



Türkiye’de Bağlantılı Araç Teknolojisinin Gelişimi*

Gizem Erceylan^{1*}, M. Ali Akcayol²

^{1*} Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Bilişim Sistemleri, Ankara, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-2745-9327), gizem.erceylan@gazi.edu.tr

² Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-6615-1237), akcayol@gazi.edu.tr

(5th International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies – 28-29 May 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1136901)

ATIF/REFERENCE: Erceylan, G. & Akcayol, M.A. (2022). Türkiye’de Bağlantılı Araç Teknolojisinin Gelişimi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (37), 139-146.

Öz

Bağlantılı araç teknolojisi araçların diğer araçlarla ve diğer trafik unsurları ile haberleşmesini sağlayan iletişim teknolojisidir. Bu alanda oluşan pazarda Türkiye’nin pay alabilmesi, söz sahibi bir pozisyona ulaşabilmesi ve veri güvenliğini sağlayabilmesi için bu teknolojinin gelişim ve olgunlaşma aşamalarında gerekli aksiyonların alınması kritik önem taşımaktadır. Bu makalede, bağlantılı araç teknolojisinin diğer ülkelerdeki durumları özetlenmiş ve Türkiye’de konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Elde edilen veriler neticesinde öncelik verilmesi gereken çalışma konuları hakkında öneriler sunulmuştur. 2014 yılından itibaren Türkiye’de akıllı ulaşım sistemleri adı altında bu konu ile ilgili çalışmaların hız kazanmış olduğu görülmüştür. Dünyada yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda Türkiye’nin Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS) olarak adlandırdığı bağlantılı araç teknolojisi ile ilgili çalışmalara daha geç dönemlerde başladığı ve konu hakkında daha fazla deneyime ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Hazırlanan eylem planları, kurulan araştırma merkezleri ve derneklerin verimli çalışabilmesi için gerekli desteğin ve kaynağın sağlanması gerekliliği dikkat çekmektedir. Bağlantılı araç teknolojisinde veri güvenliği ve güvenilirlik üzerinde ulusal standardizasyonların ve mevzuatların hazırlanmasının önemli bir ihtiyaç olduğu ve bu alanda daha fazla çalışma yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bağlantılı Araçlar, K-AUS, Veri Güvenliği

Development of Connected Vehicle Technology in Turkey

Abstract

Connected vehicle technology is a communication technology that enables vehicles to communicate with other vehicles and other traffic assets. It is critically important to take the necessary actions during the development, and maturation stages of this technology for Turkey to gain a share in the emerging market, have a position, and ensure data security. In this article, the situation of connected vehicle technology in other countries is summarized and the situation in Turkey is examined. As a result of the work, suggestions were made about the subjects that should be given priority. It has been observed that studies on this subject under the name of intelligent transportation systems have gained momentum in Turkey in 2014. Considering the studies carried out around the world, it has been seen that Turkey started to work on the connected vehicle technology called Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS) in later periods and it needed more technical experience on the subject. It is noteworthy that the necessary support and resources should be provided in order for the action plans, research centers, and associations to work efficiently. It has been concluded that the preparation of national standardizations and regulations on data security, and reliability in connected vehicle technology is an important need and more work should be done in this area.

Keywords: Connected Vehicles, C-ITS, Information Security

* Sorumlu Yazar: gizem.erceylan@gazi.edu.tr

1. Giriş

Araçtan Herşeye (Vehicle to Everything - V2X), araçların diğer araçlar, altyapı, yayalar ve diğer trafik unsurları ile iletişim kurabilmelerini sağlayan bağlantılı araç iletişim teknolojisi. Bağlantılı araç teknolojisi ile trafik sıkışıklığının önlenmesi, trafik kazalarının ve çevre kirliliğinin azaltılması hedeflenmektedir. Türkiye’de Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (K-AUS) olarak adlandırılan bağlantılı araç teknolojisi ülkemizde henüz test çalışmaları yürütülen bir teknolojidir (Ulaştırma Ve Altyapı Bakanlığı, 2020).

