hukuki ve düzenleyici çerçeve yetersizlikleri
- Teknolojik entegrasyon ve karmaşıklık
- Benimsenme ve yaygınlaşma hızı

Bu zorluklar, K-AUS'un küresel ölçekte ulaşımın geleceğini şekillendirmede dinamik bir çalışma alanı olduğunu ve araştırma, geliştirme, sentez ve adaptasyon çalışmalarının sürekli olarak yapılması gerektiğini göstermektedir. K-AUS alanında belirtilen zorlukların üstesinden gelmek için dünyadaki eğilimler ve politikalar aşağıdaki bölümlerde özetlenmiştir.

4.1.1. Standardizasyon ve Birlikte Çalışabilirlik

Ekipman, uygulama ve teknoloji alanlarında, çeşitli paydaşların ihtiyaçlarını desteklerken birlikte çalışabilir, etkin, güvenli ve verimli bir şekilde entegrasyonu sağlamak ve teknolojik yenilikler ile ilerlemeleri kapsayan standardizasyon, K-AUS faaliyetleri için önemlidir.

K-AUS standartları, AUS'a odaklı aşağıda belirtilen bazı standart geliştirme kuruluşları bünyesinde yer alan Teknik Komiteler tarafından geliştirilmektedir (CEN/TC 278, 2020):

- Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) bünyesindeki TC 204,
- Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) bünyesindeki TC 278 ve
- Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI) bünyesindeki TC ITS

Standardizasyonla ilgili çalışma grupla tarafından özellikle aşağıdaki faaliyetler yürütülmektedir:

- Mimari konular ve küresel olarak benzersiz kimlik tanımlayıcılar hakkında ISO/TC 204/WG 1
- Erişim teknolojileri, haberleşme protokolleri ve prob verileri hakkında ISO/TC 204/WG 16,
- Kişisel cihazlar hakkında ISO/TC 204/WG 17,
- K-AUS hakkında (uygulamalar ve protokoller) ISO/TC 204/WG 18,
- K-AUS hakkında CEN/TC 278/WG 16 (ISO/TC 204/WG 18 ile ortak WG),
- Hareketlilik entegrasyonu ve kentsel AUS hakkında CEN/TC 278/WG 17 (ISO/TC 204/WG 19 ile ortak WG),
- ITS-G5 kullanılarak gerçekleştirilen yerelleştirilmiş yayın iletişimi hakkında ETSI TC ITS.

Genel olarak standardizasyonun amacı; K-AUS gibi alanlarda, standartlara yönelik faaliyetlerin uygulanmasını mümkün kılmak veya bu süreçleri kolaylaştırmaktır. Standardizasyon, çok yönlü hedefler içermektedir ve bu hedeflerden bazıları aşağıda yer almaktadır:

- Gözlemlenebilir haberleşme arayüzlerinde; mekanik, elektriksel ve mantıksal gereksinimleri kapsayan teknik birlikte çalışabilirliğin sağlanması,
- Uygulamaların farklı teknik platformlarda çalışabilecek şekilde taşınabilir olması ve yönetim merkezlerinden çevrimiçi olarak indirilebilmesi,

- Veri ve iletilerin anlamsal (semantik) ve söz dizimsel (sentaktik) olarak birlikte çalışabilirliğinin sağlanması,
- Kullanıcı bakış açısıyla asgari düzeyde fonksiyonel gereksinimlerin karşılanması,
- Belirlenen kullanım durumlarının güvenli ve tutarlı şekilde yürütülebilmesi için asgari performans kriterlerinin tanımlanması ve karşılanması,
- Uygulamaların geliştirilmesini ve uygulanmasını kolaylaştıracak yapının sağlanması,
- Mahremiyet ve siber güvenlik açısından güvenilir ve korumalı işlem süreçlerinin güvence altına alınması,
- Ortak kabul görmüş terimler ve tanımlar aracılığıyla ortak bir dilin oluşturulması,
- Ortak kabul görmüş işleyiş biçimleriyle tutarlı çalışma yöntemlerinin benimsenmesi,
- Küresel ölçekte çalışabilirliğe ve rekabetçiliğe olanak sağlayan bir pazarın desteklenmesi,
- Belirli bir tedarikçiye bağımlılığın azaltılması ve rekabetin teşvik edilmesi,
- Sistem ve bileşenlerin uyumluluğunun kanıtlanmasına yönelik mekanizmaların oluşturulması.

Avrupa ülkeleri genelinde standartlar ve mevzuat konusunda bir birlik sağlanmış olsa da ABD’de eyaletlerin ve Asya-Pasifik ülkelerinin kendilerine özgü standartları ve mevzuatı bulunmaktadır. Bu durum, küresel ölçekte kesintisiz iletişim ve operasyon için uyumlaştırma ihtiyacını zorlaştırmaktadır. Farklı üreticiler ve hizmet sağlayıcıları arasında uyumlu ve tutarlı hizmetler sağlayabilmek için birlikte çalışabilirlik büyük önem taşımaktadır.

4.1.2. Güvenlik ve Gizlilik

K-AUS hizmetlerinde kullanılan haberleşme teknolojileri, siber saldırılar için açık hedeflerdir. Araç konumları ve sürüş davranışları gibi hassas verilerin yetkisiz erişime ve siber saldırılara karşı korunması için şifreleme ve kimlik doğrulama gibi güçlü güvenlik önlemleri alınmalıdır. Proaktif güvenlik mekanizmalarına (kriptografik imzalar, erişim kontrolü, PKI gibi) rağmen, bir saldırgan önemli materyali ele geçirir veya mesajları manipüle ederse saldırılar yine de başarılı olabilmektedir, bu da reaktif güvenlik mekanizmalarına (makine öğrenmesi tabanlı uygunsuz davranış tespiti gibi) olan ihtiyacı artırmaktadır. Gizlilik, istasyon kimliğinin yetkisiz ifşadan korunması anlamına gelir ve kişisel verilerin kötüye kullanılmasını engellemek için anonimleştirilerek güvence altına alınması gerekmektedir. Bağlantılı ve otonom araçlarda veri yönetimi ve kişisel verilerin işlenmesine ilişkin yasal çerçevelerin belirlenmesi ve

sorumlulukların netleştirilmesi oldukça zorlayıcıdır. Üreticiler, genellikle üçüncü tarafların verilere erişimine izin verme konusunda istekli değildir.

K-AUS teknolojilerinde kullanıcıların emniyetinin sağlanması ve kişisel bilgilerinin yetkisiz kişilerce kullanımının engellenmesi, kişisel verilerin korunması ve aktarılan verilerin doğruluğunun sağlanması gibi hususlarda güvenlik önlemlerinin ve veri mahremiyetini koruma protokollerinin oluşturulması gerekmektedir.

4.1.3. Altyapı Kurulumu ve Geliştirilmesi

K-AUS hizmetlerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve etkinliğinin artırılması için RSU, kamera ve sensör gibi altyapı unsurlarının işlevsel bir şekilde konumlandırılması ve doğru şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Milyonlarca aracı aynı anda destekleyebilecek ölçeklenebilir bir K-AUS altyapısı kurulması, önemli koşullardan biridir. Altyapının K-AUS'a uygun hale getirilmesi, genellikle büyük ölçüde kamunun sorumluluğunda yer alırken teknoloji ve ekipmanın hazır hale getirilmesi ise özel sektör tarafından daha verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum, kamu-özel ortaklıklarının önemini artırmaktadır. Altyapının zayıf olduğu bölgelerin tespiti ve güçlendirme çalışmaları önem taşımaktadır.

4.1.4. Hukuki ve Düzenleyici Çerçeve

K-AUS'un yaygınlaşması için hukuki zeminin sağlanması ve mevzuatın oluşturulması kritik öneme sahiptir. AB'de 2010/40/AB Direktifi ve 2016 K-AUS Stratejisi gibi belgeler ile koordineli bir şekilde yaygınlaşma teşvik edilse de hâlâ yaptırım uygulama istekliliğinin düşük seviyede olduğu gözlenmektedir. K-AUS teknolojilerinin uygulanması ve işletimi için dijital sertifikaların üretilmesi, yönetilmesi ve iptal edilmesi gibi konularda politikaların ve prosedürlerin oluşturulması gerekmektedir.

4.1.5. Teknolojik Entegrasyon

K-AUS projeleri genellikle teknolojik olarak karmaşık, hızla gelişen teknolojilerden oluşmakta ve riskler barındırmaktadır. K-AUS'un 5G teknolojileriyle entegrasyonu; yüksek veri iletim hızları, güvenilirlik ve düşük gecikme sağlasa da gerçek dünya uygulamalarına geçmeden önce daha fazla güvenlik testi gerektirmektedir. Hibrit haberleşme (DSRC ve C-V2X'in birlikte kullanımı) yöntemleri, düşük gecikme ve yüksek kapasite ihtiyaçlarını karşılama potansiyeline sahip olsa da bu teknolojilerin kullanımının karmaşık olduğu ve kaynak tahsisi problemlerini

çözmeyi gerektirmektedir. Ülkelerin, mevcut ulaşım altyapılarına K-AUS hizmetlerinin entegrasyonuna yönelik Ar-Ge çalışmaları yapması gerekmektedir.

AI, makine öğrenmesi (ML), derin öğrenme (DL), IoT ve blokzincir gibi yenilikçi ve gelişmekte olan teknolojilerle K-AUS hizmetlerinin entegrasyonu, etkin ve verimli bir trafik yönetim imkânı sağlayabilmektedir.

K-AUS bileşenleri arasında çevresel ve sürüş verilerinin karşılıklı olarak paylaşılması sonucunda ortaya çıkması muhtemel faydalara ulaşmak için paylaşılan verilerin doğruluğunun yanında, verilerin paylaşıldığı aktörlerin gerçekliği de sistemin verimliliğini ve performansını önemli ölçüde etkilemektedir. **Blokzincir**, merkezi bir yönetimin kontrolü olmaksızın güvenli ve şeffaf bilgi depolamayı ve iletmeyi sağlayan yeni bir dağıtık defter teknolojisi olup bu teknolojinin doğasında bulunan güven, anonim olma, değişmezlik ve veri kullanılabilirliği özellikleri, mevcut K-AUS konularına çözüm getirme konusunda önemli bir potansiyel sunmaktadır (BelMannoubi vd., 2023). Ayrıca bağlantılı ve otonom araçların yaygınlaşmasında kilit rol oynayacağı göz önüne alındığında, kötü niyetli oluşumların olası saldırılarının önlenmesi ve bağlantılı araçların ihtiyaç duyduğu kritik hizmetlerin sağlanması için K-AUS hizmetlerinin güvence altına alınması gerekmektedir. Bu güvenliği garanti altına almak için çözüm olarak blokzincir teknolojisinden faydalanılmaktadır (Mendiboure, 2022).

K-AUS bağlamında, doğrudan iletişimin özel ve önemli bir konu olması ise bu alanda yapılan çalışmalarda **5G kullanımının yaygınlaştırılmasını** ihtiyaç haline getirmektedir. K-AUS ekosistemi, C-V2X/ITS-G5 gibi protokolleri ve 5G'nin gücünü kullanarak doğrudan iletişim potansiyelinden yararlanabilir ve böylece ulaşım sistemleri için daha akıllı ve bağlantılı bir geleceğin yolu açılabilir (Amendola vd., 2024). Haberleşme sektöründe kaydedilen teknolojik ilerlemelerle birlikte, 5G'nin yakın gelecekte güçlü bir teknoloji sağlayıcısı olacağı değerlendirilmektedir. Birçok yeni ve bağlantılı hizmet, 5G'yi bir veri altyapısı olarak kullanarak oluşturulabilecektir. K-AUS uygulamaları açısından 5G ağlarının çok sayıda cihazı hızlı, güvenilir, emniyetli ve güvenli bir şekilde birbirine bağlaması beklenmektedir (Oever, 2024).

Emniyet, güvenlik, hareketlilik, enerji ve çevresel etki, verimlilik gibi konularda yolcu ve yük hareketini kolaylaştırma potansiyeline sahip **bağlantılı, kooperatif ve otonom hareketlilik (CCAM)**; ulaşım sistemlerinin, güvenli, birlikte çalışabilir ve verimli olmasına katkı sunmaktadır. CCAM, K-AUS bileşenlerine dayalı bir altyapıya ihtiyaç duymaktadır. Otonom

araçların trafiğe entegrasyonu, gerçek zamanlı trafik yönetimi, araç konvoyları (platooning), acil durum müdahalesi, yayalar ve mikro hareketlilik kullanıcıları için güvenlik gibi bazı CCAM uygulamaları, K-AUS'un avantajlarından faydalanmaktadır.

Trafik yönetim merkezleri; K-AUS yol ağlarının etkin ve verimli bir şekilde yönetilerek optimizasyonun sağlanmasında trafik yönetim merkezleri önemli rol üstlenmektedir. Bu kapsamda yol altyapısında yer alan sensörler ve kameralar gibi cihazlar ile araçlar, sürücüler ve yolcular gibi yol ağı unsurlarından elde edilen bilgilerin toplanması, analizi, paylaşılması gibi organizasyonlar trafik yönetim merkezleri aracılığıyla sağlanmaktadır.

4.1.6. Benimsenme ve Yaygınlaşma

Kooperatif teknolojilerin trafik sıkışıklarını azaltma, trafik emniyetini artırma, sera gazı emisyonlarını azaltma gibi faydaları olmasına rağmen, K-AUS'un sürdürülebilir ve büyük ölçekli uygulamalar için benimsenmesini ve yaygınlaşmasını sağlayacak planlamalara ihtiyaç vardır. V2X uygulamalarının desteklenmesi gibi politikalar, K-AUS hizmetlerinin ülke genelinde yaygınlaşmasını sağlayabilir. K-AUS uygulamalarının başlangıç maliyetlerine kıyasla bakım maliyetlerinin oldukça düşük olacağı öngörülse de ilk yatırım ve benimsenme süreçleri zorlayıcı olabilmektedir.

Emniyet ve güvenlik algısı, kullanıcı alışkanlıkları ve direnç, fayda algısı, teknolojik altyapı ve maliyet, yasal ve etik sorunlar gibi parametreler, K-AUS'un kabulünde belirleyici faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Şeffaf bilgilendirme ve eğitim, güvenlik ve veri gizliliği önlemlerinin güçlendirilmesi, kademeli geçiş ve kullanıcı deneyimi odaklı yaklaşım, devlet teşvikleri ve altyapı yatırımları gibi çözümler, toplumsal kabulü artırmaya yönelik çözümler arasındadır. Güven inşa etmek, kullanıcı deneyimini iyileştirmek ve sistemin faydalarını net bir şekilde açıklamak ise K-AUS teknolojisinin yaygınlaşmasını hızlandıracaktır.

K-AUS, küresel ölçekte giderek daha fazla benimsenen bir teknoloji olsa da yaygınlaşma süreci bölgesel farklılıklar, regülasyonlar, altyapı yatırımları ve teknolojik ilerlemelere bağlı olarak değişmektedir. Dünya çapında uygulanan çeşitli K-AUS pilot projeleri ve girişimleri, yaygınlaşmanın sağlanmasında etkili ve önemli rol oynamaktadır.

4.1.7. K-AUS Kentsel Hareketlilik Uygulamaları

K-AUS; kentsel ulaşımın daha emniyetli, güvenli, verimli ve sürdürülebilir hale getirilmesi için çeşitli uygulamalar sunmaktadır. Bu uygulamaların; trafik yönetiminin iyileştirilmesi, trafik emniyet ve güvenliğinin sağlanması, ulaşımın sürdürülebilirliği gibi temel konular çerçevesindeki çözümlere odaklandığı görülmektedir. Trafik yönetiminin iyileştirilmesi kapsamında; adaptif trafik sinyal kontrolü, öncelikli araç geçişi, gerçek zamanlı trafik bilgilendirme gibi çözümler dikkat çekmektedir. Trafik emniyetinin ve güvenliğinin sağlanması doğrultusunda ise çarpışma önleme sistemleri, yayalar ve bisikletliler için güvenlik önlemleri, kavşaklarda çarpışma önleme gibi sistemler bulunmaktadır. Park yardımı, emisyonların azaltılması, yeşil dalga optimizasyonu, toplu taşıma optimizasyonu gibi kentsel hareketlilik çözümleri, çevresel ve sürdürülebilir ulaşımın sağlanmasını amaçlamaktadır.

4.1.8. Kamu-Özel Ortaklığı

Kamu-özel ortaklığı modeli, AUS alanında olduğu gibi K-AUS alanında da önemlidir. K-AUS projeleri kapsamında gerçek zamanlı haberleşme, altyapının tesisi, araç içi sistemlerin geliştirilmesi, uygulama sürekliliği gibi hususlar, K-AUS hizmetlerinin güvenli ve verimli bir şekilde sunulması açısından kritiktir. Bu durum, K-AUS projelerini, AUS projelerine kıyasla teknolojik olarak daha karmaşık hale getirmekte olup K-AUS hizmetlerinin, sorunsuz ve kesintisiz bir şekilde çalışması için projelerin kamu ve özel sektör ortaklığı ile yürütülmesi, AUS alanında olduğu gibi K-AUS alanında da yararlı olacaktır. Bu kazanıma ek olarak kamu-özel ortaklığı kapsamında kamu kurumları tarafından sağlanacak teşvikler ile K-AUS projeleri kapsamında kullanılacak ekipmanların ve teknolojilerin, yerli ve milli bir şekilde üretimi de sağlanabilecektir.

4.2. Dünyada K-AUS Stratejileri ve Uygulamaları

K-AUS dünya genelinde trafik güvenliğini artırmak, ulaşımın verimliliğini yükseltmek ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla hızla yaygınlaşan teknolojik bir dönüşüm alanıdır. AB ülkeleri, ABD, Japonya, Güney Kore ve Avustralya gibi ülkelerde, K-AUS stratejileri trafik emniyet ve güvenliği, verimlilik, çevresel sürdürülebilirlik, çok modlu ulaşım, entegrasyon ve birlikte çalışabilirlik hedefleri doğrultusunda şekillenmektedir. Bu kapsamda mimari, standartlaşma, haberleşme teknolojileri ve uygulama senaryoları temel öncelikler arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda aşağıdaki temel hedeflere odaklanıldığı görülmektedir:

- Mimari, ortak standartlar ve birlikte çalışabilirlik yaklaşımları geliştirilmesi,
- Gelişmiş haberleşme teknolojileri ile donatılmış test koridorlarının kurulması,
- V2X veri alışverişi temelli erken uygulama senaryolarının hayata geçirilmesi,
- Sürdürülebilirlik, trafik güvenliği ve kullanıcı deneyimini temel alan fayda-maliyet değerlendirmeleri,
- Ulusal ve bölgesel stratejiler geliştirilmesi.

AB tarafından desteklenen K-AUS Koridoru girişimleri (örneğin Rotterdam–Frankfurt–Viyana) kıta geneline yaygın test sahaları kurmuştur. Örneğin Avusturya’da “ECo-AT Living Lab” olarak anılan Viyana çevresi altyapısı, 2016’dan bu yana aktif olup 2021 sonuna kadar Viyana–Linz–Salzburg otoyollarına 175 ITS-G5 RSU yerleştirilmiştir. Hollanda’da ise Rotterdam–Europoort limanı ile Venlo arasında uzanan TEN-T koridorunda Gün-1 hizmetleri (Yol Çalışması Uyarısı, Araç İçi Trafik İşareti vb.) uygulama aşamasındadır. Avrupa’da ayrıca Fransa (SCOOP@F projesi, ~200 RSU), Almanya (Hessen, Aşağı Saksonya) ve İtalya’nın bazı otoyollarında K-AUS pilot alanları oluşturulmuş; bu koridorlar uluslararası uyumluluk testleri için kullanılmıştır. Bu çalışmalar, farklı ülkelerde üretilen OBU/RSU cihazlarının, ortak K-AUS mesaj formatlarını (CAM/DENM/SPATEM) kullanarak birlikte çalışabilirliğini sağlamayı hedeflemektedir (C-ROADS, 2025).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulaştırma Bakanlığı (USDOT)’un Bağlantılı Araç Pilot Programı kapsamında New York City, Tampa ve Wyoming’de büyük ölçekli deneme sahaları kurulmuştur (U.S. Department of Transportation, 2022). Bu projelerde; V2V ve V2I haberleşmeleri ile trafik sıkışıklığı, sinyal fazları, acil durumlar gibi senaryolar test edilmiştir. Ayrıca Michigan/Ann Arbor’da çok sayıda donanımlı araçla kapsamlı model dağıtım (Safety Pilot) ve Kaliforniya Otoyolu 101’de güvenlik-yoğun yol deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Japon otomotiv ve telekom şirketleri, 5.8–5.9 GHz bandında C-V2X saha testleri yapmaktadır. Örneğin Nissan, Continental, Ericsson, NTT Docomo, OKI ve Qualcomm 2018’de V2V, V2I, V2P ve V2N senaryolarını içeren doğrudan iletişim denemeleri yürütmüştür (ITS International, 2018). Bu çalışmalarda C-V2X’in menzil ve gecikme performansı değerlendirilmiştir. Japonya’da ayrıca DSRC temelli trafik ışığı pilot çalışmaları (Nagoya ITS Spot gibi) bulunmaktadır.

Çin hükümeti, “Araç-Altyapı-Bulut Entegrasyonu” prensibiyle ulusal çapta C-V2X projeleri geliştirmektedir. Bugüne kadar yedi ulusal C-V2X pilot alanı, 17 akıllı araç demo bölgesi ve 16

akıllı şehir altyapı pilotu onaylanmıştır. Örneğin Chongqing Liangjiang bölgesi 2022’de tamamlanmış ve şehir içinde tam 5G/C-V2X kapsama sağlanmıştır. Pekin, İç Moğolistan (Ordos), Liaoning (Shenyang) gibi şehirlerde de RSU’lar ile geniş C-V2X altyapısı kurulmuştur (5GAA, 2025).

Ülkelerin, kendi ulaşım altyapılarına ve stratejik hedeflerine uygun olarak farklı teknolojik yaklaşımlar ve hizmet senaryolarını benimsedikleri gözlenmektedir. Farklı ülkelerde yer alan bazı K-AUS uygulamalarına ve kullanılan hizmetlere ilişkin bilgiler, Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4. K-AUS Dünya Uygulamaları

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
Almanya	CONVERGE	ITS-G5, 3G, LTE, hibrit	V2X, C-V2X	V2X sistem ağı mimarisi oluşturmayı hedeflemektedir.
	C-Roads Almanya	ITS-G5, LTE-V2X	GLOSA, yol çalışması uyarısı, tehlike ikazı	Çoklu pilot alan.
	K-AUS Uygulama Koridoru Hollanda-Almanya-Avusturya	IEEE 802.11p, 5,9GHz, 3G, 4G	Yol çalışması uyarısı ve toplanan araç verisi ile trafik yönetimi	Yol güvenliğini artırmayı ve trafik akışını iyileştirmeyi hedeflemektedir.
	SimTD	ITS-G5, PKI	V2V, V2I, acil uyarılar, yol bilgisi	İlk büyük ölçekli saha testi, kamu-özel iş birliği.
Avusturya	C-Roads Avusturya	ITS-G5, LTE-V2X, hibrit	Tehlikeli alan uyarıları (örneğin trafik kazası, yol çalışması), dinamik hız önerileri, trafik sinyali durumu bilgilendirmesi (SPAT/MAP), yol kapalı / şerit daralması bildirimleri, kar küreme aracı ve bakım ekibi uyarısı	AK destekli en erken K-AUS entegrasyonlarından biridir ve ECo-AT Yaşayan Laboratuvar pilot bölgesinde, operasyonel deneyler sürdürülmektedir.
Birleşik Krallık	AUTOPILOT – Milton Keynes	V2X, sensör entegrasyonu	Otonom sürüş senaryoları, nesne algılama ve kavşak yönetimi	IoT ve otonom araç odaklı K-AUS testleri.
	Birleşik Krallık Bağlantılı Akıllı Ulaşım Ortamı (UK-CITE)	ITS-G5, LTE-V2X (hibrit)	Gerçek zamanlı trafik uyarıları, sinyal durumu bilgisi (SPAT/MAP)	Coventry çevresinde saha testleri, hibrit haberleşme testleri.
	C-Roads / C-Mobile	GLOSA, ITS-G5, 5G	Yol bakım aracı uyarısı, dinamik hız uyarısı	- GLOSA – Newcastle - Middlesex K-AUS Proje Alanı

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
				5G-DRIVE
	InterCor İngiltere - A2M2 Bağlantılı Koridoru	ITS-G5 + LTE-V2X	Sınır geçişi senaryoları, hizmet geçişi (handover)	Avrupa'yla hibrit haberleşme geçiş testleri, ETSI uyumlu çözümler.
	MERIDIAN & Zenzic Projeleri	V2X, 5G, bulut tabanlı yönetim	Kooperatif sürüş senaryoları, güvenli sürüş önerileri	Ulusal CAV test altyapısı geliştirme odaklı.
Fransa	SCOOP	ITS-G5, 3G/4G, hibrit haberleşme	GLOSA, yol emniyet ve güvenliği uyarıları	Avrupa'nın ilk K-AUS pilotlarından biridir.
	InterCor	3G, 4G, ITS-G5, hibrit	Araç içi işaret sistemi, hız ve şerit sinyalleri, yol çalışması uyarısı	Paris'in kuzeyine uzanan geniş test alanı; TEN-T ağı ile bütünleşme.
	InDiD	ITS-G5, 3G/4G, hibrit	Gelişmiş algılama sistemleri, Gün 1, 1,5 ve 2 hizmetlerinin testi	Kent içi risklerin azaltılması, dijital altyapı geliştirme, 8 pilot saha bulunmaktadır.
	C-Roads Fransa	Hibrit: ITS-G5 + hücreli ağlar	GLOSA, çok modlu bilgi, park et-devam et, akıllı yönlendirme, kamyon park alanları	Gün 1 ve 1,5 hizmetlerinin geniş kapsamlı testi; 4 pilot bölge; geniş ölçekli uygulama.
	Akıllı Şehirlerde Sürdürülebilir Kentsel Hareketliliğin Planlanması (PUMAS)	ITS-G5, Wi-Fi, Hücreli	Şehir içi hareketlilik optimizasyonu, trafik bilgisi paylaşımı	Lyon & Grenoble şehirlerinde uygulanan kentsel K-AUS entegrasyonu.
	EU EIP – Avrupa AUS Platformu	ITS-G5, LTE	Trafik ışığı önceliklendirme, güvenli hız önerisi	TEN-T ağına birlikte çalışabilirlik, Rhône-Alpes bağlantılı testler.
	Mobilité 2.0 / PSA - Renault Testleri	ITS-G5, V2V, V2I, Hücreli	Acil uyarılar, şerit yardımı, park yeri bilgisi	Otomotiv Ar-Ge testleri; kentsel alanda çok modlu sürüş destekleri.
	NordicWay Bağlantılılık Testleri (dolaylı katkı)	ITS-G5, C-V2X	Sınır ötesi K-AUS haberleşme uyumluluğu	Doğrudan Fransa liderliğinde değil, ancak üretici ve ağ entegrasyonu açısından önemli temaslar mevcut.
İspanya	Bilbao C-Mobile Hizmetleri	LTE (Hücreli)	Kör nokta uyarısı, otopark mevcudiyeti, yol tehlike ve çalışma uyarısı	Kamyonlar için kör nokta tespiti, gerçek zamanlı park verisi, Android tabanlı uygulama ile erişim.

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
	C-Roads İspanya - DGT 3.0	3G, 4G/LTE (hücreli tabanlı)	Gerçek zamanlı trafik verisi paylaşımı, kamuya açık bulut platformu üzerinden kooperatif hizmetler	TEN-T çekirdek ağı boyunca ve 12.270 km yol kapsama alanında herkese açık iletişim platformu.
	C-Roads İspanya - Madrid Calle 30	Hibrit (ITS-G5 + Hücreli)	Trafik yönetimi, olay bildirimi	32 km yol ağında 34 RSU ve 15 OBU içeren K-AUS merkezi.
	C-Roads İspanya - Kantabria	Hibrit (ITS-G5 + Hücreli)	Tehlike uyarısı, yol çalışması uyarısı, park bilgisi	158 km yol ağı, 31 ITS-G5 bağlantılı RSU ile farklı yol tipleri testi.
	C-Roads İspanya - Akdeniz Bölgesi	Hibrit (ITS-G5 + Hücreli)	Kentsel hareketlilik senaryoları, park et-devam et, multimodal trafik bilgisi	Katalonya ve Endülüs'te 125 km yol boyunca bölgesel senaryo farklılıklarının testi.
	Ceit Ar-Ge Projeleri (Navarra Üniversitesi Teknoloji Merkezi)	V2X, OBU, HMI, ITS-G5	Araç içi sistemler, sürücü arayüzleri, yol izleme ve bilgi yönetimi	Otonom ve kooperatif sürüş için sistem geliştirimi; sanayiyle yakın iş birliği.
	C-Mobile Barcelona	LTE (hücreli)	Yol çalışması uyarısı, yol tehlike uyarısı, GLOSA, sinyal ihlali uyarısı, esnek altyapı, araç içi işaret, motosiklet yaklaşma bildirimi, savunmasız yol kullanıcısı uyarısı, acil durum aracı yaklaşma uyarısı, araç verileri	Tüm şehir ve çevre arterlerde büyük ölçekli uygulama, çevre dostu sürüş odaklı bildirimler, Android uygulama üzerinden kullanıcı etkileşimi.
	C-Mobile Vigo	LTE (hücreli)	Yol çalışmaları, yol tehlikesi, acil durum aracı yaklaşma uyarısı, sinyal ihlali, yaya uyarı sistemi, GLOSA, acil durum fren lambası, hız sabitleyici, motosiklet yaklaşma bildirimi	SISCOGA Extended altyapısı üzerine kurulu olup hem şehir içi hem şehirler arası yollarda uygulama alanı bulunmaktadır. CO ₂ salınımını azaltmaya yönelik akıllı uyarılar ve trafik akışı optimizasyonuna odaklanmıştır.
	SISCOGA	ITS-G5 (IEEE 802.11p), UMTS (3G), GPS	Trafik sıkışıklığı uyarısı, olağanüstü hava koşulları, alternatif rota, yol çalışması bildirimi, değişken hız limitleri	Vigo'da 150 km'lik koridor; 30+ RSU; 100+ donanımlı araç; V2I ve V2V senaryoları.
İtalya	ANAS Akıllı Yol Altyapısı Projesi	V2X, 5G	Otonom ve bağlantılı araç destekli yol testleri	SS51, E45/E55, A90, A2, A19, RA15 yollarında altyapı geliştirme ile ileri seviye haberleşme sistemleri kurulumu.

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
	C-Roads İtalya	V2X (ITS-G5, LTE-V2X), V2V, V2I	Tır konvoyu, otoyol şoförü, birleşik araç senaryoları (kamyon + binek), Gün 1 ve Gün 1,5 hizmetleri	Brenner (A22), Auto-vie Venete (A4/A28) ve CAV (A57) otoyollarında yer alan pilot koridorlar; güvenlik, trafik ve enerji verimliliğini hedeflemektedir.
	GEAR 2030 Uyumlu Karayolu Sertifikasyon Programı	V2X, 5G	Test koşullarında otonom sürüş simülasyonu, veri toplama ve analiz	15.000 km yolun yeni nesil araçlara uygun hale getirilmesi için teknik ve düzenleyici altyapı geliştirme; EN 50126 uyumlu risk analizleri.
Avrupa'da Ortak Yürütülen K-AUS Projeleri ve Girişimleri	C-ITS Corridor (NL-DE-AT)	ITS-G5	Yol çalışması uyarısı, sabit trafik uyarısı, kavşak yardım bilgileri	Hollanda-Almanya-Avusturya arasında sınır ötesi K-AUS entegrasyonu.
	CCAM Ortaklığı	V2X	Otonom ve bağlantılı araç sistemlerinin testi	Kamu-özel ortaklığı, çok disiplinli Ar-Ge desteği, veri paylaşım sistemleri, etki değerlendirme ve toplumsal kabul analizleri.
	C-Roads Platformu	TS-G5, LTE-V2X, hibrit	Gün 1 ve Gün 1,5 hizmetleri (ör. yol çalışması, trafik uyarısı, sinyal optimizasyonu)	AB genelinde birlikte çalışabilirliğe odaklanan çok ülkeli testler; TEN-T koridorları boyunca uygulama.
	CO-GISTICS	V2I, V2V (ITS-G5)	Akıllı lojistik, kargo önceliklendirme, yeşil dalga, enerji verimli rota	Lojistik sektöründe K-AUS uygulamaları ve taşımacılığa özgü ilk büyük ölçekli test.
	Compass4D	DSRC, kısa mesafe haberleşme	Kırmızı ışık ihlali uyarısı, yol tehlike uyarısı, enerji verimli kavşak hizmeti	7 Avrupa şehrinde uygulanmıştır ve trafik güvenliği ile CO ₂ salınının azaltılması hedeflenmiştir.
	COOPERS	V2I (çift yönlü), DSRC	Gerçek zamanlı trafik bilgisi, öneri sistemleri	Avusturya, Almanya, Hollanda ve İtalya otoyollarında uygulama, günlük operasyon testleri.
	C-Mobile	LTE, ITS-G5, hibrit; mobil uygulama tabanlı erişim	Savunmasız yol kullanıcısı uyarısı, kavşak yardımı, GLOSA, park bilgisi, yol çalışması ve tehlike uyarısı	Kullanıcı deneyimine dayalı tasarım ve açık hizmet mimarisi 8 şehir/bölgede büyük ölçekli K-AUS hizmeti sunulmuştur.

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
	CVIS	C-V2X, DSRC, WLAN, Wi-Fi, kızılötesi (CALM tabanlı)	V2V/V2I platformları, yol güvenliği ve verimliliği	7 ülkede test sahası, çoklu haberleşme arayüzleri ve mobil yönlendirici ile gerçek uygulama.
	DRIVE C2X	IEEE 802.11p, 3G/4G	Ortak Avrupa C2X referans sistemi, Gün 1 hizmetleri	7 ülke, çoklu saha testleri, yüksek kullanıcı kabulü ve %2,3 CO ₂ azaltımı.
	EasyWay	ITS-G5, GSM, VMS, DSRC	Trafik yönetimi, bilgi hizmetleri, çevre dostu lojistik	30 ülke, TEN-T ağı kapsamında; EW Uygulama Yönergeleri ve AB AUS Direktifi'ne katkı.
	Intercor	ITS-G5, LTE, hibrit model	Kavşak destek sistemleri, yol çalışması bilgisi, hız tavsiyesi	Hollanda, Birleşik Krallık, Fransa ve Belçika'dan oluşan 4 ülkeyi kapsayan sınır ötesi birlikte çalışabilirlik odaklı testler.
	ITSSv6	IEEE 802.11p, 2G/3G	IPv6 tabanlı AUS-İ sistemleri, standart uyumlu veri alışverişi	ETSI, ISO, IETF uyumlu protokoller, platform taşınabilirliği, CVIS ve GeoNet projelerinin devamı.
	NordicWay (I & II)	Hücreli ağlar (LTE) ve ITS-G5 (ikincil)	Hız sınırı uyarıları, yol tehlike bilgisi, yol durumu bilgisi paylaşımı	İskandinav ülkeleri arasında kesintisiz K-AUS entegrasyonu, K-AUS veri paylaşımı odaklı model
	SAFESPOT	V2V, V2I	Tehlike algılama, yol güvenliği mesajlaşması	6 ülkede sahada testler, açık ve modüler mimari ile birlikte çalışabilirlik odaklı geliştirme.
	FRAME Mimarisi	Tüm V2X teknolojileriyle çalışabilir	Entegre ve birlikte çalışabilir AUS uygulamaları	AB genelinde teknoloji bağımsız çalışan ortak K-AUS mimarisi, çok sayıda ülke tarafından uygulamaya alınmıştır.
	Trans-Avrupa Ulaştırma Ağı (TEN-T)	Çeşitli (ülkeler arası uyumlu altyapı)	TEN-T karayollarında K-AUS hizmetleri	EasyWay, InterCor ve C-Roads gibi projelere altyapı sağlama rolü.

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
	AB EIP – K-AUS Hizmetleri Uygulama Desteği	Teknolojiden bağımsız yönetim/koordinasyon	Temel hizmetlerin tanımı, uygulama rehberliği, birlikte çalışabilirlik	Avrupa AUS Referans El Kitabı’nın devamı, tüm ülkeler için yönlendirici çerçeve.
ABD	Arizona Acil Durum Aracı Altyapı Entegrasyonu	DSRC, yerleşik sistemler, kısa mesafe haberleşme	Acil durum araçlarının trafik yönetimi, ileri teknoloji testleri	İlk K-AUS pilotlarından; prototip uygulama analizi ve saha testleri; trafik olaylarına hızlı müdahale hedefi
	CICAS	DSR	Kavşak çarpışma önleme, sürücü ve yaya uyarıları	Araç ve altyapı tabanlı sensör ve sistemler; DSRC ile veri alışverişi; kavşak güvenliğini artıran erken uyarı sistemi.
	Çok Yollu Sinyal Fazı ve Zamanlama (SpaT) Yayını	DSRC (IEEE 802.11p), WAVE	Sinyalize kavşaklarda hız önerisi, yeşil faz süresi göstergesi	Michigan’da sürücülere kavşak geçişi için zamanlama bilgisi sunma; sürüş güvenliğini artırma
	IVBSS	DSRC, V2I, GPS, kablosuz sensör ağları	Önden çarpışma uyarısı, şerit değiştirme uyarısı, şerit değiştirme yardımı, viraj hız uyarısı	Araç tabanlı güvenlik sistemlerinin saha testleri; kazaları önlemeye yönelik entegre sistem geliştirme.
	New York Bağlantılı Araç Pilot Projesi	DSRC (Dedicated Short-Range Communications)	Hız denetimi, kırmızı ışık ihlali uyarısı, acil durum iletişimi, şerit değiştirme uyarısı vb.	Manhattan ve Brooklyn’de 320 kavşakta DSRC kullanımı, “Hedef Sıfır” programıyla kaza azaltma amaçlı uygulamalar.
	San Diego Bölgesel Test Alanı	C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything)	Bağlantılı ve otonom araç teknolojilerinin test edilmesi, kamu güvenliği ve hareketlilik desteklenmesi	Yeni nesil haberleşme teknolojisi ile entegre test ve doğrulama ortamı; sürdürülebilirlik ve ekonomik refah hedefleri.
	THEA Bağlantılı Araç Pilot Projesi	DSRC	Trafik sıkışıklığı azaltma, ters yöne giriş uyarısı, yaya çarpışma uyarısı, acil durum fren lambası vb.	1.000 araç, 10 otobüs ve 47 RSU ile bağlantılı araçlar arasında iletişim; yaya güvenliği ve karma trafik yönetimi hedefi.

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
	Wyoming Bağlantılı Araç Pilot Projesi	DSRC	Önden çarpışma uyarısı, yol çalışmaları uyarısı, tehlike bildirimi, hava koşulu uyarısı	75 RSU ile DSRC tabanlı geniş kapsamlı pilot uygulama; kötü hava koşullarında trafik güvenliği artırma.
	Kooperatif ve Akıllı Ulaşım için Referans Mimari (ARC-IT)	Kurumsal, Fonksiyonel, Fiziksel ve Haberleşme Görünümleri; çeşitli iletişim protokolleri ve standartlar	AUS planlama ve entegrasyonu, standartların belirlenmesi, hizmet paketleri ile uygulama geliştirme	ABD'nin ulusal AUS mimarisi; planlamacılara ve mühendislere ortak dil ve araçlar sağlama; dört ana görünüm ve hizmet paketleri konsepti.
	CVISN		Güvenlik bilgi paylaşımı, elektronik kimlik doğrulama, akıllı yol kenarı sistemleri	Motorlu taşıtlar için veri entegrasyonu ve güvenlik artırma, temel ve gelişmiş işlevler.
Çin	C-V2X Standartları İş birliği	C-V2X, 3GPP protokolleri	Standardizasyon, protokol tasarımı, test spesifikasyonları	Çin'e özgü mesaj katmanı protokolü, çok katmanlı birlikte çalışabilirlik testleri.
	C-V2X Saha Testleri (IMT-2020 5G tanıtım grubu)	C-V2X, 5G	C-V2X saha testleri, büyük ölçekli demo gösterimleri	Dünya çapında etkili saha testleri, Şangay'da üç ve dört katmanlı çalışabilirlik etkinlikleri.
	Pilot Bölgeler (2021)	C-V2X, 5G	Akıllı ve bağlantılı araçlar testleri, araç-yol-bulut fonksiyonları	Pekin, Şangay, Guangzhou, Vuhan, Changsha, Wuxi gibi pilot şehirler.
	İkinci Aşama Pilot Bölgeler	C-V2X, 5G	Farklı K-AUS uygulamaları üzerine uzmanlaşma	10 farklı şehir (Çongçing, Shenzhen, Xiaomen vb.), K-AUS uygulamalarında çeşitlilik sağlama.
	Şangay Pilot Bölgesi	C-V2X, RSU, 5G	Otonom araç sürüşü, verimlilik, otomatik vale park sistemleri	Kapalı ve açık test alanları, 200 araç, 42 RSU, 73 km açık alan, 182 RSU, 100 km ² trafik patikası.
	Pekin Pilot Bölgesi	C-V2X, 5G	1.000 km test yolu, 10.000 araç kapasitesi, farklı yol tipleri	124 tam donanımlı otonom araç, 251 milyon km test sürüşü, endüstri ve hükümet iş birliği.
	Uzaktan Sürüş (Huawei, China Mobile, SAIC)	5G, C-V2X	30 km uzaklıktan yüksek çözünürlüklü görüntülü araç kontrolü	Dünyanın ilk 5G destekli uzaktan sürüş sistemi, Şangay'da 2019 demosu.
	RoboTaksi (Pony.ai)	C-V2X, 5G	Otonom robotaksi hizmetleri, otonom tır taşımacılığı	Pekin ve Shenzhen'de testler, 16.400 ton yük taşımacılığı, 50.000 km otonom tır sürüşü.

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
	Apollo (Baidu Konsorsiyumu)	C-V2X, 5G	Seviye 4 otonom sürüş, robotaksi hizmetleri	2018-2020 arası 2 milyon km test sürüşü, Pekin’de 55 otonom araç, 15.006 kullanıcıya robotaksi hizmeti.
	Ulusal Pilot Bölgeler (2021)	C-V2X, 5G	K-AUS teknolojilerinin test edilmesi	Wuxi, Xiqing, Changsha, Liangjiang gibi ulusal pilot bölgeler.
	Gösterim Alanları (18 Bölge)	C-V2X, 5G	Akıllı ve bağlantılı araç teknolojileri testleri	Farklı iklim ve coğrafi özelliklere sahip bölgelerde uygulamalar
	Akıllı Şehir Pilotları (16 Şehir)	C-V2X, 5G	Akıllı şehir altyapısı geliştirme ve araç teknolojileri testi	Beijing, Guangzhou gibi büyük şehirlerin de dahil olduğu pilot şehirler.
Güney Kore	SMART Otoyol Projesi	5G, V2V, V2I, V2P, LTE	Akıllı otoyol uygulamaları, K-AUS testleri	Güney Kore’nin K-AUS alanındaki ilk önemli uygulaması.
	Sangam Mahallesi Pilot Bölgesi	5G, V2X	24 saat halka açık K-AUS test alanı, gerçek zamanlı trafik koşulları	V2V, V2I, V2P haberleşmesi; toplu taşıma için “Her Şey Dahil 5G Terminali”.
	Seul Otonom Otobüs Testleri (KT)	5G, LTE, V2X	Otonom otobüs sürüşü	45 kişilik otobüs, 70 km/s hız, gerçek zamanlı karar, kör nokta tespiti.
	K-AUS Altyapı Geliştirme Projeleri	V2X, DSRC, LTE-V2X, IEEE 802.11p (WAVE)	Anayol altyapısının K-AUS ile güçlendirilmesi	2030 hedefi: araçların %70 OBU donanımlı, otobanların %100 K-AUS destekli olması.
	K-AUS Bağlantılı Otobüsler (Sangam Bölgesi)	V2X	2.000 civarında otobüse OBU yerleştirilmesi, toplu taşıma iletişimi	Seul’de şehir içi toplu taşımanın dijitalleşmesi ve K-AUS entegrasyonu.
	Yeni Nesil K-AUS Frekans Düzenleme Planı	LTE-V2X, IEEE 802.11p (WAVE), 5G-V2X (koruma bandı)	Frekans tahsisi ve optimizasyonu	70 MHz bandın bölünmesi: 20 MHz LTE-V2X, 30 MHz WAVE, 20 MHz koruma bandı.
Japonya	AUS Noktaları & Araç Navigasyon Sistemleri	ITS Spot (DSRC bazlı), OBU donanımları	Gerçek zamanlı konum paylaşımı, trafik yönetimi, riskli hava koşullarında uyarı	1.600 AUS noktası, 679,5 km Tohoku Otoyolu, 10 milyon OBU aracın kullanımı.
	ETC2.0 Projesi	DSRC (5.9 GHz bandı)	Elektronik geçiş ücreti toplama	2017’de 1,5 milyon OBU’ya ulaşan araç sayısı, hızlı ve yüksek kapasiteli ücret toplama.

Ülke / Bölge	Uygulama-Proje Adı	Kullanılan Haberleşme Teknolojileri	Hizmetler / Senaryolar	Öne Çıkan Unsurlar
	Otonom Sürüş Saha Testleri	RSU, K-AUS entegre otonom sürüş	Trafik sinyal faz bilgisi ile otonom araçlarda güvenli sürüş	Toyota liderliğinde, 29 katılımcı; trafik sinyal fazı ve kalan süre bilgisinin otonom sürüşe etkisi.
	SKY Test Programı	GPS, RFID, V2I, V2V, kızılötesi ışık vericileri	Yaya güvenliği, RFID ile veri transferi, kavşak çarpışma önleme, patinaj bilgi sistemi	Çoklu test alanları; Kanagawa, Yokohama, Hokkaido; Nissan, NTT Docomo, Panasonic gibi katılımcılar.
	V2I ve V2V Haberleşme Pilot Alanları	V2I, V2V, kablosuz AUS (ultra yüksek frekans)	Otoyollarda V2I ve V2V sistemlerinin uygulanması	MLIT, NPA koordinasyonu; teknik yönergelerle sorunsuz çalışma; yaygınlaşan V2I altyapısı.
Avustralya	CITI	DSRC, 5G, C-V2X	Gerçek zamanlı trafik akışı, araç-arac & araç-altyapı iletişimi	Trafik güvenliği artışı, altyapı modernizasyonu.
	iMOVE	DSRC, 5G, C-V2X, LTE	Otonom sürüş destekli haberleşme, trafik yönetimi	Kamu-özel sektör iş birliği, akıllı şehir altyapısı.

Kaynak: (AlpCity Office, 2006; Asselin-Miller et al., 2016; Coventry University, 2016; European Commission, 2021; Fransa Ekolojik Geçiş Bakanlığı, 2014; NordicWay, 2023; ZENZIC, 2020; T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024b)

Ülkelerin K-AUS bağlamındaki projelerinde odaklandığı bazı alanlar, aşağıdaki başlıklarda gruplandırılabilir:

- **Akıllı Otoyol Projeleri:** Trafik akışını optimize etmek, kaza riskini azaltmak ve sürüş konforunu artırmak amacıyla akıllı trafik sinyalleri, değişken mesaj işaretleri, yol kenarı üniteleri (RSU'lar) ve araç içi iletişim sistemlerini entegre eden projeler.
- **Otonom Toplu Taşıma Uygulamaları:** Belirli rotalarda veya kampüs içi alanlarda yolcu taşımacılığı yapan otonom otobüsler veya mekik servisleri gibi projeler. Bu projeler genellikle son mil taşımacılığı sorununa çözüm sunmaktadır.
- **V2X Haberleşme Pilot Projeleri:** Araçlar arası (V2V), araçtan altyapıya (V2I), araçtan yayaya (V2P) ve araçtan ağa (V2N) iletişim teknolojilerinin test edildiği ve trafik güvenliği, trafik akışı ve enerji verimliliği üzerindeki etkilerinin incelendiği projeler.
- **Akıllı Şehir Entegrasyon Projeleri:** AUS'u akıllı park sistemleri, akıllı aydınlatma, afet yönetimi ve kamu güvenliği gibi diğer akıllı şehir bileşenleriyle entegre eden kapsamlı projeler.

- **Kargo ve Lojistik Odaklı Otonom Çözümler:** Özellikle limanlar, depolar veya belirli sanayi bölgeleri gibi kontrol edilebilir alanlarda otonom kamyonlar veya insansız teslimat araçlarının kullanıldığı projeler.

AB, bağlantılı ve otonom sürüş stratejisi kapsamında üye ülkeler arasında koordinasyonu sağlamayı hedeflemektedir. Almanya, Hollanda, Fransa ve İsveç gibi ülkeler, özellikle otoyollarda otonom sürüş, platooning (konvoy sürüşü) ve akıllı altyapı geliştirme konularında aktif rol oynamaktadır. Ortak standartlar ve birlikte çalışabilirlik, bu ülkelerin önemli öncelikleri arasında olup trafik sıkışıklığının azaltılması, yol güvenliğinin ve çevresel sürdürülebilirliğin artırılması temel hedeflerdir. Ayrıca CCAM üzerine araştırmalar, yapan kamu-özel ortaklıkları da bulunmaktadır.

ABD; K-AUS ve AUS teknolojilerinde önemli bir öncü konumundadır. Özellikle test ve geliştirme platformları, otonom araçlar için yasal düzenlemeler ve V2X iletişimi üzerine yoğunlaşmışlardır. Federal düzeyde ve eyalet bazında birçok pilot proje yürütülmektedir. ABD'deki K-AUS çalışmaları, Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı Akıllı Ulaşım Sistemleri Ortak Program Ofisi (ITS JPO) tarafından yürütülmektedir. Çalışmalarının çoğu, trafik güvenliğini artırmaya yöneliktir. Avrupa ülkelerinin aksine, ABD'de eyaletler arasında mevzuat ve standart birliği bulunmamaktadır. Her eyalet kendi mevzuatını ve standartlarını oluşturabilmektedir.

Asya-Pasifik ülkeleri, K-AUS çalışmalarında haberleşme teknolojilerinin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Bu bölgedeki ülkeler arasında tek bir bölgesel birlik bulunmamakta, her ülke kendine özgü standartlarını ve mevzuatını geliştirmektedir. **Japonya**, özellikle yaşlanan nüfus ve trafik sıkışıklığı gibi sorunlara çözüm olarak AUS ve otonom araçlara büyük önem vermektedir. Akıllı trafik yönetimi, otonom toplu taşıma sistemleri ve güvenlik odaklı teknolojilerde ileri düzeyde çalışmalar yürütülmektedir. K-AUS uygulamaları, toplumda yaygın olarak benimsenmiş ve trafik yönetiminde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle V2I haberleşmenin yaygınlaşması için çalışmalar yapılmış ve hizmet kalitesi sürekli yükseltilmiştir. Kavşaklarda çarpışma önleme sistemleri ve otonom sürüş saha operasyon testleri gibi projeler gerçekleştirilmiştir. **Çin** ise kendine özgü bir K-AUS yaklaşımı sergilemekte ve 5G ile AI teknolojilerinin K-AUS'a entegrasyonu üzerine yoğunlaşmaktadır. Büyük şehirlerde ve yoğun nüfuslu bölgelerde geniş ölçekli K-AUS uygulamaları yapılmaktadır. “Araç-yol-bulut” fonksiyonunun yüksek potansiyeli üzerinde durulmuştur. Çin'de hükümetin güçlü desteğiyle otonom araç teknolojilerinde hızla ilerleme kaydedilmektedir. Özellikle büyük şehirlerde

otonom sürüş testleri, akıllı yol altyapıları ve yeni enerji araçlarının entegrasyonuna odaklanılmıştır. AI ve 5G teknolojileri, bu alandaki gelişimlerini desteklemektedir. **Güney Kore**; akıllı şehirler ve K-AUS entegrasyonunda iddialı hedeflere sahiptir. Özellikle V2X haberleşme, akıllı park sistemleri ve otonom toplu taşıma araçları üzerine yoğunlaşmıştır. K-AUS teknolojilerini içeren kapsamlı Ar-Ge çalışmaları yürütülmekte ve çeşitli ulaşım modlarının entegrasyonu ile bütüncül ulaşım çözümleri sunulmaktadır. Özellikle toplu taşıma sistemlerine (otobüsler gibi) V2X teknolojilerinin entegrasyonu hedeflenmektedir. **Avustralya**, K-AUS alanında diğer ülkelere kıyasla daha geç başlamış olup Avrupa ve ABD’de kullanılan standartların ve mevzuatın bir sentezini oluşturarak daha optimize ve kapsayıcı bir sistem kurmayı amaçlamaktadır. Haberleşme altyapısı zayıf olan bölgelerin tespiti ve güçlendirilmesi üzerine çalışmalar yürütülmektedir.

Ülkeler; K-AUS ile ilgili çalışmalarında yasal çerçeveleri, Ar-Ge yatırımları, test ortamları ve kamu-özel sektör iş birlikleri gibi konularda, farklı stratejiler benimsemektedir. Ülkelerin kendi demografik ve coğrafi özelliklerine göre AUS ve K-AUS uygulamaları şekillenmektedir.

K-AUS ve AUS alanında dünya genelinde gerçekleştirilen projeler ve uygulamalar ele alındığında, teorik bilgilerin pratik uygulamalarla sergilendiği ve elde edilen sonuçların paylaşıldığı görülmektedir.

4.3. K-AUS’un Küresel Yaygınlaşma Durumu ve Bölgesel Farklılıklar

Avrupa, ABD, Asya-Pasifik ülkeleri ve Avustralya’daki K-AUS alanındaki eğilimler ve yaklaşımların karşılaştırılması Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. Avrupa Ülkeleri, Asya-Pasifik Ülkeleri ve ABD'nin K-AUS Alanında Karşılaştırılması

	Avrupa Ülkeleri	Asya-Pasifik Ülkeleri	Avustralya	ABD
K-AUS Mevcut Durumu	- Yapılan pilot çalışmaların büyük çoğunluğu TEN-T koridorları üzerinde yapılmıştır ve bu koridorlarda yapılmaya devam etmektedir. - Birlikte çalışabilirliği yüksek olan K-AUS uygulamaları geliştirilmektedir. - AB ülkeleri ile birlikte yürütülen K-AUS projeleri yer almaktadır.	- Yapılan pilot çalışmalarda, K-AUS senaryolarının uygulanmasından ziyade haberleşme teknolojilerinin geliştirilmesi üzerine çalışılmaktadır. - Ülkelerin kendine ait kullandıkları standartları ve mevzuatı yer almaktadır. Bölgesel birlik bulunmamaktadır.	Avrupa ve ABD standartlarının ve mevzuatının bir sentezi oluşturulmuştur. Uygulamalarda bu sentezden yararlanılmaktadır.	- ITS JPO tarafından yürütülen ve çeşitli kurumların bir araya gelerek oluşturduğu ortak bir çalışma bulunmaktadır. - Eyaletlerin kendine ait standartları ve mevzuatı bulunmaktadır. Eyaletler arası birlik yoktur. - ARC-IT adı verilen referans mimarisi vardır.
Dikkat Çekici Özellikler	- Ülkelerin kendi içinde çalışmaları bulunmasına rağmen, AB ülkeleri bir bütün halinde hareket etmeye gayret göstermektedir. - Yapılan pilot çalışmaların büyük çoğunluğu ülkeler arası sınır ötesi projelerdir.	- Çalışmaların çoğunluğu haberleşme teknolojilerini geliştirmeye odaklanmaktadır. - Her ülke, kendi coğrafyasına uygun bir pilot bölge belirleyerek çalışmalarını bu bölgelerde sürdürmektedir.	İletişim altyapısının zayıf olduğu bölgeler tespit edilerek bu bölgelerdeki altyapıyı güçlendirme üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Böylece sürekliliği olan bir K-AUS altyapısı oluşturulmasına çalışılmaktadır.	- Yapılan çalışmaların çoğunluğu, trafikte güvenliği sağlamaya yöneliktir. - Ulaştırma bakanlıkları, yürüttükleri projeler ve yayınladıkları strateji planlarında K-AUS hizmetlerine yer vermektedir.

	Avrupa Ülkeleri	Asya-Pasifik Ülkeleri	Avustralya	ABD
Üstün Yönler	• AB’de yer alan ülkelerde, standartlar ve mevzuat konusunda birlik sağlanmıştır. • Ülkeler birbirine benzer hareket ederek proje geliştirmede birbirlerine yardım etmektedir.	• Nitelikli K-AUS araştırmacıları ve bu alanda faaliyet gösteren kişi sayısı fazladır. Bu nedenle K-AUS teknolojileri alanındaki geliştirmeleri, hızlı bir şekilde devam etmektedir.	• Farklı bölgelerde kullanılan K-AUS hizmetlerine yönelik standartlar ve mevzuat sentezlendiği için ülkelerin önde ve iyi oldukları konular bir göz önünde bulundurularak daha gelişmiş bir sistem kurulabilmektedir.	• FHWA, K-AUS alanındaki çalışmalara yüksek meblağlarda fon sağlamaktadır. • K-AUS alanında çalışmalar yürüten nitelikli araştırmacıların ABD’ye göçü devam etmektedir.
Sağlanan Faydalar	• Standartlar ve mevzuat konusunda sağlanan birlik ile zaman ve kaynak kaybı önlenmektedir. • Ülkelerin birlikte hareket etmesi, K-AUS uygulamalarının yaygınlaşması sürecinde iş birliklerini güçlendirmektedir.	• Haberleşme teknolojilerinde gelişmeler kaydetmekte olup bu teknolojilerin uygulama pazarında payı yüksektir.	• Daha gelişmiş ve kullanıldığı takdirde daha optimize uygulama sunan bir sentez K-AUS yönetmeliği oluşturulmuştur.	• Ayrılan fon miktarı ve nitelikli personel sayısı sayesinde, K-AUS teknolojilerinin geliştirilmesinde avantajlıdır.

4.4. Türkiye’de K-AUS Uygulamaları ve Stratejik Yönelimler

Türkiye’de yürütülen çalışmalarda hem ulusal hem de uluslararası alanda iş birliği yapılarak K-AUS alanındaki yeteneklerin artırılması ve insan kaynağının güçlendirilmesi de önem arz etmektedir. Nitelikli araştırmacı sayısının artırılması ve böylece K-AUS teknolojilerinin gelişiminin hızlandırılması için üniversiteler, araştırma kurumları ve özel sektör arasındaki iş birliklerine önem verilmesi gerekmektedir. Bir diğer öncelikli konu ise Türkiye’nin yol ve internet altyapısının K-AUS’a uygun hale getirilmesidir. Ülkemizdeki her bölgenin coğrafi özellikleri göz önünde bulundurularak toplumsal ihtiyaçlar ve talepler doğrultusunda K-AUS uygulamalarının hayata geçirilmesi önemlidir. Doğru stratejik planlama ile ülkemiz, K-AUS

hizmetlerinden yararlanan, uluslararası çalışmalara yön verebilen önemli bir oyuncu haline gelebilecektir.

Türkiye, K-AUS alanında henüz başlangıç aşamasında olsa da stratejik planlar, pilot projeler ve kurumsal girişimler ile bu alanda önemli bir potansiyeli bulunmaktadır. Avrupa, ABD ve Asya örneklerinden ilham alınarak uygulamaların yaygınlaştırılması, sürdürülebilir finansman ve yasal altyapının güçlendirilmesi ile K-AUS'un Türkiye'de etkili bir şekilde uygulanması mümkündür. Sonuç olarak Türkiye'nin K-AUS teknolojilerine yönelik aşağıda belirtilen stratejik adımları atması, ülkemizi bu alanda küresel ölçekte önemli bir oyuncu haline getirebilecektir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024b):

- **Ulusal Standartlar ve Kuralların Çerçevesinin Belirlenmesi**
 - AB'de olduğu gibi Türkiye'de de ortak kurallar (mevzuat dahil) ve standartlar belirlenerek bölgesel uygulama farklılıklarının önüne geçilmelidir. Bu yaklaşım, zaman ve kaynak israfını önleyecek ve K-AUS uygulamalarının entegrasyonunu kolaylaştıracaktır.
 - Diğer bir seçenek ise Avustralya'nın izlediği yöntem olan Avrupa ve ABD'de kullanılan standartların ve mevzuatın bir sentezinin oluşturulması ve bu sentezin K-AUS hizmetlerinde kullanılması değerlendirilebilir. Bu sayede farklı ülkelerdeki avantajlı standartlar ve mevzuatlar bir araya getirilerek daha optimize ve kapsayıcı bir sistem kurulabilir.
- **İnsan Kaynağının Güçlendirilmesi ve İş Birliği**
 - Ulusal ve uluslararası düzeyde iş birlikleri artırılmalıdır.
 - Üniversiteler, araştırma kurumları ve özel sektör arasındaki iş birlikleri güçlendirilerek K-AUS alanındaki nitelikli araştırmacı sayısı artırılmalıdır.
 - Uzman havuzu geliştirilerek en yeni teknolojilerin araştırılması ve uygulanması hızlandırılmalıdır.
- **Altyapının Geliştirilmesi**
 - Mevzuat ve standartların oluşturulmasının ardından, Türkiye'de K-AUS hizmetlerine uygun yol altyapısının geliştirilmesine öncelik verilmelidir. Bu çalışmalar, bölgenin gelişmişlik seviyesini de yükseltecektir.
 - Özellikle haberleşme altyapısının yeterli düzeyde olmadığı bölgelerde, altyapının güçlendirilmesine önem verilmelidir.

- ABD ve belirli Avrupa ülkelerinin eskiyen altyapılarını yenileme projelerinin aksine, Türkiye'nin nispeten daha yeni bir ulaştırma ve haberleşme altyapısına sahip olması nedeniyle mevcut ulaştırma altyapılarına K-AUS entegrasyonuna yönelik Ar-Ge çalışmalarına odaklanmak daha uygun olacaktır.
- **Bölgesel Odaklı Gelişim ve Koordinasyon**
 - Ulusal ve uluslararası düzeyde paydaşlar arasındaki iletişim güçlendirilmeli ve iş birlikçi girişimler desteklenmelidir.
 - Türkiye'nin coğrafi bölgeleri arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurularak ülke genelinde bütünlüğü sağlamaktan ziyade, her bölgenin coğrafi özellikleri, halkın ihtiyaçları ve talepleri tespit edilerek bölgesel gelişmeler ve uygulamalar yapılması uygun olacaktır.
 - Altyapının gelişmiş olduğu bölgelerin pilot bölge olarak değerlendirilmesi ve bu bölgelerden elde edilen sonuçların diğer bölgelere yatırım yapılması sürecinde dikkate alınması sağlanabilir.
 - Pilot çalışmaların ve uygulamaların koordinasyonunu sağlayacak bir kurumun belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu kurumla yapılacak bilgi paylaşımı sayesinde, ülke genelinde yürütülen K-AUS projelerinin ve uygulamaların sonuçları arşivlenebilir, K-AUS alanında önemli bir bilgi birikimi elde edilebilir.

Tablo 1'de yer alan karşılaştırmalı analiz çerçevesinde, Türkiye açısından K-AUS bağlamında öncelikli eylemlerden birinin, ulusal düzeyde bütüncül bir mevzuat ve standartlar çerçevesinin oluşturulması olduğu görülmektedir. Bu çerçevenin oluşturulmasıyla ülke genelindeki uygulamaların senkronize ve uyumlu biçimde yürütülmesi sağlanabilecek, K-AUS hizmetlerinin entegrasyonu kolaylaşacak ve bu sistemlerin merkezi düzeyde izlenerek yönetilmesi mümkün hale gelecektir. Böylece tesis edilecek yapısal bütünlük sayesinde; birlikte çalışabilirlik, sistemler arası uyumluluk, kaynakların etkin kullanımı ve potansiyel operasyonel aksaklıklara karşı daha geniş kapsamlı müdahale yetkinliği sağlanabilecektir.

4.5. Sonuç ve Değerlendirme

K-AUS; ulaşım altyapısının dijitalleşmesi ve güvenli, verimli, sürdürülebilir bir hareketlilik ortamının inşasında kritik bir rol oynamaktadır. Araçlar, altyapı unsurları ve kullanıcılar arasında gerçek zamanlı veri alışverişine imkân tanıyan bu sistemler; trafik kazalarının

azaltılması, trafik akışının iyileştirilmesi, çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve yol kullanıcılarının deneyimlerinin artırılması gibi çok boyutlu faydalar sunmaktadır. Bu bölümde; Avrupa, Asya-Pasifik ve ABD’de yürütülen K-AUS çalışmalarına ilişkin bir analiz yapılmış, her ülkenin kendi koşullarına göre geliştirdiği stratejiler, uygulama senaryoları, haberleşme altyapıları, güvenlik mekanizmaları ve standartlaşma faaliyetleri değerlendirilmiştir.

Yapılan analizler, dünya genelinde K-AUS uygulamalarında ortak eğilimlerin oluştuğunu, özellikle 5G, AI, blokzincir ve açık anahtar altyapısına (PKI’ya) dayalı güvenlik çözümlerinin hızla benimsendiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda hibrit haberleşme teknolojilerinin yaygınlaştırılması, V2X haberleşme türlerinin (V2V, V2I, V2P, V2N) bir arada değerlendirilmesi ve birlikte çalışabilirliğe dayalı sistem mimarilerinin geliştirilmesi ön plana çıkmaktadır. AB’de C-Roads Platformu gibi platformlar aracılığıyla yürütülen çok ülkeli iş birlikleri, ortak test koridorları ve standardizasyon çabaları, sistemlerin bölgesel düzeyde uyumlu ve sürdürülebilir şekilde yaygınlaştırılmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Asya-Pasifik ülkelerinde ise özellikle Çin, Japonya ve Güney Kore’nin, kamu-özel sektör iş birliklerine ve AI destekli uygulamalara dayalı çözümler geliştirdiği görülmektedir. ABD’de ise eyalet temelli uygulamalara rağmen, merkezi politika belgeleri ve güvenlik standartlarıyla desteklenen bir yaklaşım hâkimdir.

Türkiye’de halihazırda yürütülmekte olan pilot uygulamalar ve test çalışmaları, dünya genelindeki eğilimlerle uyumlu ilerlemektedir. Ancak bu uygulamaların ulusal ölçekte birlikte çalışabilirliğinin sağlanması, sürdürülebilir bir çerçeveye kavuşturulması ve stratejik hedeflerle desteklenmesi için daha sistematik bir yaklaşım geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, ulusal düzeyde uzun vadeli bir K-AUS stratejisinin ve yol haritasının oluşturulması; AB ve uluslararası kuruluşlarla teknik ve hukuki uyumluluğun sağlanması; standartlara dayalı haberleşme ve güvenlik altyapılarının kurulması; kapalı test alanlarının yanı sıra şehir içi uygulamalarda K-AUS hizmetlerinin yaygınlaştırılması önem arz etmektedir. Ayrıca kamu-özel sektör iş birliklerinin artırılması, üniversite-sanayi ortaklıklarının desteklenmesi, AI, 5G ve blokzincir gibi yenilikçi teknolojilerin K-AUS uygulamalarına entegre edilmesi; sürücülere, yayalara ve karar vericilere yönelik eğitim ve farkındalık faaliyetlerinin yaygınlaştırılması da bu süreçte önemlidir.

Sonuç olarak Türkiye’nin ulaşım altyapısının dijitalleşme sürecinde K-AUS teknolojileri stratejik bir kaldıraç işlevi görmektedir. Bu alanda dünya genelinde oluşan bilgi birikimi ve iyi

uygulama örneklerinin dikkate alınması, yerel ihtiyaçlara göre uyarlanmış esnek, güvenli ve sürdürülebilir sistemlerin hayata geçirilmesini mümkün kılacaktır. Bu sayede trafik güvenliğinin artırılması, ulaşım kaynaklı çevresel etkilerin azaltılması ve hareketlilik hizmetlerinin dijital dönüşümü açısından önemli kazanımlar elde edilebilecektir.

5. K-AUS ALANINDA YIKICI VE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER

Dünyada ivmelenerek artan teknolojik gelişmeler; düşük gecikme, hızlı iletim, hızlı analitik, veri depolanması ve gizliliği gibi gereksinimlerin karşılanmasına olanak sağlamıştır. K-AUS, araçların ve altyapıların birbirleriyle haberleşerek ortak karar almayı ve bilgi paylaşımı yapmayı sağlayan sistemlerdir. AK tarafından desteklenen C-Roads Platformu ve CCAM çalışmaları gibi girişimler, bu sistemlerin uygulanması ve yaygınlaşması için önemli rol oynamaktadır. K-AUS alanında kaydedilen teknolojik gelişmeler; özellikle veri aktarımı, tahminleme mekanizmaları, veri depolama ve işleme sistemleri, ulaşım bileşenlerinin birbirleriyle etkileşimi ve otonom sistemler gibi alanlarda önemli ilerlemeler sağlamıştır.

K-AUS alanında, gelecekte hangi yıkıcı ve yenilikçi teknolojilerin gelişeceği ve yaygınlaşacağı, bu teknolojilerin hangi sistemleri ve hizmetleri nasıl etkileyeceği, hangi yeni sistem ve hizmetlerin oluşmasına neden olabileceği, insana ve çevreye olası etkileri, ulaşım sistemlerinin gelişiminde önemli yer tutmaktadır.

Bu rapor kapsamında incelenen ve K-AUS hizmetlerinin gelişimine yön veren yıkıcı ve yenilikçi teknolojiler, birbiriyle yakından ilişkilidir ve veri odaklı bütünleşik sistemlerin parçasıdır. Bu teknolojilerin temel hedefi; yol emniyetini ve güvenliğini en üst seviyeye çıkarmak ve sürücülerin daha konforlu yolculuklar yapmalarını sağlamaktır ancak bunun için sağlam ve sorunsuz çalışan altyapılar gerekmektedir. Bu teknolojiler, yeni iş alanları oluşturma, mevcut sistemlerin yerini alma veya önemli bir parçası olma potansiyeline sahiptir. Ayrıca bu teknolojiler için nitelikli insan gücüne ihtiyaç bulunmaktadır. Ülkemizde ve dünyada yürütülen K-AUS hizmetlerinde kullanılan yıkıcı ve yenilikçi teknolojiler, literatür çalışmaları ve iyi uygulama örnekleri kapsamında incelendiğinde, elde edilen bilgiler ışığında her bir teknoloji için yapılan değerlendirmeler, Tablo 6’da yer almaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

Tablo 6. Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojilerin K-AUS Hizmetlerinde Rol Oynadığı Alanlar

	Teknoloji	Veri Toplama	Veri İletme	Veri Görselleştirme	Veri İşleme ve Depolama	Veriden Anlam Çıkartma	Uygulamaya Geçme
1	Bağlantılı ve Otonom Araç Teknolojileri	✓	✓	✓	✓		✓
2	Sarmal Arayüzler	✓		✓	✓		
3	Nesnelerin İnterneti	✓	✓		✓		✓
4	Yeni Nesil İletişim ve Haberleşme Teknolojileri		✓				
5	Algılama ve Görüntüleme Teknolojileri	✓		✓	✓	✓	
6	Büyük ve Açık Veri	✓			✓		
7	Blokzincir Teknolojileri		✓		✓	✓	
8	AI, ML ve DL			✓		✓	✓
9	Bulut Bilişim	✓	✓		✓		✓
10	Uç Bilişim	✓	✓		✓		✓
11	Robotik	✓	✓		✓	✓	✓
12	Dijital İkiz	✓	✓		✓	✓	✓

Genel olarak yıkıcı ve yenilikçi teknolojiler sayesinde ulaşım sistemleri daha emniyetli, güvenli, verimli ve çevre dostu hale getirilebilmektedir. Bu teknolojilerin entegrasyonu, akıllı şehirlerin gelişimine büyük katkılar sunmakta olup bazı temel etkileri şunlardır:

- **Trafik ve Ulaşım Verimliliği:** Büyük veri analitiği ve AI kullanılarak trafik akışı tahmin edilebilir ve optimize edilebilir. Trafik sıkışıklığı azaltılabilir, seyahat süreleri kısaltılabilir ve enerji tüketimini optimize edilebilir.
- **Emniyet ve Güvenlik:** AI tabanlı algılama, görüntüleme ve sensör teknolojileri, araçlar arasında bilgi paylaşımını sağlayarak tehlikeleri hızlı tespit etmeye yardımcı olmaktadır. Bu sistemler sayesinde sürücüler tehlikeli durumlar hakkında daha hızlı bilgilendirilebilir ve trafik kazaları önlenir.
- **Çevresel Etki:** Akıllı ulaşım sistemlerinin yaygınlaşması ile düzensiz sürüş davranışları azaltılabilir, bu da yakıt tüketimini ve emisyonları azaltarak çevresel sürdürülebilirliği artırabilir.

- **Yeni Teknolojilerin Entegrasyonu:** Otonom araç teknolojileri, IoT ve 5G gibi yeni nesil haberleşme teknolojileri, K-AUS hizmetlerini daha etkili hale getirebilir. Bu sistemler sayesinde sürücülere daha doğru ve hızlı bilgi iletimi sağlanabilir.

K-AUS çözümlerinde, yıkıcı ve yenilikçi teknolojilerin kullanılması sayesinde daha esnek, emniyetli, güvenli, çevreci ve kullanıcı dostu yaklaşımlar ortaya koyulmaktadır. Aynı zamanda şehir içi ve şehirler arası ulaşımda etkin karar alma ve kaynak kullanımı sağlanabilmektedir. Bu teknolojilerin K-AUS alanında kullanılmasının temel hedefleri arasında yolculuk verimini artırmak, yol emniyeti ve güvenliğini en üst seviyeye çıkarmak ve sürücülerin daha konforlu yolculuklar yapmalarını sağlamak yer almaktadır.

Büyük veri, açık veri ve blokzincir teknolojileri, özellikle grafik işlemcilerin ve devasa boyuttaki verilerin sektörde önemli oyuncular olabilmesiyle birlikte, durmadan gelişmekte olan popüler alanlar haline gelmiştir. Blokzincir, bulut bilişim, uç bilişim, açık veri ve büyük veri teknolojileri için yüksek hızlı veri iletim sistemleri, yüksek hızlı işlemciler, hızlı veri okuma sistemleri (Spark, Skala vb.) ve yüksek kapasiteli veri depolama sistemleri önemli altyapı gereksinimleridir.

Yıkıcı ve yenilikçi teknolojiler, yeni iş alanları ve altyapı gereklilikleri dışında ayrıca halihazırdaki sistemlerin yerini alabilme veya o sistemlerin önemli bir parçası olabilme potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler hem birbirlerinin hem de K-AUS unsurları ve yöntemlerinin daha ileri seviyede doğru, hızlı ve yenilikçi bir şekilde gelişmesine olanak sağlamaktadır. Hâlâ gelişmekte olan bu teknolojilerin, birbirleri ve K-AUS teknolojilerine entegrasyon süreçlerinin veri doğruluğu ve güvenliği, verim ve amaca uygunluk açılarından doğru değerlendirilmesi ve tüm hizmetlerin herkes için kullanılabilir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu teknolojilerden bazılarının K-AUS hizmetlerine katkıları, etkileri ve örnek uygulamalar, Tablo 7’de (European Commission, 2013) ve devam eden bölümlerde özetlenmiştir.

Tablo 7. Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojiler ve K-AUS İlişkisi

Teknoloji	K-AUS Hizmetlerine Katkısı	Etkisi	Örnek Uygulama
C-V2X Haberleşme Teknolojileri	Araçlar, altyapı ve yayalar arasında düşük gecikmeli iletişim sağlar.	Gerçek zamanlı, kesintisiz haberleşmeyle otonom sürüş ve kaza önleme sistemlerini mümkün kılar. Ultra düşük gecikme ve yüksek güvenilirlik sağlar.	Acil durum araç geçişleri için trafik ışıklarının otomatik olarak değişmesi.
Otonom ve Bağlantılı Araç Teknolojileri	K-AUS mesajlarını kullanarak kendi kendine karar alabilme ve yol durumuna tepki verebilme sağlanır.	İnsan hatasını minimize ederek trafik emniyetini, güvenliğini ve akışını iyileştirir.	Kavşaklarda çarpışma önleyici otomatik frenleme mekanizması.
Bulut Bilişim ve Büyük Veri Teknolojileri	Trafik, araç ve kullanıcı verilerinin toplanması ve anlık analizi sağlanır.	Gerçek zamanlı karar destek sistemleri ve ileri düzey trafik tahmini yapılabilir.	Gerçek zamanlı trafik yoğunluk haritaları ve rota önerisi.
AI, ML ve DL Teknolojileri	Tahmine dayalı analiz ve dinamik sistem yönetimi sağlar. Trafik verilerini öğrenip optimize ederek olaylara proaktif tepki sunar.	Sistemlerin kendi kendine öğrenerek verimliliğinin ve etkinliğinin artması sağlanabilir.	Akıllı trafik ışığı kontrolü, toplu taşıma önceliği, yeşil dalga optimizasyonu, akıllı kavşak yönetimi.
GNSS ve Yüksek Hassasiyetli Konumlandırma	Araç ve altyapının yüksek hassasiyetle konumlandırılmasını destekler. Santimetre hassasiyetinde pozisyon belirleme söz konusu olabilir.	Otonom sürüş, hassas rota takibi ve akıllı yönlendirme sistemleri için temel altyapıyı oluşturur.	Araçların güvenli bir şekilde yönlendirilmesi.
Blokzincir Teknolojileri	Veri paylaşımında güvenlik, şeffaflık ve kimlik doğrulama sağlar.	Merkeziyetsiz yapı sayesinde güvenli veri alışverişi ve siber saldırılara direnç sağlar.	Otonom araçlar arası güvenli iletişim, kimlik doğrulama.
Elektrikli & Paylaşımlı Araçlar	K-AUS altyapısı ile entegre çalışarak rota ve enerji optimizasyonu sağlar. Şarj noktaları ve paylaşım sistemleri K-AUS ile optimize edilebilir.	Sürdürülebilir ve çevreci ulaşımı teşvik eder. Düşük karbonlu, verimli ve paylaşılabılır ulaşım modelleri oluşturulabilir.	Şarj istasyonlarının yoğunluk bilgisine göre yönlendirme, akıllı araç paylaşım sistemleri.
Akıllı Mobil Cihazlar ve Uygulamalar	Yayalar ve bisikletliler gibi savunmasız yol kullanıcılarını K-AUS'a entegre eder.	Erişilebilirlik ve kapsayıcılık sağlar.	Görme engelli yayalara sinyalizasyon sesi ve titreşimle yönlendirme.

Teknoloji	K-AUS Hizmetlerine Katkısı	Etkisi	Örnek Uygulama
Sarmal Arayüzler	Araç içi sanal gerçeklik destekli arayüzlerle sürücü dikkatini dağıtmadan bilgi iletimi sağlanır; sürücü davranışlarının modellenmesine ve simülasyon ortamlarının gelişmesine katkıda bulunur.	Dikkat dağıtmayan, güvenli bilgi sunumu; sürücü performansının artırılması; simülasyonların gerçekçi hale gelmesi.	Kavşaklarda yaklaşılan tehlikeli durumların sanal göstergelerle sürücüye bildirilmesi; VR tabanlı sürücü eğitimi.
IoT	Yol altyapısındaki sensör ve cihazlardan gerçek zamanlı trafik verisi sağlar; toplu taşıma, yollar, kavşaklar gibi fiziksel objeler veri ağına entegre edilebilir.	Gerçek zamanlı trafik izleme ve kontrol; dinamik trafik yönetimi; veri destekli optimizasyon ile trafik verimliliğinin ve güvenliğin artması.	Trafik ışıklarında ve altyapıda sensörlerle anlık trafik yoğunluğuna göre sinyal sürelerinin ayarlanması; kavşaklarda araç geçiş durumu raporlaması.
Algılama ve Görüntüleme Teknolojileri	LIDAR, radar, kameralar, sensörler yol, araç ve çevre hakkında yüksek çözünürlüklü veri üretilir.	Otonom sürüş ve güvenlik sistemlerinde engel tespiti, şerit takibi, yüzey durumu analizleri gibi kritik algılama sağlar.	Elektronik acil fren lambası, çukur ya da tümsek gibi yüzey durumu uyarısı, yol üzerindeki insan ya da hayvan tespiti.
Açık Veri	Trafik, yol durumu, bağlantı verisi gibi küresel verilerin paylaşımını sağlar; kamu ve özel sektör arasında veri erişimini kolaylaştırır.	Analiz ve karar destek sistemlerinin geliştirilmesi; trafik planlaması, emniyet ve verimlilikte artış.	Gerçek zamanlı trafik akışı, kazalar, yol çalışmaları gibi verilerin merkezi sistemlere paylaşılması.
Dijital İkiz	Gerçek yollar, kavşaklar ve ağ altyapılarının dijital modellerinin oluşturulması ile simülasyon ve analize dayalı test için uzaktan erişilebilirlik sunar.	Saha testlerine gerek kalmadan senaryo değerlendirmesi sayesinde altyapı değişikliklerinin etkileri önceden tahmin edilebilir.	Trafik ışığı zamanlaması değişikliğinin veya yeni bağlantı yollarının trafiğe etkisinin dijital ortamda test edilmesi.
Uç Bilişim	Veri işleme ve analiz; araç, sensör, RSU gibi uç noktalara yakınlştırılarak gecikme en aza indirilebilir.	Gerçek zamanlı karar süreçleri hızlanır, otonom sürüşte ve acil durum uyarılarında gecikme azalır, emniyet ve güvenlik artar.	RSU’larda veya araç içi sistemlerde trafik ihlali veya tehlike anında yerel olarak uyarı oluşturulması.
Robotik	Otonom araçlar, servis robotları ve insansız araçlar olarak altyapı ile aktif etkileşime girer.	Sürücü müdahalesiz, koordineli hareket, çevresel durumlara hızlı tepki, daha kontrol edilebilir trafik yoğunluğu gibi avantajlar sunar.	Otonom araç koridorlarında acil araçlara öncelik verilmesi, otonom kaza sonrası durum analizi yapan saha robotları.

5.1. Bağlantılı ve Otonom Araç Teknolojileri

Bağlantılı ve otonom araç teknolojileri, günümüzde ulaştırma sektöründe büyük değişimler yaşatan yenilikçi gelişmelerden biridir. Bu teknolojiler; trafik güvenliğini artırmak, sürücü üzerindeki yükü azaltmak ve daha verimli ulaştırma sistemleri sağlamak amacıyla geliştirilmektedir.

Otonom araçlar, insan müdahalesine ihtiyaç duyulmadan çevresindeki nesneleri algılayıp gerçek zamanlı veriler yardımı ile hareket ve kararlarını gerçekleştiren, sürücü desteğinden tam otomasyona kadar belirli otomasyon seviyelerinde hareketlerini otomatik olarak gerçekleştiren araçlardır. Bağlantılı otonom araçlar ise sürüşün bir kısmını veya tamamını devralmak için gelişmiş sensör teknolojilerine sahip, bağlanabilirlik ve otonom sürüş teknolojilerini birleştiren, konum bazlı sistemler ve haberleşme sistemlerine sahip araçlardır. Bu araçlar yalnızca veriyi aktarmakla kalmaz, aynı zamanda veriyi işleyebilir veya bağlandığı unsurların veriyi işleyebilmesi için ön işleme yapabilir. Böylelikle sürüşü daha verimli hale getirir ve trafik akışında veya araçta gerçekleşebilecek olumsuz olayların gerçekleşme riskini azaltır (Victoria State Government Department of Transport and Planning, 2020).

Otonom araçlar, K-AUS faaliyetlerinin etkinliğini maksimize eden unsurlardan biridir. Bu araçlar, K-AUS altyapısından gelen verileri işleyerek kendi kararlarını verebilir ve trafikte daha akılcı hareketi sağlar. Trafik ışıklarının durumu, kavşak yoğunluğu, yol şartları gibi bilgiler, aracın sürüş stratejisini belirlemede kullanılabilir. Bu teknolojilerin yaygınlaşması, sürücü hatalarından kaynaklanan trafik kazaların azaltılması, yol verimliliğinin artması ve engelliler için erişilebilirliğin iyileştirilmesi gibi katkılar sunmaktadır (European Commission, 2013).

Bağlantılı ve otonom araçlar, aşağıdaki temel bileşenlerden oluşmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Sensörler ve veri toplama sistemleri:** Çevresel algılama için LIDAR, RADAR, GPS ve kamera sistemleri kullanılır.
- **Araç içi işlemciler ve yazılımlar:** Gerçek zamanlı karar alma süreçlerini yöneten AI ve büyük veri analitiği sistemleri bulunur.
- **Bağlantılı haberleşme teknolojileri:** V2V, V2I ve V2X iletişim protokolleri kullanılarak trafik akışı ve güvenliği artırılır.

Bağlantılı ve otonom araç teknolojileri için yüksek hızlı veri taşıma ve depolama alanına sahip altyapılar, haritalama sistemleri, algılama sistem yardımcıları ve araçların AI modüllerinin eğitilmesi gibi sistemsel gereksinimler bulunmaktadır. Bağlantılı ve otonom araçların ulaşım sistemlerine sağladığı temel avantajlar şunlardır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Güvenlik Artışı:** İnsan hatalarından kaynaklanan kazaları minimize ederek daha emniyetli ve güvenli bir sürüş sağlar.
- **Trafik Verimliliği:** Kavşaklardaki trafik yoğunluğunu azaltarak bekleme sürelerini düşürür.
- **Yakıt Verimliliği ve Çevresel Etkiler:** Optimize edilmiş hız ve rota planlamaları ile yakıt tüketimini azaltır.

Bağlantılı ve otonom araç teknolojileri, yalnızca sürücüsüz taşıma imkânı sunmalarıyla değil; aynı zamanda yüksek veri aktarım hızları ve bu verileri anlamlandırabilme yetenekleri sayesinde mevcut trafik yönetimi yaklaşımlarına alternatif çözümler geliştirme potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda bu teknolojiler, kendi teknik özellikleriyle sağladıkları katkılarla birlikte, mevcut ulaşım sistemlerinin işleyişinde ortaya çıkarmaları muhtemel yapısal değişimlerle de değer üreterek K-AUS alanında stratejik bir konum edinmektedir. Öte yandan bağlantılı ve otonom araçlar, trafik kazalarını önleme ve çarpışma engelleme gibi doğrudan fiziksel katkılar sağlamanın yanı sıra, düşük tepki süreleri ve yüksek veri iletim hızları sayesinde trafik yönetim merkezlerine kesintisiz ve anlamlı veri aktararak yönetim süreçlerinin verimliliğini artırma potansiyeline de sahiptir. Bağlantılı ve otonom araçların yaygınlaşabilmesi için aşağıdaki faktörlerin ele alınması gerekmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Altyapı Yatırımları:** Yol ve haberleşme sistemlerinin, bağlantılı araçları destekleyecek şekilde güncellenmesi gerekmektedir.
- **Yasal ve Düzenleyici Çerçeve:** Otonom sürüş ile ilgili yasaların oluşturulması ve güvenlik standartlarının belirlenmesi, kritik bir öneme sahiptir.
- **Siber Güvenlik:** Araçların ve bağlantılı sistemlerin siber saldırılara karşı korunması gerekmektedir.

Bağlantılı ve otonom araç teknolojilerinin gelecekte daha etkin kullanımı için şu stratejiler önerilmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Test ve pilot uygulamaların yaygınlaştırılması:** Gerçek trafik ortamında denemeler yapılarak teknolojilerin etkinliği artırılmalıdır.
- **Sürdürülebilir veri yönetimi:** Büyük veri ve bulut bilişim sistemlerinin, bağlantılı araç teknolojilerine entegre edilmesi sağlanmalıdır.
- **Uluslararası iş birliği:** Küresel standartların belirlenmesi için uluslararası kuruluşlarla ortak çalışmalar yürütülmelidir.

Bağlantılı ve otonom araçlar, ulaşım sistemlerinde devrim niteliğinde değişimler sunmaktadır. Ancak bu teknolojilerin tam anlamıyla benimsenebilmesi için altyapı, düzenleyici çerçeve ve güvenlik alanlarında önemli yatırımlar yapılması gerekmektedir.

5.2. Sarmal Arayüzler

Sarmal arayüzler, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik (VR ve AR) teknolojilerini kullanarak kullanıcı deneyimini iyileştiren interaktif sistemlerdir. AUS'ta bu teknolojilerin kullanımı, sürücüler ve yolcular için bilgi akışını optimize etmeyi ve trafikteki karar alma sürecini hızlandırmayı sağlayabilmektedir.

Sarmal arayüzlerin K-AUS üzerindeki etkileri ve kullanım alanları aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- Sarmal arayüzler, sürücülerin trafikte ihtiyaç duyduğu bilgileri daha kolay algılamalarını sağlamak amacıyla sanal ekranlar, üst üste bindirilmiş veriler ve holografik projeksiyonlarla entegre edilebilir. Bu sistemler, gerçek zamanlı veri akışı sağlayarak kazaları azaltabilir ve trafik yoğunluğunu optimize edebilir.
- K-AUS çerçevesinde uzaktan erişimli bilgisayar sistemleri ve sarmal arayüzler sayesinde, otonom ve yarı-otonom araçlar, uzaktan yönetilebilir. Böylece filo yönetimi, acil durum müdahaleleri ve lojistik planlamalar daha etkin şekilde gerçekleştirilebilir.
- Sarmal arayüzler, sürücü eğitimleri ve acil durum simülasyonlarında kullanılarak kriz anlarında karar verme yetisini güçlendirebilir. Gerçek zamanlı simülasyonlar sayesinde, sürücüler, karmaşık trafik senaryolarında daha çabuk karar verebilir.

Sarmal arayüzlerin karşılaştığı zorluklar ve çözüm önerileri ise aşağıdaki gibi özetlenebilir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Yüksek donanım gereksinimi:** Sarmal arayüzler, gelişmiş grafik işlemcileri ve AI destekli algoritmalar gerektirdiği için mevcut akıllı ulaşım sistemlerine entegrasyonu maliyetlidir. Optimizasyon için düşük güç tüketimli çipler ve bulut tabanlı hesaplama çözümleri önerilmektedir.
- **Zamansal gecikmeler:** Gerçek zamanlı veri işleme gereksinimi nedeniyle sarmal arayüzlerde gecikmeler oluşabilir. Bunu azaltmak için 5G tabanlı haberleşme altyapıları ve AI destekli veri işleme teknikleri geliştirilmelidir.
- **Gerçekçi modelleme ve kullanıcı deneyimi:** Sarmal arayüzlerin etkinliği, kullanıcı dostu ve gerçekçi bir deneyim sunmalarına bağlıdır. Daha iyi görsel entegrasyon ve sesli komut sistemleri ile kullanıcı deneyimi iyileştirilebilir.