Çeşitli ülkeler tarafından 2000’li yılların başından itibaren bağlantılı araç teknolojisi ile ilgili çalışmalara başlandığı, konu hakkında teknik testler yapıldığı, standardizasyon ve mevzuatların belirlendiği görülmektedir (Choi, 2020). Hazırlanan mevzuat ve standardizasyonlarla kamu kuruluşları, özel sektör ve üniversitelerin iş birliği içinde çalışılması hedeflenmektedir. Ülkeler arasında yapılan anlaşmalar ile birlikte çalışabilirliğin sağlanması amaçlanmaktadır. V2X teknolojisinde, IEEE 802.11p standardına dayanan DSRC (Dedicated Short Range Communication) ve ITS-G5; 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) standardına dayanan hücreli C-V2X olmak üzere iki farklı yaklaşımın kullanıldığı görülmektedir. Gelecekte kullanılacak bu iki teknolojiye uygun standartların oluşturulup iletişim için kullanılacak spektrumun belirlenmesi önem taşımaktadır.

Bağlantılı araç teknolojisi ile yüksek miktarda veri üretilmesi beklenmektedir. Kişisel bilgiler içeren bu verilerin gizlilik ve güvenliğinin sağlanması, üzerinde durulması gereken diğer bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bağlantılı araçlar tarafından üretilen verilerin sahipliği, kullanımı ve paylaşımı politik olarak çözülmesi gereken önemli sorunlar haline gelmektedir. Bu sorunların çözümü için yerel düzeyde resmi düzenlemeler yapılması gerekmektedir (Cohen, 2020).

Türkiye’deki bağlantılı araç teknolojisindeki gelişimi değerlendirebilmek ve bir referans noktası belirlemek için Dünya’daki çeşitli ülkelerin konu hakkındaki çalışmaları araştırılmıştır. Oluşturulan pilot projeler ve testler, hazırlanan standartlar ve veri güvenliği ile ilgili özel standartlara sahiplik değerlendirme unsuru olarak seçilmiştir.

İkinci bölümde bağlantılı araç teknolojisinin Türkiye için önemi vurgulanmış ve Türkiye’deki bağlantılı araç iletişimi veri güvenliği konusunda kullanıcı çekinceleri üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde çeşitli ülkelerin bağlantılı araç teknolojisi konusunda yaptığı çalışmalar özetlenmiştir. Türkiye’de yapılan akıllı araç teknolojisi ve bağlantılı araçlar ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Sonuç bölümünde ise bu bilgiler doğrultusunda K-AUS yapısında gelinecek değerlendirilerek, yapılması gerekenler öneri şeklinde sunulmuştur.

2. Bağlantılı Araç Teknolojisinin Önemi

2.1. Trafik Kazaları Ölüm Oranları

Bağlantılı araç teknolojisinin sağladığı güvenli hız, güvenli mesafe ve güvenli manevra kabiliyeti ile sürücülerin neden olduğu kazalar azaltılabilmektedir (Weiß, 2011). Araştırmalar kazaların %90’ının sürücü ihmalinden veya insan hatasından kaynaklandığını göstermektedir (Sam, 2016). 2018 yılında e-ISSN: 2148-2683

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından yayımlanan rapora göre 2016 yılında Türkiye’de trafik kazalarından hayatını kaybeden insan sayısının 9 782 olduğu tahmin edilmektedir. Oransal olarak bu değer 100 000’de 12,3’tür. Bu oranın Kore’de 9,8; Almanya ve Japonya’da ise 4,1 olduğu görülmektedir (WHO, 2018). Tablo 1’de çeşitli Avrupa ve Asya Pasifik ülkeleri ve ABD’deki trafik kazalarına bağlı ölüm oranları listelenmiştir. Trafik kazalarının ve trafik kazalarına bağlı ölümlerin yüksek olduğu Türkiye’de bağlantılı araç teknolojisinin en kısa sürede hayata geçirilmesi kritik önem taşımaktadır.

Tablo 1: Trafik Kazalarına Bağlı Ölüm Oranları

Ülke	Karayolu trafik ölümleri*	Karayolu trafik ölümleri 100,000 nüfus başına oran*
İngiltere	2 019	3,10
Almanya	3 327	4,10
Japonya	5 224	4,10
Fransa	3 585	5,50
Güney Kore	4 990	9,80
Türkiye	9 782	12,30
ABD	39 888	12,40
Çin	256 180	18,20

*Dünya Sağlık Örgütü Tahmini 2016

2.2. V2X Donanımlı Araç Sayısındaki Artış

V2X pazarının büyüme oranı ve bu alanda yapılan yatırımlar da dikkat çekici bir diğer konudur. IHS Markit tarafından yapılan araştırmaya göre Kuzey Amerika, Çin ve Avrupa başta olmak üzere dünya genelinde V2X desteğine sahip araç sayısında artış olduğu gözlemlenmektedir. 2021 yılında 2 milyona yaklaşan V2X teknolojisi ile donatılmış araç sayısının 2024 yılında 11,2 milyona ulaşacağı belirtilmiştir (IHS Markit, 2019). Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı tarafından yayımlanan 2020-2025 stratejik planında ise akıllı araç teknolojilerine yapılan yatırımın 25 milyar doları geçtiği belirtilmiştir (Sharon Chan-Edmiston, 2020).

Tablo 2: V2X Pazarı Büyüme Oranları

Araştırma Kuruluşu	Yıl Aralığı	Miktar (Milyon ABD Doları)	Yıllık bileşik büyüme oranı (CAGR)
Precedence Research	2020-2027	12,93	%43,7
MarketsandMarkets	2020-2028	12,859	%44,2

Ülkelerin bağlantılı araç teknolojilerine yaptıkları yatırımların her geçen yıl arttığı görülmektedir. Tablo 2’de farklı araştırma şirketleri tarafından hazırlanan V2X büyüme hızı raporları gösterilmiştir. 2020 yılı ile 2027-2028 yılları arasındaki yıllık birleşik büyüme oranının ortalama %44 olacağı öngörülmektedir (Precedence Research, 2022; Markets and Markets, 2020). Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya Pasifik ülkelerinin pazarda yüksek pay sahibi olduğu görülmektedir.

2.3. Veri Güvenliği Çekinceleri

Veri güvenliğinin sağlanmasının, bağlantılı araç teknolojisinin yaygınlaşmadan önce çözülmesi gereken ana

unsurlardan biri olduğu görülmektedir (Weimerskirch, 2011). Teknik bir gereklilik olması dışında kullanıcıların da veri güvenliği konusunda çekinceleri olduğu görülmektedir. Kullanıcıların tam otonom sürüş ile ilgili endişelerini anlamak için 109 ülkeden veri toplanarak yapılan bir yazılım korsanlığı ve verilerin kötüye kullanımının ilk sırada olduğunu göstermiştir (Kyriakidis, 2015).

Deloitte Türkiye ve Otomatik Distribütörleri Derneği (ODD) iş birliği ile oluşturulan "Türkiye Otomotiv Tüketicileri Araştırması: İleri Araç Teknolojileri" raporunda anket katılımcılarının %75'inin bağlantılı araçların fayda sağlayacağını düşündüğü belirtilmiştir. Bağlantılı araçlar tarafından üretilen verilerin güvenliğini koruma konusunda yapılan ankette ise kişisel verilerin kötü niyetli taraflarca ele geçirilebileceğini düşünenlerin sayısı %57 olarak verilmiştir (Deloitte, 2019). Bu sonuçlardan yola çıkarak bağlantılı araç iletişimindeki güvenliğin sağlanmasının ve elde edilen verilerin korumasının kullanıcı için kritik öneme sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, katılımcıların %32'sinin bağlantılı araç teknolojisi ile elde edilecek verilerin güvenliği konusunda hiçbir organizasyon ya da kuruluşa güvenmediği belirtilmiştir. Tablo 3'de tüketicilerin veri yönetimi için tercih ettiği organizasyonlar ve tercih oranları verilmiştir. Bağlantılı araçlar tarafında üretilen verilerin yönetimi için tüketicilerin hükümet kuruluşlarından daha fazla markalara güvendiği görülmüştür. Stratejik öneme sahip, kötü niyetli kişilerce kötü amaçlar için kullanılacak bu verilerin yabancı markalar tarafından yönetilmesi tehlike arz etmektedir. Bu bilgilerin parasal amaçlar için kullanılmayacağını kontrolünün sağlanması ve bağlantılı araçlar tarafından üretilen verilerin kişisel veri statüsü taşınması sağlanarak korunması büyük önem taşımaktadır. Tüketicilerin hükümet kuruluşlarına güvenebilmesi için güvenlik standartlarının, mevzuatlarının ve stratejilerinin belirlenip ön hazırlık çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Tablo 3: Bağlantılı Araçlar Tarafından Üretilen Verilerin Yönetimi için Tüketicilerin Tercih Ettiği Organizasyonlar (%)

Ülkeler	Markalar	Hükümet Kuruluşları	Diğer	Hiçbiri
Türkiye	30	16	36	18
Çin	38	24	34	4
Almanya	40	15	15	30
ABD	40	2	27	31
İngiltere	36	10	29	25