Sarmal arayüzler; K-AUS'ta bilgi akışını hızlandırmak, sürücülerin karar alma sürecini desteklemek ve trafik verimliliğini artırmak için kritik bir teknolojidir. Ancak, donanım gereksinimleri ve gecikme problemleri gibi teknik zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu teknolojinin etkin bir şekilde entegrasyonu, gelecekte daha akıllı ve güvenli ulaşım sistemleri oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

5.3. IoT

IoT, fiziksel cihazların birbirleriyle ve merkezi sistemlerle internet aracılığıyla bağlantılı olduğu bir teknolojidir. K-AUS kapsamında IoT; trafik yönetimi, güvenlik, enerji verimliliği ve yolculuk deneyiminin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. IoT, K-AUS uygulamaları için gerekli olan veri toplama ve paylaşımında önemli bir rol oynamakta olup bu teknolojiler sayesinde araçlar, altyapı ve diğer unsurlar arasında gerçek zamanlı bilgi alışverişi mümkün olmaktadır (Talih, 2024). IoT'nin K-AUS üzerindeki temel etkileri, aşağıdaki gibi sıralanabilir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Trafik Yönetimi ve Optimizasyonu:** IoT sensörleri ile trafik akışı anlık olarak takip edilebilir. Akıllı trafik sinyalizasyon sistemleri, trafik yoğunluğuna göre dinamik olarak yönetilebilir. Gerçek zamanlı veri analizi ile alternatif güzergâh önerileri sunulurken trafik sıkışıklığı azaltılabilir.
- **Araç ve Yol Güvenliği:** IoT tabanlı erken uyarı sistemleri sayesinde sürücüler, hava koşulları, yol durumu ve trafik kazaları hakkında önceden bilgilendirilebilir. K-AUS kapsamında V2V ve V2I iletişimi sayesinde trafik kaza riskleri azaltılabilir.

- **Otonom Araçların Desteklenmesi:** IoT cihazları, otonom araçların çevresel verileri daha etkin analiz etmesini sağlayarak güvenli sürüş koşulları oluşturur. Araç içi IoT sensörleri ile hız, yakıt tüketimi ve motor performansı gibi kritik veriler takip edilebilir.
- **Enerji Verimliliği ve Çevresel Etkiler:** Akıllı trafik sistemleri, araçların dur-kalk yapmasını minimize ederek yakıt tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltır. Elektrikli araç şarj istasyonları, IoT sayesinde en uygun şarj noktalarını sürücülere bildirebilir.

IoT'nin K-AUS kapsamında muhtemel temel zorlukları ve sunulan öneriler ise şöyledir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Veri Güvenliği ve Gizlilik:** IoT cihazları büyük miktarda veri topladığı için siber saldırılara karşı korunmalıdır. Şifreleme ve kimlik doğrulama protokollerinin geliştirilmesi gerekmektedir.
- **Altyapı Gereksinimleri:** IoT tabanlı sistemlerin etkin çalışması için yüksek hızlı internet bağlantıları ve 5G teknolojisi gerekmektedir. Mevcut ulaşım altyapısının IoT uyumlu hale getirilmesi maliyetli bir süreçtir.
- **Standartlaşma ve Regülasyonlar:** Farklı IoT cihazlarının ve üreticilerinin ortak standartlarda çalışmasını sağlamak için uluslararası iş birlikleri gereklidir. IoT tabanlı ulaşım sistemlerinin yasal çerçevesi oluşturulmalıdır.

IoT, K-AUS faaliyet ve çalışmalarının daha güvenli, verimli ve çevre dostu olmasına katkı sağlamaktadır. Ancak veri güvenliği, altyapı gereksinimleri ve standartlaşma gibi konular ele alınmalıdır. IoT'nin K-AUS hizmetlerine entegrasyonunu hızlandırmak için kamu ve özel sektör iş birliği ile daha fazla araştırma ve pilot projeler geliştirilmelidir.

5.4. Yeni Nesil Haberleşme Teknolojileri

C-V2X; sürücülere düşük gecikmeli V2V, V2I ve V2P haberleşmesi sunmak için tasarlanmış bir birleşik bağlantı teknolojisidir. Hücresel ağlar üzerinden V2X haberleşmesi sağlayan C-V2X; K-AUS haberleşmesinde kullanılmak üzere 4G'nin ve özellikle 5G'nin kabiliyetlerinin kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu teknolojiler sayesinde araçlar, çevresel durumlardan anlık olarak haberdar olabilir ve bu bilgilere dayanarak tepki verir. K-AUS hizmetleri için 5G, ultra düşük gecikme süresi (latency), yüksek veri aktarım hızı ve ağ üzerinden daha fazla cihazın bağlanabilmesi gibi avantajlar sunar. Bu sayede trafik kazalarının önlenmesi, acil durum

hizmetlerinin daha hızlı koordine edilmesi ve trafik akışının optimize edilmesi mümkün olur (European Commission, 2013).

Yeni nesil iletişim ve haberleşme teknolojileri, K-AUS, daha aşağıda belirtilen alanlarda verimli, güvenli ve sürdürülebilir hale gelmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Trafik Yönetimi:** C-V2X haberleşmesini kullanan sensör tabanlı veri paylaşımı sayesinde, trafik yoğunluğu optimize edilebilir.
- **Kazaların Önlenmesi:** Araçlar arası haberleşme ile sürücülere çarpışma uyarıları ve acil durum bildirimleri sağlanabilir.
- **Çevresel Etkilerin Azaltılması:** Yakıt tüketimini ve karbon salınımını düşüren akıllı trafik yönetim sistemleri geliştirilebilir.
- **Otonom Araçların Entegrasyonu:** Yeni nesil haberleşme teknolojileri, otonom araçların güvenli çalışmasını destekler.

Yeni nesil haberleşme teknolojilerinin K-AUS'a entegrasyonunda bazı temel zorluklar ve öneriler aşağıda sıralanmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Altyapı Yatırımları:** 5G ve IoT cihazlarının yaygınlaşması için altyapı yatırımları gereklidir. 5G kapsama alanlarının artırılması ve trafik yönetim sistemlerinin entegrasyonu sağlanarak yüksek hızlı haberleşme altyapısının geliştirilmesi önerilmektedir.
- **Veri Güvenliği ve Siber Tehditler:** Araç ve altyapı arasında güvenli veri alışverişi için siber güvenlik önlemleri artırılmalıdır. Şifreleme ve kimlik doğrulama sistemleri güçlendirilerek güvenlik ve mahremiyete ilişkin önlemlerin artırılması önerilmektedir.
- **Düzenleyici ve Hukuki Çerçeve:** Haberleşme protokollerinin standartlaştırılması ve güvenli veri paylaşımı için uluslararası düzenlemeler gerekmektedir. K-AUS'a yönelik yasal düzenlemeler ve standartlar oluşturulması önerilmektedir.

5.5. Algılama ve Görüntüleme Teknolojileri

Algılama ve görüntüleme teknolojileri, AUS unsurlarının, kamera görüntülerini, anlık fotoğrafları; lazer sistemler ve manyetik dalgalar ile diğer nesnelerin konumu ve hızı gibi değişken özellikleri elde etmek için kullanılmaktadır. Özellikle bilgisayarlı görü tekniklerinin gelişmesi, DL algoritmalarının tahmin ve eğitim süreçlerinin grafik işlemci teknolojileriyle paralel bir şekilde hızlanması ve lazer teknolojilerinde yaşanan gelişmeler sayesinde, video

görüntüleri ve lazer sistemlerinden kolayca ve hızlıca veri elde edilebilmektedir. Bu teknolojiler genellikle verileri toplamak ve karar verici mekanizmalara bu verileri iletmek için kullanılmaktadır. Bu teknolojiler aşağıdaki faydaları sağlamaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Yüksek doğrulukta tespit** yaparak geleneksel radar veya döngü dedektörlerine kıyasla avantaj sağlamaktadır.
- **Düşük bakım maliyetleri** ile sürdürülebilirliği artırmaktadır.
- **Sensör ve haberleşme sistemleri** sayesinde araçların birbirleriyle ve altyapıyla iletişim kurmasını mümkün kılmakta, böylece güvenliği ve trafik akışını iyileştirmektedir.
- **Çarpışma önleme sistemlerinde** kullanılan radar, LIDAR ve kamera tabanlı sensörlerle sürücüler olası tehlikelere karşı uyarmaktadır.

Algılama ve görüntüleme teknolojilerinin K-AUS'a entegrasyonunda bazı temel zorluklar ve öneriler aşağıda verilmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Hava koşullarına duyarlılık:** Şiddetli yağmur, sis ve kar gibi olumsuz hava koşulları, araç içi sensörlerin performansını düşürebilir. Yağmur, sis, kar gibi olumsuz hava koşullarında sensör performansını koruyacak yeni nesil algılama teknolojilerinin geliştirilmesi; ayrıca, sensör füzyonu uygulamaları ile farklı sensörlerden alınan verilerin birleştirilmesi sayesinde, sistemin genel güvenilirliğinin artırılması önerilmektedir.
- **Işığa bağımlılık:** Kamera tabanlı sistemler, değişken ışık koşullarından ve gölge geçişlerinden olumsuz etkilenir. Gece-gündüz farkı ciddi performans farkı oluşturur. Sensör füzyonu ve yeni nesil sensör teknolojileri kullanımı, bu zorluğun aşılması için önerilmektedir.
- **Hesaplama gücü gereksinimi:** Görüntü işleme, özellikle gerçek zamanlı uygulamalarda yüksek kapasiteli grafik işlemciler ve donanım ihtiyacı doğurur. Yüksek performanslı grafik işlemciler ve yerel veri işleme (uç bilişim) çözümleriyle gerçek zamanlı analiz mümkün hale getirilebilir.
- **Parazit etkileri:** Radar ve LIDAR gibi aktif sensörler, çevredeki diğer sensörlerden gelen sinyallerden etkilenebilir. Bu da yanlış ya da çakışan algılamalara neden olabilir. Farklı sensör tiplerinin (kamera, radar, LIDAR gibi) kombinasyonu ile eksik veya hatalı verinin telafi edilmesi sağlanabilir.

- **Sensör birleşimi ve standardizasyon eksikliği:** Farklı üreticilere ait sensörler arasında uyumsuzluk olabilir. LIDAR, radar, kamera gibi sensörlerin birlikte çalışması (sensor fusion) teknik olarak karmaşık bir süreçtir. Sensör füzyonu algoritmaları geliştirilmesi ve standartlaştırılması önerilmektedir.
- **Gizlilik ve güvenlik endişeleri:** Kamera ve algılayıcıların yaygın kullanımıyla kişisel verilerin işlenmesi gündeme gelebilir. Ayrıca siber saldırıların sistemleri manipüle etmesi mümkün olabilir. Algılama sistemlerinden toplanan verilerin anonimleştirilerek paylaşılması hem gizliliği korur hem de Ar-Ge'yi destekleyebileceği için açık veri altyapısının geliştirilmesi önerilmektedir.

Ayrıca ML ve DL tekniklerinin geliştirilerek sensör verilerinin daha iyi filtrelenmesi ile blokzincir, büyük veri ve bulut bilişim entegrasyonu sayesinde güvenli ve hızlı veri paylaşımı sağlanması önerilmektedir. Uç bilişim ve AI tabanlı analizler sayesinde, verilerin merkezden ziyade yerel (uç) cihazlarda analiz edilerek gecikmelerin azaltılması sağlanırken görüntü işleme için AI destekli çözümler teşvik edilmiş olur.

5.6. Büyük ve Açık Veri

Büyük veri, geleneksel veri işleme uygulamaları için çok büyük veya karmaşık olan ve değerli iç görüler elde etmek için genellikle gelişmiş analitik gerektiren çok büyük miktarlardaki veriyi ifade etmektedir. Açık veri ise genel olarak şeffaflığı, yeniliği ve iş birliğini teşvik etmek amacıyla herkesin kısıtlama olmaksızın erişmesine, kullanmasına ve paylaşmasına izin verilen, kamuya ücretsiz olarak sunulan bilgilerdir.

K-AUS hizmetlerinden üretilen veri miktarı oldukça fazladır. Bu verilerin etkin bir biçimde toplanması, saklanması ve analiz edilmesi için bulut bilişim altyapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük veri analitiği sayesinde trafik eğilimleri, sürücü davranışları, kaza kara noktaları gibi iç görüler elde edilebilir. Bu bilgiler, şehir yöneticilerinin stratejik kararlar almasına, dinamik trafik yönetimi uygulamalarının devreye alınmasına ve kamu kaynaklarının etkin dağıtılmasına olanak tanımaktadır (European Commission, 2013).

Büyük veri ve açık veri teknolojilerinin K-AUS'a etkileri, zorlukları ve öneriler aşağıda özetlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

– Etkileri

- **Gerçek Zamanlı Karar Destek Sistemleri:** Büyük veri sistemleri (Hadoop, Spark gibi) sayesinde anlık veri işleme mümkün hale gelmiş, bu da trafik koşullarına duyarlı sinyalizasyon ve dinamik otonom sürüş sistemlerinin geliştirilmesini desteklemiştir.
- **Yol Kullanıcıları için İyileştirilmiş Hizmetler:** Açık veri olarak trafik, rota, seyahat süresi gibi bilgilerin paylaşımı; yol kullanıcılarının daha bilinçli kararlar almasına, dolayısıyla ulaşım sistemlerinin genel verimliliğine katkı sağlamaktadır.
- **Araçlar Arası Haberleşme (V2V):** Büyük veri tabanlı kooperatif yaklaşımlar, araçlar arası haberleşmeyi ve içerik paylaşımını iyileştirerek ağ gecikmesini düşürmekte ve veri dağıtım verimliliğini artırmaktadır.
- **Toplu Taşıma ve Mikro Hareketlilikte Gelişme:** Açık veri çerçeveleri sayesinde, bisiklet paylaşım sistemleri, toplu taşıma bağlantıları ve rota planlaması geliştirilebilmektedir.

– Zorluklar ve Sınırlılıklar

- **Veri Kalitesi ve Gürültü:** Açık veri kaynaklarının çok paydaşlı yapısı; hatalı, eksik ya da gürültülü verilerin sistemlere entegre edilmesi riski taşımaktadır. Bu durum, yapılan analizlerin doğruluğunu olumsuz etkileyebilmektedir.
- **Sensör Tabanlı Veri Toplamanın Zorlukları:** Görsel veri toplayan sistemler, çevresel faktörlere (sis, kar, ışık geçişleri vs.) karşı hassas olup performans düşüklüğü yaşatabilir.
- **Gerçek Zamanlı Veri Yetersizliği:** Trafik güvenliği analizlerinde, dinamik veri eksikliği, özellikle geçmişte daha çok manuel ve statik verilere bağımlı olduğu için analiz kabiliyetini sınırlamıştır.

– Öneriler

- **Filtreleme Sistemlerinin Entegrasyonu:** Açık veri platformlarına gelişmiş filtreleme algoritmaları eklenerek doğru, hatasız ve işlenebilir veriler sağlanmalıdır.
- **Sensör Teknolojilerinin Geliştirilmesi:** Radar, LIDAR gibi aktif sensörler ile kamera sistemlerinin birlikte kullanımı, çevresel koşullara karşı dayanıklılığı artırabilir.
- **Veri Standartlarının Belirlenmesi:** Çok paydaşlı veri üretiminde ortak veri formatları, etiketleme sistemleri ve kalite denetim standartlarının oluşturulması gereklidir.
- **Blokzincir Entegrasyonu:** Açık verilerin güvenli ve değiştirilemez bir şekilde saklanması için blokzincir teknolojileri AUS'a entegre edilmelidir.

Büyük veri ve açık veri kavramları doğrultusunda oluşturulan ulaşım verilerinin toplandığı ve analizinin yapıldığı merkezler, K-AUS uygulamaları için önemlidir. Bu verilerin işlenmesi ve paylaşılması, kooperatif sistemlerin etkinliği için kritik öneme sahiptir.

5.7. Blokzincir Teknolojisi

Blokzincir, hiçbir üçüncü tarafın verileri kontrol etmediği ve paydaşlar arasında güvenin gerekli olmadığı merkezi olmayan bir ortam sunmaktadır. Blokzincir, aşamalı olarak şifrelenmiş bir veri oluşturma ve saklama teknolojisidir. Blokzincir; merkezi olmaması, şeffaflığı ve değişmezliği nedeniyle, otomotiv ağlarında merkezi olmayan bir güven yönetim sistemi kurmak için uygun bir teknolojidir (Karger vd., 2021).

Blokzincir, merkezi olmayan bir yapıda çalışan, güvenli ve şeffaf bir veri kayıt sistemidir. K-AUS için veri paylaşımının değiştirilemez ve izlenebilir olmasını sağlamaktadır. Özellikle V2V veya V2I veri aktarımında, güvenlik ve gizlilik en önemli kriterlerdir. Ayrıca şarj istasyonları gibi hizmetlerin ödeme sistemlerinde de blokzincir kullanımı yaygınlaşmaktadır (European Commission, 2013).

Blokzincir teknolojisi; merkeziyetsiz veri yapısı, değiştirilemez kayıt tutma kabiliyeti ve güvenlik avantajları ile K-AUS bileşenlerinin etkinliğini artırabilecek yıkıcı ve yenilikçi bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Bu teknolojinin K-AUS'a etkileri, zorlukları ve öneriler aşağıda özetlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

– Etkileri

- **Veri Güvenliği ve Bütünlüğü:** Blokzincir teknolojisi, her verinin zaman damgasıyla birlikte zincire eklendiği ve değiştirilemediği bir yapı sunmaktadır. Bu sayede, K-AUS bileşenleri arasında paylaşılan verilerin güvenilirliği artar ve üçüncü taraf müdahaleleri minimize edilir.
- **Merkeziyetsizlik ve Sistem Dayanıklılığı:** Blokzincir ağı üzerindeki tüm düğümler veri kopyalarını barındırır. Böylece tekil sistem arızaları, K-AUS hizmetlerinin genel işleyişini etkilemez, böylece ağ dayanıklılığı artar.
- **Operasyonel Maliyetlerin Azaltılması:** Verilerin merkezi sunucular yerine dağıtık defterlerde saklanması sayesinde; altyapı, bakım ve güvenlik maliyetlerinde düşüş yaşanabilir.

- **Şeffaflık ve Takip Edilebilirlik:** Her işlem zincirde kayıt altına alınarak geriye dönük takip imkânı sunar. Bu özellik; kaza analizleri, yol güvenliği incelemeleri ve sistem denetimleri için önemli avantajlar sağlar.
- **Anonimlik ve Mahremiyet:** Kamuya açık blokzincir sistemleri, verileri şifreli tutarken kullanıcı mahremiyetini de koruyabilir. Bu yapı sayesinde kişisel verilerin korunması ile kamuya açık şeffaflık arasında denge kurulabilir.
- **Maliyet Azalması:** Kurumlar, blokzincir üzerinden veri işlediklerinde sunucu barındırma, bakım ve güvenlik gibi operasyonel maliyetlerde azalma sağlar.
- **Uygulama Alanlarının Genişliği:** Gıda tedarik zinciri, turizm sektörü, akıllı sağlık, telekomünikasyon endüstrisi, enerji yönetimi ve ulaşım gibi birçok alanı vardır.

– **Zorluklar ve Sınırlılıklar**

- **Ölçeklenebilirlik Sorunları:** Blokzincir sistemleri, yüksek işlem hacimlerinde yavaşlayabilir. K-AUS gibi yüksek frekanslı veri üreten sistemlerde, bu durum performans darboğazlarına neden olabilir.
- **Enerji Tüketimi ve Hesaplama Maliyeti:** Blokzincir teknolojisinin bazı türleri yüksek işlem gücü ve enerji tüketimi gerektirebilir. Bu durum, özellikle sürdürülebilirlik ve sistem verimliliği açısından sınırlayıcı bir etki ortaya çıkarabilir.
- **Gecikme Süreleri:** Verilerin blokzincire yazılma süresi, özellikle gerçek zamanlı karar desteği gereken senaryolarda sistem performansını olumsuz etkileyebilir.
- **Uyumluluk ve Standart Eksikliği:** Blokzincir sistemlerinin farklı kurumlar ve üreticiler arasında birlikte çalışabilirliğini sağlayacak standartlar, henüz tam olarak yaygınlaşmamıştır.

– **Öneriler**

- **Hibrit Blokzincir Yaklaşımları:** Gerçek zamanlı uygulamalar için özel blokzincir altyapıları tercih edilerek düşük gecikme sağlanabilir.
- **Enerji Verimliliği Odaklı Yaklaşımlar:** Blokzincir tabanlı sistemlerin, işlem hızı yüksek, enerji tüketimi düşük ve sürdürülebilir yapılarla tasarlanması önerilmektedir. Bu amaçla sistem ihtiyaçlarına uygun, daha verimli çözümler geliştirilmelidir.
- **Ulusal ve Uluslararası Standartlar:** K-AUS hizmetlerinde blokzincir tabanlı veri paylaşımı için veri formatları, şifreleme protokolleri ve yetkilendirme modellerini içeren ortak standartlar geliştirilmelidir.

- **Blokszincir-Sensör Entegrasyonu:** V2V ve V2I haberleşme verilerinin blokszincir ile güvenli şekilde saklanması ve izlenebilirliği sağlanmalıdır.

Blokszincir teknolojisi, K-AUS hizmetlerinin güvenli, şeffaf ve merkeze bağlı olunmayan yapılarla daha etkin çalışmasını sağlayabilir ancak bu potansiyelin tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için teknik sınırlamaların aşılması ve uygun yönetim çerçevelerinin geliştirilmesi kritik öneme sahiptir.

5.8. AI, ML ve DL

AI; insan zekasını ve problem çözme, öğrenme gibi insan bilişsel işlevlerini taklit eden makineleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Tarih boyunca insanların yaptığı gibi yüz ve ses tanıma, karar verme ve çeviri gibi karmaşık görevleri yerine getirmek, optimize etmek ve çözmek için tahmin yöntemlerini ve otomasyonu kullanmaktadır. ML ise AI'nın bir alt kümesi olup doğru bir şekilde yapılandırıldığında, kanıta dayalı olmayan sezgisel tahminler üzerinden alınan kararlardan kaynaklanan hataları en aza indiren doğru tahminleri yapmanıza yardımcı olmaktadır. DL; ML'nin bir alt kümesi olup ML ile DL arasındaki temel fark, algoritmaların kullandığı öğrenme yöntemleri ve ne kadar veri kullandıklarıdır (IBM, 2023).

AI sistemlerinin temel gereksinimleri diğer teknolojilerden biraz farklıdır. AI sistemleri, diğer tüm teknolojilere bağımlı ve kapsamlı yapılardır. Bu sistemlerin altyapı gereksinimleri; veri iletimi, işlenmesi, depolanması gibi alanlarda diğer yenilikçi teknolojilerin gereksinimlerinin tamamını kapsar. Yani verinin iletim hızı, depolanması, işlenmesi için gerekli işlemci gücü, yüksek kaliteli veri kaynağı gibi tüm veri işleme, toplama ve depolama sistemlerinin çıktıları, AI sistemlerinin girdisi olacaktır. Bu nedenle önceki tüm gereksinimlerin üzerine yüksek kapasiteli işlemciler, nitelikli istatistik tabanlı AUS konusunda özelleşmiş AI mühendisleri, AI sistemlerinin performansının sürekli olarak ölçülebileceği ve değişen şartlara göre AI'ya müdahale edilebilecek ortamların kurulması ise AI sistemlerinin gereklilikleri arasındadır.

AI teknolojileri, sinyalizasyon olmayan kavşak yönetim mekanizmaları gibi alanlarda trafik yönetimi verimliliğini artırmak ve yol güvenliğini sağlamak için potansiyel olarak kullanılabilir. Hibrit DL yöntemlerine dayalı AI tekniklerinin, etkin trafik ve olay yönetimi için kullanıldığına dair araştırmalar da mevcuttur. Bu tür AI uygulamaları, kooperatif sistemlerin karar alma süreçlerini iyileştirebilir (Talib, 2024).

AI, K-AUS'ta tahmine dayalı analizler yapmak ve sistemin kendi kendini optimize etmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Trafik akışının dinamik olarak düzenlenmesi, trafik ışıklarının gerçek zamanlı olarak ayarlanması ve trafik kazalarına karşı önceden önlem alınması gibi uygulamalar mümkün hale gelmektedir. ML sayesinde ise sistem, zamanla davranış kalıplarını öğrenmekte ve giderek daha doğru tahminler ve kararlar vermektedir (European Commission, 2013). Bu teknolojinin K-AUS'a etkileri, zorlukları ve öneriler, aşağıda özetlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

- **Etkileri:** AI; K-AUS hizmetlerinin verimliliğini, güvenliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini artırma hedefiyle kullanılmaktadır. AI sayesinde trafik akış tahmini yapılabilmekte, bu bilgiler araçlar arasında paylaşılmakta ve böylece daha verimli seyahat planlaması mümkün hale gelmektedir. ML ile trafik kontrolü, kaza tahmini ve yol güvenliği gibi alanlarda karar destek sistemleri geliştirilmektedir. Örneğin büyük veri teknolojileri, genetik algoritmalar, veri ön işleme ve ML algoritmaları kullanılarak trafik tahmini yapılabilen sistemler kurulmuştur. Bu sistemler; trafik sıkışıklıkları, kazalar ve yol üzerindeki diğer değişkenleri hesaba katabilmektedir. DL, K-AUS dijital ikizlerinde güvenlik sorunlarını çözmek için etkili biçimde kullanılmaktadır. Örneğin evrişimli sinir ağı (CNN) ve destek vektör makinesi (SVM) kombinasyonu ile geliştirilen bir AI modeli ile %90'ın üzerinde doğruluk sağlanmış, acil durum mesajlarına 1,8 saniyeden kısa sürede yanıt verebilmiştir. Ayrıca üzerinde çalışılan modelin yol ortamına daha iyi uyum sağladığı, yüksek veri iletim hızını koruyabildiği ve araçların hedeflerine daha hızlı ulaşabilmesi için araçlara makul yol planlaması oluşturabildiği gözlenmiştir (Lv vd., 2022). CNN ve SVM gibi AI tabanlı yöntemlerin birleştirilmesiyle geliştirilen modellerin; AUS ve K-AUS için yüksek güvenlik doğruluğu ve hızlı tepki süreleri sağlayabildiği, ayrıca AI destekli yönlendirme protokolleri ile VANET altyapısında araçlar arası iletişim ve rota optimizasyonunun etkin bir şekilde yapılabilirdiği görülmektedir.
- **Karşılaşılan Zorluklar ve Öneriler:** K-AUS hizmetlerinde; özellikle büyük veri işleme kapasitesi, doğru algoritma entegrasyonu ve gerçek zamanlı karar desteği, kritik zorluklardır. Ayrıca siber güvenlik riskleri, model şeffaflığı ve yorumlanabilir olması, yüksek eğitim maliyetleri, veri kalitesi ve entegrasyonu, gerçek zamanlılık ve hesaplama gücü diğer zorluklar arasındadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için AI teknolojilerinin daha iyi modellenmesi, 5G gibi yüksek hızlı haberleşme altyapılarının entegrasyonu, hibrit AI yaklaşımları, yüksek performanslı hesaplama altyapısı, açıklanabilir AI, ulusal AI

standartları ve güvenlik açısından blokzincir teknolojilerinin desteklenmesi hususları ön plana çıkmaktadır.

AI, ML ve DL teknolojileri; K-AUS hizmetlerinde karar destek, güvenlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük potansiyele sahiptir. Ancak bu teknolojilerin etkili şekilde entegre edilmesi için sistemsel uyum, veri kalitesi, hesaplama altyapısı ve siber güvenlik konularında stratejik adımlar atılması gerekmektedir.

5.9. Bulut Bilişim

Bulut bilişim teknolojileri; ölçeklenebilirlik, merkezi olmayan işlem gücü ve veriye her yerden erişim gibi avantajlarıyla K-AUS hizmetlerinin önemli bir tamamlayıcısı olarak öne çıkmaktadır. Bu teknolojinin K-AUS'a etkileri, uygulama alanları, zorlukları ve öneriler aşağıda özetlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

– Etkileri ve Uygulama Alanları

- **Gerçek Zamanlı Veri İşleme ve Depolama:** K-AUS bileşenlerinden (araçlar, sensörler, RSU'lar) toplanan yüksek hacimli veriler, bulut bilişim altyapısı sayesinde merkezi bir ortamda toplanıp analiz edilebilmektedir. Böylece trafik yoğunluğu tahmini, anlık rota önerileri, trafik kaza tespiti ve uyarı sistemleri gibi uygulamalar desteklenebilmektedir.
- **Yüksek Ölçeklenebilirlik ve Erişilebilirlik:** Bulut altyapıları, K-AUS hizmetlerinin dinamik ve coğrafi olarak dağıtık yapısına uyum sağlamaktadır. Yeni bölgeler veya araçlar sisteme kolaylıkla entegre edilebilir.
- **Düşük Maliyetli Altyapı Yönetimi:** Fiziksel sunucu yatırımı gerektirmeyen bulut çözümleri, bakım maliyetlerini azaltır. K-AUS kapsamında fiziksel donanım yatırımları minimize edilerek bakım ile işletme giderleri azaltılabilir ve düşük maliyetli altyapı yönetimi sağlanmış olur. Merkezi ve paylaşımlı kaynak kullanımı sayesinde, sistemlerin ölçeklenebilirliği artar ve ihtiyaçlara göre hızlıca uyum sağlanabilir. Bulut teknolojisinin sunduğu altyapı (IaaS), platform (PaaS) veya yazılım (SaaS) olarak hizmet modelleri, ulaşım sistemlerinin esnek bir şekilde yönetilebilmesini sağlar (Panda vd., 2025).
- **Gelişmiş İş Birliği ve Paylaşım:** Araçlar, yol altyapısı ve yönetim merkezleri arasında ortak veri havuzları oluşturulabilir. Bu iş birliği, daha bütüncül ve etkili bir ulaşım yönetim stratejisine olanak sağlar.

– **Zorluklar**

- **Gecikme ve Bağlantı Güvenilirliği:** Kritik kararlar için milisaniyeler seviyesinde tepki süreleri gerekebilir. Bulut merkezine olan uzaklık, gecikme oluşturabilir.
- **Veri Güvenliği ve Mahremiyeti:** Araçlardan ve yol altyapısından toplanan veriler, kişisel bilgiler ve konum verilerini içerebilir. Bu verilerin bulutta saklanması güvenlik risklerini beraberinde getirir.
- **Yasal Düzenlemeler ve Veri Egemenliği:** Verilerin uluslararası bulut sağlayıcılarında saklanması, ülkelerin veri egemenliği ve yasal sorumluluklarına ilişkin sorunlar doğurabilir.
- **Bağımlılık Riski:** K-AUS hizmetlerinin işleyişi, bulut servis sağlayıcılarına bağımlı hale getirebilir. Bu durum, hizmet kesintilerinde sistemin çalışamaz hale gelmesine neden olabilir.

– **Öneriler**

- **Karşılaşılan Hibrit Bulut Mimarileri Kullanımı:** Kritik veriler için yerel (edge/fog computing) işleme altyapıları, genel analizler için ise bulut kullanımı önerilmektedir. Bu sayede gecikme ve veri güvenliği sorunları azaltılabilir.
- **Veri Şifreleme ve Erişim Yetkilendirme:** Bulut ortamındaki veriler, güçlü şifreleme yöntemleri ile korunmalı, çok katmanlı erişim yetkileri tanımlanmalıdır.
- **Yerel Veri Merkezleri ile Uyumlu Yapılar:** Ulusal yasalara uygun olarak yerel veri merkezleri tercih edilmeli ya da veri yerelleştirme politikalarına uygun çözümler kullanılmalıdır.
- **Kesintisiz Hizmet için Yedekleme ve Felaket Kurtarma Planları:** Bulut hizmet sağlayıcılarında yaşanabilecek kesintilere karşı, sistem sürekliliği için yedek sunucular ve otomatik kurtarma senaryoları hazırlanmalıdır.
- **Standart ve Uyumluluk Çerçevelerinin Geliştirilmesi:** K-AUS özelinde bulut tabanlı sistemler için açık standartlar belirlenmeli, farklı üreticiler ve hizmet sağlayıcılar arasında birlikte çalışabilirlik sağlanmalıdır.

Bulut bilişim; K-AUS hizmetlerinin esnek, ölçeklenebilir ve düşük maliyetli şekilde yönetilmesini mümkün kılarken, aynı zamanda gerçek zamanlı analiz ve karar mekanizmalarını destekleyen kritik bir teknoloji konumundadır. Ancak bu teknolojinin verimli ve güvenli

biçimde entegre edilebilmesi için altyapısal planlama, veri güvenliği önlemleri ve yasal uyumluluk süreçlerinin dikkatle yürütülmesi gerekmektedir.

5.10. Uç Bilişim

Uç bilişim (edge computing); bilişim sistemi uygulamalarındaki iş yüklerini (hem donanım hem de yazılım) mümkün olduğunca merkeze, yani verilerin oluşturulduğu ve eylemlerin gerçekleştiği yere en yakın şekilde konumlandıran teknolojilerdir. Yapılan işlemlerin veri kaynağına yakınlığı, düşük gecikme süreleri ve daha iyi bant genişliği kullanılabilirliği gibi avantajlar sağlamaktadır (IBM, 2022).

K-AUS hizmetlerinde yüksek hacimli veri üretimi, düşük gecikmeli analiz ve hızlı karar alma gereksinimi; merkezi bulut sistemleri ile sınırlı kalmadan, uç bilişim teknolojilerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Uç bilişim, verinin üretildiği noktaya yakın birimlerde (örneğin araç içi işlemciler, yol kenarı birimleri) işlenmesini sağlayarak sistem performansını ve güvenilirliğini artırmaktadır. Bu teknolojinin K-AUS'a etkileri, uygulama alanları, zorlukları ve öneriler aşağıda özetlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

– **Etkileri ve Uygulama Alanları**

- **Gerçek Zamanlı Karar Alma:** Uç bilişim sayesinde araçlar ve RSU'lar, veri merkezine ihtiyaç duymadan, yerel verileri işleyerek anında karar verebilir. Bu durum; kazaların önlenmesi, acil frenleme ve sinyal optimizasyonu gibi milisaniyelik tepkiler gerektiren uygulamalar için kritik öneme sahiptir. Örneğin RSU'lar olası çarpışma senaryolarını anlık algılayarak araçlara sinyal gönderebilir.
- **Trafik, Emniyet ve Güvenlik Uygulamaları:** Uç bilişim tabanlı cihazlar ile trafik yoğunluğu tespiti, anlık kaza bildirimi, dinamik hız sınırı ayarlamaları, yol durumu analizleri gibi çalışmalar hızlıca yapılabilir.
- **Bağlantı Bağımsızlığı ve Kesintisiz Hizmet:** Araçlar, altyapı birimleri ile olan iletişimde internet bağlantısına bağlı kalmaksızın çalışabilir. Bu durum, özellikle kırsal alanlarda veya acil durum anlarında sistem sürekliliğini sağlar.
- **Veri Yoğunluğunun Azaltılması:** Verilerin yerel olarak işlenmesi, yalnızca analiz edilmiş sonuçların merkezi sistemlere gönderilmesini sağlar. Bu sayede veri iletim yükü ve ağ trafiği önemli ölçüde azalır.

– **Zorluklar**

- **Donanım Sınırlamaları:** Uç bilişim cihazları genellikle sınırlı işlem gücü ve enerji kapasitesine sahiptir. Bu durum, yüksek işlem gücü gerektiren AI algoritmalarının uygulanmasını zorlaştırabilmektedir.
- **Uygulama ve Sistem Entegrasyonu:** Karmaşık K-AUS yapılarında uç bilişim çözümlerinin diğer sistemlerle (bulut altyapısı, merkezi yönetim sistemleri, farklı üreticiler) entegrasyonu, teknik uyumsuzluklar doğurabilmektedir.
- **Güvenlik Riskleri:** Uç bilişim cihazları, fiziksel saldırılara veya zararlı yazılımlara daha açık olabilir. Bu kapsamda veri işleme süreçlerinin güvenliğiyle ilgili sorunlar, K-AUS'un tüm bileşen ve altyapısını etkileyebilmektedir.
- **Yönetim Karmaşıklığı:** Çok sayıda uç bilişim cihazının yönetimi, güncellenmesi ve izlenmesi, merkezi sistemlere kıyasla daha karmaşık bir yapı gerektirmektedir.

– **Öneriler**

- **Hibrit Mimari Uygulamaları:** Uç ve bulut bilişim teknolojileri birlikte kullanılarak kritik veriler yerel olarak işlenmeli; genel analiz ve depolama için bulut çözümler tercih edilmelidir.
- **Donanım Optimizasyonu:** Uç bilişim cihazlarında kullanılacak işlemcilerin, AI algoritmalarını çalıştırabilecek düzeyde optimize edilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması önemlidir.
- **Güvenlik Katmanları Geliştirilmelidir:** Uç bilişim cihazlarına özel, hafif ama güçlü güvenlik protokolleri geliştirilmelidir. Donanım tabanlı kimlik doğrulama, veri şifreleme ve yerel tehdit tespiti mekanizmaları uygulanmalıdır.
- **Otomatik Yönetim Sistemleri:** Uç bilişim altyapısının sürdürülebilir şekilde yönetimi için merkezi kontrol sistemlerinden bağımsız, otomatik güncelleme ve izleme çözümleri hayata geçirilmelidir.
- **Standartlaşma ve Uyumluluk:** Uç cihazlar arasında birlikte çalışabilirlik sağlamak amacıyla haberleşme protokolleri ve veri formatları için ulusal ve uluslararası standartlar oluşturulmalıdır.

5.11. Dijital İkiz

Dijital ikizler; fiziksel varlıkların, süreçlerin veya sistemlerin sanal ortamda gerçek zamanlı yansımaları olduğundan, K-AUS hizmetlerinin doğru şekilde modellenmesi, simülasyonu, test

edilmesi ve yönetilmesi için dijital ikiz teknolojilerinden faydalanılabilmektedir. Ulaşım sistemlerinde dijital ikizler sayesinde karar verme süreçleri desteklenmekte, sistem performansı artırılmakta ve potansiyel sorunlar önceden öngörülebilmektedir. Dijital ikiz teknolojinin K-AUS'a etkileri, uygulama alanları, zorlukları ve öneriler aşağıda özetlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

– **Etkileri ve Uygulama Alanları**

- **Gerçek Zamanlı İzleme ve Durum Tespiti:** Dijital ikizler, fiziksel sistemlerden toplanan verilerle sürekli güncellenerek yol durumu, trafik yoğunluğu, altyapıya ilişkin bilgileri ve araç davranışlarını eş zamanlı olarak yansıtır. Bu sayede, operatörler ve otonom sistemler, daha doğru ve hızlı kararlar alabilir.
- **Otonom Sistemlerin Test ve Simülasyonu:** Gerçek trafik koşulları dijital ortamda birbir simüle edilerek test edilebilir. Böylece sistemlerin güvenliği artarken fiziksel testler ve maliyetler azalmaktadır.
- **Tahmin ve Karar Destek:** Geçmiş verilere dayalı olarak sistem davranışları simüle edilebilir. Trafik sıkışıklıkları, kazalar veya bakım gereksinimleri önceden tahmin edilebilir. Bu tür tahminler, özellikle trafik yönetimi ve kaynak planlamasında büyük avantaj sağlar.
- **Altyapı Yönetimi ve Bakım Optimizasyonu:** Köprüler, tüneller, yol kaplamaları gibi sabit ulaşım altyapılarının dijital ikizleri oluşturularak bakım planlaması daha etkili yapılabilir. Sensör verilerine dayalı olarak gerçek zamanlı aşınma, hasar veya arıza takibi mümkün hale gelir.

– **Zorluklar**

- **Veri Kalitesi ve Entegrasyonu:** Dijital ikiz sistemlerinin doğruluğu, büyük oranda fiziksel sistemlerden toplanan verilerin güvenilirliğine ve entegrasyonuna bağlıdır. Heterojen kaynaklardan toplanan verilerin standardizasyonu önemli bir zorluktur.
- **Yüksek Hesaplama ve Depolama Gereksinimi:** Gerçek zamanlı dijital ikizlerin çalışabilmesi için yüksek performanslı işlem gücü ve büyük veri depolama altyapısı gereklidir. Bu durum, özellikle kentsel ölçekte uygulamalarda önemli kaynak ihtiyacı doğurur.
- **Siber Güvenlik Riskleri:** Dijital ikizlerin dış sistemlerle sürekli bağlantı halinde olması, veri güvenliği ve siber saldırılar açısından tehdit oluşturmaktadır. Bu sistemlerin ele geçirilmesi, fiziksel dünyada büyük risklere neden olabilir.

- **Modelleme Karmaşıklığı:** Ulaşım sistemleri çok sayıda bileşen, aktör ve değişken içermektedir. Bu karmaşık yapının doğru şekilde modellenmesi, ciddi mühendislik ve yazılım altyapısı gerektirir.

– **Öneriler**

- **Veri Standardizasyonu ve Entegrasyon Platformları:** Sensör verilerinin, araç içi sistemlerin ve altyapı bileşenlerinin ortak bir veri formatında entegre edilmesini sağlayacak ulusal veri platformları kurulmalıdır.
- **Bulut ve Uç Bilişim Entegrasyonu:** Dijital ikizlerin ihtiyaç duyduğu hesaplama gücü ve düşük gecikmeli işlem kapasitesi için bulut ve uç bilişim mimarileri birlikte kullanılmalıdır.
- **Siber Güvenlik Önlemleri:** Dijital ikiz verilerinin bütünlüğünü sağlamak için şifreleme, erişim kontrolü ve anomali tespit sistemleri gibi katmanlı güvenlik çözümleri devreye alınmalıdır.
- **Modüler ve Ölçeklenebilir Sistem Tasarımı:** Kademeli olarak genişletilebilen, modüller dijital ikiz yapıları geliştirilerek sistemlerin esnekliği ve sürdürülebilirliği artırılmalıdır.
- **Politika ve Mevzuat Geliştirme:** Dijital ikiz teknolojisinin ulaşım sektöründeki kullanımı için hukuki çerçeveler, veri paylaşım politikaları ve etik kullanım kuralları belirlenmelidir.

Dijital ikiz teknolojileri, K-AUS hizmetlerinin hem tasarım hem de operasyonel aşamalarında güçlü bir karar destek aracı sunmaktadır. Bu teknolojinin etkin biçimde kullanılabilmesi için veri altyapısının, güvenlik sistemlerinin ve bütünsel yönetim mekanizmalarının gelişmiş olması gerekmektedir.

5.12. Robotik

Robotik teknolojiler hem fiziksel hareket kabiliyetine sahip sistemler hem de otonom karar verme destekli mekanizmalar olarak K-AUS altyapısında önemli roller üstlenmektedir. Bu teknolojinin K-AUS’a etkileri, uygulama alanları, zorlukları ve öneriler aşağıda özetlenmiştir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024a):

– **Etkileri ve Uygulama Alanları**

- **Otonom Araçlar ve Sürüş Sistemleri:** Robotik teknolojiler, otonom araçların çevresel algılama (sensörler, LIDAR, radar), karar verme (AI algoritmaları) ve hareket kontrolü (servo sistemleri, aktüatörler) gibi bileşenlerinin temelini oluşturur. K-AUS kapsamında bu araçlar; (i) yol ve trafik koşullarına göre karar alabilir, (ii) diğer araçlarla ve altyapı ile koordine şekilde hareket edebilir ve (iii) trafik güvenliği ve akışını artırabilir.
- **Yol Altyapısı Otomasyonu:** Robotik sistemler; RSU, sinyalizasyon sistemleri ve akıllı bariyerler gibi altyapı elemanlarının otonom şekilde çalışmasını sağlar. Bu sayede, araç-yol koordinasyonu güçlenir ve acil durumlara hızlı fiziksel tepki verilebilir (örneğin akıllı kapanlar, yön değiştiren trafik levhaları).
- **Lojistik ve Trafik Yönetimi:** Robotik teknolojiler, özellikle kent içi mikro hareketlilik ve otonom teslimat sistemlerinde (dronlar, otonom kuryeler) yeni ulaşım paradigmasını destekler. Bu sistemlerin K-AUS ile entegre çalışması sayesinde, lojistik verimliliği artarken insan-makine iş birliği geliştirilir.

– **Zorluklar**

- **Algılama ve Karar Verme Doğruluğu:** Robotik sistemlerin sensör verilerini doğru ve tutarlı şekilde yorumlayabilmesinde, hava durumu ve görüş alanı kısıtları gibi çevresel koşullar önemli bir zorluktur.
- **Dinamik Ortamlarla Uyum:** Yoğun ve öngörülemeyen trafik koşullarında, robotik sistemlerin diğer araçlar, yayalar ve engellerle güvenli şekilde etkileşime geçmesi karmaşıklık oluşturmaktadır.
- **Güvenlik ve Etik Sorunlar:** Otonom sistemlerin alacağı yanlış kararlar, ciddi can ve mal kayıplarına neden olabilir. Bu bağlamda, etik karar alma algoritmalarının geliştirilmesi gereklidir.
- **Yüksek Maliyet ve Entegrasyon Zorluğu:** Robotik sistemlerin geliştirilmesi ve mevcut altyapıya entegre edilmesi yüksek maliyetli olup zaman ve kaynak planlaması gerektiren karmaşık süreçlerdir.

– **Öneriler**

- **Çevre Koşullarına Uyumlu Algılama Sistemleri:** LIDAR, termal kamera ve çoklu sensör füzyonu teknolojileriyle farklı hava ve ışık koşullarında yüksek doğrulukta algılama sağlanmalıdır.
- **Simülasyon ve Test Ortamlarının Geliştirilmesi:** Robotik sistemlerin karmaşık trafik senaryolarında denenebilmesi için dijital ikiz ve fiziksel test sahaları oluşturulmalıdır.
- **Adaptif Karar Verme Algoritmaları:** Ortam koşullarına ve trafik dinamiklerine göre esnek davranabilen, ML tabanlı kontrol sistemleri kullanılmalıdır.
- **Etik Kodlama ve Güvenlik Standartları:** Otonom robotik sistemler için etik önceliklendirme algoritmaları ve ulusal/uluslararası güvenlik standartları oluşturulmalıdır.
- **Kademeli Entegrasyon Stratejisi:** Robotik sistemlerin yaygınlaştırılması aşamalı olarak planlanmalı, pilot bölgelerde uygulama ve halk bilgilendirme süreçleri eş zamanlı yürütülmelidir.