3. Bağlantılı Araç Teknolojisi Çalışmaları

3.1. ABD'deki Çalışmalar

ABD'de 1999'dan itibaren akıllı araç teknolojisi ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmış ve 2000'lerin başından itibaren konu ile ilgili standartlar sunulmuştur. Amerikan Otomotiv Mühendisleri Birliği ve IEEE tarafından hazırlanan standartlar ve bilgilendirici yazılar Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı sitesinde yayınlanmaktadır (United States Department of Transportation, 2021). ABD genelinde test platformaları ve denemeler Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı tarafından yapılmaktadır (ITS JPO, 2022). 2015 yılından itibaren bağlantılı araç pilot uygulama programı kapsamında Tampa, Wyoming ve New York şehrinde test ortamları kurulmuştur. Bunun dışında Florida ve Virginia'da

çeşitli üniversiteler test ortamları hazırlanmıştır (ITS JPO, 2022). New York test alanında güvenlik uygulamaları ile ilgili testlere ağırlık verilmiştir. Tampa'da ise 1000'den fazla taşıt ve 47 yol ünitesi kullanılarak oluşturulan test ortamında trafik sıklığı ve kazaları azaltma ile ilgili testler yapılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı tarafından 2015-2019 ve 2020-2025 stratejik planları yayımlanmıştır. Bu planda bakanlığın yer alacağı çeşitli otonom araç projeleri listelenmiştir (Sharon Chan-Edmiston, 2020).

3.2. Avrupa'daki Çalışmalar

Avrupa genelinde birlikte çalışabilirliğin sağlanması adına üye ülkeler bağlantılı araç teknolojisi konusunda ortak çalışmalar yürütmektedir. Akıllı ulaşım sistemleri standartları, Avrupa Standardizasyon Örgütü tarafından geliştirilmektedir. Bu alandaki ilk doküman 2005 yılında sunulmuştur. Yayımlanan tüm standartlar ETSI TC ITS (European Telecommunications Standards Institute Technical Committee Intelligent Transportation System) Komitesinin web sitesinde yayımlanmaktadır (ETSI, 2022). Avrupa komisyonu 2014 yılında, ortak bir vizyon geliştirmek amacıyla işbirlikçi bir çerçeve olarak tasarlanan C-ITS Platformunu kurmuştur. 2016 yılında Üye Devletler, C-ITS'yi birbirine bağlamak ve koordine etmek için C-Roads Platformunu başlatmıştır (Marilisa, (2018)). C-Roads Platformu 16 Avrupa ülkesinin ortak girişimidir. Bu çalışma ile uyumlu ve birlikte çalışabilir C-ITS hizmetlerinin Avrupa ülkeleri arasında yaygınlaştırılması hedeflenmiştir (Kernstock, 2017). C-ITS hizmetlerini teşvik etmeye yönelik Avrupa eylemi kapsamında, C-Roads Platformu ile Car 2 Car Communication Consortium (C2C-CC) arasında Haziran 2017'de ikili anlaşmalar imzalanmıştır (Car-2-Car Communication Consortium, 2022).

Avrupa'daki ilk C-ITS olan SCOP@F Fransız C-ITS pilot projesidir. Bu proje Paris ile Strasbourg, Brittany, Bordeaux ve Isere arasındaki 2 000 km'lik yol boyunca yaklaşık 3 000 araç birbirine bağlanmıştır. Proje, 2018 yılında sona ermiştir (European Commission, 2015).

2016 yılında Hollanda, Almanya ve Avusturya'nın katıldığı C-ITS Koridoru projesi başlatılmıştır (VorSicht, 2015). NordicWay ve NordicWay2 Danimarka, Finlandiya, Norveç ve İsveç'te yürütülen akıllı ulaşım sistemleri projeleridir. Bu projeler sayesinde karlı ve buzlu koşullar altında test yapma imkanı sağlanmıştır (Solveig Meland, 2017). Bunun dışında Belçika, Çek Cumhuriyeti, Slovenya, Macaristan, İtalya, Portekiz ve İspanya'da da çeşitli projeler hazırlanmıştır.

3.3. Güney Kore'deki Çalışmalar

Güney Kore Telekomünikasyon Teknolojisi Derneği (TTA) 2000 yılında DSRC standartlarını yayınlamıştır (TTA, 2006). 2006 yılında V2I (Vehicle to Infrastructure) DSRC iletişimi ile ilgili standartlar hazırlanmıştır (TTA, 2007) (TTA, 2018) (TTA, 2013).