Otonom araçlar, akıllı altyapı elemanları ve robot destekli lojistik sistemleri ile ulaşımında yeni bir dönem başlamaktadır. Ancak bu dönüşümün sürdürülebilir şekilde sağlanabilmesi için teknik, etik ve yönetişime yönelik alanlarda kapsamlı bir hazırlık gerekmektedir.

5.13. Sonuç ve Değerlendirme

K-AUS alanında yıkıcı ve yenilikçi teknolojiler hem kavramsal hem de uygulamalı düzeyde köklü bir dönüşümü beraberinde getirme potansiyeli taşımaktadır. Bağlantılı ve otonom araçlardan AI destekli karar verme sistemlerine, büyük veri analitiğinden blokzincir tabanlı güvenlik çözümlerine kadar çok sayıda teknoloji, K-AUS'un temel bileşenlerini dönüştürerek daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir ulaşım altyapısının inşasına katkı sunmaktadır. Bu teknolojiler; sadece veri üretimi ve iletimi açısından değil, aynı zamanda sistemler arası etkileşim, karar destek süreçleri ve insan-makine arayüzlerinin gelişimi açısından da kritik bir rol oynamaktadır.

K-AUS uygulamalarında gözlenen bir eğilim ise, çok katmanlı ve entegre bir mimarinin hayata geçirilmesidir. IoT, AI, uç ve bulut bilişim teknolojileri bir araya gelerek merkezi ve dağıtık sistemlerin eşzamanlı çalışmasını mümkün kılmakta, sürücülerden altyapıya kadar tüm bileşenlerin ortak bir karar ağında bütünleşmesini sağlamaktadır. Bu bütünleşme sayesinde

trafik akışında optimizasyon, trafik kazalarının önlenmesi, çevresel etkilerin azaltılması ve kullanıcı deneyiminin artırılması gibi önemli çıktılar elde edilebilmektedir.

Türkiye’de son dönemlerde yürütülen projeler, ulusal ölçekte teknolojik kapasitenin hızla arttığını ve kamu-özel sektör iş birliklerinin derinleştiğini göstermektedir. Bununla birlikte, sistematik bir stratejik planlama, K-AUS’un da dahil olduğu mevzuat güncellemeleri, birlikte çalışabilirlik ilkelerinin yaygınlaştırılması ve teknolojik bileşenler arasında senkronizasyonun sağlanması gerekliliği öne çıkmaktadır. Ayrıca sürücülerin, yol kullanıcılarının ve karar vericilerin bu dönüşüme hazırlıklı olmasını sağlayacak eğitim ve farkındalık çalışmalarının da yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Sonuç olarak yıkıcı ve yenilikçi teknolojiler, K-AUS’un mevcut potansiyelini en üst düzeye çıkaracak güçlü bir araç olarak değerlendirilebilir. Teknolojik ilerlemelerin sistematik bir şekilde entegre edilmesi, veri güvenliğinin ve mahremiyetinin gözetilmesi, yeni iş modelleriyle birlikte sürdürülebilirlik ve ölçeklenebilirliğin sağlanması, Türkiye’nin K-AUS alanında bölgesel bir öncü haline gelmesine zemin hazırlayacaktır. K-AUS hizmetlerinin dinamik, güvenilir ve kullanıcı merkezli yapılarla bütünleştirilmesi, akıllı ve kooperatif ulaşım geleceği açısından stratejik bir adım olacaktır.

6. K-AUS STANDARTLARI VE SINIFLANDIRILMASI

Dijital ve teknoloji yoğun ulaşım hizmetlerinin, Ar-Ge aşamasından uygulamaya geçiş sürecinde önemli bir adım, standardizasyon sürecidir. Standardizasyon, yeni ürün veya hizmetlerin uyumluluğunu, birlikte çalışabilirliğini, güvenliğini, üretilebilme olasılığını ve kalitesini optimize etmek için kritik bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda, teknik ara birimlerin entegrasyonu ve bağlantılarını ele alarak pazarda hızlı bir şekilde rekabet avantajı sağlamaya yönelik etkili bir araç olarak da işlev görmektedir. AUS standartlarının büyük bir bölümü, uyumlu ve birlikte çalışabilir cihazlar arasındaki bağlantıyı düzenlemeye odaklanmaktadır. Bu standartlar, çeşitli paydaşların çıkarları doğrultusunda yapılan müzakereler ve düzenlemelerle oluşturulan uzlaş temelli standartlara dayanmaktadır. Uzlaş standartları; endüstriyel, ulusal ve uluslararası seviyedeki düzenlemeleri içermekte olup AUS'un tüm faaliyet alanlarında kullanılan standartların gelişimine, çeşitli ulusal ve uluslararası organizasyonlar ile ülkeler katkı sağlamaktadır (Duan, 2023).

Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Standards Organization, ISO) tarafından standart kavramı, *“Belirli bir konuda en yüksek düzeyde uyumu sağlamak amacıyla fikir birliği ile oluşturulan, ortak ve tekrarlı kullanım için faaliyetler ya da bunların sonuçları için kurallar, kılavuzlar veya özellikler sunan kabul görmüş bir kurum tarafından onaylanmış doküman.”* şeklinde tanımlanırken, standardizasyon ifadesi ise *“Belirli bir konuda ideal düzen seviyesine ulaşmayı amaçlayan, mevcut veya muhtemel sorunlarla ilgili, ortak ve tekrarlanan kullanım için hükümler oluşturma faaliyeti.”* (International Organization for Standardization (ISO), 2004) olarak belirtilmektedir.

Standartlar, araç üreticilerinden trafik yönetimi yetkililerine kadar çok sayıda bileşeni ve paydaşı içeren AUS ve K-AUS çalışmaları da dahil olmak üzere farklı disiplinler arasında entegrasyonu kolaylaştırmaktadır. Standardizasyon, farklı sistemler arasında uyumluluğu ve birlikte çalışabilirliği sağlayarak kesintisiz iletişim ve çalışmaya olanak tanımaktadır (Talih, 2024). Standartlar; ürünlerde, hizmetlerde ve süreçlerde tutarlılık sağlamanın yanında yenilikçiliği ve uyumluluğu teşvik etmektedir. Bu doğrultuda AUS ve K-AUS'un başarılı bir şekilde uygulanması ve yaygınlaştırılması için farklı üreticilerin araç ve altyapı bileşenlerinin

birlikte çalışabilirliğini (interoperability) sağlayacak standartlar, kritik öneme sahiptir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024d).

K-AUS; yol ağında dijital süreçlerin etkin şekilde izlenebileceği, iki ya da daha çok AUS bileşeni arasındaki haberleşmeye dayalı olup gerçek zamanlı veriye odaklanan yenilikçi teknolojilerin test edilebileceği bir altyapıyı; kullanıcılar, karar vericiler, yol idareleri ve özellikle sistem sahiplerine sunmaktadır (Talih & Tektaş, 2023). Bu bağlamda K-AUS standartları, bu sistemlerin uyumlu, güvenli ve verimli bir şekilde entegre olmasını sağlayarak tüm paydaşlar için sürdürülebilir ve etkili çözümler üretilmesine olanak tanıyacaktır.

6.1. Standardizasyon Kuruluşları

Avrupa’da, AUS standart çalışmaları 2010/40/EU sayılı AB Direktifi doğrultusunda; ISO, Avrupa Standardizasyon Komitesi (European Committee for Standardization, CEN), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union, ITU), Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE), Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute ETSI), Otomotiv Mühendisleri Topluluğu (Society of Automotive Engineers, SAE), 3. Nesil Ortaklık Projesi (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) ve Dünya Çapında Ağ Konsorsiyumu (World Wide Web Consortium, W3C) kurumları başta olmak üzere farklı kurumlar tarafından yapılmaktadır. Ayrıca Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) tarafından özellikle ulaştırma, taşımacılık, çevre, ticaret, araç güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma gibi alanlarda teknik düzenlemeler ve tavsiye niteliğinde standartlara benzeyen belgeler üretilme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar, teknik açıdan standart geliştirme organizasyonu olarak sınıflandırılmamakla birlikte, uluslararası standartlara eşdeğer etkiler oluşturabilen düzenleyici çerçeveler, teknik dokümanlar ve normatif belgeler hazırlama faaliyetleridir. Ayrıca bu sistemlerin Avrupa genelinde uyumlu ve birlikte çalışabilir şekilde uygulanmasını sağlamak amacıyla C-Roads Platformu kurulmuştur (C-ROADS, 2016). Bu platform, AB üye devletleri ve yol operatörlerinin ortak girişimiyle oluşturulmuş olup, teknik spesifikasyonların geliştirilmesi ve birlikte çalışabilirliğin test edilmesi gibi konularda iş birliği yapmaktadır. ABD’de standardizasyon süreçleri Akıllı Ulaşım Sistemleri Ortak Program Ofisi (ITS JPO) tarafından koordine edilmektedir. Asya Pasifik ülkelerinde ise ISO, Kore Telekomünikasyon

Teknoloji Birliği (TTA), Güney Kore Kara, Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı (MOLIT), Çin AUS Endüstrisi Birliği (T/ITS) gibi kurumlar tarafından standartlar belirlenmektedir.

Standardizasyon kuruluşlarının çalışmalarına; AUS Dünya Kongresi, AUS Amerika ve AUS Asya-Pasifik gibi kuruluşlar teknik uzmanlık sağlayarak, araştırmalar yaparak, raporlar ve kılavuzlar üreterek desteklemektedir. Bunlar, AUS alanında ortaya çıkan trendleri ve teknolojileri belirleyerek standardizasyon faaliyetlerine girdi sağlamak için standardizasyon kuruluşlarıyla yakın iş birliği içinde çalışmaktadır. Dünyadaki AUS ve K-AUS ile ilgili çalışmalar da yapan standart geliştirme kurumlarının bazıları, Şekil 2’de yer almaktadır.

ULUSLARARASI	AMERİKA		AVRUPA
ISO (International Standards Organization) Uluslararası Standardizasyon Örgütü	ANSI (American National Standards Institute) Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü	NITS (National Institute of Standards and Technology) Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü	CEN (European Committee for Standardization) Avrupa Standardizasyon Komitesi
IEC (International Electrotechnical Commission) Uluslararası Elektroteknik Komisyonu	SAE (Society of Automotive Engineers) Otomotiv Mühendisleri Topluluğu	ATIS (3GPP Üyesi) (Alliance for Telecommunications Industry Solutions) Telekomünikasyon Endüstrisi Çözümleri Birliği	CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi
IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü	ASYA PASİFİK		UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
3GPP (3rd Generation Partnership Project) 3. Nesil Ortaklık Projesi	JISC (Japanese Industrial Standards Committee) Japon Endüstriyel Standartlar Komitesi	Japonya TTC (3GPP Üyesi) (Telecommunication Technology Committee) Telekomünikasyon Teknolojisi Komitesi	ETSI (3GPP Üyesi) (European Telecommunications Standards Institute) Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
W3C (World Wide Web Consortium) Dünya Çapında Ağ Konsorsiyumu	Japonya ARIB (3GPP Üyesi) (Association of Radio Industries and Businesses) Radyo Endüstrileri ve İşletmeleri Derneği	SA (Standards Australia) Avustralya Standartları	TÜRKİYE TSE (Turkish Standards Institution) Türk Standartları Enstitüsü
	Güney Kore KATS (Korean Agency for Technology and Standards) Kore Teknoloji ve Standartlar Ajansı	Güney Kore TTA (3GPP Üyesi) (Telecommunications Technology Association) Telekomünikasyon Teknolojisi Derneği (Kore)	
	SAC (Standardization Administration of China) Çin Standardizasyon İdaresi	CCSA (3GPP Üyesi) (China Communications Standards Association) Çin Haberleşme Standartları Derneği	
	Hindistan TSDSI (3GPP Üyesi) (Telecommunications Standards Development Society) Telekomünikasyon Standartları Geliştirme Derneği		

Şekil 2. Standart Geliştirme Kuruluşları

6.2. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Standartlar

Standardizasyon çalışmaları; ilgili uygulamaların, sistemlerin veya hizmetlerin sorunsuz, verimli ve etkin bir şekilde çalışmasını hedeflemektedir. K-AUS uygulamaları nispeten yeni ve birçok ülke ve bölgede henüz yaygın bir şekilde kullanımda olmayan sistemlerdir. Bu nedenle K-AUS alanındaki standart geliştirme çalışmaları hızlı bir şekilde devam etmektedir. Böylelikle K-AUS uygulamalarının yaygınlaşması sürecinde sorunsuz, verimli ve etkin bir sürecin sağlanması amaçlanmaktadır.

K-AUS uygulamalarında ABD, araçlar arası veri paylaşımı için broadcast odaklı bir mimari kurmaktadır. Yani araçların kritik durum verilerini hedefli bir alıcı seçmeden menzilleri içindeki tüm birimler için periyodik ve düşük gecikmeli olacak şekilde yayınlamaktadır. Burada mesaj setleri, SAE J2735 standardına göre tanımlanmakta ve iletilen verilerin gizliliği, güvenliği, bütünlüğü ve doğruluğu IEEE 1609.2 protokolü ile sağlanmaktadır. Bu mimari; kısa mesafeli,

düşük gecikmeli DSRC (IEEE 802.11p) ile hücresel tabanlı C-V2X'in eşzamanlı işletilmesine olanak tanıyarak K-AUS hizmetlerinde kritik güvenlik uyarıları ve ağ tıkanıklığından bağımsız ek servislerin aynı anda desteklenmesini sağlamaktadır. Araç içi veri yolunun fiziksel katmanı SAE J2366/1 (IDB-C) standardı ile tanımlanırken ISO 26262 standardı ise sistemin tüm yaşam döngüsü boyunca fonksiyonel güvenlik bütünlüğünü sağlamaktadır.

ABD'de yürütülmekte olan K-AUS projelerinde kullanılan ve ilişkili olan standartlar, Tablo 8'de yer almaktadır.

Tablo 8. ABD'de K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan ve İlişkili Standartlar

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
SAE	SAE J1760	Data Security Services	Veri Güvenliği Hizmetleri
	SAE J2266	Location Referencing Message Specification (LRMS)	Konum Referans Mesajı Spesifikasyonu (LRMS)
	SAE J2366/1	ITS Data Bus-IDB-C Physical Layer	AUS Veri Yolu-IDB-C Fiziksel Katmanı
	SAE J2395	ITS In-Vehicle Message Priority	AUS Araç İçi Mesaj Önceliği
	SAE J2735	V2X Communications Message Set Dictionary	V2X Haberleşme Mesaj Seti Sözlüğü
	SAE J2945/1A	Vehicle Level Validation Test Procedures for V2V Safety Communications	V2V Güvenlik Haberleşmesi Kapsamında Araç Seviyesi Doğrulama Test Prosedürleri
	SAE J2945/1B	On-Board System Requirements for V2V Safety Communications by Non-Light-Duty Vehicles and Motorcycles	Hafif Hizmet Dışı Araçlar ve Motorbisikletlerle V2V Güvenlik Haberleşmesi için Araç İçi Sistem Gereksinimleri
	SAE J2945/2	Dedicated Short Range Communications (DSRC) Performance Requirements for V2V Safety Awareness	V2V Güvenlik Farkındalığı için Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) Performans Gereksinimleri
	SAE J2945/3	Requirements for Road Weather Applications	Yol Hava Durumu Uygulamalarına İlişkin Gereksinimler
	SAE J2945/4	Road Safety Applications	Yol Güvenliği Uygulamaları
	SAE J2945/5	Service Specific Permissions and Security Guidelines for Connected Vehicle Applications	Bağlantılı Araç Uygulamaları için Hizmete Özel İzinler ve Güvenlik Yönergeleri

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	SAE J2945/6	Performance Requirements for Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC) and Platooning	Kooperatif Adaptif Hız Kontrolü (CACC) ve Müfrezeiçin Performans Gereksinimleri
	SAE J2945/7	High-Precision Positioning for V2X Systems	V2X Sistemleri için Yüksek Hassasiyetli Konumlandırma
	SAE J2945/8	Surrogate Basic Safety Messages for Testing and Evaluation Purposes Only	Yalnızca Test ve Değerlendirme Amaçlı Temsili Temel Güvenlik Mesajları
	SAE J2945/9	Vulnerable Road User Safety Message Minimum Performance Requirements	Savunmasız Yol Kullanıcısı Güvenlik Mesajı Minimum Performans Gereksinimleri
	SAE J3161	LTE Vehicle-to-Everything (LTE-V2X) Deployment Profiles and Radio Parameters for Single Radio Channel Multi-Service Coexistence	Tek Radyo Kanallı Çoklu Hizmetlerin Bir Arada Varlığı için LTE Araçtan Her Şeye (LTE-V2X) Uygulama Profilleri ve Radyo Parametreleri
	SAE J3161/1	On-Board System Requirements for LTE-V2X V2V Safety Communications	LTE-V2X V2V Güvenlik Haberleşmesi için Yerleşik Sistem Gereksinimleri
	SAE J3161/1A	Vehicle Level Validation Test Procedures for V2V Safety Communication	V2V Güvenlik Haberleşmesi Kapsamında Araç Seviyesi Doğrulama Test Prosedürleri
	SAE J3186	Application Protocol and Requirements for Maneuver Sharing and Coordinating Service	Manevra Paylaşımı ve Koordinasyon Hizmeti için Uygulama Protokolü ve Gereksinimler
	SAE J3217	V2X Based Fee Collection	V2X Tabanlı Ücret Toplama
	SAE J3224	V2X Sensor-Sharing for Cooperative and Automated Driving	Kooperatif ve Otonom Sürüş için V2X Sensör Paylaşımı
	SAE J3251	Cooperative Driving Automation (CDA) Feature: Perception Status Sharing for Occluded Pedestrian Collision Avoidance	Kooperatif Sürüş Otomasyonu (CDA) Özelliği: Yaya Çarpışmasını Önleme için Algı Durumu Paylaşımı
	SAE J3269	Vehicular Precision Positioning System Reference Architecture	Araçlara Yönelik Hassas Konumlandırma Sistemi Referans Mimari
	SAE J3270	Test Procedures for Precise Positioning Systems for Passenger Vehicles	Binek Araçlara Yönelik Hassas Konumlandırma Sistemlerine İlişkin Test Prosedürleri

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	SAE J3287	V2X Misbehavior Reporting	V2X Yanlış Davranış Raporlaması
	SAE J3289	SAE V2X ASN.1 Modules-Organization and Management Rules	SAE V2X ASN.1 Modülleri-Organizasyon ve Yönetim Kuralları
	SAE SS V2X 001	Security Specification Through the Systems Engineering Process for SAE V2X Standards	SAE V2X Standartları için Sistem Mühendisliği Süreci Aracılığıyla Güvenlik Spesifikasyonu
IEEE	IEEE 802.11	WLAN Standards Working Group	WLAN Standartları Çalışma Grubu
	IEEE 802.11p	Information Technology Standard--Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements--Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments	Bilgi Teknolojisi Standardı--Yerel ve Metropol Alan Ağları--Özel Gereksinimler--Bölüm 11: Kablosuz LAN Ortam Erişim Kontrolü (MAC) ve Fiziksel Katman (PHY) Spesifikasyonları Değişiklik 6: Araç Ortamları için Kablosuz Erişim
	IEEE 802.11bd	Information Technology Standard-Telecommunications and Information Exchange Between Systems Local and Metropolitan Area Networks -Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Next Generation V2X	Bilgi Teknolojisi Standardı-Yerel ve Metropol Alan Ağları Sistemleri Arasında Telekomünikasyon ve Bilgi Alışverişi-Özel Gereksinimler Bölüm 11: Kablosuz LAN Ortam Erişim Kontrolü (MAC) ve Fiziksel Katman (PHY) Spesifikasyonları Değişiklik 5: Yeni Nesil V2X için Geliştirmeler
	IEEE 1512	Common Incident Management Message Sets Standard for Use by Emergency Management Centers	Acil Durum Yönetim Merkezlerinin Kullanımına Yönelik Ortak Olay Yönetimi Mesaj Setleri Standardı
	IEEE 1609	Family of Standards for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)	Araç Ortamları için Kablosuz Erişime İlişkin Standartlar Ailesi (WAVE)
DİĞER	NHTSA NPRM	Federal Motor Vehicle Safety Standards: Automatic Emergency Braking Systems for Light Vehicles	Federal Motorlu Taşıt Güvenlik Standartları: Hafif Araçlar için Otomatik Acil Durum Fren Sistemleri
	NTCIP	National Transportation Communication Protocol for Intelligent Transportation Systems	Akıllı Ulaşım Sistemleri için Ulusal Ulaşım Haberleşme Protokolü

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	TMDD	Traffic Management Data Dictionary	Trafik Yönetimi Veri Sözlüğü
	ASTM E2213	Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems-5 GHz Band Dedicated Short-Range Communications (DSRC), Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications	Yol Kenarı ve Araç Sistemleri Arasında Telekomünikasyon ve Bilgi Alışverişi için Standart Şartname-5 GHz Banda Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC), Ortam Erişim Kontrolü (MAC) ve Fiziksel Katman (PHY) Spesifikasyonları

Avrupa’da ETSI ve CEN standartları, ITS-G5 (IEEE 802.11p/bd) erişim katmanını coğrafi yönlendirme (GeoNetworking) protokolleriyle birleştirerek çok hop’lu (multi-hop) topolojilerde, paket teslim oranını ve ağ verimliliğini artırmaya odaklanmaktadır. ETSI 102 636-4-2 ile coğrafi adresleme işlevlerinin tanımlanması, araçların hem doğrudan hem de çok noktaya yayın modunda güvenilir şekilde konum bazlı iletişim kurmasını sağlamaktadır. AB’nin bu “multi-hop” stratejisi, genişletilmiş şehir içi koridor deneylerinde veri sürekliliği ve yedeklilik sunmaktadır.

Avrupa’da yürütülmekte olan K-AUS hizmetlerinde kullanılan ve ilişkili olan standartlar, Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9. Avrupa’da K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan ve İlişkili Standartlar

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
ETSI	ETSI TS 101 539-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-V2X Applications-Part 1: Road Hazard Signalling (RHS) Application Requirements Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-V2X Uygulamaları-Bölüm 1: Yol Tehlike Sinyali (RHS) Uygulama Gereksinimleri Spesifikasyonu
	ETSI TS 101 539-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-V2X Applications-Part 2: Intersection Collision Risk Warning (ICRW) Application Requirements Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-V2X Uygulamaları-Bölüm 2: Kavşak Çarpışma Riski Uyarısı (ICRW) Uygulama Gereksinimleri Spesifikasyonu
	ETSI TS 101 539-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-V2X Applications-Part 3: Longitudinal Collision Risk Warning (LCRW) Application Requirements Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-V2X Uygulamaları-Bölüm 3: Boylamasına Çarpışma Riski Uyarısı (LCRW) Uygulama Gereksinimleri Spesifikasyonu

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 101 556-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)- Infrastructure to Vehicle Communication- Electric Vehicle Charging Spot Notification Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç-Altyapı Haberleşmesi-Elektrikli Araç Şarj Noktası Bildirim Spesifikasyonu
	ETSI TS 101 556-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)- Infrastructure to Vehicle Communication; -Part 2: Communication System Specification to Support Application Requirements for the Tyre Information System (TIS) and Tyre Pressure Gauge (TPG) Interoperability	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Altyapıdan Araç Haberleşmesi-Bölüm 2: Lastik Bilgi Sistemi (Tyre Information System, TIS) ve Lastik Basıncı Göstergesinin (Tyre Pressure Gauge, TPG) Birlikte Çalışabilirliğine Yönelik Uygulama Gereksinimlerini Destekleyen Haberleşme Sistemi Spesifikasyonu
	ETSI TS 101 556-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)- Infrastructure to Vehicle Communications; Part 3: Communications System for the Planning and Reservation of EV Energy Supply Using Wireless Networks	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi Altyapısı-Bölüm 3: Kablosuz Ağlar Kullanılarak Enerji Tedarikinin Planlanması ve Rezervasyonu için Haberleşme Sistemi
	ETSI TS 102 486-1-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Road Transport and Traffic Telematics (RTTT)-Test Specifications for Dedicated Short Range Communications (DSRC) Transmission Equipment-Part 1: DSRC Data Link Layer: Medium Access and Logical Link Control-Subpart 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS &TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği (RTTT)-Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) İletim Ekipmanı için Test Spesifikasyonları-Bölüm 1: DSRC Veri Bağlantı Katmanı: Ortam Erişimi ve Mantıksal Bağlantı Kontrolü-Alt Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 486-1-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Road Transport and Traffic Telematics (RTTT)-Test Specifications for Dedicated Short Range Communications (DSRC) Transmission Equipment-Part 1: DSRC Data Link Layer: Medium Access and Logical Link Control-Subpart 3: Abstract Test Suite (ATS) and Partial PIXIT Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği (RTTT)-Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) İletim Ekipmanı için Test Spesifikasyonları-Bölüm 1: DSRC Veri Bağlantı Katmanı: Ortam Erişimi ve Mantıksal Bağlantı Kontrolü-Alt Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Kısmi PIXIT Proformas

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 486-2-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Road Transport and Traffic Telematics (RTTT)-Test Specifications for Dedicated Short Range Communications (DSRC) Transmission Equipment-Part 2: DSRC Application Layer-Subpart 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği (RTTT)-Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) İletim Ekipmanı için Test Spesifikasyonları-Bölüm 2: DSRC Uygulama Katmanı-Alt Bölüm 1: Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Proforması Spesifikasyonu
	ETSI TS 102 486-2-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Road Transport and Traffic Telematics (RTTT)-Test specifications for Dedicated Short Range Communications (DSRC) Transmission Equipment-Part 2: DSRC Application Layer-Subpart 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği (RTTT)-Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) iletim ekipmanı için test spesifikasyonları-Bölüm 2: DSRC Uygulama Katmanı-Alt Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 486-2-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Road Transport and Traffic Telematics (RTTT)-Test Specifications for Dedicated Short Range Communications (DSRC) Transmission Equipment-Part 2: DSRC Application Layer-Subpart 3: Abstract Test Suite (ATS) and Partial PIXIT Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği (RTTT)-Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) İletim Ekipmanı için Test Spesifikasyonları-Bölüm 2: DSRC Uygulama Katmanı-Alt Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Kısmi PIXIT Proforması
	ETSI TS 102 636-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 1: Requirements	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking-Bölüm 1: Gereksinimler
	ETSI TS 102 636-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 2: Scenarios	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking-Bölüm 2: Senaryolar
	ETSI TS 102 636-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 3: Network Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking-Bölüm 3: Ağ Mimarisi

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 636-4-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicle communications – GeoNetworking-Part 4: Geographical Addressing and Forwarding for Point-to-Point and Point-to-Multipoint Communications-Sub-Part 1: Media-Independent Functionality	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç haberleşmeleri – GeoNetworking-Bölüm 4: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Coğrafi Adresleme ve Yönlendirme-Alt Bölüm 1: Ortam Bağımsız İşlevsellik
	ETSI TS 102 636-4-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications – Geonetworking-Part 4: Geographical Addressing and Forwarding for Point-to-Point and Point-to-Multipoint Communications-Sub-Part 2: Media-Dependent Functionalities for ITS G5	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – Geonetworking-Bölüm 4: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Coğrafi Adresleme ve Yönlendirme-Alt Bölüm 2: ITS G5 için Ortama Bağlı İşlevler
	ETSI TS 102 636-4-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications – Geonetworking-Part 4: Geographical Addressing and Forwarding for Point-to-Point and Point-to-Multipoint Communications Sub-Part 3: Media-Dependent Functionalities for LTE-V2X	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – Geonetworking-Bölüm 4: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Coğrafi Adresleme ve Yönlendirme-Alt Bölüm 3: LTE-V2X için Ortama Bağlı İşlevler
	ETSI TS 102 636-5-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 5: Transport Protocols-Subpart 1: Basic Transport Protocol	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking-Bölüm 5: Taşıma Protokolleri-Alt Bölüm 1: Temel Ulaşım Protokolü
	ETSI TS 102 636-6-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 6: Internet Integration-Sub-Part 1: Transmission of IPv6 Packets over GeoNetworking Protocols	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking-Bölüm 6: İnternet Entegrasyonu-Alt Bölüm 1: IPv6 Paketlerinin GeoNetworking Protokolleri Üzerinden İletimi
	ETSI TS 102 637-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Part 1: Functional Requirements	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Bölüm 1: İşlevsel Gereksinimler

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 637-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Part 2: Specification of the Cooperative Awareness Basic Service	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Bölüm 2: Kooperatif Farkındalık Temel Hizmetinin Spesifikasyonu
	ETSI TS 102 637-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications -Part 3: Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic Service	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Bölüm 3: Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim Temel Hizmetinin Spesifikasyonları
	ETSI TS 102 687	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Decentralized Congestion Control Mechanisms for Intelligent Transportation Systems Operating in the 5 GHz Range-Access Layer Part	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5 GHz Aralığında Çalışan Akıllı Ulaşım Sistemleri için Merkezi Olmayan Sıkışıklık Kontrol Mekanizmaları-Erişim Katmanı Kısmı
	ETSI TS 102 723-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 1: Architecture and Addressing Schemes	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 1: Mimari ve Adresleme Şemaları
	ETSI TS 102 723-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 2: Management Information Base	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 2: Yönetim Bilgi Tabanı
	ETSI TS 102 723-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 3: Interface Between Management Entity and Access Layer	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 3: Yönetim Varlığı ve Erişim Katmanı Arasındaki Arayüz
	ETSI TS 102 723-4	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 4: Interface Between Management Entity and Networking & Transport Layer	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 4: Yönetim Varlığı ile Ağ ve Taşıma Katmanı Arasındaki Arayüz
	ETSI TS 102 723-5	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 5: Interface Between Management Entity and Facilities Layer- Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 5: Yönetim Varlığı ile Servisler Katmanı Arasındaki Arayüz- Sürüm 2

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 723-8	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 8: Interface Between Security Entity and Network and Transport Layer- Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 8: Güvenlik Varlığı ile Ağ ve Taşıma Katmanı Arasındaki Arayüz- Sürüm 2
	ETSI TS 102 723-9	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 9: Interface Between Security Entity and Facilities Layer	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 9: Güvenlik Varlığı ile Servisler Katmanı Arasındaki Arayüz
	ETSI TS 102 723-10	Intelligent Transportation Systems (ITS)-OSI Cross-Layer Topics-Part 10: Interface Between Access Layer Networking & Transport Layer	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-OSI Katmanlar Arası Konular-Bölüm 10: Erişim Katmanı ile Ağ ve Taşıma Katmanı Arasındaki Arayüz
	ETSI TS 102 724	Intelligent Transport Systems (ITS); Harmonized Channel Specifications for Intelligent Transport Systems Operating in the 5 GHz Frequency Band	Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS); 5 GHz Frekans Bandında Çalışan Akıllı Ulaşım Sistemleri için Harmonize Kanal Spesifikasyonları
	ETSI TS 102 731	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-Security Services and Architecture- Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Güvenlik Hizmetleri ve Mimarisi- Sürüm 2
	ETSI TS 102 760-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communications Access for Land Mobiles (CALM), Test Specifications for Access Technology Support (ISO 21218)-Part 1: Implementation Conformance Statement (ICS) Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-Erişim Teknolojisi Desteği için Test Spesifikasyonları (ISO 21218)-Bölüm 1: Uygulama Uygunluk Beyanı (ICS) Proforması
	ETSI TS 102 760-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communications Access for Land Mobiles, CALM-Test Specifications for Access Technology Support (ISO 21218)-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-Erişim Teknolojisi Desteği için Test Spesifikasyonları (ISO 21218)-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 760-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communications Access for Land Mobiles, CALM-Test Specifications for Access Technology Support (ISO 21218)-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Partial PIXIT Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-Erişim Teknolojisi Desteği için Test Spesifikasyonları (ISO 21218)-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Kısmi PIXIT Proforması
	ETSI TS 102 792	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Mitigation Techniques to Avoid Interference Between European CEN Dedicated Short Range Communication (CEN DSRC) Equipment and Intelligent Transportation Systems (ITS) Operating in the 5 GHz Frequency Range	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Avrupa CEN DSRC Ekipmanı ile 5 GHz Frekans Aralığında Çalışan Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Arasındaki Girişimi Önlemeye Yönelik Azaltma Teknikleri
	ETSI TS 102 797-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communication Access for Land Mobile (CALM)-Test Specifications for ITS Station Management (ISO 24102)-Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-AUS İstasyon Yönetimi için Test Spesifikasyonları (ISO 24102)-Bölüm 1: Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Spesifikasyonu
	ETSI TS 102 797-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communication Access for Land Mobile (CALM)-Test Specifications for ITS Station Management (ISO 24102)-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-AUS İstasyon Yönetimi için Test Spesifikasyonları (ISO 24102)-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 797-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communication Access for Land Mobile (CALM)-Test Specifications for ITS Station Management (ISO 24102)-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Partial PIXIT Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-AUS İstasyon Yönetimi için Test Spesifikasyonları (ISO 24102)-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Kısmi PIXIT Proforması

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 859-1	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance Test Specifications for Transmission of IP Packets over GeoNetworking-Part 1: Test Requirements and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Pro Forma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-IP Paketlerinin Geonetworking Üzerinden İletimi için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Test Gereksinimleri ve Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Proforma
	ETSI TS 102 859-2	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing- Conformance Test Specifications for Transmission of IP Packets over GeoNetworking-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-IP Paketlerinin Geonetworking Üzerinden İletimi için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 859-3	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance Test Specifications for Transmission of IP Packets over GeoNetworking-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-IP Paketlerinin Geonetworking Üzerinden İletimi için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Protokol Uygulaması Testi için Ek Bilgiler (PIXIT)
	ETSI TS 102 860	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Classification and Management of ITS Application Objects	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-AUS Uygulama Nesnelerinin Sınıflandırılması ve Yönetimi
	ETSI TS 102 868-1	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance Test Specifications for Cooperative Awareness Basic Service (CA)-Part 1: TestRequirements and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Kooperatif Farkındalık Temel Hizmeti (CA) için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Test Gereksinimleri ve Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Proforma
	ETSI TS 102 868-2	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing – Conformance Test Specifications for Cooperative Awareness Basic Service (CA) – Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Kooperatif Farkındalık Temel Hizmeti (CA) için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 868-3	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance Test Specifications for Cooperative Awareness Basic Service (CA)-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Kooperatif Farkındalık Temel Hizmeti (CA) için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Protokol Uygulaması Testi için Ek Bilgiler (PIXIT)
	ETSI TS 102 869-1	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance Test Specifications for Decentralized Environmental Notification Basic Service (DEN)-Part 1: Test Requirements and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim Temel Hizmeti (DEN) için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Test Gereksinimleri ve Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Proforması
	ETSI TS 102 870-1	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing- Conformance Test Specifications for GeoNetworking Basic Transport Protocol (BTP)-Part 1: Test Requirements and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Geonetworking Temel Taşıma Protokolü (BTP) için Uygunluk Testi Spesifikasyonları -Bölüm 1: Test Gereksinimleri ve Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Proforması
	ETSI TS 102 870-2	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing – Conformance Test Specifications for GeoNetworking Basic Transport Protocol (BTP)-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test – Geonetworking Temel Taşıma Protokolü (BTP) için Uygunluk Testi Spesifikasyonları Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 870-3	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing – Conformance Test Specifications for GeoNetworking Basic Transport Protocol (BTP)– Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Geonetworking Temel Taşıma Protokolü (BTP) için Uygunluk Testi Spesifikasyonları -Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Protokol Uygulaması Testi için Ek Bilgiler (PIXIT)
	ETSI TS 102 871-1	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance Test Specifications for GeoNetworking-Part 1: Test Requirements and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Geonetworking için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Test Gereksinimleri ve Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Proforması

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 871-2	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance Test Specifications for GeoNetworking ITS-G5-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-GeoNetworking ITS-G5 için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 871-3	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing- Conformance Test Specifications for GeoNetworking-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-GeoNetworking için Uygunluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Protokol Uygulaması Testi için Ek Bilgiler (PIXIT)
	ETSI TS 102 890-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Services Layer Function-Part 1: Services Announcement (SA) Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Servisler Katmanı Fonksiyonu-Bölüm 1: Hizmet Duyurusu (SA) Spesifikasyonu
	ETSI TS 102 894-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Users and Applications Requirements-Part 1: Facility Layer Structure, Functional Requirements and Specifications	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kullanıcılar ve Uygulamalar Gereksinimleri-Bölüm 1: Servisler Katmanı Yapısı, İşlevsel Gereksinimler ve Spesifikasyonlar
	ETSI TS 102 916-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Test Specifications for Mitigation Techniques to Avoid Interference between ITS G5 with TTT DSRC-Part 1: Protocol Implementation ConformanceStatement (PICS)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kooperatif ITS-G5 ile TTT DSRC Arasındaki Parazitlenmeyi Önlemek için Azaltma Tekniklerine İlişkin Test Spesifikasyonları-Bölüm 1: Protokol Uygulama Uyumluluk Beyanı (PICS)
	ETSI TS 102 916-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Test Specifications for Mitigation Techniques to Prevent Interference Between Cooperative ITS G5 and TTT DSRC-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kooperatif ITS G5 ve TTT DSRC Arasındaki Girişimi Önlemek için Azaltma Tekniklerine İlişkin Test Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 916-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Test Specifications for Methods to Ensure Coexistence of Cooperative ITS G5 with RTTT DSRC-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kooperatif ITS G5'in RTTT DSRC ile Bir Arada Varlığını Sağlamaya Yönelik Yöntemlere İlişkin Test Spesifikasyonları-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Protokol Uygulaması Testi için Ek Bilgiler (PIXIT)

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 917-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Test Specifications for Channel Congestion Control Algorithms Operating in the 5,9 GHz Range-Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5,9 GHz Aralığında Çalışan Kanal Tıkanıklığı Kontrol Algoritmaları için Test Spesifikasyonları-Bölüm 1: Protokol Uygulama Uyumluluk Beyanı (PICS)
	ETSI TS 102 917-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Test Specifications for Channel Congestion Control Algorithms Operating in the 5,9 GHz Range-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5,9 GHz Aralığında Çalışan Kanal Tıkanıklığı Kontrol Algoritmaları için Test Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 917-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Testing Specifications for Channel Congestion Control Algorithms Operating in the 5,9 GHz Range-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Partial Protocol Implementation Extra Information for Testing (PIXIT)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5,9 GHz Aralığında Çalışan Kanal Tıkanıklığı Kontrol Algoritmaları için Test Spesifikasyonları-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Kısmi Protokol Uygulaması Testi için Ek Bilgiler (PIXIT)
	ETSI TS 102 940	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-ITS Communications Security Architecture and Security Management	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-AUS Haberleşme Güvenliği Mimarisi ve Güvenlik Yönetimi
	ETSI TS 102 941	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-Trust and Privacy Management	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Güven ve Mahremiyet Yönetimi
	ETSI TS 102 942	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-Access Control	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Erişim Kontrolü
	ETSI TS 102 943	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-Confidentiality Services	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik- Gizlilik Hizmetleri
	ETSI TS 102 965	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Application Object Identifier (ITS-AID)-Registration	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)- Uygulama Nesnesi Tanımlayıcısı (ITS-AID)-Kayıt

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 985-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communication Access for Land Mobile (CALM)-Test Specifications for Non-IP Networking (ISO 29281)-Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-IP Dışı Ağ Haberleşmesi için Test Spesifikasyonları (ISO 29281)-Bölüm 1: Protokol Uygulama Uygunluk Beyanı (PICS) Proforması
	ETSI TS 102 985-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communication Access for Land Mobile (CALM)-Test Specifications for Non-IP Networking (ISO 29281)-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-IP Dışı Ağ Haberleşmesi için Test Spesifikasyonları (ISO 29281)-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 102 985-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communication Access for Land Mobile (CALM)-Test Specifications for Non-IP Networking (ISO 29281)-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and PIXIT Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-IP Dışı Ağ Haberleşmesi için Test Spesifikasyonları (ISO 29281)-Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve PIXIT Proforması
	ETSI TS 103 097	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-Security Header and Certificate Formats	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Güvenlik Başlığı ve Sertifika Formatları
	ETSI TS 103 697	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Services Layer Function-Multi-Channel Operation (MCO) for Cooperative ITS (C-ITS)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Servisler Katmanı Fonksiyonu-Kooperatif AUS (K-AUS) için Çok Kanallı Çalışma (MCO)
	ETSI TS 103 152	Intelligent Transportation Systems (ITS)-V2X Communication-Multimedia Content Dissemination (MCD) Basic Service Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-V2X Haberleşmesi-Multimedya İçerik Yayımları (MCD) Temel Hizmet Spesifikasyonu
	ETSI TS 103 175	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Cross-Layer DCC Management Entity for Operation in ITS G5A and ITS G5B Environment	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-ITS G5A ve ITS G5B Ortamında Operasyon için Çapraz Katmanlı Merkezi Olmayan Sıkışıklık Kontrolü (DCC) Yönetim Varlığı

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 103 191-1	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance TestSpecifications for Facilities Layer Protocols and Communication Requirements for Infrastructure Services-Part 1: Test Requirements and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Pro Forma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Servisler Katmanı Protokolleri ve Altyapı Hizmetlerine İlişkin Haberleşme Gereksinimleri için Uyumluluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Test Gereksinimleri ve Protokol Uygulama Uyumluluk Beyanı (PICS) Proforması
	ETSI TS 103 191-2	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing-Conformance TestSpecifications for Facilities Layer Protocols and Communication Requirements for Infrastructure Services-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Servisler Katmanı Protokolleri ve Altyapı Hizmetlerine İlişkin Haberleşme Gereksinimleri için Uyumluluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 103 192-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Testing- Interoperability Test Specifications For ITS V2X Use Cases-Part 1: Testing Requirements And Interoperability Feature Statement (IFS) Proforma	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Test-AUS V2X Kullanım Senaryoları İçin Birlikte Çalışabilirlik Testi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Test Gereksinimleri Ve Birlikte Çalışabilirlik Özellik Beyanı (IFS) Proforma
	ETSI TS 103 192-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Testing-Interoperability Testing Specifications for ITS V2X Use Cases-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Test-AUS V2X Kullanım Durumları için Birlikte Çalışabilirlik Testi Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 103 192-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Testing-Interoperability Test Specifications for ITS V2X Use Cases-Part 3: Abstract Test Suite (ATS) and Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Test-AUS V2X Kullanım Durumları için Birlikte Çalışabilirlik Testi Spesifikasyonları-Bölüm 3: Özet Test Paketi (Abstract Test Suite, ATS) ve Protokol Uygulaması Testi için Ek Bilgiler (PIXIT)
	ETSI TS 103 248	Intelligent Transportation Systems (ITS)-GeoNetworking-Port Numbers for Basic Transport Protocol (BTP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-GeoNetworking-Temel Taşıma Protokolü (BTP) için Bağlantı Noktası Numaraları
	ETSI TS 103 300-2	Intelligent Transportation System (ITS)-Vulnerable Road Users (VRU) Awareness-Part 2: Functional Architecture and Requirements Definition	Akıllı Ulaşım Sistemi (AUS)-Savunmasız Yol Kullanıcıları (VRU) Farkındalığı-Bölüm 2: Fonksiyonel Mimari ve Gereksinimlerin Tanımı

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 103 300-3	Intelligent Transportation System (ITS)-Vulnerable Road Users (VRU) Awareness-Part 3: Specification of VRU Awareness Basic Service	Akıllı Ulaşım Sistemi (AUS)-Savunmasız Yol Kullanıcıları (VRU) Farkındalığı-Bölüm 3: VRU Farkındalığı Temel Hizmeti Özellikleri
	ETSI TS 103 301	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Facilities Layer Protocols and Communication Requirements for Infrastructure Services	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Altyapı Hizmetleri için Servisler Katmanı Protokolleri ve Haberleşme Gereksinimleri
	ETSI TS 103 324	Intelligent Transportation System (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Collective Perception Service	Akıllı Ulaşım Sistemi (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Toplu Algılama Hizmeti
	ETSI TS 103 525-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Testing-Conformance Test Specifications for ITS PKI Management-Part 1: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Test-AUS PKI Yönetimi için Uyumluluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Protokol Uygulama Uyumluluk Beyanı (PICS)
	ETSI TS 103 525-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Testing-Conformance Test Specifications for ITS PKI Management-Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS and TP)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Test-AUS PKI Yönetimi için Uyumluluk Testi Spesifikasyonları-Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları (TSS ve TP)
	ETSI TS 103 574	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Congestion Control Mechanisms for the C-V2X PC5 Interface-Access Layer Part	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-C-V2X PC5 Arayüzü için Sıkışıklık Kontrol Mekanizmaları-Erişim Katmanı Kısmı
	ETSI TS 103 601	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-Security Management Messages Communication Requirements and Distribution Protocols	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Güvenlik Yönetimi Mesajları Haberleşme Gereksinimleri ve Dağıtım Protokolleri
	ETSI TS 103 613	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Access Layer Specification for Intelligent Transportation Systems Using LTE Vehicle to Everything Communication in the 5,9 GHz Frequency Band	5,9 GHz Frekans Bandında LTE Araçtan Her Şeye Haberleşme Kullanan Akıllı Ulaşım Sistemleri için Erişim Katmanı Spesifikasyonu