2012 yılında DSRC kullanan akıllı ulaşım sistemleri planı oluşturulmuştur (Choi, 2020). Eylül 2019'da C-V2X deneysel hizmetleri sağlama planını duyurulmuştur. Bu kapsamda C-V2X ve diğer akıllı ulaşım sistemi teknolojileri hakkında daha fazla araştırma yapılması teşvik edilmiştir. Henüz kesin bir politika kararı vermemiş olsa da hem DSRC hem de C-V2X teknolojilerine açık politikalar yürütmüşlerdir.

2006-2012 yılları arasında faaliyet göstermiş olan u-Transportation Projesi ile güvenlik ve verimliliği artıran çekirdek teknolojiler geliştirilmiştir. Bunun sonucunda sinyalsiz kavşak yönlendirme hizmeti, V2X tabanlı uyarı hizmeti ve kuşbakışı görüntüleme hizmeti gibi hizmetler sunulmuştur. 2008 yılında başlatılan SMART otoyol projesi ile iletişim teknolojisi, araç teknolojisi ve yol teknolojisi birleştirilmiştir. Proje sonucunda V2I ve V2V (Vehicle to Vehicle) iletişimi uygulanarak yol bilgisi tabanlı araç kontrol hizmeti, engel tanımlama hizmeti, acil uyarı hizmeti ve zincirleme reaksiyon çarpışma önleme hizmeti gibi hizmetler sunulmuştur (Choi, 2020).

2014 yılında başlatılıp 2017 yılında sonlanan C-ITS pilot projesi kapsamında, Daejeon ve Sejong şehirlerindeki yollarda test alanları oluşturulmuştur (Bae, 2020). 2018 yılında ise Seul metropolitan çevre yolunda ve Kyungbu ekspres yolunda toplam 128 km'lik test alanları kurulmuştur.

2030 yılına kadar Güney Kore'nin hedefinin çarpışma kazalarının sıfıra indirilmesini sağlayacak iletişim hizmetlerinin kurulması olduğu açıklanmıştır (Choi, 2020).

3.4 Japonya'daki Çalışmalar

Japonya, 1,2 milyon km'den fazla yolla bağlanan bir ada ülkesidir. Japonya toplumun ciddi trafik sıkışıklığı sorunlarıyla karşı karşıya kaldığı bir dönem olan 1990 yıllarında araştırmalarını hızlandırarak araçlardan bilgi toplanmasını sağlayan ETC sistemini tasarlamıştır. 2001 yılında tanıtılan sistem Japon karayollarındaki araçların %90'ından fazlasında kullanılmaktadır (Public Relations Office Government of Japan, 2021).

DSRC ARIB STD-T75 standardı 2001 yılında yayımlanarak trafikte iki yönlü iletişim sağlanabilmesi için teknik altyapı oluşturulmaya başlanmıştır. Aralık 2016'da İçişleri ve Haberleşme Bakanlığı, bağlantılı araçlar üzerinde çalışacak bir çalışma grubu kurmuş ve 2017 yılında otonom araç iletişimi planını duyurmuştur. Bilgi-iletisim teknolojilerinin ihtiyaçlarına uygun ağ altyapısı teknikleri ve iletişim politikalarının tartışılıp 2020-2030 arasındaki gelişmelerin öngörülmesi hedeflenmiştir (Soumu, 2018). Başbakanlık 2018 yılında akıllı ulaşım sistemleri yol haritasını yayımlamıştır (Prime Minister of Japan, 2018).

Japonya'da geliştirilmiş olan ETC 2.0 akıllı ulaşım sistemi hizmeti, aynı anda araçlar ve yollar hakkında veri toplama ve bilgi sağlama yeteneğine sahip dünyanın ilk sistemidir. Aralık 2020 itibarıyla otoyollardaki araçların %25'i ETC 2.0 kullanmaktadır (Public Relations Office Government of Japan, 2021). ITS Connect ticari hizmeti 2015 yılında başlamıştır. V2V ve V2I güvenlik özellikleri sağlayan sistem ARIB STD-T109 ile uyumludur.

Toyota'nın 2021 yılında yayınladığı rapora göre Japonya'da 240 000'den fazla DSRC kullanabilecek araç bulunmaktadır (Toyota, 2021).