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 103 695	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Access Layer Specification in the 5 GHz Frequency Band-Multi-Channel Operation (MCO) for Cooperative ITS (C-ITS)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5 GHz Frekans Bandında Erişim Katmanı Spesifikasyonu-Kooperatif AUS (K-AUS) için Çok Kanallı Çalışma (MCO)
	ETSI TS 103 696	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communication Architecture for Multi-Channel Operation (MCO)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Çok Kanallı Çalışma (Multi-Channel Operation, MCO) için Haberleşme Mimarisi
	ETSI TS 103 724	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Facilities Layer Function-Interference Management Zone Message (IMZM)-Version 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Servisler Katmanı İşlevi-Girişim Yönetim Bölgesi Mesajı (IMZM)-Sürüm 2
	ETSI TS 103 759	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Security-Misbehaviour Reporting Service	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Uygunsuz Davranış Raporlama Hizmeti
	ETSI TS 103 794	Intelligent Transportation Systems (ITS)-LTE-V2X Access Layer for Intelligent Transportation Systems Operating in the 5 GHz Frequency Band-Test Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5 GHz Frekans Bandında Çalışan Akıllı Ulaşım Sistemleri için LTE-V2X Erişim Katmanı-Test Spesifikasyonu
	ETSI TS 103 836-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 3: Network Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 3: Ağ Mimarisi
	ETSI TS 103 836-4-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 4: Geographical Addressing and Forwarding for Point-to-Point and Point-to-Multipoint Communication-Subpart 1: Media-Independent Functionality	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 4: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Coğrafi Adresleme ve Yönlendirme-Alt Bölüm 1: Ortam Bağımsız İşlevsellik
	ETSI TS 103 836-5-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 5: Transport Protocols-Subpart 1: Basic Transport Protocol	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking-Bölüm 5: Taşıma Protokolleri-Alt Bölüm 1: Temel Taşıma Protokolü
	ETSI TS 103 836-6-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 6: Internet Integration-Sub-Part 1: Transmission of IPv6 Packets over GeoNetworking Protocols	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking-Bölüm 6: İnternet Entegrasyonu-Alt Bölüm 1: IPv6 Paketlerinin GeoNetworking Protokolleri Üzerinden İletimi

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 103 898	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Communications Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Haberleşme Mimarisi
	ETSI TS 103 899	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Geographical Area Definition	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Coğrafi Alan Tanımı
	ETSI TS 122 185 (3GPP TS 22.185)	LTE; Service Requirements for V2X Services (3GPP TS 22.185 Version 17.0.0 Release 17)	LTE; V2X Hizmetleri için Hizmet Gereksinimleri (3GPP TS 22.185 Versiyon 17.0.0 Sürüm 17)
	ETSI TS 122 186 (3GPP TS 22.186)	5G-Service Requirements for Enhanced V2X Scenarios (3GPP TS 22.186 Version 17.0.0 Release 17)	5G-Gelişmiş V2X Senaryoları için Hizmet Gereksinimleri (3GPP TS 22.186 Versiyon 17.0.0 Sürüm 17)
	ETSI TS 123 285 (3GPP TS 23.285)	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)-LTE-Architectural Enhancements for for V2X Services (3GPP TS 23.285 version 17.0.0 Release 17)	Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (UMTS)- ;V2X Hizmetleri için Mimari Geliştirmeler (3GPP TS 23.285 Versiyon 17.0.0 Sürüm 17)
	ETSI TS 123 287 (3GPP TS 23.287)	5G-Architecture Enhancements for 5G System (5GS) to Support Vehicle-to-Everything (V2X) Services (3GPP TS 23.287 version 17.6.0 Release 17)	5G-Araçtan Her Şeye (V2X) Hizmetlerini Desteklemek için 5G Sistemine (5GS) Yönelik Mimari İyileştirmeler (3GPP TS 23.287 Versiyon 17.6.0 Sürüm 17)
	ETSI TS 124 385 (3GPP TS 24.385)	LTE; V2X Services Management Object (MO) (3GPP TS 24.385 Version 17.0.0 Release 17)	LTE; V2X Hizmetleri Yönetim Nesnesi (MO) (3GPP TS 24.385 Versiyon 17.0.0 Sürüm 17)
	ETSI TS 124 386 (3GPP TS 24.386)	LTE- User Equipment (UE) to V2X Control Function-Protocol Aspects-Stage 3 (3GPP TS 24.386 Version 17.2.0 Release 17)	LTE-Kullanıcı Ekipmanından (UE) V2X Kontrol Fonksiyonuna-Protokol Hususları-Aşama 3 (3GPP TS 24.386 Versiyon 17.0.0 Sürüm 17)
	ETSI TS 124 587 (3GPP TS 24.587)	5G-Vehicle-to-Everything (V2X) Services in 5G System (5GS)-Phase 3 (3GPP TS 24.587 Version 17.6.0 Release 17)	5G-5G Sisteminde (5GS) Araçtan Her Şeye (V2X) Hizmetleri-Aşama 3 (3GPP TS 24.587 Versiyon 17.6.0 Sürüm 17)

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 133 127 (3GPP TS 33.127)	LTE-5G-Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+) (GSM)-Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)-Lawful Interception (LI) Architecture and Functions (3GPP TS 33.127 Version 17.5.0 Release 17)	LTE-5G-Dijital hücresel telekomünikasyon sistemi (Faz 2+) (GSM)-Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (UMTS)-Yasal Girişim (LI) Mimarisi ve İşlevleri (3GPP TS 33.127 Versiyon 17.5.0 Sürüm 17)
	ETSI TS 133 185 (3GPP TS 33.185)	LTE-5G-Security Aspect for LTE Support of Vehicle-to-Everything (V2X) Services (3GPP TS 33.185 Version 17.0.0 Release 17)	LTE-5G-Araçtan Her Şeye (V2X) Hizmetlerinin LTE Desteğine Yönelik Güvenlik Hususu (3GPP TS 33.185 Versiyon 17.0.0 Sürüm 17)
	ETSI TR 102 638	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Sürüm 2
	ETSI TR 103 300-1	Intelligent Transportation System (ITS)-Vulnerable Road Users (VRU) Awareness-Part 1: Use Cases Definition	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Savunmasız Yol Kullanıcıları (VRU) Farkındalığı-Bölüm 1: Kullanım Durumları Tanımı
	ETSI TR 121 917 (3GPP TS 21.917)	Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+) (GSM) – Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) – LTE – 5G – Release 17 Description – Summary of Rel-17 Work Items (3GPP TR 21.917 Version 17.0.1 Release 17)	Dijital Hücresel Telekomünikasyon Sistemi (Aşama 2+) (GSM)-Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (UMTS) – LTE-5G-Sürüm 17 Açıklaması-Rel-17 Çalışma Öğelerinin Özeti (3GPP TS 21.917 Versiyon 17.0.0 Sürüm 17)
	ETSI TR 137 902	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)-LTE-Measurements of User Equipment (UE) Radio Performances for LTE/UMTS Terminals-Total Radiated Power and Total Radiated Sensitivity Test Methodology	Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (UMTS)-LTE-LTE/UMTS Terminalleri için Kullanıcı Ekipmanı (UE) Radyo Performanslarının Ölçümleri-Toplam Yayılan Güç ve Toplam Yayılan Hassasiyet Test Metodolojisi
	ETSI TR 137 985	LTE-5G-General Description of Vehicle-to-Everything (V2X) Radio Access Network (RAN) Features Based on LTE and NR	LTE-5G-LTE ve NR'ye Dayalı Araçtan Her Şeye (V2X) Yönelik Radyo Erişim Ağı (RAN) Özelliklerinin Genel Açıklaması

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI EN 300 674-1	Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM)-Road Transport and Traffic Telematics (RTTT)-Dedicated Short-Range Communications (DSRC) Transmission Equipment Operating in the 5.8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) Band (500 kbit/s, 250 kbit /s)-Part 1: General Specifications and Test Methods for Roadside Units (RSU) and On-Board Units (OBU)	Elektromanyetik Uyumluluk ve Radyo Spektrumu Konuları (ERM)-Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği (RTTT)-5,8 GHz Endüstriyel, Bilimsel ve Tıbbi (ISM) Bandında Çalışan Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) İletim Ekipmanı (500 kbit/s, 250 kbit/s)-Bölüm 1: Yol Kenarı Birimleri (RSU) ve Araç İçi Birimler (OBU) için Genel Özellikler ve Test Yöntemleri
	ETSI EN 300 674-2-1	Transport and Traffic Telematics (TTT)-Dedicated Short Range Communications (DSRC) Transmission Equipment (500 kbit/s, 250 kbit/s)-Operating in the 5 795 MHz to 5 815 MHz Frequency Band Part 2: Harmonized Standard for Access to the Radio Spectrum -Subpart 1: Road Side Units (RSU)	Ulaştırma ve Trafik Telematiği (Transport and Traffic Telematics, TTT)-5795 MHz ile 5815 MHz Frekans Bandında Çalışan Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) iletim ekipmanı (500 kbit/s, 250 kbit/s)-Bölüm 2: Radyo Spektrumuna Erişim için Uyumlaştırılmış Standart-Alt Bölüm 1: Yol Kenarı Birimleri (RSU)
	ETSI EN 300 674-2-2	Transport and Traffic Telematics (TTT)- Dedicated Short Range Communications (DSRC) Transmission Equipment (500 kbit/s, 250 kbit/s)-Operating in the 5 795 MHz to 5 815 MHzPart 2: Harmonized Standard Covering the Essential Requirements of Article 3.2 of Directive 2014/53/EU-Sub part 2: On Board Units (OBU)	5795 MHz ile 5815 MHz Frekans Bandında Çalışan Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme (DSRC) iletim ekipmanı (500 kbit/s, 250 kbit/s)-Bölüm 2: 2014/53/AB sayılı Direktifin 3.2. Maddesinin Temel Gerekliliklerini Kapsayan Uyumlaştırılmış Standart-Alt bölüm 2: Araç İçi Birimler (OBU)
	ETSI EN 301 893	5 GHz RLAN-Harmonized Standard Covering the Essential Requirements of Article 3.2 of Directive 2014/53/EU	5 GHz RLAN'ı-2014/53/AB Direktifi'nin 3.2. Maddesinin Temel Gerekliliklerini Kapsayan Uyumlaştırılmış Standart
	ETSI EN 302 571	Intelligent Transport Systems (ITS)-Radiocommunication Equipment Operating in the 5855 MHz to 5925 MHz Frequency Band Harmonized Standard Covering the Essential Requirements of Article 3.2 of Directive 2014/53/EU	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5855 MHz ile 5925 MHz Frekans Bandında Çalışan Radyokomünikasyon Ekipmanı-2014/53/AB Direktifi'nin 3.2. Maddesinin Temel Gerekliliklerini Kapsayan Uyumlaştırılmış Standart
	ETSI EN 302 636-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communication-GeoNetworking-Part 1: Requirements	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 1: Gereksinimler

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI EN 302 636-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communication-GeoNetworking-Part 2: Scenarios	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 2: Senaryolar
	ETSI EN 302 636-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communication-GeoNetworking-Part 3: Network Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 3: Ağ Mimarisi
	ETSI EN 302 636-4-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 4: Geographic Addressing and Forwarding for Point-to-Point and Point-to-Multipoint Communication-Subpart 1: Media-Independent Functionality	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 4: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Coğrafi Adresleme ve Yönlendirme-Alt Bölüm 1: Ortam Bağımsız İşlevsellik
	ETSI EN 302 636-5-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 5: Transport Protocols-Subpart 1: Basic Transport Protocol	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 5: Taşıma Protokolleri-Alt Bölüm 1: Temel Taşıma Protokolü
	ETSI EN 302 636-6-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 6: Internet Integration-Sub-Part 1: Transmission of IPv6 Packets over GeoNetworking Protocols	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-GeoNetworking-Bölüm 6: İnternet Entegrasyonu-Alt Bölüm 1: IPv6 Paketlerinin GeoNetworking Protokolleri Üzerinden İletimi
	ETSI EN 302 637-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Part 2: Determination of Cooperative Awareness Basic Service	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Bölüm 2: Kooperatif Farkındalık Temel Hizmetinin Belirlenmesi
	ETSI EN 302 637-3	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Part 3: Features of the Decentralized Environmental Notification Basic Service	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Bölüm 3: Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim Temel Hizmetinin Özellikleri
	ETSI EN 302 663	Intelligent Transportation Systems (ITS)-ITS-G5 Access Layer Specification for Intelligent Transportation Systems Operating in the 5 GHz Frequency Band	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5 GHz Frekans Bandında Çalışan Akıllı Ulaşım Sistemleri için ITS-G5 Erişim Katmanı Spesifikasyonu

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI EN 302 890-1	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Facilities Layer Function-Part 1: Service Announcement (SA) Specification	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Servisler Katmanı Fonksiyonu-Bölüm 1: Hizmet Duyurusu Spesifikasyonu
	ETSI EN 302 890-2	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Facilities Layer Function-Part 2: Position and Time Management (PoTi)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Servisler Katmanı Fonksiyonu-Bölüm 2: Pozisyon ve Zaman Yönetimi (Position and Time Management, PoTi)
	ETSI EN 302 931	Intelligent Transportation Systems (ITS)-Vehicular Communications-Geographical Area Definition	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Coğrafi Alan Tanımı
	ETSI EN 303 613	Intelligent Transportation Systems (ITS)-LTE-V2X Access Layer Specification for Intelligent Transport Systems Operating in the 5 GHz Frequency Band	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5 GHz Frekans Bandında Çalışan Akıllı Ulaşım Sistemleri için LTE-V2X Erişim Katmanı Spesifikasyonu
	ETSI EG 202 798	Intelligent Transportation Systems (ITS) – Testing- Framework for Conformance and Interoperability Testing	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Test-Uyumluluk ve Birlikte Çalışabilirlik Testi Çerçevesi
	ETSI ES 202 663	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	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5 GHz Frekans Bandında Çalışan Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Fiziksel ve Ortam Erişim Kontrol Katmanına Yönelik Avrupa Profil Standardı
CEN	CEN/TS 16157	Intelligent Transportation Systems-DATEX II Data Exchange Specifications for Traffic Management and Information	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Trafik Yönetimi ve Bilgileri için DATEX II Veri Alışverişi Spesifikasyonları
	CEN/TS 16405	Intelligent Transportation Systems – e-Call-Additional Data Concept Specification for Heavy Cargo Vehicles	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Çağrı-Ağır Yük Taşıtları için İlave Veri Konespt Spesifikasyonları
	CEN/TS 16986	Electronic Fee Collection-Interoperable Application Profiles for Information Exchange Between Service Provision and Toll Charging	Elektronik Ücret Toplama-Hizmet Sunumu ve Ücret Toplama Arasındaki Bilgi Alışverişi için Birlikte Çalışabilir Uygulama Profilleri
	CEN/TS 17148	Intelligent Transportation Systems – e-Safety-ProForma e-Call Agreement Between TPSP and PARES	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-TPSP ile PARES Arasında Proforma e-Çağrı Anlaşması

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	CEN/TS 17154-1	Electronic Fee Collection-Evaluation of the Application in Terms of Compliance with CEN/TS 16986-Part 1: Test Package Structure and Objectives	Elektronik Ücret Toplama-CEN/TS 16986'ya Uyumluluk Açısından Uygulamanın Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Amaçları
	CEN/TS 17154-2	Electronic Fee Collection-Evaluation of the Application for Compliance with CEN/TS 16986-Part 2: Summary Test Package	Elektronik Ücret Toplama-Uygulamanın CEN/TS 16986'ya Uyumluluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Özet Test Paketi
	CEN/TS 17182	Intelligent Transportation Systems – e-Safety – e-Call via ITS Station	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik – AUS İstasyonu Aracılığıyla e-Çağrı
	CEN/TS 17312	Intelligent Transportation Systems – e-Safety – e-Call via Satellite	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik – Uydu Yoluyla e-Çağrı
	CEN/TS 17395	Intelligent Transportation Systems – e-Safety-e-Call for Automatic and Autonomous Vehicles	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-Otomatik ve Otonom Araçlar için e-Çağrı
	CEN/TS 17496	Cooperative Intelligent Transportation Systems-Communication Profiles	Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri-Haberleşme Profilleri
	CEN/TR 16690	Electronic Fee Collection-Guidelines for EFC Applications Based on In-Vehicle ITS Stations	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi AUS İstasyonlarına Dayalı EFC Uygulamaları için Rehberler
	CEN/TR 17249-1	Intelligent Transportation Systems – e-Safety-Part 1: Expanding e-Call to Other Categories of Vehicle	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-Bölüm 1: e-Çağrı'yı Diğer Araç Kategorilerini Kapsayacak Şekilde Genişletme
	CEN/TR 17249-2	Intelligent Transportation Systems – e-Safety-Part 2: e-Call for HGVs and Other Commercial Vehicles	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-Bölüm 2: Ağır Vasıtalar ve Diğer Ticari Araçlar için e-Çağrı
	CEN/TR 17249-3	Intelligent Transportation Systems – e-Safety – Part 3: e-Call for Coaches and Buses	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik – Bölüm 3: Şehirlerarası Otobüsler ve Şehir İçi Otobüsler için e-Çağrı
	CEN/TR 17249-4	Intelligent Transportation Systems – e-Safety – Part 4: e-Call for UNECE Category T, R, S Agricultural/Forestry Vehicles	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik – Bölüm 4: UNECE Kategori T, R, S Tarım/Ormancılık Araçları için e-Çağrı

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	CEN/TR 17249-6	Intelligent Transport Systems – e-Safety – Part 6: e-Call for UNECE Category L2, L4, L5, L6 and L7 Tricycles and Quadricycles	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik – Bölüm 6: UNECE Kategori L2, L4, L5, L6 ve L7 Üç Tekerlekli ve Dört Tekerlekli Bisikletler için e-Çağrı
	CEN ISO/TS 21719-1	Electronic Fee Collection-Personalization of On-Board Equipment -Part 1: Framework	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimin Kişiselleştirilmesi-Bölüm 1: Çerçeve
	CEN ISO/TS 21719-2	Electronic Fee Collection-Personalization of On-Board Equipment-Part 2: Using Dedicated Short Range Communication	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimin Kişiselleştirilmesi-Bölüm 2: Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşmenin Kullanılması
	CEN ISO/TS 21719-3	Electronic Fee Collection-Personalization of On-Board Equipment -Part 3: Using Integrated Circuit Cards	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimin Kişiselleştirilmesi-Bölüm 3: Entegre Devre Kartlarının Kullanılması
	CEN ISO/TR 16401-1	Electronic Fee Collection-Evaluation of Equipment for Conformity to ISO/TS 17575-2 -Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes	Elektronik Ücret Toplama-Ekipmanın ISO/TS 17575-2 Standardına Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları
	CEN ISO/TR 16401-2	Electronic Fee Collection-Evaluation of Equipment for Conformity to ISO/TS 17575-2 -Part 2: Abstract Test Package	Elektronik Ücret Toplama-Ekipmanın ISO/TS 17575-2 Standardına Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Özet Test Paketi
	CEN ISO/TR 17424	Intelligent Transportation Systems – Cooperative Systems-State-of-the-Art Local Dynamic Map Concepts	Akıllı Ulaşım Sistemleri – Kooperatif Sistemler-En Gelişmiş Yerel Dinamik Harita Konseptleri
	CEN ISO/TR 21186-1	Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS)-Guidelines on the Usage of Standards-Part 1: Standardization Landscape and Releases	Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS)-Standartların Kullanımına İlişkin Yönergeler-Bölüm 1: Standardizasyon Ortamı ve Yayınlar
	CEN ISO/TR 21186-2	Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS)-Guidelines on the Usage of Standards-Part 2: Hybrid Communications	Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS)-Standartların Kullanımına İlişkin Yönergeler-Bölüm 2: Hibrit Haberleşme
	CEN ISO/TR 21186-3	Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS)-Guidelines on the Usage of Standards – Part 3: Security	Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS)-Standartların Kullanımına İlişkin Yönergeler – Bölüm 3: Güvenlik

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	CEN EN 15509	Electronic Fee Collection- Interoperability Application Profile for DSRC	Elektronik Ücret Toplama-DSRC için Birlikte Çalışabilirlik Uygulama Profili
	CEN EN 15722	Intelligent Transportation Systems – e-Safety – e-Call Minimum Set of Data	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik – e-Çağrı Minimum Veri Seti
	CEN EN 15876	Electronic Fee Collection-Conformity Evaluation of On-Board and Roadside Equipment to EN 15509	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerinin ve Yol Kenarı Birimlerinin EN 15509 ile Uygunluğunun Değerlendirilmesi
	CEN EN 16062	Intelligent Transportation Systems – e-Safety-e-Call High Level Application Requirements (HLAP) Using GSM/UMTS Circuit Switched Networks	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-GSM/UMTS Devre Anahtarlama Ağı Kullanarak e-Çağrı Yüksek Düzey Uygulama Gereksinimleri (HLAP)
	CEN EN 16072	Intelligent Transportation Systems – e-Safety-Pan-European e-Call Operating Requirements	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-Avrupa Çapında e-Çağrı İşletim Gereksinimleri
	CEN EN 16102	Intelligent Transportation Systems – e-Call – Operating Requirements for Third Party Support	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Çağrı-Üçüncü Taraf Desteği için İşletim Gereksinimleri
	CEN EN 16157-1	Intelligent Transportation Systems-DATEX II Data Exchange Specifications for Traffic Management and Information-Part 1: Context and Framework	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Trafik Yönetimi ve Bilgileri için DATEX II Veri Alışverişi Spesifikasyonları-Bölüm 1: Bağlam ve Çerçeve
	CEN EN 16157-2	Intelligent Transportation Systems-DATEX II Data Exchange Specifications for Traffic Management and Information-Part 2: Location Referencing	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Trafik Yönetimi ve Bilgileri için DATEX II Veri Alışverişi Spesifikasyonları-Bölüm 2: Konum Referanslama
	CEN EN 16157-3	Intelligent Transportation Systems-DATEX II Data Exchange Specifications for Traffic Management and Information-Part 3: Situation Publication	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Trafik Yönetimi ve Bilgileri için DATEX II Veri Alışverişi Spesifikasyonları-Bölüm 3: Durum Yayını
	CEN EN 16157-7	Intelligent Transportation Systems-DATEX II Data Exchange Specifications for Traffic Management and Information-Part 7: Common Data Elements	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Trafik Yönetimi ve Bilgileri için DATEX II Veri Alışverişi Spesifikasyonları-Bölüm 7: Ortak Veri Öğeleri

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	CEN EN ISO 12813	Electronic Fee Collection-Compliance Check Communication for Autonomous Systems	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uyumluluk Kontrolü Haberleşmesi
	CEN EN ISO 13140-1	Electronic Fee Collection-Evaluation of On-Board and Roadside Equipment for Conformity to ISO 13141-Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerin ve Yol Kenarı Birimlerinin ISO 13141'e Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları
	CEN EN ISO 13140-2	Electronic Fee Collection-Evaluation of On-Board and Roadside Equipment for Conformity to ISO 13141-Part 2: Abstract Test Suite (ISO 13140-2:2016)	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerin ve Yol Kenarı Birimlerinin ISO 13141'e Uyumluluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Özet Test Paketi (ISO 13140-2:2016)
	CEN EN ISO 13141	Electronic Fee Collection-Localization Augmentation Communication for Autonomous Systems	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Yerelleştirme İyileştirme Haberleşmesi
	CEN EN ISO 13143-1	Electronic Fee Collection-Evaluation of On-Board and Roadside Equipment for Conformity to ISO 12813-Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerin ve Yol Kenarı Birimlerinin ISO 12813'e Uyumluluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları
	CEN EN ISO 14907-1	Electronic Fee Collection Test Procedures for User and Fixed Equipment-Part 1: Description of Test Procedures	Kullanıcı ve Sabit Ekipman için Elektronik Ücret Toplama Test Prosedürleri-Bölüm 1: Test Prosedürlerinin Açıklaması
	CEN EN ISO 14907-2	Electronic Fee Collection Test Procedures for User and Fixed Equipment-Part 2: Conformance Test for the Onboard Unit Application Interface	Kullanıcı ve Sabit Ekipman için Elektronik Ücret Toplama Test Prosedürleri-Bölüm 2: Araç İçi Birim Uygulama Arayüzü için Uygunluk Testi
	CEN EN ISO 16407-1	Electronic Fee Collection – Evaluation of Equipment for Conformity to ISO 17575-1-Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes	Elektronik Ücret Toplama – ISO 17575-1'e Uygunluk Açısından Ekipmanın Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları
	CEN EN ISO 16407-2	Electronic Fee Collection – Evaluation of Equipment for Conformity to ISO 17575-1-Part 2: Abstract Test Suite	Elektronik Ücret Toplama – ISO 17575-1'e Uyumluluk Açısından Ekipmanın Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Özet Test Paketi
	CEN EN ISO 19299	Electronic Fee Collection-Security Framework	Elektronik Ücret Toplama-Güvenlik Çerçevesi

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	CEN EN ISO 25110	Electronic Fee Collection-Interface Definition for On Board Account Using Integrated Circuit Card (ICC)	Elektronik Ücret Toplama-Entegre Devre Kartı (Integrated Circuit Card, ICC) Kullanan Araç İçi Hesap için Arayüz Tanımı
ISO	ISO 4272	Intelligent Transportation Systems-Truck Platooning Systems (TPS) Functional and Operational Requirements	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kamyon Müfreze Sistemleri (Truck Platooning Systems, TPS) İşlevsel ve Operasyonel Gereksinimler
	ISO 12813	Electronic Fee Collection-Compliance Check Communication for Autonomous Systems	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uyumluluk Kontrolü Haberleşmesi
	ISO 13141	Electronic Fee Collection-Localization Augmentation Communication for Autonomous Systems	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Yerelleştirme İyileştirme Haberleşmesi
	ISO 14816	Road Transport and Traffic Telematics – Automatic Vehicle and Equipment Identification – Numbering and Data Structure	Kara yolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği – Otonom Araç ve Ekipman Tanımlama – Numaralandırma ve Veri Yapısı
	ISO 14906	Electronic Fee Collection-Application Interface Definition for Dedicated Short-Range Communication	Elektronik Ücret Toplama- Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşme için Uygulama Arayüzü Tanımı
	ISO 15118-20	Road Vehicles-Vehicle-to-Grid Communication Interface-Part 20: 2 nd Generation Network Layer and Application Layer Requirements	Kara yolu Taşıtları-Araçtan Şebekeye Haberleşme Arayüzü-Bölüm 20: 2. Nesil Ağ Katmanı ve Uygulama Katmanı Gereksinimleri
	ISO 16460	Intelligent Transportation Systems-Localized Communications-Communication Protocol Messages for Global Usage	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Yerelleşmiş Haberleşmeler-Küresel Kullanım için Haberleşme Protokolü Mesajları
	ISO 17419	Intelligent Transportation Systems-Cooperative Systems-Globally Unique Identification	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif Sistemler-Küresel Çapta Özgün Tanımlama
	ISO 17423	Intelligent Transportation Systems-Cooperative Systems-Application Requirements and Objectives	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif Sistemler-Uygulama Gereksinimleri ve Hedefleri

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ISO 17427-1	Intelligent Transportation Systems – Cooperative ITS – Part 1: Roles and Responsibilities in the Context of Cooperative ITS Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri – Kooperatif AUS – Bölüm 1: Kooperatif AUS Mimarisi Bağlamında Roller ve Sorumluluklar
	ISO 17429	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-ITS Station Facilities for Transfer of Information Between ITS Stations	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-AUS İstasyonları Arasında Bilgi Aktarımı için AUS İstasyon Servisleri
	ISO 17515-1	Intelligent Transportation Systems-Communication Access for Land Mobiles (CALM)-Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kara Mobil Cihazları için Haberleşme Erişimi (CALM)-Gelişmiş Evrensel Karasal Radyo Erişim Ağı (E-UTRAN)
	ISO 17515-3	Intelligent Transportation Systems-Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network-Part 3: LTE-V2X	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Gelişmiş Evrensel Karasal Radyo Erişim Ağı-Bölüm 3: LTE-V2X
	ISO 17573-1	Electronic Fee Collection-System Architecture for Vehicle-Related Tolling-Part 1: Reference Model	Elektronik Ücret Toplama-Araçla İlgili Ücretlendirme için Sistem Mimarisi-Bölüm 1: Referans Modeli
	ISO 17573-3	Electronic Fee Collection-System Architecture for Vehicle Related Tolling-Part 3: Data Dictionary	Elektronik Ücret Toplama-Araçla İlgili Ücretlendirme için Sistem Mimarisi-Bölüm 3: Veri Sözlüğü
	ISO 17575-1	Electronic Fee Collection-Application Interface Definition for Autonomous Systems-Part 1: Charging	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uygulama Arayüzü Tanımı-Bölüm 1: Şarj Etme
	ISO 17575-2	Electronic Fee Collection-Application Interface Definition for Autonomous Systems-Part 2: Communication and Connection with Lower Layers	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uygulama Arayüzü Tanımı-Bölüm 2: Alt Katmanlarla Haberleşme ve Bağlantı
	ISO 17575-3	Electronic Fee Collection-Application Interface Definition for Autonomous Systems-Part 3: Context Data	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uygulama Arayüzü Tanımı-Bölüm 3: Bağlam Verileri
	ISO 18750	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Local Dynamic Map	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Yerel Dinamik Harita
	ISO 19321	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Dictionary of In-Vehicle Information (IVI) Data Structures	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Araç İçi Bilgisi (IVI) Veri Yapıları Sözlüğü

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ISO 19299	Electronic Fee Collection-Security Framework	Elektronik Ücret Toplama-Güvenlik Çerçevesi
	ISO 21176	Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS)-Position, Velocity and Time Functionality in ITS Station	Kooperatif Akıllı Taşıma Sistemleri (K-AUS)-AUS İstasyonundaki Konum, Hız ve Zaman İşlevselliği
	ISO 21177	Intelligent Transportation Systems-ITS Station Security Services for Secure Session Establishment and Authentication between Trusted Devices	Güvenilen Cihazlar Arasında Güvenli Oturum Açma ve Kimlik Doğrulama için AUS İstasyonu Güvenlik Hizmetleri
	ISO 21210	Intelligent Transportation Systems-Communication Access for Land Mobile (CALM)-IPv6 Networking	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kara Mobil Sistemler Haberleşme Erişimi (CALM)-IPv6 Ağ Oluşturma
	ISO 21215	Intelligent Transportation Systems-Localized Communication – ITS M5	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Yerelleşmiş Haberleşme – ITS M5
	ISO 21217	Intelligent Transportation Systems-Station and Communication Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri-İstasyon ve Haberleşme Mimarisi
	ISO 21218	Intelligent Transportation Systems-Hybrid Communications-Access Technology Support	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Hibrit Haberleşme Erişim Teknolojisi Desteği
	ISO 22418	Intelligent Transportation Systems – Fast Service Announcement Protocol (FSAP) for General Purposes in ITS	Akıllı Ulaşım Sistemleri – AUS'ta Genel Amaçlar için Hızlı Hizmet Duyuru Protokolü (FSAP)
	ISO 22837	Vehicle Probe data for Wide Area Communications	Geniş Alan Haberleşmesi için Bilgi Toplayan Araçların Verileri
	ISO 23376	Intelligent Transportation Systems-Vehicle-to-Vehicle Intersection Collision Warning Systems (VVICW) Performance Requirements and Test Procedures	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Araçtan Araca Kavşak Çarpışma Uyarı Sistemleri (Vehicle-to-Vehicle Intersection Collision Warning Systems, VVICW) Performans Gereksinimleri ve Test Prosedürleri
	ISO 24102-1	Intelligent Transportation Systems-ITS Station Management-Part 1: Local Government	Akıllı Ulaşım Sistemleri-AUS istasyon yönetimi-Bölüm 1: Yerel Yönetim
	ISO 24102-2	Intelligent Transportation Systems-ITS Station Management-Part 2: Remote Management of ITS-Scus	Akıllı Ulaşım Sistemleri-AUS istasyon yönetimi-Bölüm 2: AUS-Scus'un Uzaktan Yönetimi

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ISO 24102-3	Intelligent Transportation Systems-ITS Station Management-Part 3: Service Access Points	Akıllı Ulaşım Sistemleri-AUS istasyon yönetimi-Bölüm 3: Hizmet Erişim Noktaları
	ISO 24102-4	Intelligent Transportation Systems-ITS Station Management-ITS Station Management-Part 4: Station Internal Management Communications	Akıllı Ulaşım Sistemleri-AUS istasyon yönetimi-AUS istasyon yönetimi-Bölüm 4: İstasyon İç Yönetim Haberleşmesi
	ISO 24102-6	Intelligent Transportation Systems ITS Station Management Chapter 6: Path and Flow Management	Akıllı Ulaşım Sistemleri AUS istasyon yönetimi Bölüm 6: Yol ve Akış Yönetimi
	ISO 29281-1	Intelligent Transportation Systems-Localized Communications -Part 1: Fast Networking & Transport Layer Protocol (FNTF)	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Yerelleşmiş Haberleşme-Bölüm 1: Hızlı Ağ ve Taşıma Katmanı Protokolü (Fast Networking & Transport Layer Protocol, FNTF)
	ISO 29281-2	Intelligent Transportation Systems-Localized Communications-Part 2: Legacy System Support	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Yerelleşmiş Haberleşme-Bölüm 2: Eski Sistem Desteği
	ISO 29284	Intelligent Transportation Systems-Event Based Probe Vehicle Data	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Olaya Dayalı Bilgi Toplayan Araçların Verisi
	ISO/TS 17425	Intelligent Transportation Systems-Cooperative Systems-Data Exchange Specification for In-Vehicle Presentation of External Road and Traffic Related Data	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif Sistemler-Harici Yol ve Trafikle İlgili Verilerin Araç İç Sunumu için Veri Alışverişi Spesifikasyonu
	ISO/TS 17426	Intelligent Transportation Systems-Cooperative Systems-Contextual Speeds	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif Sistemler-Bağlamsal Hızlar
	ISO/TS 17573-2	Electronic Fee Collection-System Architecture for Vehicle Related Tolling-Part 2: Vocabulary	Elektronik Ücret Toplama-Araçla İlgili Ücretlendirme için Sistem Mimarisi-Bölüm 2: Sözlük
	ISO/TS 19091	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Using V2I and I2V Communications for Applications Related to Signalized Intersections	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Sinyalize Kavşaklarla İlgili Uygulamalar için V2I ve I2V Haberleşmenin Kullanılması
	ISO/TS 20026	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Test Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Test Mimarisi

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ISO/TS 21184	Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS)-Global Transport Data Management (GTDM) Framework	Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS)-Küresel Ulaştırma Veri Yönetimi (GTDM) Çerçevesi
	ISO/TS 21185	Intelligent Transportation Systems-Communication Profiles for Secure Connection Between Trusted Devices	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Güvenilir Cihazlar Arasında Güvenli Bağlantı için Haberleşme Profilleri
	ISO/TS 21189	Intelligent Transportation Systems – Cooperative ITS – Test Requirements and Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) Pro Forma for ISO/TS 17426	Akıllı Ulaşım Sistemleri – Kooperatif AUS – ISO/TS 17426 için Test Gereksinimleri ve Protokol Uygulama Uyumluluk Beyanı (PICS) Pro Forma
	ISO/TS 22726-1	Intelligent Transportation Systems-Dynamic Data and Map Database Specification for Connected and Automated Driving System Applications-Part 1: Architecture and Logical Data Model for Harmonization of Static Map Data	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Bağlı ve Otonom Sürüş Sistemi Uygulamaları için Dinamik Veri ve Harita Veritabanı Spesifikasyonu-Bölüm 1: Statik Harita Verilerinin Uyumlaştırılması için Mimari ve Mantıksal Veri Modeli
	ISO/TS 25114	Intelligent Transportation Systems-Probe Data Reporting Management (PDRM)	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Bilgi Toplayan Araç Verisi Raporlama Yönetimi (Probe Data Reporting Management, PDRM)
	ISO/TS 37444	Electronic Fee Collection-Charging Performance Framework	Elektronik Ücret Toplama-Şarj Performansı Çerçevesi
	ISO/TR 17427-2	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 2: Framework Overview	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 2: Çerçeveye Genel Bakış
	ISO/TR 17427-3	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 3: Concept of Operations (ConOps) for ‘Core’ Systems	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 3: ‘Çekirdek’ Sistemler için Operasyon Konsepti (ConOps)
	ISO/TR 17427-4	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 4: Minimum System Requirements and Behavior for Core Systems	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 4: Çekirdek Sistemler için Minimum Sistem Gereksinimleri ve Davranışı
	ISO/TR 17427-6	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS – Part 6: “Core System” Risk Assessment Methodology	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS – Bölüm 6: “Çekirdek Sistem” Risk Değerlendirme Metodolojisi

Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ISO/TR 17427-7	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 7: Privacy Aspects	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 7: Mahremiyet Hususları
	ISO/TR 17427-8	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 8: Liability Aspects	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 8: Sorumluluk Hususları
	ISO/TR 17427-9	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 9: Compliance and Enforcement Aspects	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 9: Uyumluluk ve Uygulama Hususları
	ISO/TR 17427-10	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 10: Driver Distraction and Information Display	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 10: Sürücünün Dikkatini Dağıtma ve Bilgi Ekranı
	ISO/TR 17465-1	Intelligent Transportation Systems-Cooperative ITS-Part 1: Terms and Definitions	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Kooperatif AUS-Bölüm 1: Terimler ve Tanımlar
	ISO/TR 17465-2	Intelligent Transportation Systems-Part 2: Guidelines for Standards Documents	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Bölüm 2: Standart Belgeleri için Yönergeler
Diğer	CSN EN ISO 15118	Road Vehicles-Vehicle-to-Grid Communication Interface	Kara yolu Araçları-Araçtan Şebekeye Haberleşme Arayüzü
	CSN EN ISO 15118-20	Road Vehicles-Vehicle-to-Grid Communication Interface-Part 20: 2 nd Generation Network Layer and Application Layer Requirements	Kara yolu Araçları-Araçtan Ağa Haberleşme Arayüzü-Bölüm 20: 2. Nesil Ağ Katmanı ve Uygulama Katmanı Gereksinimleri

Asya-Pasifik ülkelerinden, Çin'in T/ITS ve Kore'nin MOLIT standartları, 5GAA iş birliğiyle tanımlanan C-V2X profillerini ticarileştirmeye yönelmiştir. Bu coğrafyada, yüksek bant genişliği ve düşük gecikme vadeden 5G tabanlı unicast/groupcast servisleri, erken fazda devreye alınarak V2N entegrasyonu deneyleri yoğun şekilde yapılmaktadır. Ayrıca UNECE R156 regülasyonu ile araç yazılım güncellemelerinin kontrolü hukuki zemine oturtularak filo yönetimi ve güvenlik sertifikasyonu pratikleri sistematikleştirilmiştir.

Asya-Pasifik ülkelerinde yayınlanan, bu ülkelerde yürütülmekte olan K-AUS projelerinde kullanılan ve ilişkili olan standartlar, Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Asya-Pasifik Ülkelerinde K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan ve İlişkili Standartlar

Ülke	Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
Çin	T/ITS	T/ITS 0001-2014	Communication Technology Standard for Gateway-Terminal of Vehicles	Araçların Ağ Geçidi-Terminali için Haberleşme Teknolojisi Standardı
		T/ITS 0003-2014	ITS-Longitudinal Collision Risk Mitigation Systems-Operation, Performance and Verification Requirements	AUS-Boylamasına Çarpışma Risk Azaltma Sistemleri-Çalışma, Performans ve Doğrulama Gereksinimleri
		T/ITS 0004.1-2014	ITS Data Communications Protocol for Mobile and Other Portable Station Applications-Part 1: General Information and Use Cases	Mobil ve Diğer Taşınabilir İstasyon Uygulamaları için AUS Veri Haberleşme Protokolü-Bölüm 1: Genel Bilgiler ve Kullanım Durumları
		T/ITS 0005-2014	Mobile Information Management System Platform for Data Exchange and Integration Standards	Veri Alışverişi ve Entegrasyon Standartları için Mobil Bilgi Yönetim Sistemi Platformu
		T/ITS 0013.1-2014	C-ITS – DSRC-Part 1: General Technical Requirements	K-AUS – DSRC-Bölüm 1: Genel Teknik Gereksinimler
		T/ITS 0013.2-2014	V2I – DSRC-Part 2: MAC and PHY Features	V2I – DSRC-Bölüm 2: MAC ve PHY Özellikleri
		T/ITS 0013.3-2014	C-ITS – DSRC-Part 3: Technical Requirements for Network Layer and Application Layer	K-AUS – DSRC-Bölüm 3: Ağ Katmanı ve Uygulama Katmanı için Teknik Gereksinimler
		T/ITS 0013.4-2015	C-ITS-DSRC Part 4: Equipment Commissioning	K-AUS-DSRC Bölüm 4: Ekipman Devreye Alımı
		T/ITS 0021-2015	Common Intersection Signal Information and Violation Warning Systems-Performance Requirements and Test Procedures	Ortak Kavşak Sinyal Bilgileri ve İhlal Uyarı Sistemleri-Performans Gereksinimleri ve Test Prosedürleri
		T/ITS 0024-2015	Technical Requirements of Vehicle Gateway Based on Public Telecommunication Network	Halka Açık Telekomünikasyon Ağına Dayalı Araç Ağ Geçidinin Teknik Gereksinimleri
		T/ITS 0033-2015	DSRC-Wireless OBU and Application	DSRC-Kablosuz OBU ve Uygulaması

Ülke	Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
		T/ITS 0034-2015	DSRC-Wireless RSU Online Setup	DSRC-Kablosuz RSU Çevrim İçi Kurulumu
		T/ITS 0035-2015	C-ITS General Security Requirements	K-AUS Genel Güvenlik Gereksinimleri
		T/ITS 0036-2015	Data Interface Specification Between Objects in C-ITS	K-AUS'ta Nesneler Arası Veri Arayüzü Spesifikasyonu
		T/ITS 0037-2015	Configuring Path Information and Specifying Interaction Data Sets in C-ITS	K-AUS'ta Yol Bilgilerinin Yapılandırılması ve Etkileşim Veri Setlerinin Belirtilmesi
		T/ITS 0038-2015	Data Framework of Blind Spot Warning Systems in C-ITS	K-AUS'ta Kör Nokta Uyarı Sistemlerinin Veri Çerçevesi
		T/ITS 0039-2015	Service Framework of Smart Device Applications in C-ITS	K-AUS'ta Akıllı Cihaz Uygulamalarının Hizmet Çerçevesi
		T/ITS 0041-2015	Data Center-Data Collection Platform Access Specification	Veri Merkezi-Veri Toplama Platformu Erişim Spesifikasyonu
		T/ITS 0045-2016	ITS-Low Speed Tracking Systems Performance Requirements and Test Procedures	AUS-Düşük Hız Takip Sistemleri Performans Gereklilikleri ve Test Prosedürleri
		T/ITS 0049-2016	ITS-Lane Keeping Assist System Performance Requirements and Test Procedures	AUS-Şeritte Kalma Yardım Sistemi Performans Gereklilikleri ve Test Prosedürleri
		T/ITS 0051-2017	General Technical Requirements of LTE-Based Vehicle Communications	LTE-Tabanlı Araç Haberleşmesinin Genel Teknik Gereksinimleri
		T/ITS 0054-2016	Vehicle Gateway Testing Methods Based on Public Telecommunication Network	Halka Açık Telekomünikasyon Ağına Dayalı Araç Ağ Geçidi Test Yöntemleri
		T/ITS 0068-2017	Technological Requirements of Connected Vehicle Cybersecurity Based on Public Telecommunication Network	Halka Açık Telekomünikasyon Ağına Dayalı Bağlantılı Araç Siber Güvenliğinin Teknolojik Gereksinimleri
		T/ITS 0083-2017	Emergency Information System Framework	Acil Durum Bilgi Sistemi Çerçevesi

Ülke	Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
		T/ITS 0117-2022	RSU and Central Subsystem Connection-Data Interface Specification	RSU ve Merkezi Alt Sistem Bağlantısı-Veri Arayüzü Spesifikasyonu
		T/ITS 0118-2020	C-ITS-Vehicle Communication Phase II Application Layer Specification and Data Exchange Standard	K-AUS-Araç Haberleşmesi Faz II Uygulama Katmanı Spesifikasyonu ve Veri Alışverişi Standardı
		T/ITS 0127-2020	Technical Specifications of Communication Certificate Management for V2I Systems	V2I Sistemleri için Haberleşme Sertifikası Yönetiminin Teknik Özellikleri
		T/ITS 0183-2022	Cloud Control Core Platform for V2I Systems-Technical Requirements for Cybersecurity	V2I Sistemleri için Bulut Kontrolü Çekirdek Platformu-Siber Güvenlik için Teknik Gereksinimler
		T/ITS 0191.1-2022	Cooperative Intelligent Bus System Part 1: General Architecture and Implementation	Kooperatif Akıllı Veri Yolu Sistemi Bölüm 1: Genel Mimari ve Uygulama
		T/ITS 0191.2-2022	Intelligent Bus System-Part 2: Data Interface	Akıllı Veri Yolu Sistemi-Bölüm 2: Veri Arayüzü
		T/ITS 0199.1-2022	Cloud Control Core Platform for V2I Systems-General Requirements	V2I Sistemleri için Bulut Kontrolü Çekirdek Platformu-Genel Gereksinimler
		T/ITS 0199.2-2022	Cloud Control Core Platform for V2I Systems – Functional Testing Requirements	V2I Sistemleri için Bulut Kontrolü Çekirdek Platformu – İşlevsel Test Gereksinimleri
		T/ITS 0201.1-2022	Monitoring System for Smart and Connected Vehicle Testing-Part 1: Technical Requirements for Monitoring Platform	Akıllı ve Bağlantılı Araç Testi için İzleme Sistemi-Bölüm 1: İzleme Platformu için Teknik Gereksinimler
		T/ITS 0201.2-2022	Monitoring System for Smart and Connected Vehicle Testing-Part 2: Technical Requirements for On-Board Terminal	Akıllı ve Bağlantılı Araç Testleri için İzleme Sistemi-Bölüm 2: Araç İçi Terminal için Teknik Gereksinimler

Ülke	Kurum	Kullanılan Standartlar	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
		T/ITS 0210-2022	Framework for Information Interaction Interface Between Traffic Signal Controller and RSU Equipment	Trafik Sinyal Denetleyicisi ve RSU Ekipmanı Arasındaki Bilgi Etkileşimi Arayüzü için Çerçeve
Güney Kore	MOLIT	MOLIT 2013 – 251	Information Exchange with DSRC	DSRC ile Bilgi Alışverişi
		MOLIT 2016 – 186	Public Transport Information Exchange	Toplu Taşıma Bilgi Alışverişi
		MOLIT 2016 – 206	Basic Traffic Information Exchange I	Temel Trafik Bilgi Alışverişi I
		MOLIT 2016 – 207	Basic Traffic Information Exchange II	Temel Trafik Bilgi Alışverişi II
		MOLIT 2016 – 208	Basic Traffic Information Exchange IV	Temel Trafik Bilgi Alışverişi IV
Japonya	TTA	TTAK.KO-06.0377	E-UTRAN Interface in ITS	AUS'ta E-UTRAN Arayüzü
	ISO	ISO 15622:2018	Intelligent Transportation Systems Adaptive Cruise Control Systems Performance Requirements and Test Procedures	Akıllı Ulaşım Sistemleri Adaptif Hız Sabitleme Sistemleri Performans Gereksinimleri ve Test Prosedürleri
		ISO 20035:2019	Intelligent Transportation Systems: Cooperative Adaptive Cruise Control Systems (CACC) Performance Requirements and Testing Procedures	Akıllı Ulaşım Sistemleri: Koope-ratif Adaptif Hız Sabitleme Sistemleri (CACC) Performans Gereksinimleri ve Test Prosedürleri
		ISO/TR 28682:2008	Intelligent Transportation Systems: Joint APEC-ISO Study on Progress towards the Development and Implementation of ITS Standards	Akıllı Ulaşım Sistemleri: AUS Standartlarının Geliştirilmesi ve Uygulanmasına Yönelik İlerleme İlişkin Ortak APEC-ISO Çalışması

Türkiye’de K-AUS hizmetlerinde kullanılan standartlar, Avrupa’da kullanılan ve uluslararası uygulamalarla uyumlu olacak şekilde belirlenmektedir. Türkiye’de K-AUS hizmetleri geliştirmeye yönelik çalışmalarda kullanılan standartların kapsamlı bir sınıflandırması, Tablo 11’de sunulmaktadır. Tablodan görüleceği üzere Türkiye hem AB ülkeleri ile birlikte

çalışabilirliği hem de ulusal ihtiyaçlara uygunluğu hedeflemekte olup uluslararası standartlarla uyumlu, güvenlik ve çevresel dayanıklılığı ön planda tutan, hem DSRC (IEEE 802.11p/802.11bd) hem de C-V2X (3GPP LTE/5G) standartlarını içeren hibrit haberleşme teknolojilerini kapsayan çok katmanlı bir K-AUS altyapısını benimsemektedir.