3.5. Çin'deki Çalışmalar

Çin diğer ülkelerden farklı olarak C-V2X (Cellular-V2X) kullanan ilk ülkelerden biri olma yolunda ilerlemektedir. C-V2X, gelecek 5G mobil teknolojileriyle tam uyumlu olacak şekilde tasarlanmış bir otonom araç iletişim teknolojisidir.

Audi, BMW, Ford, Tesla, Toyota ve neredeyse tüm mobil operatörler bu teknolojiyi desteklemektedir (GSMA, 2017).

Çin otonom araç iletişimi için C-V2X teknolojisini kullanmayı planlamakta ve bu teknoloji ile ilgili projeler kapsamında testler gerçekleştirmektedir. Çin'in Beijing, Shanghai, Chongqing, Changchun, Wuhan ve Hangzhou şehirlerinde Çin Endüstri ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı desteği ile C-ITS test ortamları kurulmuştur. Yapılan testlerde trafik ışıklarının, yaya ve motorsuz araçların tanımlanması, şerit takibi ve hız limiti ile ilgili testler yapılmıştır. Çin Otomotiv Mühendisliği Araştırma Enstitüsü tarafından hazırlanan I-VISTA test platformu ile uzun tüneller ve rampalı yollara sahip Chongqing şehrinde testler gerçekleştirilmiştir (Chongqing International Media Center, 2018). 170km²'lik alanı kapsayacak şekilde tasarlanmış olan Wuxi C-V2X projesi ile de şehir seviyesinde iletişim testleri yapılmıştır (Choi, 2020).

3.5 Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

2000'li yılların başından itibaren birçok kamu otoritesi tarafından hazırlanan belgelerde akıllı ulaşım sistemlerinden bahsedilmekte fakat teknik bir standardizasyon belirtilmemektedir. Akıllı ulaşım sistemleri bir bütün olarak ele alınmakta ve bağlantılı araç sistemleri de bir çeşit akıllı ulaşım sistemi olarak görülmektedir. Bağlantılı araç teknolojisinin K-AUS adında ayrıca ele alınmasının ardından konu ile ilgili çalışmalara başlanmıştır. K-AUS'un gelişmesi için dernekler, kuruluşlar ve araştırma merkezleri oluşturulmuştur. 63-64 GHz aralığı bağlantılı araçlardaki iletişim için tahsis edilmiştir (Çuhadaroğlu, 2021). Fakat konu ile ilgili standartlar tam anlamıyla belirlenmemiştir.

Türkiye'de AUS özelinde hazırlanan 2014-2023 Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi birçok bakanlığın yanı sıra TÜRKSAT, TÜBİTAK, belediyeler ve üniversitelerin katkısı ile Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından yayımlanmıştır. Hazırlanan dokümanda AUS kavramı açıklanıp dünyadaki uygulamaları ile ilgili karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu belgede, akıllı ulaşım sistemleri bir bütün olarak ele alınarak gerekli stratejilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. AUS'un ülke genelinde planlama ve entegrasyonu için idari ve teknik mevzuatın ulusal ve uluslararası ihtiyaçlara göre geliştirilmesi ilk stratejik amaç olarak belirlenmiştir.

AUS Stratejisinin gelişmelere uygun olarak belirli aralıklar ile değerlendirilmesi için Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı başkanlığında özel sektör temsilcileri, üniversiteler ve STK'ların temsilcilerini de içerecek şekilde bir izleme ve yönlendirme komitesinin kurulması planlanmıştır. Stratejiler kapsamındaki ilerlemeleri görebilmek adına 6 ayda bir izleme ve değerlendirme komitesine izleme/değerlendirme raporu sunulacağı belirtilmiştir (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2014). Kamu kurumları ve özel sektör arasında kurulacak iş birliklerinin öneminden ve Türkiye'de yeterli uzmanlığın oluşmaması olmasından bahsedilmiştir.

Türkiye'de 2014-2023 Eylem planının yayınlanması ardından K-AUS alanında gelişmeler yaşanmıştır. Dernekler, araştırma merkezleri kurularak ve konu hakkında çeşitli projeler yürütülmeye başlandığı görülmektedir.

2014-2023 Eylem Planı uyarınca, 2016 yılında Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUS Türkiye) kurulmuştur

(AUS Türkiye, 2016). AUS Türkiye, AUS alanında çalışan kamu kuruluşları, özel sektör, STK, belediyeler ve üniversiteleri tek çatı altında toplayarak belirlenecek standartlar doğrultusunda uyum içinde çalışmalarını amaçlayan bir demektir.

Gelişen teknoloji ve değişen gereksinimler neticesinde 2014-2023 Eylem planında güncelleme yapılması gerekliliği nedeniyle Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından 2020-2023 Eylem Planı yayımlanmıştır. Bahsedilen eylem planında bağlantılı araç teknolojilerinin K-AUS olarak isimlendirildiği görülmüştür. Mevcut AUS altyapılarının geliştirilerek, kurulan K-AUS altyapıları ile entegrasyonunun sağlanması ve ülke genelinde yaygınlaştırılması uzun dönem hedefler arasına eklenmiştir. 2021 yılına kadar K-AUS için test ve uygulama koridorunun planlanması, 2023 sonuna kadar ise kurulması hedeflenmiştir (Ulaştırma Ve Altyapı Bakanlığı, 2020).

2016 yılında Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ile Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu öncülüğünde yeni nesil haberleşme sistemleri ile ilgili ürün, hizmet ve teknolojiler geliştirmeyi amaçlayan 5GTR Forum'un kurulduğu bildirilmiştir. 5GTR Forum bünyesinde yer alan Hizmet ve Uygulama Çalışma Grubunda bağlantılı araçlar ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır (5GTR Forum, 2022).

2014-2023 Eylem Planı uyarınca, 2017 yılında Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (BAUSMER) kurulmuştur (AUS Türkiye, 2021). BAUSMER'in amacı AUS alanında düzenlenen konferans, sempozyum kongre ve çalıştayları takip edip katılım sağlamaktır. Konu ile ilgili uluslararası iş birliklerinin sağlanması, projeler oluşturulması, çalıştay, ve konferanslar düzenlenmesi hedeflenmektedir.

2018 yılında Türkiye'de kurulan Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) bünyesinde, bağlantılı araçlar konusunda çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca, 2019 yılında TOSB İnovasyon Merkezi ve İTÜ OTAM koordinasyonluğunda TOGG'un da içinde yer aldığı 62 farklı organizasyonun katılımıyla Türkiye Bağlantılı ve Otonom Araç Kümelenmesi (TCAV) kurulmuştur. Bu oluşum ile firmalar arasında iş birliğinin sağlanması hedeflenmiştir (TCAV, 2020).

Avrupa Birliği Ufuk 2020 destekli 5G-MOBIX projesi ile 5G ve yapay zeka teknolojilerinden faydalanarak otomatikleştirilmiş araç fonksiyonlarının geliştirilmesi hedeflenmiştir (5G-MOBIX Projesi, 2020). Projede, araçların konvoy halinde Türkiye-Yunanistan sınır geçiş koridorunda ilerlemesi tasarlanmıştır. Projenin Türkiye tarafında BİLGEM, Ford Otosan, Turcell ve Ericsson TR; Yunanistan tarafında ise Cosmote, WINGS ve Ericsson GR gibi kuruluşlar bulunmaktadır.

2021 yılında Araçsal Ağlar ve Akıllı Ulaşım Sistemleri (VeNIT) Laboratuvarı'nın çalışmaları ile Marmara Üniversitesi Dragos Kampüsünde K-AUS için altyapı hazırlanarak testler gerçekleştirilmiştir (Marmara Üniversitesi, 2021).

4. Standartlar, Testler ve Veri Güvenliği Çalışmalarına Genel Bakış

Türkiye'de bağlantılı araç teknolojisindeki gelişimi değerlendirebilmek ve bir referans noktası belirlemek için çeşitli ülkelerin konu hakkındaki çalışmaları araştırılmıştır. Ele alınan ülkelerde V2X iletişim teknolojisi ile ilgili pilot projeler