Tablo 11. Türkiye’de K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Standartlar

Kurum	Standart Kodu	Standartın İngilizce Başlığı	Standartın Türkçe Başlığı
ETSI	ETSI TS 102 636-4-1	Intelligent Transport Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 4: Geographical Addressing and Forwarding for Point-to-Point and Point-to-Multipoint Communications - Sub-Part 1: Media-Independent Functionality	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – Geonetworking-Bölüm 4: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Coğrafi Adresleme ve Yönlendirme-Alt Bölüm 1: Ortam Bağımsız İşlevsellik
	ETSI TS 102 636-4-2	Intelligent Transport Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 4: Geographical Addressing and Forwarding for Point-to-Point and Point-to-Multipoint Communications - Sub-Part 2: Media-Dependent Functionalities for ITS G5	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – Geonetworking-Bölüm 4: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Coğrafi Adresleme ve Yönlendirme-Alt Bölüm 2: ITS G5 için Ortama Bağlı İşlevler
	ETSI TS 102 636-5-1	Intelligent Transport Systems (ITS)-Vehicular Communications – GeoNetworking-Part 5: Transport Protocols-Sub-Part 1: Basic Transport Protocol	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – Geonetworking-Bölüm 5: Taşıma Protokolleri-Alt Bölüm 1: Temel Taşıma Protokolü
	ETSI TS 102 636-6-1	Intelligent Transport Systems (ITS)-Vehicular Communications-GeoNetworking-Part 6: Internet Integration-Sub-Part 1: Transmission of IPv6 Packets over GeoNetworking Protocols	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi – Geonetworking-Bölüm 6: İnternet Entegrasyonu-Alt Bölüm 1: IPv6 Paketlerinin Geonetworking Protokolleri Üzerinden İletimi
	ETSI TS 102 894-1	Intelligent Transport Systems (ITS)-Users and Applications Requirements-Part 1: Facility Layer Structure, Functional Requirements and Specifications-Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kullanıcılar ve Uygulamalar Gereksinimleri-Bölüm 1: Servisler Katmanı Yapısı, İşlevsel Gereksinimler ve Spesifikasyonlar-Sürüm 2
	ETSI TS 102 894-2	Intelligent Transport Systems (ITS) - Users and Application Requirements - Part 2: Applications and Facilities Layer Common Data Dictionary - Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Kullanıcılar ve Uygulama Gereksinimleri-Bölüm 2: Uygulamalar ve Servisler Katmanı Ortak Veri Sözlüğü-Sürüm 2

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ETSI TS 102 941	Intelligent Transport Systems (ITS) – Security-Trust and Privacy Management-Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Güven ve Mahremiyet Yönetimi-Sürüm 2
	ETSI TS 102 942	Intelligent Transport Systems (ITS) – Security-Access Control-Release 2	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) – Güvenlik-Erişim Kontrolü-Sürüm 2
	ETSI TS 103 701	Cybersecurity for the Consumer Internet of Things: Conformance Assessment of Baseline Requirements	Nesnelerin İnterneti Kullanıcıları için Siber Güvenlik: Temel Gereksinimlerin Uyumluluğunun Değerlendirilmesi
	ETSI TS 136 101	LTE - Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) - User Equipment (UE) Radio Transmission and Reception (3GPP TS 36.101 version 18.6.0 Release 18)	LTE-Gelişmiş Evrensel Karasal Radyo Erişimi (E-UTRA)-Kullanıcı Ekipmanı (UE) Radyo İletimi ve Alımı (3GPP TS 36.101 sürüm 18.6.0 Sürüm 18)
	ETSI TS 136 133	LTE - Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) - Requirements for Support of Radio Resource Management (3GPP TS 36.133 version 18.6.0 Release 18)	LTE-Gelişmiş Evrensel Karasal Radyo Erişimi (E-UTRA)-Radyo Kaynak Yönetimi Desteği için Gereksinimler (3GPP TS 36.133 sürüm 18.6.0 Sürüm 18)
	ETSI TS 301 489-1	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Standard for Radio Equipment and Services - Part 1: Common Technical Requirements - Harmonised Standard for Electromagnetic Compatibility	Elektromanyetik Uyumluluk (EMC)-Radyo Ekipmanı ve Hizmetlerine İlişkin Standart-Bölüm 1: Ortak Teknik Gereksinimler-Elektromanyetik Uyumluluk için Uyumlaştırılmış Standart
	ETSI EN 202 663	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	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5 GHz Frekans Bandında Çalışan Akıllı Taşıma Sistemlerinin Fiziksel ve Ortam Erişimi Kontrol Katmanı için Avrupa Profil Standardı
	ETSI EN 301 908-13	IMT Cellular Networks - Harmonised Standard for Access to the Radio Spectrum - Part 13: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) User Equipment (UE)	IMT Hücresel Ağları-Radyo Spektrumuna Erişim için Uyumlaştırılmış Standart-Bölüm 13: Gelişmiş Evrensel Karasal Radyo Erişimi (E-UTRA) Kullanıcı Ekipmanı (UE)
	ETSI EN 302 571	Intelligent Transport Systems (ITS)-Radiocommunications Equipment Operating in the 5855 MHz to 5925 MHz Frequency Band Harmonised Standard Covering the	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-5855 MHz ile 5925 MHz Frekans Bandında Çalışan Radyokomünikasyon Ekipmanı-2014/53/AB Direktifi'nin 3.2. Maddesinin Temel Gerekliliklerini Kapsayan Uyumlaştırılmış Standart

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
		Essential Requirements of Article 3.2 of Directive 2014/53/EU	
	ETSI EN 302 637-2	Intelligent Transport Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Bölüm 2: Kooperatif Farkındalık Temel Hizmeti Spesifikasyonu
	ETSI EN 302 637-3	Intelligent Transport Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Part 3: Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic Service	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Bölüm 3: Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim Temel Hizmeti Spesifikasyonları
	ETSI EN 302 665	Intelligent Transport Systems (ITS) - Communication Architecture	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Haberleşme Mimarisi
	ETSI EN 302 895	Intelligent Transport Systems (ITS)-Vehicular Communications-Basic Set of Applications-Local Dynamic Map (LDM)	Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)-Araç Haberleşmesi-Temel Uygulama Seti-Yerel Dinamik Harita (LDM)
	ETSI EN 303 413	Satellite Earth Stations and Systems (SES) - Global Navigation Satellite System (GNSS) Receivers - Radio Equipment Operating in the 1164 Mhz to 1300 Mhz and 1559 Mhz to 1610 Mhz Frequency Bands - Harmonised Standard for Access to the Radio Spectrum	Uydu Yer İstasyonları ve Sistemleri (SES)-Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (GNSS) Alıcıları-1164 MHz ile 1300 MHz ve 1559 MHz ile 1610 MHz Frekans Bantlarında Çalışan Radyo Ekipmanı-Radyo Spektrumuna Erişim için Uyumlaştırılmış Standart
ECE	ECE 4807	Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with Regard to the Installation of Lighting and Light-Signaling Devices	Aydınlatma ve Işıklı Sinyal Cihazlarının Takılması Konusunda Araçlara Onay Verilmesine İlişkin Tek Tip Hükümler
	ECE 14101	Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with Regard to Their Tyre Pressure Monitoring Systems	Araçların Lastik Basıncı İzleme Sistemleri Açısından Onaylanmasına İlişkin Tekdüzen Hükümler
	ECE 14201	Uniform Provisions Concerning the Approval of Motor Vehicles with Regard to the Installation of their Tyres	Motorlu Araçların Lastiklerinin Takılmasıyla İlgili Onayına İlişkin Tekdüzen Hükümler
	ECE 15100	Uniform Provisions Concerning the Approval of Motor Vehicles with Regard to the Blind Spot Information System for the Detection of Bicycles	Bisikletlerin Tespitine Yönelik Kör Nokta Bilgi Sistemine İlişkin Motorlu Taşıtların Onayına İlişkin Tekdüzen Hükümler

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	ECE 15800	UN Regulation on Uniform Provisions Concerning the Approval of Devices and Motor Vehicles with Regard to the Driver's Awareness of Vulnerable Road Users Behind Vehicles when Reversing	Geri Giderken Araçların Arkasındaki Savunmasız Yol Kullanıcılarının Sürücü Tarafından Farkında Olunmasıyla İlgili Cihazların ve Motorlu Araçların Onaylanmasıyla İlgili Tekdüzen Hükümler Hakkında BM Yönetmeliği
	ECE 15900	Uniform Provisions Concerning the Approval of Motor Vehicles with Regard to the Moving Off Information System for the Detection of Pedestrians and Cyclists	Yaya ve Bisikletlilerin Algılanmasına Yönelik Hareket Etme Bilgi Sistemine İlişkin Motorlu Taşıtların Onayına İlişkin Tekdüzen Hükümler
	ECE 16000	Uniform Provisions for Approval of Motor Vehicles with Regard to the Event Data Recorder	Olay Veri Kaydedicisi ile İlgili Olarak Motorlu Taşıtların Onaylanmasına İlişkin Tekdüzen Hükümler
	UN ECE R10	Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with Regard to Electromagnetic Compatibility	Araçların Elektromanyetik Uyumluluk Açısından Onaylanmasına İlişkin Tekdüzen Hükümler
	UN ECE R155	Cyber Security and Cyber Security Management System	Siber Güvenlik ve Siber Güvenlik Yönetim Sistemi
	UN ECE R156	Software Update and Software Update Management System	Yazılım Güncelleme ve Yazılım Güncelleme Yönetim Sistemi
EEC	EEC 2021/535	Implementing Regulation (EU) 2021/535 of the Commission laying down the Rules for the Application of Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council and Union Procedures for Type Approval of Vehicles and General Construction Characteristics of Systems, Components and Separate Technical Units for These Vehicles, in Respect of Technical Specifications and Regulation dated 31 March 2021 as Specific Regulation in Terms of Security	Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönetmeliği (AB) 2019/2144'ün Uygulanmasına İlişkin Kuralları Belirleyen 2021/535 Sayılı Komisyon'un Uygulama Yönetmeliği ve Araçların Tür Onayı için Birlik Prosedürleri ve Teknik Özellikler Bakımından, Sistemlerin, Bileşenlerin ve Bu Araçlar için Ayrı Teknik Ünitelerin Genel İnşaat Özellikleri ve Güvenliği Bakımından Belirli Yönetmeliği Olarak 31 Mart 2021 Tarihli Yönetmelik

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	EEC 2021/1341	Delegated Regulation 2021/1341 of the Commission Supplementing Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council and Establishing Specific Test Procedures and Technical Requirements for Type Approval of Automobile Vehicles with respect to Driver Drowsiness and Attention Warning Systems and amending Annex II to that Regulation, Regulation dated 23 April 2021.	Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönetmeliği (AB) 2019/2144'ü Tamamlayan ve Otomobil Araçlarının Sürücü Uykusuzluğu ve Dikkat Uyarı Sistemleri Bakımından Tür Onayı için Belirli Test Prosedürleri ve Teknik Gereksinimleri Belirleyen ve Bu Yönetmeliğin Ek II'sini Değiştiren 2021/1341 Sayılı Komisyon'un Yetkilendirilmiş Yönetmeliği, 23 Nisan 2021 Tarihli Yönetmelik
	EEC 2021/1958	Commission No 2021/1958 Supplementing Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council and Establishing Specific Test Procedures and Technical Requirements for Type Approval with respect to Intelligent Speed Assistance Systems of Automobile Vehicles and Establishing Relevant Rules for Type Approval of These Systems as Separate Technical Units Regulation of 23 June 2021 amending the Delegated Regulation and Annex II to this Regulation.	Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönetmeliği (AB) 2019/2144'ü Tamamlayan ve Otomobil Araçlarının Akıllı Hız Yardım Sistemleri Bakımından Tür Onayı için Belirli Test Prosedürleri ve Teknik Gereksinimleri Belirleyen ve Bu Sistemlerin Ayrı Teknik Üniteler Olarak Tür Onayı için İlgili Kuralları Koyan 2021/1958 Sayılı Komisyon'un Yetkilendirilmiş Yönetmeliği ve Bu Yönetmeliğin Ek II'sini Değiştiren 23 Haziran 2021 Tarihli Yönetmelik.
SAE	SAE J1939	Recommended Practice for Serial Control and Communication Vehicle Network	Seri Kontrol ve Haberleşme Araç Ağı için Önerilen Uygulama
IEEE	IEEE 802.11-2012	Information Technology Standard - Telecommunications and Information Exchange Between Systems Local and Metropolitan Area Networks - Special Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications	Bilgi Teknolojisi Standardı-Sistemler Arasında Telekomünikasyon ve Bilgi Alışverişi Yerel ve Metropol Alan Ağları-Özel Gereksinimler-Bölüm 11: Kablosuz LAN Ortam Erişim Kontrolü (MAC) ve Fiziksel Katman (PHY) Spesifikasyonları
	IEEE 802.11p	Information Technology Standard - Local and Metropolitan Area Networks - Special Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment - Part 6:	Bilgi Teknolojisi Standardı-Yerel ve Metropol Alan Ağları-Özel Gereksinimler-Bölüm 11: Kablosuz LAN Ortam Erişim Kontrolü (MAC) ve Fiziksel Katman (PHY) Spesifikasyonları Değişiklik-Bölüm 6: Araç Ortamları için Kablosuz Erişim

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
		Wireless Access in Vehicular Environments	
ISO	ISO 4926	Road vehicles-Hydraulic Brake Systems - Non-Petroleum Based Reference Fluid	Karayolu Araçları-Hidrolik Fren Sistemleri-Petrol Bazlı Olmayan Referans Sıvısı
	ISO 8855	Road Vehicles - Vehicle Dynamics and road-Holding Ability-Vocabulary	Karayolu Araçları-Araç Dinamiği ve Yol Tutuş Yeteneği: Sözlük
	ISO 11898	Road Vehicles - Controller Area Network (CAN) - Part 1: Data Link Layer And Physical Coding Sublayer	Karayolu Araçları-Denetleyici Alan Ağı (CAN)- Bölüm 1: Veri Bağlantı Katmanı ve Fiziksel Sinyal Alt Katmanı
	ISO 15765-2	Road Vehicles - Diagnostic Communication over Controller Area Network (DoCAN) - Part 2: Transport Protocol and Network Layer Services	Karayolu Araçları-Denetleyici Alan Ağı (CAN) Üzerinden Teşhis Haberleşmesi-Bölüm 2: Taşıma Protokolü ve Ağ Katmanı Hizmetleri
	ISO 16750-3	Road Vehicles-Environmental Conditions and Testing for Electrical and Electronic Equipment - Part 3: Mechanical Loads	Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlar için Çevresel Koşullar ve Testler-Bölüm 3: Mekanik Yükler
	ISO 16750-4	Road Vehicles-Environmental Conditions and Testing for Electrical and Electronic Equipment - Part 4: Climatic Loads	Karayolu Araçları-Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlar için Çevresel Koşullar ve Testler-Bölüm 4: İklimsel Yükler
	ISO 26262	Road Vehicles - Functional Safety - Part 1: Vocabulary	Karayolu Araçları-İşlevsel Güvenlik-Bölüm 1: Sözlük
	ISO/SAE 21434	Road Vehicles - Cyber Security Engineering	Karayolu Araçları-Siber Güvenlik Mühendisliği
	ISO/IEC 27001	Information Security - Cyber Security and Privacy Protection - Information Security Management Systems: Requirements	Bilgi Güvenliği-Siber Güvenlik ve Gizliliğin Korunması-Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemleri: Gereksinimler
TS	TS ISO 23376	Intelligent Transport Systems-Vehicle-to-Vehicle Intersection Collision Warning Systems (VVICW) - Performance Requirements and Test Procedures	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Araçtan Araca Kavşak Çarpışma Uyarı Sistemleri (Vehicle-to-Vehicle Intersection Collision Warning Systems, VVICW) Performans Gereksinimleri ve Test Prosedürleri
	TS EN 15509	Electronic Fee Collection - Interoperability Application Profile for DSRC	Elektronik Ücret Toplama-DSRC için Birlikte Çalışabilirlik Uygulama Profili

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	TS EN 15722	Intelligent Transport Systems – e-Safety – e-Call Minimum Set of Data	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik – e-Çağrı Minimum Veri Seti
	TS EN 15876	Electronic Fee Collection - Conformity Evulation of On-Board And Roadside Equipment to EN 15509	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerinin ve Yol Kenarı Birimlerinin EN 15509’a Uyumluluğunun Değerlendirilmesi
	TS EN 16062	Intelligent Transport Systems – e-Safety - e-Call High Level Application requirements (HLAP) Using GSM/UMTS Circuit Switched Networks	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-GSM/UMTS Devre Anahtarlama Ağları Kullanarak e-Çağrı Yüksek Düzey Uygulama Gereksinimleri (HLAP)
	TS EN 16072	Intelligent Transport Systems – e-Safety - Pan-European e-Call Operating Requirements	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-Avrupa Çapında e-Çağrı İşletim Gereksinimleri
	TS EN 16102	Intelligent Transport Systems – e-Call – Operating Requirements for Third Party Support	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Çağrı-Üçüncü Taraf Desteği için İşletim Gereksinimleri
	TS EN ISO 12813	Electronic Fee Collection - Compliance Check Communication for Autonomous Systems	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uyumluluk Kontrolü Haberleşmesi
	TS EN ISO 13140-1	Electronic Fee Collection - Evaluation of On-Board and Roadside Equipment for Conformity to ISO 13141 - Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerin ve Yol Kenarı Birimlerinin ISO 13141’e Uyumluluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları
	TS EN ISO 13140-2	Electronic Fee Collection - Evaluation of On-Board and Roadside Equipment for Conformity to ISO 13141 - Part 2: Abstract Test Suite (ISO 13140-2:2016)	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerin ve Yol Kenarı Birimlerinin ISO 13141’e Uyumluluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Özet Test Paketi
	TS EN ISO 13141	Electronic Fee Collection-Localization Augmentation Communication for Autonomous Systems	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Yerleştirme İyileştirme Haberleşmesi
	TS EN ISO 13143-1	Electronic Fee Collection - Evulation of On-Board and Roadside equipment for conformity to ISO 12813	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimlerin ve Yol Kenarı Birimlerinin ISO 12813’e Uyumluluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	TS EN ISO 14906	Electronic Fee Collection - Application interface definition for DSRC	Elektronik Ücret Toplama-DSRC için Arayüz Tanımının Uygulanması
	TS EN ISO 14907-1	Electronic Fee Collection Test Procedures for User and Fixed Equipment - Part 1: Description of Test Procedures	Kullanıcı ve Sabit Ekipman için Elektronik Ücret Toplama Test Prosedürleri-Bölüm 1: Test Prosedürlerinin Açıklaması
	TS EN ISO 14907-2	Electronic Fee Collection Test Procedures for User and Fixed Equipment - Part 2: Compliance Test for the Onboard Unit Application Interface	Kullanıcı ve Sabit Ekipman için Elektronik Ücret Toplama Test Prosedürleri-Bölüm 2: Araç İçi Birim Uygulama Arayüzü için Uyumluluk Testi
	TS EN ISO 15118-20	Road Vehicles - Vehicle-to-Grid Communication Interface - Part 20: 2nd Generation Network Layer and Application Layer Requirements	Karayolu Taşıtları-Araçtan Şebekeye Haberleşme Arayüzü-Bölüm 20: 2. Nesil Ağ Katmanı ve Uygulama Katmanı Gereksinimleri
	TS EN ISO 16407-1	Electronic Fee Collection – Evaluation of Equipment for Conformity to ISO 17575-1 - Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes	Elektronik Ücret Toplama – ISO 17575-1’e Uyumluluk Açısından Ekipmanın Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları
	TS EN ISO 16407-2	Electronic Fee Collection – Evaluation of Equipment for Conformity to ISO 17575-1 - Part 2: Abstract test suite	Elektronik Ücret Toplama – ISO 17575-1’e Uyumluluk Açısından Ekipmanın Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Özet Test Paketi
	TS EN ISO 17573-1	Electronic Fee Collection - System Architecture for Vehicle-Related Tolling - Part 1: Reference Model	Elektronik Ücret Toplama-Araçla İlgili Ücretlendirme için Sistem Mimarisi-Bölüm 1: Referans Modeli
	TS EN ISO 17575-1	Electronic Fee Collection-Application Interface Definition for Autonomous Systems-Part 1: Charging	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uygulama Arayüzü Tanımı-Bölüm 1: Şarj Etme
	TS EN ISO 17575-2	Electronic Fee Collection-Application Interface Definition for Autonomous Systems-Part 2: Communication and Connection to the Lower Layers	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uygulama Arayüzü Tanımı-Bölüm 2: Alt Katmanlarla Haberleşme ve Bağlantı
	TS EN ISO 17575-3	Electronic Fee Collection-Application Interface Definition for Autonomous Systems-Part 3: Context Data	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Uygulama Arayüzü Tanımı-Bölüm 3: Bağlam Verileri
	TS EN ISO 19299	Electronic Fee Collection - Security Framework	Elektronik Ücret Toplama-Güvenlik Çerçevesi

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	TS EN ISO 25110	Electronic Fee Collection - Interface Definition for on-board Account Using Integrated Circuit Card (ICC)	Elektronik Ücret Toplama-Entegre Devre Kartı (Integrated Circuit Card, ICC) Kullanan Yerleşik Hesap için Arayüz Tanımı
TSE	TSE CEN/TS 16331	Electronic Fee Collection - Interoperable Application Profiles for Autonomous Systems	Elektronik Ücret Toplama-Otonom Sistemler için Birlikte Çalışabilir Uygulama Profilleri
	TSE CEN/TS 16405	Intelligent Transport Systems – e-Call - Additional Data concept spesification for Heavy goods Vehicles	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Çağrı-Ağır Yük Taşıtları için İlave Veri Şartları
	TSE CEN/TS 16986	Electronic Fee Collection - Interoperable Application Profiles for Information Exchange Between Service Provision and Toll Charging	Elektronik Ücret Toplama-Hizmet Sunumu ve Ücret Toplama Arasındaki Bilgi Alışverişi için Birlikte Çalışabilir Uygulama Profilleri
	TSE CEN/TS 17148	Intelligent Transport Systems – e-Safety - ProForma e-Call Agreement Between TPSP and PARES	Akıllı Ulaşım Sistemleri – e-Güvenlik-TPSP ile PARES Arasında ProForma e-Çağrı Anlaşması
	TSE CEN/TS 17154-1	Electronic Fee Collection-Evaluation of the Implementation for Conformity to CEN/TS 16986-Part 1: Test Suite Structure and Purposes	Elektronik Ücret Toplama-CEN/TS 16986’ya Uygunluk Açısından Uygulamanın Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Amaçları
	TSE CEN/TR 15762	Road Transport and Traffic Telematics - Electronic Fee Collection (EFC) - Ensuring Correct Function of EFC Equipment Installed Behind Metallised Windshield	Karayolu Taşımacılığı ve Trafik Telematiği-Elektronik Ücret Toplama (EFC)-Metalize Ön Camın Arkasına Takılan EFC Ekipmanının Doğru Çalışmasını Sağlama
	TSE CEN/TR 16152	Electronic Fee Collection - Personelisation and Mounting of First Mount OBE	Elektronik Ücret Toplama-Kullanılacak ilk OBE’nin Kişiselleştirilmesi ve Montajı
	TSE CEN/TR 16219	Electronic Fee Collection - Value Added Services Based on EFC Onboard Equipment	Elektronik Ücret Toplama-EFC Yerleşik Ekipmanına Dayalı Katma Değerli Hizmetler
	TSE CEN/TR 16968	Electronic Fee Collection - Assessment of Security Measures for Applications Using DSRC	Elektronik Ücret Toplama-DSRC Kullanan Uygulamalar için Güvenlik Önemleri Değerlendirmesi
	TSE CEN ISO/TS 18234-1	Intelligent Transport Systems — Traffic and Travel Information via Transport Protocol Experts Group, Generation 1 (TPEG1) Binary Data	Akıllı Ulaşım Sistemleri- Ulaştırma Protokolü Uzmanları Grubu Aracılığıyla Trafik ve Seyahat Bilgileri, 1.Nesil (TPEG1) İkili Veri Biçimi -Bölüm 1:

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
		Format Part 1: Introduction, Numbering and Versions (TPEG1-INV)	Giriş, Numaralandırma ve Sürümler (TPEG1-INV)
	TSE CEN ISO/TS 18234-2	Intelligent Transport Systems — Traffic and Travel Information via Transport Protocol Experts Group, Generation 1 (TPEG1) Binary Data Format - Part 2: Syntax, Semantics and Framing Structure (TPEG1-SSF)	Akıllı Ulaşım Sistemleri- Ulaştırma Protokolü Uzmanları Grubu Aracılığıyla Trafik ve Seyahat Bilgileri, 1.Nesil (TPEG1) İkili Veri Biçimi -Bölüm 2: Sözdizimi, Anlam ve Çerçeve Yapısı (TPEG1-SSF)
	TSE CEN ISO/TS 18234-7	Intelligent Transport Systems — Traffic and Travel Information via Transport Protocol Experts Group, Generation 1 (TPEG1) Binary Data Format - Part 7: Parking Information (TPEG1-PKI)	Akıllı Ulaşım Sistemleri- Ulaştırma Protokolü Uzmanları Grubu Aracılığıyla Trafik ve Seyahat Bilgileri, 1.Nesil (TPEG1) İkili Veri Biçimi -Bölüm 7: Park Bilgileri (TPEG1-PKI)
	TSE CEN ISO/TS 18234-9	Intelligent Transport Systems — Traffic and Travel Information via Transport Protocol Experts Group, Generation 1 (TPEG1) Binary Data Format - Part 9: Traffic Event Compact (TPEG1-TEC)	Akıllı Ulaşım Sistemleri- Ulaştırma Protokolü Uzmanları Grubu Aracılığıyla Trafik ve Seyahat Bilgileri, 1.Nesil (TPEG1) İkili Veri Biçimi -Bölüm 9: Trafik Olay Kompakt (TPEG1-TEC)
	TSE CEN ISO/TS 18234-10	Intelligent Transport Systems — Traffic and Travel Information via Transport Protocol Experts Group, Generation 1 (TPEG1) Binary Data Format - Part 10: Conditional Access Information (TPEG1-CAI)	Ulaştırma Protokolü Uzmanları Grubu Aracılığıyla Trafik ve Seyahat Bilgileri, 1.Nesil (TPEG1) İkili Veri Biçimi - Bölüm 10: Koşullu Erişim Bilgileri (TPEG1-CAI)
	TSE CEN ISO/TS 21719-1	Electronic Fee Collection- Personalization of On-Board Equipment (OBE) -Part 1: Framework	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimin Kişiselleştirilmesi-Bölüm 1: Çerçeve
	TSE CEN ISO/TS 21719-2	Electronic Fee Collection- Personalization of On-Board Equipment (OBE) -Part 2: Using Dedicated Short Range Communication	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimin Kişiselleştirilmesi-Bölüm 2: Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli Haberleşmenin Kullanılması
	TSE CEN ISO/TS 21719-3	Electronic Fee Collection- Personalization of On-Board Equipment (OBE) -Part 3: Using Integrated Circuit(s) Cards	Elektronik Ücret Toplama-Araç İçi Birimin Kişiselleştirilmesi-Bölüm 3: Entegre Devre Kartlarının Kullanılması
	TSE CEN ISO/TR 16401-1	Electronic Fee Collection- Evaluation of Equipment for Conformity to ISO/TS 17575-2 - Part 1: Test Suite Structure and Test Purposes	Elektronik Ücret Toplama-Ekipmanın ISO/TS 17575-2 Standardına Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 1: Test Paketi Yapısı ve Test Amaçları

Kurum	Standart Kodu	Standardın İngilizce Başlığı	Standardın Türkçe Başlığı
	TSE CEN ISO/TR 16401-2	Electronic Fee Collection-Evaluation of Equipment for Conformity to ISO/TS 17575-2 - Part 2: Abstract Test Suite	Elektronik Ücret Toplama-Ekipmanın ISO/TS 17575-2 Standardına Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi-Bölüm 2: Özet Test Paketi
	TSE ISO/TS 17574	Electronic Fee Collection - Guidelines for Security Protection Profiles	Elektronik Ücret Tahsisi-Güvenlik Koruma Profilleri için Kılavuz
	TSE ISO/TR 21707	Intelligent Transport Systems - Integrated Transport Information, Management and Control - Data quality in ITS Systems	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Bütünleşik Ulaşım Bilgisi, Yönetimi ve Kontrolü-AUS Sistemlerindeki Verinin Kalitesi
	TSE ISO/TR 25102	Intelligent Transport Systems - System Architecture - 'Use Case' Pro-forma Template	Akıllı Ulaşım Sistemleri-Sistem Yapısı-'Kullanım Senaryosu' Muhtemel Şablonu
DİĞER	NB-IOT	Narrow Band-Iot	Dar Bant-IoT
	CAT-M	Category M	Kategori M

ABD, Avrupa ülkeleri, Asya-Pasifik ülkeleri ve Türkiye’de K-AUS alanında yapılan çalışmalarda standardizasyon bağlamında ortaya çıkan temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- ABD; DSRC (IEEE 802.11p) odaklıdır, mesajlaşmada SAE J2735, güvenlik için IEEE 1609.2 kullanılmakta olup ve C-V2X üzerinde geliştirme çalışmaları devam etmektedir.
- Avrupa’nın; ETSI ve ISO standartlarına dayalı olduğu görülür, birlikte çalışabilirlik ve güvenlik için CAM/DENM mesaj setleri yaygın kullanılmaktadır.
- Asya-Pasifik; Japonya’da özgün AUS standartları, Çin’de ise hem DSRC hem C-V2X desteklenmekte olup 5G yatırımları belirgindir.
- Türkiye: Hem IEEE hem de ETSI/ISO standartlarını hibrit şekilde kullanarak çoklu erişim destekleyen bir model benimsemiştir.

Türkiye’nin mevcut hibrit ve uyum odaklı mimarisi, bu farklılıklar için köprü vazifesi üstlenerek uluslararası pilot koridorlarda ve yerel uygulamalarda esneklik sunacak bir çerçeve ortaya koymaktadır. K-AUS ekosistemi için kısa vadede uygulama katmanı performans testlerinin (örneğin çarpışma uyarısı, katarlama, eÇağrı gibi hizmetlerde) yalnızca simülasyon ortamında değil, gerçek donanım bileşenlerinin de devreye alındığı “Hardware-in-the-Loop” altyapısıyla kurulması önemli olmaktadır. Bu altyapı, uygulama katmanındaki zamanlama ve etkileşim sorunlarını gerçek donanım üzerinde ortaya çıkararak performans güvenilirliğini

artırmaktadır. Ayrıca PKI/HSM¹ tabanlı anahtar yönetimi süreçlerinin, FIPS 140-2 (ABD Federal bilgi işleme standardı; HSM'lerin güvenlik seviyelerini (Level 1–4) tanımlar) uyumluluğuna taşınması ile sistem güvenilirliği, güvenliği ve regülasyon uyumu seviyesi iyileşecektir. Orta vadede ise IEEE 802.11bd ve C-V2X teknolojilerinin gerçek ortamda birlikte çalışabilirliğinin test edilmesi ile gerçek zamanlı uygulamaların, şehir içi testlerle performans ve güvenlik değerlendirmesi hedeflenmelidir. Yeni nesil haberleşme teknolojilerinin K-AUS hizmetlerine uyarlanması ile AI destekli yol ağı ve kaynak yönetimi altyapısının geliştirilmesi, uzun vadeli hedefler arasında yer almalıdır. Bu hedefler, Türkiye'nin hem kısa vadede sistem olgunluğunu artırmasını hem de uzun vadede K-AUS alanında teknolojik liderlik kapasitesi geliştirmesini sağlayacaktır. Bu hedeflerin hayata geçirilmesi, K-AUS ekosisteminde aşağıdaki konular açısından kritik öneme sahiptir:

- **Güvenilirlik:** Uçtan uca performans ve güvenlik testlerinin güçlendirilmesi,
- **Uyumluluk:** Bölgesel ve küresel regülasyonlarla tam uyum,
- **Sürdürülebilirlik:** Geleceğe dönük teknoloji entegrasyonunun sağlanması.

Bu kapsamlı sonuç ve yol haritası, Türkiye'nin akıllı ulaşım altyapısını, uluslararası arenada rekabetçi, güvenli ve dayanıklı kılacak temel stratejiyi ortaya koymaktadır.

6.3. Sonuç ve Değerlendirme

K-AUS; karayolu trafik güvenliği, trafik verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından taşıdığı potansiyel ile dünyada hızla gelişen ve ülkelerin stratejik öncelikleri arasında yer alan bir alandır. Bu sistemlerin başarıyla uygulanabilmesi ve yaygınlaştırılabilmesi için temel yapı taşlarından biri de standartlardır. Standartlar, farklı üreticiler ve sistem sağlayıcılar arasında birlikte çalışabilirliği sağlarken uygulamaların güvenli, tutarlı ve sürdürülebilir olmasına imkân tanımaktadır. Bu bağlamda ulusal ve uluslararası düzeyde oluşturulan teknik komiteler, kuruluşlar ve çalışma grupları aracılığıyla K-AUS'a yönelik kapsamlı bir standart havuzu geliştirilmektedir.

Bu bölümde; Türkiye, Avrupa ülkeleri, Asya-Pasifik ülkeleri ve ABD'de K-AUS hizmetlerinde kullanılan ve önerilen standartlar sınıflandırılmış ve karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler,

¹ Public Key Infrastructure (PKI)/Hardware Security Module (HSM): K-AUS mesajlarının imzalanması ve doğrulanması için kullanılan sertifika altyapısı/Kriptografik anahtarların içinde saklandığı, fiziksel ve mantıksal olarak korunan bir donanım birimi.

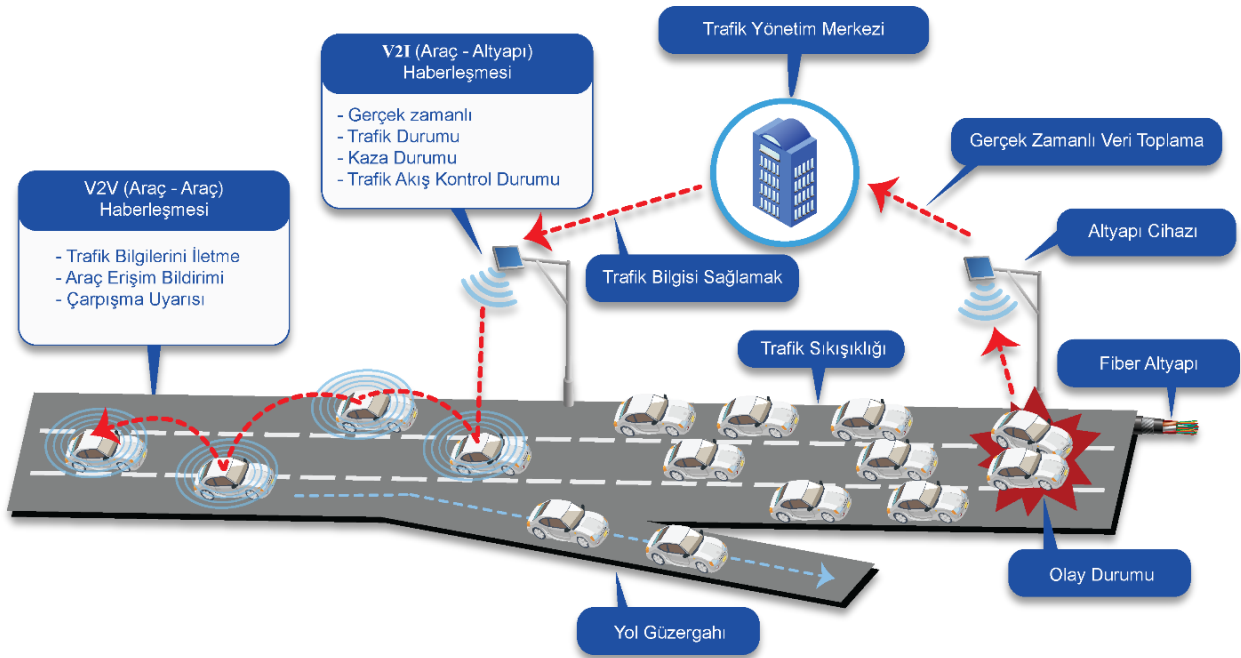
özellikle AB ülkelerinde CEN, ETSI ve ISO gibi kuruluşların yayımladığı standartların, birlikte çalışabilirliği ve ulusal sistemlerin uyumunu sağlamak amacıyla belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. ABD ve Asya-Pasifik ülkelerinde ise SAE, IEEE ve 3GPP gibi kuruluşlar ön plana çıkmakta; haberleşme teknolojilerinden araç donanımına, yazılım sistemlerinden güvenlik protokollerine kadar çok geniş bir alanı kapsayan standartlar yelpazesi bulunmaktadır.

Türkiye özelinde yapılan anket çalışmaları, kamu kurumlarından yerel yönetimlere, özel sektör temsilcilerinden akademik kurumlara kadar çok sayıda paydaşın K-AUS hizmetleriyle ilgili belirli standartları kullandığını ortaya koymaktadır. Ancak bu standartlar; parçalı, kuruma özgü ya da proje bazlı bir görünüm sergileyebilmektedir. Bu durum, Türkiye genelinde bütüncül ve uyumlu bir K-AUS altyapısının oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla Türkiye’de yürütülecek K-AUS hizmetlerinde sürdürülebilirlik, güvenlik ve uluslararası uyumluluk hedeflerine ulaşılabilmesi için öncelikle birlikte çalışabilirlik esasına dayalı, katmanlı ve hizmet bazlı bir standart mimarisinin benimsenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak Türkiye’nin K-AUS alanındaki mevcut bilgi birikimi, uygulama deneyimi ve kurumsal kapasitesi, bu alanda etkin bir ulusal standart sisteminin oluşturulması için yeterli temeli sunmaktadır. Ancak bu potansiyelin stratejik bir çerçeveye desteklenmesi; öncelikli hizmet alanlarına göre standart önerilerinin benimsenmesi, haberleşme, donanım ve yazılım gibi teknik bileşenlerde uluslararası geçerliliği olan standartların referans alınması ve tüm paydaşlar arasında koordinasyonun güçlendirilmesi gerekmektedir. Böylelikle Türkiye, kendi ihtiyaçlarına uyarlanmış, aynı zamanda küresel sistemlerle entegre olabilen bir K-AUS ekosistemi kurarak bölgesel ölçekte öncü bir konuma gelebilecektir.

7. K-AUS HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİ

K-AUS, Şekil 3'te görüldüğü gibi araç içi, yol kenarı ve yol üzerindeki cihazlarla haberleşerek yol ağında meydana gelen çeşitli olaylar hakkında bilgi alışverişi yapılabilmesini sağlayan teknolojilerdir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020). K-AUS; bağlantılı araçlar, altyapı ve yol kullanıcıları arasında çift yönlü, düşük gecikmeli haberleşme sağlayarak trafik emniyetini, verimliliğini ve sürdürülebilirliği artırmayı hedeflemektedir. Bu sistemlerde yer alan bileşenler; V2X haberleşme teknolojilerini kullanarak iletişim kurmaktadır. K-AUS hizmetlerinde kullanılan haberleşme altyapısı, uygulama ve hizmetlerin başarımı için belirleyici hususlar arasındadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024c).



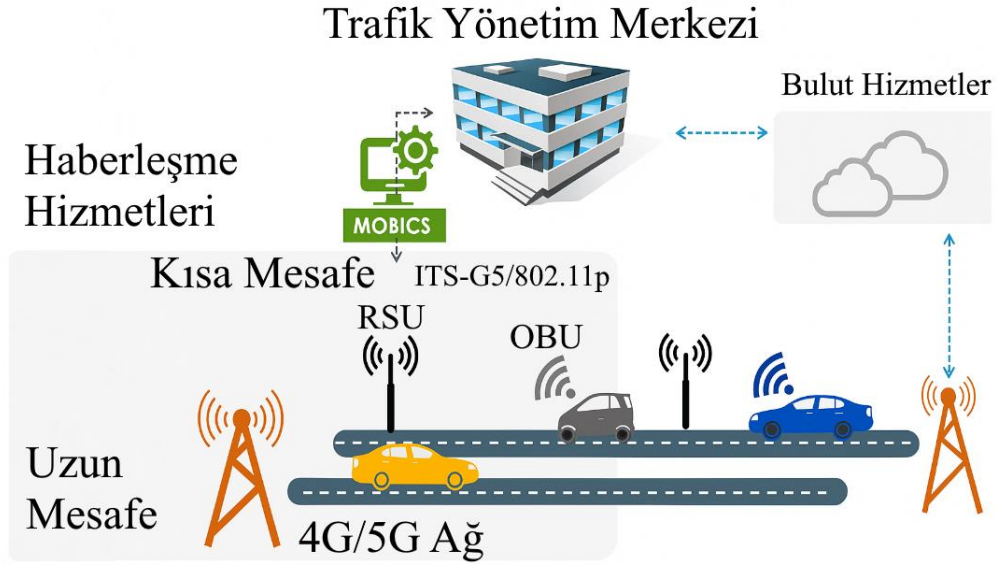
Şekil 3. Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri

7.1. K-AUS Bileşenleri

K-AUS, birlikte çalışan birçok temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; haberleşme sistemleri, gelişmiş sensörler ve akıllı veri işleme sistemleri dahil olmak üzere çok çeşitli ileri teknolojileri kapsamaktadır. K-AUS bileşenlerinden bazıları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- **OBU:** Araçlara yerleştirilen bu birimler; konum, hız, fren durumu gibi verileri ölçer ve paylaşır. Bu sayede araçlar, diğer araçlar ve altyapıyla sürekli iletişimde kalır.
- **RSU:** Trafik ışıkları, dijital bilgi panoları gibi altyapı unsurlarına monte edilen bu birimler, verileri merkezi yönetim sistemine ve araçlara aktarır.
- **Trafik Yönetim Merkezi:** Tüm verileri toplayan, analiz eden ve gerektiğinde AI desteğiyle optimizasyon kararları alarak bunları ilgili paydaşlarla ileten merkezdir.
- **Haberleşme Teknolojileri:** K-AUS; DSRC, C-V2X, Wi-Fi, uydu tabanlı konum belirleme sistemleri gibi çeşitli haberleşme teknolojilerini kullanmaktadır.
- **Sensör ve Destek Sistemleri:** Algılama ve durum farkındalığı sağlayan radar, LIDAR ve kameralar gibi cihazlar, GNSS gibi gerçek zamanlı konumlandırma sistemleri, kızılötesi sensörler gibi gece görüşü destekleyicileri ve benzeri teknolojilerdir.

K-AUS'taki her bir bileşen, kesintisiz ve hızlı tepki veren bir ulaşım ağı oluşturmada; güvenliğin, verimliliğin ve genel etkinliğin artırılmasında önemlidir. Kamera, radar, trafik yönetim merkezi, kızılötesi sensörler, OBU, RSU, HMI, LIDAR, GNSS gibi K-AUS bileşenlerinden bazıları, Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. K-AUS Bileşenleri

K-AUS'un temelini oluşturan V2X haberleşme türleri, aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir:

- **V2V Haberleşme:** Araçlar arasında doğrudan veri alışverişi sağlayarak ani frenleme, hız değişiklikleri gibi durumlarda diğer araçları uyarır. Bu durum, zincirleme kazaların önlenmesine katkı sağlar.

- **V2I/I2V Haberleşme:** Araçlar ile trafik ışıkları, RSU'lar gibi altyapı unsurları arasında veri alışverişini sağlar. Bu sayede, trafik akışı optimize edilir ve sürücülere anlık bilgiler sunulur.
- **V2P Haberleşme:** Araçlar, yayaların hareketlerini algılayarak sürücüyü uyarır veya otonom sistemleri devreye alır. Bu durum, yaya güvenliğini artırır.
- **V2N Haberleşme:** Araçlar, geniş bant haberleşme teknolojileri üzerinden bulut sunucularıyla veri alışverişini yapar. Bu durum, rota optimizasyonu ve trafik yönetimi için önemlidir.
- **Araçtan Şebekeye (V2G) Haberleşme:** Elektrikli araçlar, enerji şebekesiyle çift yönlü iletişim kurarak hem şarj olabilir hem de gerektiğinde enerji sağlayabilir.
- **Araçtan Cihaza (V2D) Haberleşme:** Araç ile sürücünün veya yolcunun mobil cihazı (akıllı telefon, tablet) ya da araç içi bilgi-eğlence sistemleri gibi kişisel cihazlar arasında doğrudan kablosuz veri alışverişini tanımlar.

7.2. K-AUS Mesajlaşma Türleri

K-AUS'un trafik kazalarını önleme, trafik sinyalizasyon yönetimi ve trafik sıkışıklığının azaltılması gibi amaçları, V2X haberleşme ile araçlara iletilen mesajlar aracılığıyla hayata geçirilir. Bu kapsamda, her bir mesaj türü, işlevine göre tanımlanıp sınıflandırılmıştır (European Commission, 2019; SWARCO, 2020). V2X haberleşme türlerinde yer alan bazı mesaj türleri ve özellikleri, Tablo 12'de verilmiştir:

Tablo 12. V2X Haberleşmesinde Kullanılan Bazı K-AUS Mesaj Türleri

Mesaj Setleri	Açıklama	Hedef	Standart	İçerdiği Bilgiler	Yanıt Mesajı
Kooperatif Farkındalık Mesajı (Cooperative Awareness Message-CAM)	Araçların konum ve hareket bilgileri, periyodik olarak yayınlanarak çevresel farkındalık sağlar.	Diğer araçlar, yol kullanıcıları	ETSI EN 302 637-2	Konum, hız, yön, araç tipi, boyutlar, fren durumu	Yok
Merkezi Olmayan Çevresel Bildirim Mesajı (Decentralized Environmental Notification Message-DENM)	Ani olaylar veya tehlikeler hakkında çevredeki araçları bilgilendirir.	Yakındaki araçlar ve RSU'lar	ETSI EN 302 637-3	Olay türü (kaza, yol çalışması), konum, zaman, geçerlilik süresi	Yok

Mesaj Setleri	Açıklama	Hedef	Standart	İçerdiği Bilgiler	Yanıt Mesajı
Sinyal Faz ve Zamanlama Mesajı (Signal Phase and Timing Message-SPATEM)	Kavşaklardaki trafik sinyallerinin mevcut durumunu ve yaklaşan faz bilgilerini sağlar.	Araçlar	SAE J2735	Trafik ışığı faz bilgileri, zamanlamalar, geçiş izinleri	Yok
Sinyal Durum Mesajı (Signal Situation Message-SSM)	Trafik sinyal denetleyicilerinin, sinyal durumunu ve süre bilgilerini araçlara ilettiği mesajdır.	Araçlar	SAE J2735	Trafik sinyal durumu, mevcut faz, kalan süre	Yok
Sinyal Talep Mesajı (Signal Request Message-SRM)	Araçların (örneğin, acil durum araçları) trafik sinyallerinden öncelik talep etmesini sağlar.	Trafik sinyal denetleyicileri	SAE J2735	Araç kimliği, konum, yön, öncelik talebi	SSM
Harita Mesajı (Map Message-MAPEM)	Yol ağının topolojik özelliklerini aktarır.	Araçlar	SAE J2735	Kavşak geometrisi, şerit yapısı, bağlantılar	Yok
Altyapıdan Araca Bilgi Mesajı (Infrastructure to Vehicle Information Message-IVIM)	Altyapıdan araca yol durumu ve trafik işareti bilgilerini iletir.	Araçlar	ETSI TS 103 301	Yol işaretleri, hız limitleri, yol durumu bilgileri	Yok
Toplu Algı Mesajı (Collective Perception Message-CPM)	Araçların algıladığı nesne bilgilerini diğer araçlarla paylaşarak çevresel farkındalığı artırır.	Araçlar	ETSI TS 103 324	Algılanan nesneler (yayalar, bisikletliler), konum, hız	Yok
Multimedya İçeriği Yayma Mesajı (Multimedia Content Dissemination Message-MCDM)	Araçlara multimedya içeriklerinin iletilmesini sağlar.	Araçlar	ETSI TS 103 248	Multimedya içerik bilgileri, yayın parametreleri	Yok

Kaynak: (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024c)

Bu mesajlardan CAM ve DENM; Avrupa’da yaygın olarak kullanılan ETSI standartlarına dayanmakta olup SPATEM, MAPEM, SRM ve SSM, özellikle ABD’de kullanılan SAE J2735 standardına uygun mesajlardır. K-AUS’un etkinliği için mesajların zamanında ve güvenli bir şekilde aktarılması, temel gereklilikler arasındadır. Bu kapsamda öne çıkan unsurlar aşağıdaki gibidir:

- **Düşük Gecikme:** Gerçek zamanlı karar alma için kritik öneme sahiptir.
- **Birlikte Çalışabilirlik:** Farklı üreticiler ve sistemler arasında uyumluluk sağlanmalıdır.
- **Güvenilirlik:** Mesajların doğru ve gecikmesiz iletimi esastır.
- **Güvenlik:** Siber saldırılara karşı hassas verilerin korunması için güçlü güvenlik önlemleri (şifreleme, kimlik doğrulama) gereklidir. Güvenliğin sağlanması için simetrik ve asimetrik şifreleme yöntemleri ile PKI prosedürleri kullanılmaktadır.
- **Mahremiyet:** Kişisel verilerin yetkisiz ifşasından korunması önemlidir.

7.3. K-AUS Haberleşme Teknolojileri, Standartlar ve Protokoller

K-AUS'ta kullanılan haberleşme teknolojileri, standartları ve karşılaştırmaları, Tablo 13 ve Tablo 14'te yer almaktadır.

Tablo 13. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojileri

Haberleşme Teknolojileri		Kullanılan Standartlar	Gecikme	Kapsama	Uygulama
DSRC	- Düşük gecikmeli kısa mesafeli haberleşme WAVE (IEEE 802.11p) - Avrupa’da yaygın olarak V2X haberleşme protokolü olarak kullanılan: ITS-G5	- IEEE 802.11p - IEEE 1609 - SAE J2735	Düşük	Kısa/Orta menzil	Mevcut
C-V2X	- Hücresel tabanlı doğrudan V2X haberleşme LTE-V2X (Rel. 14) 5G tabanlı ultra düşük gecikme ve yüksek güvenilirlikte NR-V2X (Rel. 16+)	- ETSI TS 123 287 - ETSI TS 124 386 - ETSI TR 137 985 - SAE J3161	Çok düşük	Geniş alan	Gelişmekte
Hibrit Model	- DSRC ve C-V2X’in birlikte çalışması 5.9 GHz spektrum paylaşımı		En düşük gecikmeyi sunan kanal seçilebilir.	Hem lokal hem bölgesel haberleşme ihtiyacı karşılanır.	Geçiş dönemlerinde (örneğin yalnızca DSRC veya yalnızca C-V2X araçların olduğu ortamlarda), birlikte çalışabilirliği sağlar.

Kaynak: (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024c)

Tablo 14. K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Haberleşme Teknolojilerinin Karşılaştırılması

	DSRC		C-V2X	
	WAVE	ITS-G5	LTE-V2X	NR-V2X
Avantajları	Özel frekans bandında çalışır.	AUS için kullanılan Avrupa standardıdır.	LTE ağları, dünya üzerinde yaygındır.	Gelişmiş yetenekler için 5G'den yararlanır.
	Yerleşik bir standarda sahiptir.	Birden fazla uygulamayı ve hizmeti destekler.	5G'ye kıyasla daha düşük maliyetli altyapı kurulumuna izin verir.	Artırılmış spektral verimlilik sağlar.
Dezavantajları	Kuzey Amerika dışında benimsenmesi sınırlıdır.	Avrupa dışında sınırlı coğrafi kapsamı vardır.	5G NR'ye kıyasla sınırlı bant genişliğine sahiptir.	5G altyapısının yaygınlaşmasını gerektirir.
	Hücresele teknolojilerle karşılaştırıldığında daha az esnekliğe sahiptir.	Ağ entegrasyonu açısından C-V2X kadar çok yönlü değildir.		

Kaynak: (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024c)

K-AUS hizmetlerinde kullanılan haberleşme teknolojilerinin detaylı bir karşılaştırması ise Tablo 15'te yer almakta olup K-AUS haberleşme mimarisi Şekil 5'te gösterilmiştir.

Tablo 15. K-AUS Kapsamında Kullanılan Haberleşme Teknolojileri Karşılaştırmalı Tablosu

Teknoloji	Frekans Bandı	Frekans Detayları	Menzil	Gecikme	Güvenlik Mekanizmaları	Tipik Kullanım Senaryoları	Avantajlar
DSRC	Kısa mesafeli, düşük gecikmeli V2V ve V2I iletişimi sağlayan IEEE 802.11p tabanlı teknoloji.						
	5.850–5.925 GHz	7 MHz'lik 7 kanal (10 MHz each)	~1 km	~ 0,4 ms	IEEE 1609.2 tabanlı mesaj imzalama ve şifreleme	V2V, V2I	Gerçek zamanlı, yüksek güvenilirlik; altyapısız doğrudan iletişim.

Teknoloji	Frekans Bandı	Frekans Detayları	Menzil	Gecikme	Güvenlik Mekanizmaları	Tipik Kullanım Senaryoları	Avantajlar
WAVE	DSRC'yi kapsayan üst katman protokolleri (güvenlik, kanal yönetimi, uygulama desteği) ile IEEE 1609.x ailesini içeren haberleşme mimarisi.						
	5.850–5.925 GHz	7 × 10 MHz kanallar	~1 km	< 1 ms	IEEE 1609.2 ve PKI tabanlı sertifika yönetimi, grup anahtar dağıtımı	V2V, otomatik hız belirleme, çarpışma önleme	Güvenlik, mesaj yönlendirme, servis yönetimi; DSRC'yi tamamlayıcı üst katman desteği.
ITS-G5	Avrupa'nın DSRC karşılığı; ETSI tarafından IEEE 802.11p'ye uyarlanmış kısa mesafeli V2X standardı.						
	5.875–5.905 GHz	2 × 10 MHz (Control & Service Channels)	~1 km	< 100 ms	ETSI TS 102 724, ETSI ITS GeoNetworking Protokolü	V2X uygulamaları	Avrupa regülasyonların a uygun; düşük gecikme, altyapsız doğrudan iletişim.
C-V2X	Hücresele ağlar üzerinden hem doğrudan (PC5) hem de ağ altyapı üzerinden V2X iletişimi sağlayan 3GPP tabanlı teknoloji.						
	LTE: 5.9 GHz; 5G, diğer	LTE Band 14, n1/n3/n28...; PC5: 5.9 GHz	>1 km (PC5 ile doğrudan iletişim); Uu (LTE ağı üzerinde n) ile daha geniş menzile	<20 ms (LTE-V2X); <10 ms (5G NR-V2X); doğrudan bağlantılar da düşük gecikme sağlanabilir	3GPP PKI altyapısı, SIM tabanlı kimlik doğrulama; dijital sertifikalar ile güvenli kimlikleme	V2V, V2I, V2N, V2P uygulamaları, bağlantılı trafik lambaları, çarpışma önleme, bulut kontrollü otonom sürüş.	Daha uzun mesafe, hücresele entegrasyon, geniş kapsama, ölçeklenebilirlik.
LTE-V2X	Araçlar arası iletişim için hücresele iletişim altyapısını kullanan bir V2X teknolojisidir. 3GPP tarafından Rel. 14 sürümünde tanımlanmıştır ve C-V2X çatısı altındaki ilk standarttır.						
	5.9 GHz, LTE Bandları ve diğer	Band 3, 7, 20, 28, 14; PC5: 5.9 GHz	≥1 km (ağ)	20–100 ms	ETSI TS 136 331	V2V, V2I, V2N	Mevcut LTE altyapısıyla uyumlu; yaygın şebeke desteği, altyapsız modda düşük gecikme.

Teknoloji	Frekans Bandı	Frekans Detayları	Menzil	Gecikme	Güvenlik Mekanizmaları	Tipik Kullanım Senaryoları	Avantajlar
NR-V2X	5G New Radio (NR) tabanlı ileri V2X standardı (3GPP Rel. 16+); ultra düşük gecikme ve yüksek veri hızı ile otonom ve kooperatif uygulamalar için.						
	5G mmWave & sub-6	FR1 (sub-6 GHz), FR2 (24.25–52.6 GHz)	≥1 km (ağ)	< 10 ms	ETSI TS 138 331	Otonom sürüş koordinasyonu, kooperatif algılama, yüksek bant genişlikli sensör paylaşımı	Ultra düşük gecikme, yüksek veri hızı, yoğun ağ desteği; otonom sürüşe uygun.
IEEE 802.11bd	802.11p'in evrimi; 5.9 GHz ve 60 GHz'de daha yüksek veri hızı, geliştirilmiş çoklu erişim ve menzil sunar.						
	5.9 GHz & 60 GHz	Geliştirilmiş OFDM, daha geniş bant	300–1000 m	Düşük	Geliştirilmiş PKI	Gelişmiş V2X uygulamaları	Yüksek veri hızı, geniş bant, geliştirilmiş erişim.
ARIB STD-T109	Japonya'ya özel, 700 MHz bandında DSRC/ITS-G5 eşdeğeri kısa mesafeli V2V/V2I standardı.						
	700 MHz	Tek 10 MHz kanal	>1 km	Düşük	ARIB güvenlik kuralları, sertifika tabanlı	Kırsal alanda geniş kapsama, tünel içi iletişim	Yüksek penetrasyon, düşük frekans avantajı
ITU-R M.2084	ITU tarafından yayınlanan V2V/V2I radyo arayüz önerisi; farklı bölgesel standartların uyumunu hedefler.						
	Bölgesel standartlara uyum	Çoklu band önerisi	Değişken	Değişken	Regülasyon tabanlı güvenlik çerçevesi	Uluslararası uyumluluk, regülasyon koordinasyonu	Standartlar arası uyum.
NB-IoT / LTE-M	Dar bantlı IoT teknolojileri; düşük veri hızında çok sayıda sensör/cihazı hücresel ağ üzerinden K-AUS uygulamalarına entegre eder.						
	LTE IoT bantları	180 kHz (NB-IoT), 1.4 MHz (LTE-M)	Yüksek	Yüksek	3GPP Standartları	Yol kenarı sensör ağları, park yeri izleme, altyapı izleme	Düşük enerji ve güç tüketimi, geniş kapsama, IoT entegrasyonu.
V2D	Bluetooth / Wi-Fi-Direct üzerinden haberleşme						
	LTE, 5G	Wi-Fi kanalları	LTE Kapsama	Orta	Mobil operatör tabanlı	Apple CarPlay, Android Auto entegrasyonu	Mevcut cihaz uyumluluğu, düşük maliyet, mobil ağ kapsamı sayesinde yaygın kullanım.

Teknoloji	Frekans Bandı	Frekans Detayları	Menzil	Gecikme	Güvenlik Mekanizmaları	Tipik Kullanım Senaryoları	Avantajlar
V2P	Wi-Fi-Direct, BLE veya C-V2X PC5 üzerinden güvenlik uyarıları.						
	LTE, 5G	BLE, Wi-Fi, PC5	LTE Kapsam a	Orta	Mobil tabanlı (PKI & SIM tabanlı)	Kesişim öncesi yaya uyarısı, yayalar için uyarı, mobil uygulamalar	Yaya emniyet ve güvenliği, bisikletlilerin sisteme dahil edilebilmesi imkanı, düşük maliyet.
V2G	Elektrikli araç ile şebeke arasında enerji ve bilgi alışverişi; talep-yanıt, şarj yönetimi, şebeke dengeleme.						
	LTE, PLC, Wi-Fi	PLC bant, LTE	Kısa-Orta	Orta	TLS protokolü, PKI, Şebeke Güvenliği	Akıllı şarj istasyonları, şebeke yük dengeleme	Enerji yönetimi, çift yönlü veri ve enerji transferi.
VLC / Li-Fi	Araç farları veya aydınlatma ile optik (ışık) üzerinden kısa mesafeli, yüksek hızlı veri iletimi						
	Görünür Işık Temelli	400–800 THz	Kısa (~10 m)	Çok Düşük	Optik modülasyon güvenliği	Araç içi kablosuz sensör ağları, yakın-mesafe uyarılar, kapalı alanda veri aktarımı	Elektromanyetik parazit yok, yüksek hız ve gürültü yok.
6G V2X	5G sonrası araştırma: terahertz bant, AI tabanlı ağ dilimleme, ultra-yüksek güvenlik ve güvenilirlik vaadi ediyor.						
	Terahertz	>100 GHz	Geniş/Yoğun	< 1 ms	AI tabanlı güvenlik	Gelecek nesil otonom kooperatif sürüş, hava-arac entegrasyonu	Ultra düşük gecikme, AI entegrasyonu.

Kaynak: (ARIB, 2012; ETSI, 2022; He vd., 2021; ITU, 2019; Linget, 2025; T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024c)

Kurum	Standart Kodu	İngilizce Başlığı	Türkçe Başlığı
	J2735	V2X Communication Message Set Dictionary	V2X Haberleşme Mesaj Seti Sözlüğü (V2X mesaj formatlarının (CAM, DENM vb.) XML ve ASN.1 tanımlamasını içerir.)
	J2945/1A	Vehicle Level Validation Test Procedures for V2V Safety Communications	V2V Güvenlik Haberleşmesi Kapsamında Araç Seviyesi Doğrulama Test Prosedürleri
	J2945/1B	Vehicle Level Validation Test Procedures for V2I Safety Communications	V2I Güvenlik Haberleşmesi Kapsamında Araç Seviyesi Doğrulama Test Prosedürleri (Hem V2V hem V2I güvenlik haberleşmesinin araç içi test prosedürlerini standardize eder.)
Avrupa’da K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Bazı Haberleşme Standartları			
ETSI	TS 102 486-1-2	ITS-RTTT Test Specifications for DSRC Transmission Equipment – Part 1: Data Link Layer (MAC & LLC) – Subpart 2: Test Suite Structure & Test Purposes	ITS-Kara yolu Taş. ve Trafik Telematiği (RTTT) – DSRC İletim Ekipmanı Test Spesifikasyonları – Bölüm 1: Veri Bağlantı Katmanı – Alt Bölüm 2: Test Paketi Yapısı ve Amaçları (TSS ve TP)
	TS 102 486-1-3	ITS-RTTT Test Specifications for DSRC Transmission Equipment – Part 1: Data Link Layer – Subpart 3: Abstract Test Suite & Partial PIXIT Proforma	ITS-Kara yolu Taş. ve Trafik Tele. (RTTT) – DSRC İletim Ekipmanı Test Spes. – Bölüm 1: Veri Bağlantı Katmanı – Alt Bölüm 3: Özet Test Paketi (ATS) ve Kısmi PIXIT Proforması
	TS 103 836-5-1	Vehicular Communications – GeoNetworking – Part 5: Transport Protocols – Subpart 1: Basic Transport Protocol – Release 2	AUS-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking – Bölüm 5: Taşıma Protokolleri – Alt Bölüm 1: Temel Taşıma Protokolü – Sürüm 2
	TS 103 836-6-1	Vehicular Communications – GeoNetworking – Part 6: Internet Integration – Subpart 1: IPv6 over GeoNetworking for ITS-G5 – Release 2	AUS-Araç Haberleşmesi – GeoNetworking – Bölüm 6: İnternet Entegrasyonu – Alt Bölüm 1: IPv6 Paketlerinin ITS-G5 için GeoNetworking Protokolleri Üzerinden İletimi – Sürüm 2
	TS 103 898	ITS Communication Architecture – Release 2	AUS-Haberleşme Mimarisi – Sürüm 2

Kurum	Standart Kodu	İngilizce Başlığı	Türkçe Başlığı
	TS 103 899	Vehicular Communications – Geographical Area Definition – Release 2	AUS-Araç Haberleşmesi – Coğrafi Alan Tanımı – Sürüm 2
Çin’de K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Bazı Haberleşme Standartları			
T/ITS	0001-2014	The Standard of the communication technology for Gateway Terminal of operating vehicles	İşletme Araçlarının Ağ Geçidi Terminali için Haberleşme Teknolojisi Standardı
	0004.1-2014	ITS Data Exchange Protocol for Mobile and Other Portable Station Application – Part 1: General Information & Use Cases	Mobil ve Diğer Taşınabilir İstasyon Uygulamaları için AUS Veri Haberleşme Protokolü – Bölüm 1: Genel Bilgi ve Kullanım Durumları
	0013.1-2014	C-ITS – DSRC – Part 1: General Technical Requirements	K-AUS – DSRC – Bölüm 1: Genel Teknik Gereksinimler
	0013.2-2014	V2I – DSRC – Part 2: MAC & PHY Features	V2I – DSRC – Bölüm 2: MAC ve PHY Özellikleri
	0013.3-2014	C-ITS – DSRC – Part 3: Network & Application Layer Technical Requirements	K-AUS – DSRC – Bölüm 3: Ağ Katmanı ve Uygulama Katmanı Teknik Gereksinimler
Türkiye’de K-AUS Hizmetlerinde Kullanılan Bazı Haberleşme Standartları			
ETSI	TS 102 636-4-1	GeoNetworking – Part 4-1: Media-Independent Functionality for Point-to-Point & Point-to-Multipoint Communications	Coğrafi Konum Tabanlı Ağ İletişimi – Bölüm 4-1: Noktadan Noktaya ve Noktadan Çok Noktaya Haberleşme için Ortam Bağımsız İşlevsellik
	TS 102 636-4-2	GeoNetworking – Part 4-2: Environment-Dependent Functionality for ITS-G5	Coğrafi Konum Tabanlı Ağ İletişimi – Bölüm 4-2: ITS-G5 için Ortama Bağlı İşlevler
	TS 102 636-5	GeoNetworking – Part 5: Basic Transport Protocol	Coğrafi Konum Tabanlı Ağ İletişimi – Bölüm 5: Temel Taşıma Protokolü
	TS 102 636-6	GeoNetworking – Part 6: Internet Integration – IPv6 over Geonetworking	Coğrafi Konum Tabanlı Ağ İletişimi – Bölüm 6: IPv6 Paketlerinin Coğrafi

Kurum	Standart Kodu	İngilizce Başlığı	Türkçe Başlığı
			Konum Tabanlı Ağ İletişimi Protokolleri Üzerinden İletimi
	TS 102 894-1	Users & Applications Requirements – Part 1: Facility Layer Structure, Functional Requirements and Specifications	Servisler Katmanı Yapısı, İşlevsel Gereksinimler ve Spesifikasyonlar
ISO/TS	19091	Cooperative ITS – Using V2I and I2V Communications for Applications Related to Signalized Intersections	Kooperatif AUS – Sinyalize Kavşaklarla İlgili Uygulamalar için V2I ve I2V Haberleşmenin Kullanılması
	17574	Electronic Fare Allocation – Guide to Security Protection Profiles	Elektronik Ücret Tahsisi – Güvenlik Koruma Profilleri için Kılavuz
TSE	CEN ISO/TS 21719-2	Electronic Fee Collection – Personalization of On-Board Equipment – Part 2: Using DSRC	Elektronik Ücret Toplama – Araç İçi Ekipman Kişiselleştirme – Bölüm 2: DSRC Kullanımı
Diğer	CSN EN ISO 15118(-20)	Vehicle-to-Grid Communication Interface – Part 20: 2nd Generation Network & Application Layer Requirements	Araçtan Şebekeye Haberleşme Arayüzü – Bölüm 20: 2. Nesil Ağ Katmanı ve Uygulama Katmanı Gereksinimleri
K-AUS ve AUS Uygulamalarında Kullanılan Diğer Bazı Temel Protokol ve Standartlar			
NTCIP (National Transportation Communications for ITS)		Federal Karayolları İdaresi (FHWA), Amerikan Karayolu ve Ulaştırma Yetkilileri Birliği (AASHTO), Ulaştırma Mühendisleri Enstitüsü (ITE), Ulusal Elektrik Üreticileri Birliği (NEMA) iş birliğiyle 1996'da oluşturulan trafik kontrol cihazlarının birlikte çalışabilirliğini garanti eden beş katmanlı bir protokol ailesidir. Trafik yönetim cihazları (sinyal denetleyicileri, dinamik işaretler vb.) ile merkez sistemler arasında veri alışverişi ve kontrol komutları için ulusal düzeyde kabul görmüş protokol ailesidir.	
DATEX II		Avrupa'da kara yolu işletmecileri ve trafik veri sağlayıcıları arasında operasyonel trafik ve yol durumu bilgilerinin homojen şekilde değiş tokuşu için XML tabanlı bir protokol sunmaktadır. Değişim ağı, 50–60 düğümden oluşmaktadır ve hem ulusal hem uluslararası uygulamalarda başarıyla kullanılmaktadır.	

Kurum	Standart Kodu	İngilizce Başlığı	Türkçe Başlığı
	OASIS CAP v1.2	XML-tabanlı “Common Alerting Protocol (Ortak Uyarı Protokolü)”, tüm tehlike/afet uyarılarının ve halk bilgilendirme mesajlarının tek bir formatta farklı ağlar üzerinden eşzamanlı dağıtımını sağlar. CAP 1.2, 01 Temmuz 2010’da onaylanmıştır.	
	TMDD (Traffic Management Data Dictionary)	Trafik yönetim merkezleri arasında veri tanımları ve mesaj sözlüğü sağlayarak birlikte çalışabilirliğe katkı sunmaktadır.	
	ASTM E2213	DSRC fiziksel katman (PHY) ve ortam erişim kontrolü (MAC) spesifikasyonları için test isterlerini içerir.	

Dünyadaki farklı coğrafi bölgelerde yürütülen çeşitli K-AUS projeleri bulunmaktadır. Michigan Üniversitesi’nin Kuzey Kampüsü’nde yer alan 32 dönümlük bir alanda kurulmuş, bağlantılı ve otonom araç teknolojilerinin güvenli ve kontrollü bir ortamda test edilmesine olanak sağlayan dünyanın ilk özel test alanı olan Mcity Test Facility (University of Michigan, 2025); Güney Kore’nin akıllı şehir deneyim ve teknolojilerini uluslararası düzeyde paylaşmak amacıyla 2020 yılında başlattığı küresel bir iş birliği programı olan K-City Network (Smart City Korea, 2025); Avrupa’daki üye devletler ve yol işletmecilerinin iş birliğiyle K-AUS hizmetlerinin sınır ötesi uyumluluk ve birlikte çalışabilirlik çerçevesinde test edilmesi ve uygulanmasını amaçlayan bir girişim olan C-Roads Platform (C-ROADS, 2025); Birleşik Krallık’ta otonom ve bağlantılı araç teknolojilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir araştırma girişimi olan AutopleX projeleri (Berlin & Motro, 2001; Connected Automated Driving Europe, 2024; The University of Warwick, 2022; UK Research and Innovation, 2024); Çin Sanayi ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı’na (MIIT) bağlı, ülkenin bilgi ve iletişim teknolojileri alanındaki politika, standart, test ve sertifikasyon çalışmalarını yürüten Çin Bilgi ve İletişim Teknolojileri Akademisi’nin (CAICT) projeleri (CAICT, 2025) gibi çeşitli girişimlerde kullanılan haberleşme teknolojileri, performans ve güvenlik değerlendirmeleri, Tablo 17’de yer almaktadır.

Tablo 17. K-AUS Pilot Projeleri –Teknik Analiz Tablosu

Bölge	Proje Adı	Haberleşme Teknolojisi/ Mesajlar	Kısa Açıklama	Güvenlik ve Gecikme
ABD	Connected Vehicle Safety Pilot	DSRC / CAM, DENM, SPATEM	ABD’nin ilk geniş ölçekli bağlı araç testlerinden biridir. V2V, V2I haberleşme odaklıdır. 2.800’den fazla araç test edildi.	Güvenlik mesajları (CAM/DENM) ağırlıklı, düşük gecikme önceliklidir.
	NYC DOT Pilot	DSRC / SPATEM, MAPEM, CAM, DENM	320 kavşakta 450’den fazla RSU ile şehir merkezinde yaygın V2I uygulaması gerçekleştirilmiştir.	Kentsel yoğunlukta düşük gecikme test edildi, güvenlik mesajları ön plandaydı. Yüksek başarılı sistem olarak tanımlanıyor.
	THEA Pilot (Tampa)	DSRC + C-V2X, çift modlu RSU/OBU	Florida’da şehir içi hareketlilik ve güvenlik iyileştirme hedefli hibrit haberleşme sistemleri test edildi.	DSRC ve C-V2X birlikte çalıştı; sistem güvenilirliği ve gecikme analizi yapıldı. PDR değeri belirtilmemiş.
	San Diego Test Alanı	C-V2X (LTE-V2X), 5.9 GHz	Sürdürülebilirlik, toplu taşıma önceliği ve güvenlik uygulamaları için çok katmanlı test ortamı oluşturulmuştur.	Gerçek zamanlı sistemler test edilmiştir ve düşük gecikme hedeflenmiştir.
	Smart City Challenge (Columbus)	C-V2X, LTE, DSRC	ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından desteklenen, otonom araç, yayalar, toplu taşıma ve sensör entegrasyonunu içeren çok kapsamlı projedir.	DSRC kısa menzilli, LTE geniş alan uygulamalarında tercih edildi ve güvenlik sistemleri test edilmiştir.
	M-City (Michigan Üniversitesi)	DSRC, LTE, Wi-Fi	Üniversite kampüsünde kurulan test alanı; otonom sürüş, altyapı iletişimi, çoklu protokol testlerine olanak sağlamaktadır.	Araştırma odaklı yapı. Protokoller arası karşılaştırmalı testler yapıldı. Güvenlik öncelikliydi.
Avrupa Diğer	K-AUS Uygulama Koridoru	DSRC (IEEE 802.11p), 3G/4G hibrit	Sınır ötesi birlikte çalışabilirlik testleri	Hibrit sistem kullanımı sayesinde hem DSRC’nin sağladığı düşük gecikme hem de hücresel ağların geniş kapsama alanı avantajlarından yararlanılmıştır. Güvenlik ve gecikme ile ilgili özel detay bu proje için belirtilmemiştir.

Bölge	Proje Adı	Haberleşme Teknolojisi/ Mesajlar	Kısa Açıklama	Güvenlik ve Gecikme
	COOPERS Avusturya	DSRC + Hücreli (Hibrit)	Avusturya K-AUS stratejisinin temelini oluşturmuş olup gerçek zamanlı sürücü bilgilendirme test edilmiştir.	ITS-G5 güvenliği sağlanmış olup düşük gecikme hedeflenmiştir.
	Drive C2X	DSRC, LTE, Wi-Fi, Ad-Hoc ağları	Yedi ulusal test sahasını bir araya getirerek uyumlu bir test ortamı oluşturmuş olup V2X protokollerinin birlikte çalışabilirliğini test etmiştir.	DSRC teknolojisi, genellikle düşük gecikme süreleriyle öne çıkmaktadır. Güvenlik veya gecikmeye dair spesifik bir test sonucu bu proje için belirtilmemiştir.
	SimTD-Almanya	DSRC (ITS-G5), IEEE 802.11p	Frankfurt'ta DSRC tabanlı V2X performans testleri yapılarak V2V ve V2I iletişim, DSRC teknolojisi üzerinden güvenlik uygulamaları test edilmiştir.	Yüksek güvenlik, düşük gecikme.
	CONVERGE Almanya	3G, LTE, ITS-G5, CAR2X Ağı, DSRC / DENM	Birlikte çalışabilirlik için mimari geliştirme. Bilgi teknolojilerinin güvenliği ve gizliliği ile veri yönetimini içeren kavramların geliştirilmesi.	Güvenli ve hibrit haberleşme sistemi hedeflenmiştir. Proje kapsamında bilgi teknolojilerinin güvenliği ve gizliliği ile veri yönetimi kavramları geliştirilmiştir. ITS-G5'in düşük gecikme süresi ile zaman açısından kritik ve güvenlikle ilgili K-AUS mesajlarını iletebilmesi vurgulanmıştır.
	SCOOP-Fransa	ITS-G5, Hibrit (3G/4G + ITS-G5)	Beş farklı pilot bölgede; yol bakım görevlilerinin güvenliği ve V2I uygulamalarının iyileştirilmesi	ITS-G5'in düşük gecikme süreli haberleşmeyi desteklemesi sayesinde, güvenlik açısından kritik uygulamalar için hızlı bilgi alışverişi sağlanmıştır.
	C-Roads Fransa	ITS-G5 + Hücreli (Hibrit)	Güvenlik kritik olmayan uygulamalarda hibrit sistem test edildi	Hibrit haberleşme teknolojisinin kullanımını desteklemiştir ve bulut çözümlerinin güvenli bağlantıları desteklemesi gerektiği vurgulanmıştır. Hibrit sistemler düşük gecikme ve geniş kapsama alanı avantajlarını birleştirir.

Bölge	Proje Adı	Haberleşme Teknolojisi/ Mesajlar	Kısa Açıklama	Güvenlik ve Gecikme
	Euro C-ITS Corridor	ITS-G5, C-ITS	Sınır ötesi DSRC altyapılarının test edilmesi	Proje ile en etkili iletişim seçeneğinin hibrit haberleşme teknolojisi olduğu, ancak bu teknolojinin kullanımının karmaşık olduğu tespit edilmiştir.
Birleşik Krallık	Midlands 5G Denemeleri	C-V2X, DSRC, 5G, ITS-G5, LTE (Hibrit)	Midlands bölgesinde, V2V ve V2I teknolojilerinin gerçek zamanlı senaryolarda test edildiği ulusal düzeyde büyük ölçekli bir pilot uygulamadır. rojenin ilerideki hedefi, bütün Avrupa ve Afrika'daki yol kullanıcılarının bu teknolojiye sahip olmasıdır.	Geliştirilen uygulama sayesinde her 10 saniyede bir veri alışverişi sağlanabilmektedir.
	ZENZIC	V2X	Birleşik Krallık'ın CCAV Merkezi aracılığıyla fonlayarak destek verdiği bu proje ile test koridorlarındaki V2X senaryolarını artırmak mümkündür. Vodafone ve Nokia firmaları ile birlikte çalışılmaktadır.	Proje ile trafikte daha güvenli ve kontrollü bir sürüş sağlanması amaçlanmaktadır.
Asya-Pasifik	C-V2X Pilotları-Çin	C-V2X (LTE-V2X), 5G / Çin'e özgü mesaj katman protokolü	50–400 m menzilde bağlantılı araç testleri yapılmış olup %95'in üzerinde başarılı iletişim sağlanmıştır.	C-V2X'in düşük gecikmeli V2V, V2I ve V2P iletişimi sunduğu belirtilmiştir. Belirli menzillerde iletişim başarı oranları (güvenilirlik) belirtilmiştir: 50 metrede %95+, 400 metrede %80, bazı durumlarda %60. C-V2X genel olarak güçlü güvenlik sunmaktadır.
	SKY Projesi-Japonya	DSRC, C-V2X, 5G	Ulusal %100 kapsama hedefli K-AUS altyapısı olmakla birlikte ana amaç trafik kazalarının önlenmesidir. Kavşaklarda oluşabilecek muhtemel kazaların önüne geçilmesi hedeflenmiştir.	Doppler etkisi nedeniyle sinyal gücünde dalgalanmaların azalması hedeflenir.
	ETC2.0-Japonya	DSRC (5.8 GHz), ARIB, ISO 15628	Geçiş ücreti, trafik bilgisi, güvenlik mesajı entegre DSRC	Elektronik geçiş ücreti toplama sürecinin daha hızlı yürütülmesi sağlanmıştır.

Bölge	Proje Adı	Haberleşme Teknolojisi/ Mesajlar	Kısa Açıklama	Güvenlik ve Gecikme
	Sejong K-AUS Pilot Projesi- Güney Kore	DSRC, C-V2X, RFID	87,8 km yol ağı üzerinde 15 senaryonun test edilmesi	Projenin temel amaçlarından biri K-AUS'un güvenlik konusundaki etkilerini incelemektir. Yıllık trafik kaza sayısında %46 oranında azalış hedeflenmiştir.
	Sıfıra doğru (Avustralya)	DSRC, 5G, Optimize edilmiş 4G, C-V2X	Victoria eyaletinin trafik kazalarına bağlı ölümleri sıfıra indirmeyi hedefleyen vizyonu kapsamındadır. Ek altyapı kurulumu ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.	Yol güvenliğini artırma potansiyeli göstermiştir. İletişim için düşük gecikme süresi sağlamak üzere optimize edilmiştir
Türkiye	5G-MOBIX Türkiye Pilotları	5G, C-V2X, ETSI ITS-G5	Sınır ötesi haberleşme ve yönlendirme senaryoları testi	Yapılan gösterimler arasında “Gördüğümü Gör” fonksiyonu, uzaktan araç denetimi, tahmini risk değerlendirmesi ve gümrükte otomatik kamyon yönlendirmesi yer almaktadır. Bu fonksiyonlar ve gösterimler, güvenlik ve verimlilik odaklıdır. Gösterimler, güvenlik ve verimlilik odaklı olduğu için düşük gecikme ve güvenlik kritik önem taşımaktadır.
	5G Vadisi Açık Test Sahası	5G, C-V2X, DSRC	Yerli haberleşme teknolojileri (özellikle 5G) için test ortamı	5G'nin genel özelliklerinden olan yüksek veri verimi, minimum gecikme süresi ve çok sayıda nesneyi ağ üzerinden bağlama yeteneğinin K-AUS projeleri için hayata geçirmesi amaçlandığından güvenlik ve düşük gecikme hedeflerini içermektedir.
	Hasdal-İGA Test Koridoru	DSRC, C-V2X, ITS-G5, hibrit	30 km test alanında RSU- OBU iletişimiyle K-AUS testleri	Trafik emniyetinin, güvenliğinin ve verimliliğinin artırılması gibi genel K-AUS faydalarını sağlamayı hedeflemektedir. Düşük gecikme temel bir gereksinimdir. Siber saldırılar için açık hedefler olabileceği için bilginin gizliliği, bütünlüğü ve erişilebilirliğinin sağlanması ve şifreleme ve kimlik doğrulama gibi güçlü güvenlik önlemlerinin alınması gereklidir.

Yapılan araştırmalar sonucunda, C-V2X ve DSRC teknolojilerinin entegrasyonuyla oluşturulan hibrit K-AUS haberleşme modeli, güvenli ve verimli bir haberleşme teknolojisi olarak öne çıkmaktadır. Bu hibrit yapıda, DSRC'nin düşük gecikme süreleri ile hücresel ağların sağladığı yüksek veri iletim kapasitesi birbirini tamamlayarak sistem performansını artırmaktadır. Öte yandan 6G ve sonrasına yönelik geliştirilen yeni nesil teknolojilerin, orta ve uzun vadede C-V2X'i tek başına yeterli hale getireceğı öngörülmektedir. Ancak mevcut koşullar altında bu dönüşümün kısa vadede gerçekleşmesi beklenmemektedir. Bu nedenle halihazırda kurulması planlanan K-AUS altyapılarında, C-V2X ve DSRC teknolojilerinin birlikte kullanımıyla haberleşme kapsama alanı genişletilerek sistemin etkinliğı artırılmalıdır. Uzun vadede ise 6G ve sonrasına yönelik hücresel ağ teknolojilerinin gelişimi ve bu teknolojilerin V2X haberleşmede kullanılabilirliğine ilişkin teknik ve stratejik gelişmelerin yakından izlenmesi gerekmektedir.

K-AUS haberleşme teknolojilerine ilişkin yapılan araştırmalarda elde edilen bulgular doğrultusunda, her bir V2X haberleşme türü için uygun iletişim protokolü önerileri sunulmuştur. V2V (araçtan araca) ve V2I (araçtan altyapıya) haberleşmeleri için hibrit K-AUS iletişim yapısının (C-V2X ve DSRC entegrasyonu), en avantajlı çözüm olduğı değerlendirilmektedir. V2P (araçtan yayaya) ve V2N (araçtan ağa) haberleşmeleri için C-V2X teknolojisinin kullanımı önerilmektedir. Buna ek olarak C2C (merkezden merkeze) ve I2C (altyapıdan merkeze) haberleşmeleri için C-V2X ve fiber optik (F/O) kablo altyapısının birlikte kullanılması önerilmektedir. I2I (altyapıdan altyapıya) haberleşmelerde ise DSRC, C-V2X ve F/O altyapısı birlikte değerlendirilmelidir. Uygulanacak K-AUS projelerinde, bu önerilerin yanı sıra yerel koşullar, uygulama gereksinimleri ve operasyonel kısıtlar göz önünde bulundurularak en uygun haberleşme protokolünün seçilmesi önem arz etmektedir. Tablo 18'de ve Tablo 19'da Türkiye'de V2X haberleşmesi için önerilen haberleşme protokolleri yer almaktadır.

Tablo 18. Türkiye’de V2X Haberleşmesi için Önerilen Haberleşme Protokolleri

Haberleşme Türü	Önerilen Haberleşme Protokolü
V2V	Hibrit (IEEE 802.11p tabanlı ITS-G5 ile C-V2X Kombinasyonu)
V2I	Hibrit (IEEE 802.11p tabanlı ITS-G5 ile C-V2X Kombinasyonu)
V2N	C-V2X
V2P	C-V2X
C2C	C-V2X F/O Haberleşme
I2C	C-V2X F/O Haberleşme
I2I	Hibrit (IEEE 802.11p tabanlı ITS-G5 ve C-V2X Kombinasyonu) F/O Haberleşme

Tablo 19. V2X Haberleşmesi için Önerilen Haberleşme Protokollerine İlişkin Açıklamalar

Haberleşme Türü	Önerilen Haberleşme Teknolojisi/Protokolü	Açıklama
V2V	Hibrit (ITS-G5 + C-V2X)	DSRC’nin düşük gecikmesi ve C-V2X’in geniş kapsama alanı birleştirilir.
V2I	Hibrit (ITS-G5 + C-V2X)	Kritik güvenlik mesajları için düşük gecikme, kapsama için hücresel ağ avantajı sağlanır.
V2N	C-V2X	Hücresel ağlar üzerinden daha geniş kapsama ve kapasite sağlanır.
V2P	C-V2X	Yaya konumları mobil cihazlar aracılığıyla alınır.
C2C	C-V2X / NTCIP	Altyapı kontrol merkezleri arası koordinasyon için önerilir.
I2C	C-V2X	RSU ile kontrol merkezleri arasında veri alışverişini sağlar.
I2I	Hibrit (ITS-G5 + C-V2X)	Geniş mesafede C-V2X, düşük gecikme durumunda ITS-G5 kullanılır.

7.4. Sonuç ve Değerlendirme

AUS’un temel yapı taşlarından biri olan haberleşme teknolojileri; K-AUS bileşenleri arasında gerçek zamanlı, güvenilir ve kesintisiz veri aktarımı sağlayarak trafik güvenliği, verimlilik ve kullanıcı deneyiminin artırılmasına katkı sunmaktadır. Bu bağlamda Türkiye’de uygulanacak

K-AUS hizmetlerinde kullanılacak haberleşme protokollerinin ve teknolojilerinin seçimi, sistem performansı açısından kritik öneme sahiptir.

Yapılan uluslararası literatür taraması, teknik analizler ve K-AUS hizmetlerini içeren ülke örnekleri ışığında, günümüzde K-AUS hizmetlerinde kullanılabilecek uygun haberleşme yaklaşımının IEEE 802.11p tabanlı sistemlerle C-V2X sistemlerinin birlikte çalıştığı hibrit yapı olduğu değerlendirilebilir. IEEE 802.11p, düşük gecikme süresi avantajı sağlarken C-V2X teknolojisi, yüksek kapsama alanı ve kapasiteye sahiptir. Bu iki teknolojinin entegrasyonu, K-AUS hizmetlerinin gereksinim duyduğu hem hızlı hem de güvenli iletişim altyapısını oluşturmakta olup uygulama senaryolarına göre bu sistemlerden birinin veya her ikisinin birlikte kullanılması önerilmektedir.

Türkiye’de yürütülen çalışmalarda, V2V ve V2I haberleşme için hibrit sistem kullanımı, V2N ve V2P haberleşme için yalnızca C-V2X teknolojisi önerilmektedir. I2I, I2C ve C2C haberleşmelerde ise fiber optik (F/O) altyapı destekli C-V2X teknolojisi tercih edilmelidir. Bu yapı, K-AUS senaryosuna göre değişebilmekle birlikte, güvenlik öncelikli durumlarda düşük gecikmeli sistemlerin tercih edilmesini gerektirmektedir.

Ayrıca haberleşme protokollerinin etkin şekilde kullanılabilmesi için sadece teknolojik tercihler değil, aynı zamanda altyapının genişletilmesi, donanım-yazılım bileşenlerinin uyumluluğu, düzenli bakım süreçleri ve güncel siber güvenlik önlemlerinin hayata geçirilmesi de gerekmektedir. Bu unsurların bütünsel şekilde değerlendirilmesi, K-AUS uygulamalarının güvenli, sürdürülebilir ve verimli olmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak Türkiye’nin akıllı ulaşım vizyonuna uygun şekilde, K-AUS hizmetlerinde uluslararası standartlar ile uyumlu, düşük gecikmeli, geniş kapsama alanına sahip ve yüksek kapasiteli haberleşme altyapısının kurulması, stratejik bir gereklilik olarak ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda hibrit haberleşme sistemlerinin uygulamaya alınması, ileriye dönük yeni teknolojilere açık, esnek ve entegre bir K-AUS haberleşme altyapısının temelini oluşturacaktır.

8. TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLEN ÖNCELİKLİ K-AUS HİZMETLERİ

K-AUS; araçlar, yol altyapısı ve trafik yönetim merkezi arasında gerçek zamanlı veri paylaşımına olanak sağlayarak güvenli, sürdürülebilir ve verimli ulaşımı amaçlayan yeni nesil sistemlerdir. Bu sistemler, yalnızca bireysel taşıtların değil, aynı zamanda şehir içi ve şehirler arası ulaştırma altyapısının da dijital dönüşümünü temsil etmektedir. Türkiye, bu küresel dönüşüm sürecinde özellikle son yıllarda kamu ve özel sektör iş birliği ile önemli adımlar atmaya başlamıştır.

Türkiye’de artan trafik hacmi ve özellikle büyük şehirlerde yaşanan trafik yoğunlukları ve trafik kazaları, K-AUS hizmetlerinin ulusal ulaşım politikalarında öncelikli bir konuma yerleştirilmesini önemli hale getirmektedir. Meydana gelen can kayıplı ve yaralanmalı trafik kazalarında, insan hatası payı göz önüne alındığında sürücü kaynaklı hataları azaltmak için etkili çözümler ortaya koyulması gerekmektedir. Bu doğrultuda geliştirilen çözümlerde; sürücü destek sistemleri, bağlantılı araç ve kooperatif haberleşme teknolojileri öne çıkmaktadır. Ayrıca K-AUS hizmetlerinin sadece trafik güvenliğine değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, akıllı şehirleşme, enerji verimliliği ve yerli teknoloji üretimi gibi ulusal stratejik hedeflere de katkı sunabileceği değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Avrupa’da yürütülen pilot projelerde olduğu gibi Türkiye’de de test güzergâhlarının belirlenmesi, öncelikli senaryoların seçilmesi ve yerli haberleşme çözümlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Test güzergâhına karar verilirken haberleşme altyapısı, trafik yoğunluğu, araç çeşitliliği gibi unsurların göz önünde bulundurulması; ayrıca etkin bir strateji ve uygulama çerçevesinin hayata geçirilebilmesi için uluslararası standartların ve başarılı uygulamaların dikkate alınması gerekmektedir.

AK (Gün 1 ve Gün 1,5) ve C2C-CC (Gün 1, Gün 2 ve Gün 3+) tarafından yapılan K-AUS hizmet sınıflandırmaları ile Türkiye’nin ulaşım altyapısı, trafik yoğunluğu, sürücü davranışları ve bölgesel ihtiyaçları dikkate alınarak K-AUS hizmetleri için bir öncelik belirleme çalışması yapılmıştır. Ulusal gereksinimler ve uluslararası deneyimler göz önünde bulundurularak Türkiye için hem yerel hem de uluslararası uyumluluk gözetilerek öncelikli K-AUS hizmetleri (senaryoları) ve test güzergâhları için öneriler sunulmuştur. Bu kapsamda Türkiye için yüksek etki potansiyeline sahip “*öncelikli K-AUS hizmetleri*” olarak tanımlanan, Tablo 20’deki öncelikli hizmetlerin belirlenmesinde aşağıdaki faktörler dikkate alınmıştır:

- **Erişilebilirlik ve altyapı uyumu:** Mevcut AUS altyapısına kolay entegrasyon.
- **Hızlı uygulanabilirlik:** Gün 1 düzeyinde kısa vadede yaygınlaştırılabilecek uygulamalar.
- **Toplumsal fayda ve güvenlik etkisi:** Trafik kazalarının ve trafik sıkışıklıklarının azaltılması.
- **Yerel ihtiyaçlara uyum:** Türkiye'nin kent içi ve kentler arası yol ağı altyapısının fiziki ve teknolojik farklılıkları gözetilmiştir.

Tablo 20. Türkiye için Önerilen Öncelikli K-AUS Hizmetleri

No	Hizmet Adı	Temel Amaç
1	Acil Durum Aracı Yaklaşma Uyarısı	Güvenle yol açmanın sağlanması
2	Acil Durum Fren Lambası Uyarısı	Zincirleme trafik kazalarının önlenmesi
3	Yavaş veya Durağan Araç(lar) Uyarısı	Trafik kazalarının önlenmesi
4	Önden Çarpışma Uyarısı	Çarpışma riskini azaltma
5	İleride Trafik Sıkışıklığı Uyarısı	Trafik yoğunluğunun azaltılması
6	Yolda İnsan Mevcudiyeti Uyarısı	Yaya emniyetinin ve güvenliğinin artırılması
7	Yol Üzerinde Engel Uyarısı	Sürüş emniyetinin ve güvenliğinin sağlanması
8	Yol Çalışması Uyarısı	Alternatif yönlendirme ile trafik akışının sağlanması
9	Araç İçi Hız Limitleri	Hız denetimi ve trafik uyumu
10	Yeşil Işık Optimum Hız Önerisi (GLOSA)	Trafik ışıklarında dur-kalk sayılarının azaltılması
11	Yol Dışı Park Bilgileri	Park yeri arama süresinin kısaltılması
12	Hava Durumu Uyarısı	Yol emniyeti için hava koşullarına bağlı bilgilendirme
13	Geçici Kaygan Yol Uyarısı	Kış koşullarında kaza riskinin azaltılması
14	Tehlikeli Yer Bildirimi	Sürüş emniyetinin ve güvenliğinin sağlanması
15	Ters Yönde Giden Araç Alarmı	Ters yönde seyreden sürücünün uyarılması, trafik emniyet ve güvenliği

Ayrıca İstanbul gibi yüksek trafik hacmine sahip bölgelerde pilot K-AUS test güzergâhları önerilmiştir. Bu güzergâh seçimleri, çok yönlü kriterler ışığında yapılmıştır. Her bir güzergâh, farklı trafik koşullarını, yol kullanıcı profillerini, karmaşık altyapı elemanları ve teknolojik altyapı gereksinimlerini temsil edecek biçimde belirlenmiştir. Bu sayede K-AUS hizmetlerinin

zorlu koşullarda nasıl performans gösterdiği ölçülebilecektir. İstanbul şehrinde önerilen K-AUS test güzergâhlarının seçim kriterleri ve güzergâhların öne çıkan özellikleri, Tablo 21’de özetlenmiştir.

Tablo 21. İstanbul için Önerilen K-AUS Test Güzergâhlarının Özellikleri

Güzergâh	Seçim Kriterleri	Uzunluk	Yol Yapısı	Toplu Taşıma Desteği	Trafik Yoğunluğu	Senaryo	Yönetim Entegrasyonu	Avantajı
Avrupa Yakası Sahil Yolu	-Yüksek araç ve yaya yoğunluğu -Trafik ışıkları ve otobüs durakları	~6 km	-19 trafik ışığı -Sık kavşak -Değişken şerit sayısı	16 otobüs durağı	Yüksek (araç + yaya + toplu taşıma)	-Yaya güvenliği -Trafik sıkışıklığı -Acil durum araç uyarısı -Sinyal ihlali -Park bilgisi	Şehir içi kontrol merkezleri ile bağlantı	Karmaşık kent içi senaryoların gerçek zamanlı testine uygun
Anadolu Yakası Dolmuş Hattı	-Yoğun minibüs hattı kullanımı -Dar yol yapısı ve sinyal yoğunluğu	~6,5 km	-26 trafik ışığı, dar yollar, karmaşık kavşaklar	26 otobüs durağı	Yüksek (minibüs ve otobüs trafiği)	-Ani fren -Kavşak güvenliği -Yaya uyarısı -GLOSA	Yerel yönetim kontrol altyapısı ile entegre edilebilir	Alternatif kent içi yol türlerinde test yapılabilmesi
İstanbul Havalimanı – Hasdal	-Yüksek hızlı ulaşım koridoru -Fiber altyapı entegrasyonu	~30 km	-Geniş şeritli yol yapısı -Sabit güzergâh	Havali manı servisleri	Yüksek hızlı trafik	-Hız limiti -Yol engeli -Hava durumu -Kaza bildirimi	FSM Köprüsü AUS Ana Kontrol Merkezi ile doğrudan entegrasyon	Stratejik ulaşım noktalarında geniş ölçekli test imkânı
Kuzey Marmara Otoyolu	-Gelişmiş izleme altyapısı -Uzun mesafeli otoyol yapısı	~415 km	-Çok şeritli, otoyol yapısı -Akıllı sistemlerle donatılmış	Yok	Yüksek hızlı uzun mesafe ulaşım	-Otoyol senaryoları -Hız ihlali -Acil fren -Yol çalışması -Kaygan zemin	Çoklu kontrol merkezleri (kamu + özel işletmecisi) ile koordinasyon	Gerçek zamanlı yüksek hızlı senaryoların uzun mesafede test edilmesi

Tablo 20’de yer alan her bir güzergâhın özellikleri kıyaslandığında, aşağıdaki bazı noktalar öne çıkmaktadır:

- Yol yapısı ve uzunluk farkları, test edilecek senaryoların niteliğini doğrudan belirlemektedir (kısa mesafede yaya uyarısı, otoyolda hız ihlali gibi).

- Yönetim entegrasyonu, özellikle K-AUS bileşenlerinin merkezle nasıl etkileşim içerisinde olacağını ortaya koymaktadır. Bu yönüyle FSM Köprüsü Ana Kontrol Merkezi veya çoklu kontrol noktaları gibi vurgular kıymetli olmaktadır.
- Senaryolar göz önünde bulundurularak hangi güzergâhın hangi K-AUS hizmetleri için daha faydalı olacağı değerlendirilerek doğru hedeflere yatırım yapılması sağlanabilir.

Tablo 20’de yer alan güzergâhlar, Türkiye’nin hem şehir içi hem de şehirlerarası ulaşımında K-AUS uygulamaları için test verisi üretmesini sağlayacak şekilde önerilmiştir. Aynı zamanda, pilot ölçekten yaygınlaştırmaya geçiş süreci için model oluşturacak nitelikte olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca stratejik karar vericiler için hem teknolojik hem de uygulama açısından öncelikli alanları belirlemede bir araç niteliği taşımaktadır.

8.1. Türkiye K-AUS Test Güzergâhları ve Haberleşme Gereksinimleri

Türkiye için önerilen K-AUS test güzergâhları ve haberleşme gereksinimleri aşağıda özetlenmiştir:

- **Avrupa Yakası Sahil Yolu:** İstanbul ilinin sahil bölgesi hem insan hem de trafik yoğunluğu bakımından yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca sıkça ziyaret edilen bir bölge olduğu için işletilen toplu taşıma hizmetleri yüksek talep görmektedir. Sıkça bulunan kavşaklar, trafik ışıkları, toplu taşıma durakları ve şerit sayısındaki değişim gibi hususlar, bu bölgenin K-AUS uygulamaları için uygun bir test güzergâhı olabileceğini göstermektedir. Böylece benzer özelliklerde trafik sıkışıklığı yaşanan bölgelerde, K-AUS hizmetlerinin etkisi incelenebilecektir.
- **Anadolu Yakası Dolmuş Hattı:** Şerit sayısının yolun belirli bölgelerinde farklılık göstermesi, yapılacak testlerde şerit sayısındaki değişimin etkilerini incelemek için önemlidir. Ayrıca yol boyunca sinyalize kavşaklar bulunmakta olup sinyalize kavşak senaryoları test edilebilecektir. Seçimde etkili olan bir diğer etken ise yol ağının, gerçek dünya koşullarında yoğun bir trafiğe sahip ve toplu taşıma sefer sıklığının yüksek olduğu bir bölge olmasıdır.
- **İstanbul Havalimanı–Hasdal Koridoru:** Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından çalışmaları devam eden, Avrupa yakasında yer alan ve İstanbul Havalimanı ile Hasdal arasını kapsayan 30 km uzunluğundaki güzergâhtır. Fiber optik kablolarla haberleşme altyapısı oluşturulacak bu koridorda, kamera görüntüleri ve sensörlerden elde edilecek

veriler RSU'lara, RSU'lar üzerinden de K-AUS yönetim merkezine gönderilerek analiz edilecektir. Ardından haberleşme teknolojileri ve RSU'lar aracılığı ile OBU ve HMI kullanılarak araçlara bilgi iletimi sağlanacaktır. Fiber optik kabloların yanı sıra değişken mesaj işareti, değişken trafik işareti ve meteorolojik sensörler ile donatılacak olan bu güzergâhta, sürücülerin daha fazla bilgilere sahip olması hedeflenmektedir. Güzergâhın AUS yönetim merkezi olarak Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü Fatih Sultan Mehmet Köprüsü Ana Kontrol Merkezi olarak seçilmesi sayesinde, AUS yönetim merkezleri ile iletişim de test edilmiş olacaktır.

- **Kuzey Marmara Otoyolu:** Avrupa yakasında, Silivri ilçesi Kınalı kavşağından başlayarak İstanbul Havalimanı bağlantı yolları da dahil olmak üzere, Yavuz Sultan Selim Köprüsü'ne bağlanan Eyüp ilçesi Odayeri semtinde sona eren 415 km uzunluğundaki Kuzey Marmara Otoyolu'dur. Bir ana ve iki alt kontrol merkezinden sürekli olarak izlenen bu otoyol, hali hazırda sahip olduğu fiber optik yol altyapısı sayesinde K-AUS hizmetleri için uygun bir test alanına dönüştürülmeye elverişlidir. Ayrıca gelişmiş güvenlik sistemleri donatılmıştır. Özellikle “yüksek hız, düşük trafik yoğunluğu” olan güzergâhlar için K-AUS hizmetleri test edilebilir.

8.2. Altyapı ve Haberleşme Gereksinimleri

Türkiye’de K-AUS hizmetlerinin testleri için önerilen test güzergâhlarının altyapı ve haberleşme gereksinimleri, Tablo 22’de özetlenmiştir. Her bileşen yalnızca teknik olarak değil, aynı zamanda uygulama amacına ve zorluklarına göre analiz edilmiştir. Hibrit haberleşme teknolojilerinden yararlanılması (DSRC ve C-V2X’in birlikte kullanımı) ve fiziksel entegrasyon altyapısının (RSU, sensör, kamera, fiber hatlar vb.) oluşturulması, Türkiye’de geleceğe dönük K-AUS hizmetlerinin yaygınlaşmasını kolaylaştıracaktır.

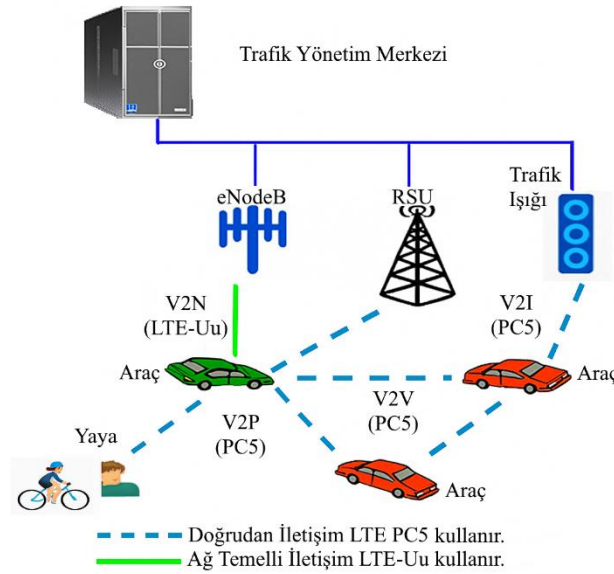
Tablo 22. Önerilen K-AUS Test Güzergâhlarının Altyapı ve Haberleşme Gereksinimleri

Donanımlar / Haberleşme Bileşenleri	Teknik Özellik	Uygulama Amacı	Değerlendirme	Öncelik - Gereksinim
OBU	V2X uyumlu haberleşme donanımı	Araçların V2V/V2I iletişim	Her test aracında zorunlu; veri gönderimi ve uyarı alma fonksiyonları için temel gereksinim	Çok yüksek öncelikli- Tüm test araçlarında bulunması
RSU	800–1000 m aralıklarla yerleştirilir, araçlarla iletişim kurar.	Olay tespiti, hız bilgisi, yol ve hava durumu vb. bilgilerin aktarımı	Geniş alan kapsaması için uygun yerleşim planı önemli, fiber bağlantı kritik, V2I iletişimi için kritik rol oynar	Çok yüksek öncelikli- Test güzergâhı boyunca düzenli aralıklarla yerleştirilmiş olması
Fiber Optik Altyapı	RSU’ların trafik yönetim merkezi ile bağlantısı fiber optik kablolarla sağlanır.	Kesintisiz veri akışı sağlanması	Altyapı kurulumu maliyetli ancak veri gecikmesini minimize eder	Yüksek öncelikli- Mevcut fiber ağı entegrasyon veya yeni altyapı kurulumu
V2P	Araç, baz istasyonu, merkez, mobil cihazı, yaya arasında bağlantı sağlanır.	Yaya güvenliği senaryoları (ör. geçit uyarısı) için kritik	Gecikmeye duyarlı; kentsel yoğun bölgeler için önemlidir. Karmaşık ama önemli bir iletişim aşamasıdır.	Orta ya da Yüksek öncelikli- Cihaz, baz istasyonu, merkez bağlantısı ile mobil cihaz entegrasyonu
I2C / C2C Bağlantı	Altyapıdan ve buluttan merkezlere veri aktarımı sağlar.	Altyapı ve merkeze veri aktarma (engel durumu, hız bilgisi, sensör verileri)	Test başarımı, güncelleme ve denetim için kilit bir bağlantıdır.	Yüksek - Yedeklilik güvenli C2C ve kararlı I2C bağlantısı
Haberleşme Teknolojileri	DSRC (ITS-G5) ve C- V2X (LTE/5G) seçenekleri sunar.	Düşük gecikme ile yüksek güvenilir haberleşme	Senaryoya göre teknoloji seçimi yapılmalı; hibrit haberleşme seçeneği daha avantajlı	Senaryoya uygun esnek iletişim sistemi ihtiyacı
Sensör, Kamera ve VMS	Yol ve hava durumu bilgilerinin toplanmasına yönelik teknolojiler	Yol ve hava durumu bilgilerinin toplanmasını, sürücülerle paylaşılmasını, trafik yönetim merkezlerine iletmesini sağlar.	Olay algılama ve yol ve hava durumu bilgilendirmesi için önemli teknolojiler	Senaryoya uygun esnek donanım ihtiyacı

K-AUS test güzergâhlarının etkin biçimde çalışabilmesi için araçlar, yol kenarı altyapısı ve trafik yönetim merkezleri arasında gecikmeye duyarlı, çift yönlü ve güvenilir haberleşmeyi sağlayacak bir iletişim altyapısı gerekmektedir. Üretilen mesajların sürücülere iletimi için test

araçlarının V2X uyumlu OBU'lar, HMI'ler veya bu mesajları alabilecek mobil uygulamalar ile donatılması gerekmektedir. OBU'lar, V2V ve V2I haberleşmeyi sağlayarak senaryoların uygulanmasında temel bileşen konumundadır. RSU'lar, test güzergâhları boyunca 800–1000 metre aralıklarla konumlandırılmalı ve araçlarla iletişim hâlinde olmalıdır. Bu birimlerin trafik olaylarını, hız limitlerini veya yol durumu gibi verileri iletme işlevleri, senaryoların test edilebilmesini sağlamaktadır. RSU'ların trafik yönetim merkezine entegrasyonu için yüksek hızlı fiber optik altyapı kullanımı önerilmekte olup bu bağlantı senkronizasyon, olay yönetimi ve yazılım güncellemeleri gibi işlevlerin başarıyla yürütülmesini mümkün kılmaktadır.

Ayrıca test senaryolarında yaya güvenliğine odaklanan uygulamalar için V2P haberleşme altyapısı da önemlidir. Bu haberleşme; araçtan baz istasyonuna, oradan da yaya mobil cihazına veri iletimini içeren çift aşamalı bir yapıdadır ve özellikle şehir içi, yoğun yaya trafiğine sahip güzergâhlar için tasarlanmalıdır. Tüm sistem, I2C ve C2C (Cloud-to-Center) bağlantıları üzerinden merkezi trafik yönetim sistemlerine entegre edilmeli; böylece veri analitiği, karar destek ve olay sonrası değerlendirme süreçleri merkezi olarak yönetilebilmelidir. Haberleşme teknolojisi, senaryoların teknik ihtiyaçlarına göre esnek biçimde uygulanabilmelidir. Bu yaklaşım hem kısa vadeli testlerin hem de uzun vadeli ulusal yaygınlaştırma sürecinin başarılı olabilmesi için önemli bir teknolojik esneklik sunmaktadır. Test güzergâhları için önerilen haberleşme topolojisi örneği, Şekil 6'da yer almaktadır (Nkenyereye vd., 2019).



Şekil 6. Test Güzergâhlarında Bulunan Haberleşme Topolojisi Örneği

K-AUS hizmetlerinde üretilen verilerin depolanması ve işlenmesi için trafik yönetim merkezlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılacak K-AUS test çalışmaları sonrasında, K-AUS hizmetleri hayata geçirildiğinde, iller veya belirli bölgeler arası geçişlerde, süreklilik arz eden ve kesintisiz K-AUS hizmetlerinin sağlanması hem trafik güvenliği hem de verimlilik açısından önemlidir. İller veya bölgeler arasında farklılık gösteren uygulamaların olmaması, tek düze bir K-AUS hizmet sunumu elde edilebilmesi için oluşturulacak trafik yönetim merkezleri arasında eş güdümün ve koordinasyonunun sağlanması gerekmektedir. K-AUS hizmetlerinin sunumunda rol oynayan trafik yönetim merkezlerinin öngörülen temel faaliyetleri aşağıda özetlenmiştir:

- **Veri Toplama ve Analiz:** Farklı bölgelerden toplanan trafik verileri, araç verileri, yol ve hava durumu bilgileri, sensör ve kamera görüntüleri gibi gerçek zamanlı bilgiler toplanacak ve analiz edilecektir. Bu analizler; trafik yoğunluğu, yol güvenliği ve hizmet verimliliği gibi konularda karar almayı kolaylaştıracaktır.
- **Kesintisiz Hizmet Sağlanması:** Ülke genelinde iller ve bölgeler arasında kesintisiz bir K-AUS hizmetinin sağlanması için altyapı takibi yapılacak, farklı bölgeler arasındaki entegrasyon kontrol edilecektir. Kesinti veya aksaklık olması durumunda, hızlı müdahale edilebilecektir.
- **Standardizasyon ve Uyum:** İller veya bölgeler arasında uyumluluk gösteren K-AUS uygulamaları sunulacaktır.
- **Trafik Yönetimi ve Güvenlik:** Trafik kazalarının önlenmesi, tehlikeli yol koşullarının izlenmesi ve sürücülere gerekli uyarıların yapılması için trafik yönetim ve güvenlik sistemleri çalıştırılacaktır. Bu sistemler, anlık olarak trafiği yönlendirme ve gerektiğinde acil durum müdahalelerini koordine etme işlevlerini içermektedir.
- **Sistem Bakımı ve Güncellemeler:** K-AUS altyapısında kullanılan donanım ve yazılım sistemlerinin bakım ve güncellemeleri yapılacak, gerektiğinde yeni teknolojilerle sistem entegrasyonu sağlanacaktır.
- **Koordinasyon ve İletişim:** K-AUS hizmetleri çerçevesinde farklı kurumlar, araç üreticileri, belediyeler ve diğer paydaşlar arasında koordinasyon sağlanacaktır. Ayrıca sürücülere, yol kullanıcılarına ve ilgili birimlere, gerekli bildirimler ve duyurular, bu merkez aracılığıyla yapılacaktır.

- **Politika Geliştirme ve Uygulama:** Gelecekteki K-AUS uygulamalarını yönlendirecek politikalar geliştirilecektir. Ayrıca sürdürülebilirlik, güvenlik ve verimlilik hedeflerine yönelik yeni K-AUS uygulamaları geliştirilecektir.

Sonuç olarak Türkiye’de K-AUS hizmetlerinin etkili biçimde hayata geçirilebilmesi için aşağıdaki adımlar önerilmektedir:

- **Kısa Vadede:** Öncelikli hizmetlerin test edilmesi ve simülasyon temelli etkilerinin analiz edilmesi,
- **Orta Vadede:** Altyapı yatırımlarının bölgesel ihtiyaçlara göre planlanması ve yerli üretim çözümlerinin geliştirilmesi,
- **Uzun Vadede:** Ulusal ölçekte entegrasyon, mevzuat uyumluluğunun sağlanması ve kamu farkındalığının artırılması.

8.3. Sonuç ve Değerlendirme

K-AUS modern şehirlerin karşı karşıya olduğu trafik güvenliği, verimlilik ve sürdürülebilirlik gibi temel sorunlara yenilikçi çözümler sunan ileri teknolojilere dayalı bir ulaşım yaklaşımıdır. Türkiye için öncelikli K-AUS hizmetlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen kapsamlı analizler hem uluslararası uygulamalar hem de ülkemize özgü gereksinimler ışığında yapılmış, uygulanabilirlik, fayda ve maliyet etkinliği çerçevesinde öncelikli hizmetler tanımlanmıştır.

Küresel örneklerin ve yerli teknolojik kapasitenin bir arada değerlendirildiği çalışmada, Türkiye’nin farklı bölgelerinde hayata geçirilebilecek K-AUS hizmetleri için test güzergâhları önerilmiş, bu güzergâhlarda uygulanması öngörülen K-AUS hizmetleri belirlenmiştir. Özellikle İstanbul gibi yüksek nüfus yoğunluğuna ve güçlü haberleşme altyapısına sahip şehirlerin test bölgeleri olarak seçilmesi, gerçek trafik koşulları altında hizmetlerin etkinliğinin ölçülmesi açısından stratejik bir yaklaşım sunmaktadır.

Türkiye için öncelikli olarak değerlendirilen K-AUS hizmetleri arasında Acil Durum Aracı Yaklaşma Uyarısı, Acil Durum Fren Lambası Uyarısı, Önden Çarpışma Uyarısı, Yolda İnsan Mevcudiyeti Uyarısı, Hava Durumu ve Geçici Kaygan Yol Uyarıları gibi düşük maliyetli ancak yüksek etki potansiyeline sahip hizmetler yer almaktadır. Bu hizmetlerin önceliklendirilmesindeki temel kriterler; trafik güvenliğini artırma, olaylara müdahale süresini azaltma, trafik sıkışıklığını hafifletme ve ulaşımın çevresel etkilerini azaltma hedeflerine katkı sağlamalarıdır.

Sonuç olarak Türkiye'nin K-AUS alanındaki stratejik vizyonunu hayata geçirebilmesi için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

1. *Test Güzergâhlarının Hayata Geçirilmesi:* İstanbul'da belirlenen dört yol kesitinde K-AUS uygulamaları pilot olarak başlatılmalı, bu uygulamalar kademeli olarak diğer büyükşehirlerle yayılmalıdır.
2. *Yerli Teknolojilerin Teşviki:* Geliştirilecek sistemlerde OBU, RSU gibi donanımlar ve ilgili yazılımlar yerli üreticilerden temin edilmeli, üniversitelerle iş birlikleri artırılmalıdır.
3. *Veri Yönetimi ve Standardizasyon:* K-AUS testlerinden elde edilecek verilerin merkezi sistemlerde toplanarak analiz edilmesi, bu analizlerin karar destek mekanizmalarında kullanılması ve hizmetlerin iller arası uyumunu sağlayacak standartların oluşturulması gereklidir.
4. *Politika ve Mevzuat Desteği:* K-AUS uygulamalarının mevzuat altyapısının oluşturulması, ilgili kamu kurumları arasında koordinasyonun artırılması ve finansal teşvik mekanizmalarının devreye alınması büyük önem taşımaktadır.
5. *Sürdürülebilirlik ve Eğitim:* Uygulamalar, sürücüler ve yol kullanıcıları nezdinde farkındalık oluşturacak eğitim kampanyaları ile desteklenmeli, sistemlerin uzun vadede sürdürülebilirliği için operasyonel bakım ve güncelleme planları yapılmalıdır.

Türkiye, önerilen K-AUS senaryoları ve uygulamalarıyla daha güvenli, emniyetli, verimli ve çevre dostu bir ulaşım sistemine geçiş için önemli adımlar atmaya başlamıştır. Uygulamaların başarıya ulaşması; güçlü bir yönetim yapısı, kamu politikaları ile desteklenmesi ve ilgili tüm paydaşların iş birliği ile mümkün olacaktır.

9. SONUÇ

K-AUS, dijitalleşen ulaşım altyapısının bileşenlerinden biri olarak trafik emniyetini ve güvenliğini artırma, çevresel sürdürülebilirliği destekleme ve şehir içi hareketliliği daha etkin, emniyetli ve verimli hale getirme potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda yürütülen “Otonom Araçlar İçin Sürüş Mimarisi ve Bağlantılı Araç Trafik Test Senaryolarının Belirlenmesi Projesi” kapsamında hazırlanan bu rapor; K-AUS hizmetlerinin temel bileşenlerini, dünya uygulama örneklerini, teknolojik eğilimleri, kullanılan standartları, haberleşme teknolojilerini ve Türkiye için önerilen öncelikli K-AUS hizmetlerini sistematik bir biçimde ortaya koymaktadır.

Rapor kapsamında yapılan K-AUS dünya uygulamaları analizinde; Avrupa ülkeleri, ABD, Asya-Pasifik ülkeleri gibi K-AUS alanında çalışmaları bulunan bölgelerin farklı yaklaşım ve stratejileri, karşılaştırmalı olarak ele alınarak Türkiye için yol gösterici olacak kıyaslamalar sunulmuştur. Avrupa’da ülkeler arası uyum ve standartlara dayalı entegre uygulamalar ile ABD’de eyaletler bazında geliştirilen esnek ve çeşitlilik gösteren yaklaşımlar, Türkiye’nin kendi K-AUS stratejisini oluşturmada dikkate alınabilecek önemli örnekler sağlamaktadır.

K-AUS hizmetinin temelini oluşturan haberleşme teknolojileri; DSRC (IEEE 802.11p), C-V2X ve hibrit çözümler olarak sınıflandırılmış, her bir teknolojinin avantajları, sınırlılıkları ve Türkiye ölçeğinde uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Özellikle 5G ve ITS-G5 gibi yeni nesil haberleşme altyapılarının yaygınlaştırılması, K-AUS hizmetlerinin düşük gecikmeli ve yüksek güvenliğini şekilde sunulabilmesini mümkün kılacaktır.

Raporda yıkıcı ve yenilikçi teknolojilerin K-AUS hizmetleri ile ilişkisi değerlendirilerek büyük veri, AI, uç bilişim, blokzincir, dijital ikiz, IoT ve robotik gibi teknolojilerin, K-AUS hizmetlerindeki rolü ortaya koyulmuştur. Bu teknolojilerin başarılı entegrasyonu sayesinde, K-AUS bileşenleri arasında senkronizasyon sağlanmakta, karar destek sistemleri geliştirilebilmekte ve hizmet kalitesi artırılmaktadır. Ayrıca veri güvenliği ve sistem bütünlüğü açısından blokzincir temelli çözümler önerilmektedir.

K-AUS hizmetlerinin Türkiye ölçeğinde planlanması için önceliklendirme yaklaşımı benimsenmiş, AK ve C2C-CC gibi platformların geliştirdiği “Gün 1, Gün 2, Gün 3+” sınıflandırmaları esas alınarak ülkemiz için öncelikli K-AUS hizmetleri belirlenmiştir. Bu

hizmetler, İstanbul ilinde yer alan pilot test güzergâhları özelinde, altyapı ihtiyaçlarıyla birlikte belirlenmiş ve K-AUS hizmetlerinin önceliklendirmesi yapılmıştır. Türkiye'nin K-AUS hizmetleri sunumunda, aşağıdaki hususlar vurgulanmıştır:

- Ulusal düzeyde standardizasyon ve mevzuat altyapısının oluşturulması, birlikte çalışabilirlik ve teknik uyumluluğun sağlanması açısından önceliklidir.
- Haberleşme altyapısının güçlendirilmesi, özellikle kırsal ve düşük kapsamlı bölgelerde sistemlerin verimli çalışabilmesi için gereklidir.
- Nitelikli insan kaynağı ve Ar-Ge kapasitesinin artırılması, üniversiteler, özel sektör ve kamu kurumları arasındaki iş birlikleriyle desteklenmelidir.
- Kamu-özel sektör ortaklıklarının teşvik edilmesi, sürdürülebilir finansman modellerinin geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.
- Toplumsal farkındalık, güvenlik ve veri mahremiyeti temelli yaklaşımlarla kullanıcı kabulünün sağlanması, K-AUS hizmetlerinin yaygınlaşmasında önemli olacaktır.

Bu rapor, Türkiye'nin akıllı ulaşım altyapısını dijitalleştirme sürecinde K-AUS hizmetlerinin bütünsel olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan, teknik, yönetsel ve stratejik düzeyde karar destek sunan kapsamlı bir referans dokümanı niteliğindedir. Türkiye'nin coğrafi ve toplumsal dinamikleri göz önünde bulundurularak hayata geçirilecek K-AUS hizmetleri sayesinde, ülkemiz bu alanda hem ulusal düzeyde öncü uygulamalar geliştirebilecek hem de küresel ölçekte rekabetçi bir konuma ulaşabilecektir.

Katkı Beyanı

Bu raporun içerik ve tasarım açısından düzenlenmesi, güncellenmesi, gerekli ilavelerin yapılması gibi editörlük ve yayın süreci çalışmalarında; Dr. Ömer Fatih SAYAN, Aysel KANDEMİR, Esmâ DİLEK, Murat Mustafa HARMAN, Özgür TALİH, Tuğçe KAYAKÖK ve Ertuğrul HASGÜL katkı sunmuştur.

Sorumluluk Reddi Beyanı

“K-AUS Nihai Raporu” (bundan böyle kısaca “Rapor” olarak anılacaktır), Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Haberleşme Genel Müdürlüğü (bundan böyle kısaca “UAB HGM” olarak anılacaktır) tarafından sadece bilgilendirme amaçlı olarak hazırlanmıştır. Bu Rapor’da yer alan içerik ve bilgiler, Rapor’un hazırlandığı zaman diliminde doğru ve güvenilir olduğuna inanılan bilgiler ve kaynaklar kullanılarak hazırlanmış olup bu Rapor’da yer alan bilgi ve içerikler, herhangi bir beyan, garanti ve/veya taahhüt olarak yorumlanamayacağı gibi Rapor’da yer alan bilgi ve içeriğin eksiksiz ve değişmez olduğu garanti edilmemektedir. Bu Rapor’da yer alan tüm fikir ve görüşler, sadece Rapor’un yazarlarına ait olup UAB HGM’nin resmi görüşünü yansıtmamaktadır. UAB HGM, Rapor’daki bilgilerin kullanılması nedeniyle herhangi bir kişiye veya kuruma karşı sorumlu tutulamaz. UAB HGM’nin yöneticileri, çalışanları ve Rapor’un hazırlanmasında katkıda bulunan diğer tüm şahıslar ve kurumlar, bu Rapor kapsamında iletilen herhangi bir bilgi veya iletişimden veya bu Rapor’da yer alan bilgilere dayanan veya Rapor’da yer almayan bir bilgi neticesinde bir kişinin veya kurumun doğrudan veya dolaylı olarak uğrayacağı kayıp ve zararlardan sorumlu değildir. Bu Rapor’un her hakkı, UAB HGM’ye aittir.

5GAA. (2025). *V2X State of Play in China II 5GAA Automotive Association Technical Report V2X State of Play in China II 2*. www.5gaa.org

AlpCity Office. (2006). AlpCity Project Final Report. www.alpcity.it

Amendola, D., Cordeschi, N., Bai, F., Ji, Y., Yan, S., & Zhuang, W. (2024). Guest Editorial Special Issue on 5G/6G Precise Positioning on Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS) and Connected Automated Vehicles (CAV) - Part II. İçinde *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* (C. 42, Sayı 1, ss. 1-5). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2023.3322070>

ARIB. (2012). 700 MHz Band Intelligent Transport Systems ARIB Standard. <http://www.arib.or.jp/english/index.html>

Asselin-Miller, N., Biedka, M., Gibson, G., Kirsch, F., Hill, N., White, B., & Uddin, K. (2016). Study on the Deployment of C-ITS in Europe: Final Report. <https://transport.ec.europa.eu/system/files/2016-10/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf>

AUTOCRYPT. (2021). *7 Major Functions of Cooperative Intelligent Transport Systems*. <https://autocrypt.io/7-major-functions-of-cooperative-intelligent-transport-systems/>

BelMannoubi, S., Touati, H., Hadded, M., Toumi, K., Shagdar, O., & Kamoun, F. (2023). A Comprehensive Survey On Blockchain-Based C-ITS Applications: Classification, Challenges, And Open Issues. *Vehicular Communications*, 43, 100607. <https://doi.org/10.1016/J.VEHCOM.2023.100607>

Berlin, J., & Motro, A. (2001). *Autoplex: Automated Discovery of Content for Virtual Databases*. https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-44751-2_10

CAICT. (2025). *Çin Bilgi ve İletişim Teknolojileri Akademisi*.

CAR 2 CAR Communication Consortium. (2023). *C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems and Services*. <https://www.car-2-car.org/about-c-its>

CEN/TC 278. (2020). *Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) Guidelines On The Usage Of Standards*. <https://www.itsstandards.eu/app/uploads/sites/14/2020/10/C-ITS-Brochure-2020-FINAL.pdf>

Connected Automated Driving Europe. (2024). *Test sites*. <https://www.connectedautomateddriving.eu/test-sites/?project=autoplex>

Conventry University. (2016). UK Connected Intelligent Transport Environment (UK CITE). <https://www.coventry.ac.uk/research/research-directories/completed-projects/2017/uk-connected-intelligent-transport-environment-uk-cite/>

C-ROADS. (2016). C-Roads Technical Kick-Off. https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads-Kickoff_04102016.pdf

C-ROADS. (2021). *An Overview of Harmonised C-ITS Deployment in Europe*. https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads_Brochure_2021_final_2.pdf

C-ROADS. (2023). *Pilots in Germany*. <https://www.c-roads-germany.de/english/c-its-pilots/>

- C-ROADS. (2024). *C-Roads C-ITS Roadmap*. <https://www.c-roads.eu/platform/about/news/News/entry/show/c-roads-c-its-roadmap.html>
- C-ROADS. (2025). *C-ROADS - The Platform Of Harmonised C-ITS Deployment In Europe*. <https://www.c-roads.eu/platform.html>
- De Naeyer Schlossplatz, S. (2021). *Implementing Cooperative Intelligent Transportation Systems: A Maturity Model for Assessing the Readiness of Cities*.
- Duan, R. (2023). A Comparative Study on ITS (Intelligent Transport System) Standardization Policies in the U.S. and Europe. *Heliyon*, 9(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21310>
- ETSI. (2022). LTE;Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2. <https://portal.etsi.org/TB/ETSIDeliverableStatus.aspx>
- European Commission. (2013). *Smart Cities Key to Innovation Integrated Solution Cooperative Intelligent Transport Systems and Services (C-ITS) Document Information*. <https://www.ttsitalia.it/wp-content/uploads/2014/11/Cooperative-Intelligent-Transport-Systems-and-Services-Smart-Cities-Stakeholder-Platform-january.pdf>
- European Commission. (2019). *Document revision history*.
- European Commission. (2021). Connecting Europe Facility – Transport. https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/hydrogen/funding-guide/eu-programmes-funds/connecting-europe-facility-transport_en
- Fransa Ekolojik Geçiş Bakanlığı. (2014). *Mobilité 2.0 une stratégie pour les transports intelligents*.
- He, J., Yang, K., & Chen, H.-H. (2021). 6G Cellular Networks and Connected Autonomous Vehicles. *IEEE Network*, 35(4), 255-261. <https://doi.org/10.1109/MNET.011.2000541>
- IBM. (2022). *What is Edge Computing?* <https://developer.ibm.com/articles/what-is-edge-computing/>
- IBM. (2023). *AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What's the Difference?* . <https://www.ibm.com/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks/>
- International Organization for Standardization (ISO). (2004). *ISO/IEC Guide 2:2004 Standardization and related activities-General vocabulary*. <https://www.iso.org/standard/39976.html>
- ITS International. (2018). *Automotive, Telecom and ITS Companies Launch C-V2X Trials in Japan*. <https://www.itsinternational.com/its7/news/automotive-telecom-and-its-companies-launch-c-v2x-trials-japan#:~:text=Continental%2C%20Ericson%2C%20Nissan%2C%20NTT%20Docomo%2C,being%20developed%20by%20the%203rd>
- ITU. (2019). Radio interface standards of vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure two-way communications for Intelligent Transport System applications. <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>
- Karger, E., Jagals, M., & Ahlemann, F. (2021). Blockchain for Smart Mobility-Literature Review and Future Research Agenda. *Içinde Sustainability (Switzerland)* (C. 13, Sayı 23). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su132313268>
- Linget, T. (2025). C-V2X Use Cases and Service Level Requirements-Volume I. www.5gaa.org

- Lv, Z., Li, Y., Feng, H., & Lv, H. (2022). Deep Learning for Security in Digital Twins of Cooperative Intelligent Transportation Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(9), 16666-16675. <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3113779>
- Mendiboure, L. (2022). *Blockchain and Cooperative Intelligent Transport Systems: Challenges and Opportunities* (ss. 63-80). https://doi.org/10.1007/978-3-030-99004-6_4
- Nkenyereye, L., Nkenyereye, L., Riazul Islam, S. M., Choi, Y. H., Bilal, M., & Jang, J. W. (2019). Software-Defined Network-Based Vehicular Networks: A Position Paper on Their Modeling and Implementation. *İçinde Sensors (Switzerland)* (C. 19, Sayı 17). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s19173788>
- NordicWay. (2023). NordicWay. <https://www.nordicway.net/>
- Oever, M. Van Den. (2024). *Exploring the Possibilities for Collaboration among Dutch Mobile Network Operators for C-ITS ready 5G networks* Mark van den Oever 4395271. https://repository.tudelft.nl/file/File_e1aa59a7-f74f-4d83-9ce8-8d8ca7fbd0bb?preview=1
- Open Data of Public Transportation. (2023). *Public Transportation Open Data Center*. <https://www.odpt.org/en/overview/>
- Panda, A. K., Lenka, A. A., Mohapatra, A., Rath, B. K., Parida, A. A., & Mohapatra, H. (2025). Integrating cloud computing for intelligent transportation solutions in smart cities: A short review. *Interdisciplinary approaches to transportation and urban planning*, 121-142.
- Smart City Korea. (2025). *K-City Network*. <https://smartcity.go.kr/en/%EA%B8%80%EB%A1%9C%EB%B2%8C-%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8%EB%8F%84%EC%8B%9C/k-city-network/k-city-network-%EC%86%8C%EA%B0%9C/>
- SWARCO. (2020). *C-ITS Overview*. <https://www.swarco.com/sites/default/files/public/swarco-downloads/SWARCO%20C>
- Talih, Ö. (2024). *Trafik Yönetim Tekniklerinin İncelenmesi: Akıllı Ulaşım Sistemleri Bağlamında Trafik Yönetiminin Geleceği*. https://www.researchgate.net/publication/385423067_TRAFIK_YONETIM_TEKNIKLERININ_INC_ELENMESI_AKILLI_ULASIM_SISTEMLERI_BAGLAMINDA_TRAFIK_YONETIMININ_GELCEGI
- Talih, Ö., & Tektaş, N. (2023). A Brief Survey on Cooperative Intelligent Transportation Systems and Applications. *International Journal of Automotive Science and Technology*, 7(3), 259-264. <https://doi.org/10.30939/ijastech..1256856>
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2020). *Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı*.
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024a). *K-AUS Alanında Yıkıcı ve Yenilikçi Teknolojiler Raporu*. <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemleri-aus/k-aus-alaninda-yikici-ve-yenilikci-teknolojiler-raporu.pdf>
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024b). *K-AUS Dünya Uygulamaları Raporu*. <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemleri-aus/k-aus-dunya-uygulamalari-raporu.pdf>

- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024c). *K-AUS Haberleşme Teknolojileri Raporu*. <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemleri-aus/k-aus-haberlesme-teknolojileri-raporu.pdf>
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024d). *K-AUS Standartları ve Sınıflandırılması Raporu*. <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemleri-aus/k-aus-standartlari-ve-siniflandirilmasi-raporu.pdf>
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024e). *Türkiye İçin Öncelikli K-AUS Senaryoları Raporu*. <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemleri-aus/k-aus-senaryolari-raporu.pdf>
- The University of Warwick. (2022). *Researchers Use Smart Roadside Infrastructure And Vehicle-To-Everything Technology To Support Connected And Automated Vehicles With Motorway Merging*. <https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/news-and-events/news/wmgnews/?newsItem=8a17841b847a826b01847ab53eb7008c>
- UK Research and Innovation. (2024). *AutopleX*. <https://gtr.ukri.org/projects?ref=104272>
- University of Michigan. (2025). *Mcity Test Facility*. <https://mcity.umich.edu/what-we-do/mcity-test-facility/>
- U.S. Department of Transportation. (2022). *Connected Vehicle Pilot (CVP) Deployment Program*. <https://www.transportation.gov/data/secure/sdc-projects/spotlight-cvp#:~:text=technologies%20in%20innovative%20and%20cost,KML%20Files%2C%20CSV%20Files%2C%20Auto>
- Victoria State Government Department of Transport and Planning. (2020). *Connected and automated vehicles*. . <https://www.vic.gov.au/connected-and-automated-vehicles>
- ZENIC. (2020). *Future of Mobility-Roadmaps and perspectives: The UK's approach to CAV development and the 2030 CAM Roadmap*. https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20200121/Documents/Michael_Talbot_Presentation.pdf



K-AUS NİHAİ RAPORU