ve testlerin yapıp yapılmadığı, standartların mevcut olup olmadığı ve V2X iletişim güvenliği ile ilgili özel standartlara sahip olup olmadıkları değerlendirilmiştir.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Radyokomünikasyon Sektörü (ITU-R) tavsiyesi olan 5,725–5,875 MHz aralığında olmak üzere spektrum tahsisleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Tablo 4). ABD'de 5850–5925 MHz frekans aralığı seçilmiştir. Avrupa'da ETSI, 5855–5925 MHz'de çalışma gerekliliğini tanımlayan EN 302 571 standardını yayımlamıştır (ETSI EN 302 571 V2.1.1, 2017). Çin, 5.9 GHz bandında 5905–5925 MHz aralığını kullanmaktadır. Güney Kore Bilim ve Bilgi ve İletişim Teknolojileri Bakanlığı (MSIT), 2016 yılında bağlantılı araç uygulamaları için 5855–5925 MHz aralığını tahsis etmiştir. Japonya'da ITS-Connect ve ETC/ETC2.0 için iki farklı bant aralığı tahsis edilmiş. Türkiye'de ise 63-64 GHz arası V2I ve V2V haberleşmelerde kullanılmak üzere tahsis edilmiştir. Ayrıca, 5875-5905 MHz band aralığı özel amaçlara yönelik kullanılmak üzere tahsis edilmiştir (Çuhadaroğlu, 2021).

Tablo 4: Spektrum Tahsisleri

Ülke	Spektrum
ABD	5850–5925 MHz
Avrupa	5855–5925 MHz
Çin	5905–5925 MHz
Güney Kore	5855–5925 MHz
Japonya	755.5-764.5 MHz /5770- 5850 MHz
Türkiye	63-64 GHz /5875 – 5905 MHz (Özel Amaç)

Standartlar: ABD, Avrupa, Çin, Güney Kore ve Japonya'da bağlantılı araç teknolojisi ile ilgili standartlar yayımlandığı görülmektedir (Tablo 5).

Veri Güvenliği Standartları: ABD, Avrupa, Çin, Güney Kore ve Japonya'da bağlantılı araç veri güvenliği ile ilgili standartlar yayımlanmıştır. Ayrıca, Avrupa 29. Madde Çalışma Grubu tarafından yapılan bildirimde bağlantılı araç kullanımında üretilen verilerin kişisel veri olarak sayıldığı görülmektedir (Article 29 Data Protection Working Party, 2017). Türkiye'de ise AUS 2020-2023 eylem planında veri paylaşımı ve güvenliğinin sağlanması stratejik amaçlardan biri olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda AUS verileri yönetim merkezinin kurulması ve bu merkezlerin trafik kontrol merkezleriyle entegrasyonunun sağlanması hedeflenmiştir (Ulaştırma Ve Altyapı Bakanlığı, 2020).

Tablo 5: Standartlar

Standartlar				
ABD	Avrupa	Japonya	Güney Kore	Çin
IEEE 1609.X	ETSI ITS	ARIB STD	TTA	ICV

Veri Güvenliği Standartları				
ABD	Avrupa	Japonya	Güney Kore	Çin
IEEE 1609.2/J3061/DOT HS 812 333	ETSI 102 940-943	ITS Forum (RC-009)	TTAE.IT-X.1372	ICV-Information Security (204)

Testler: Çeşitli ulusal standardizasyon grupları, spektrum kullanım düzenlemesi konusunda kendi kararlarını verebilmek için araştırmalar yapıp test ortamları hazırlamışlardır (Tablo 6). Avrupa ülkelerinin test geliştirme konusunda da iş birliği yaptığı görülmektedir. Bu amaç doğrultusunda Avrupa Üye Devletleri ve karayolu operatörlerinin ortak bir girişimi ile C-Roads platformu kurulmuştur. ABD’de ulaştırma bakanlığı testlere öncülük etmektedir. Test yataklarının oluşturulması için çeşitli şehirlerde üniversitelerle iş birlikleri yapıldığı görülmektedir (ITS JPO, 2022). Bunun dışında Japonya, Güney Kore ve Çin’de de çeşitli testlerin gerçekleştirildiği görülmektedir (Choi, 2020).

Tablo 7’de standardizasyon, veri güvenliği ve oluşturulan testler göz önünde bulundurularak ülkelerin V2X üzerinde yaptığı çalışmalar karşılaştırılmıştır. Diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında Türkiye’nin standart oluşturma konusunda geç kaldığı görülmektedir. Bağlantılı araç teknolojisi ile ilgili test çalışmaları mevcut olsa da konu hakkında deneyimin artırılması için yeni pilot projelerin oluşturulmasına ihtiyaç vardır.

5. Sonuç

K-AUS sisteminin Türkiye’de kullanılabilir hale gelmesi ve dünyadaki bağlantılı araç sistemleri ile uyumlu olabilmesi için gerekli mevzuat, standardizasyonların belirlenip uygun spektrumun tahsis edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu

şekilde altyapıda genel çerçeve oluşturularak üreticiler ve geliştiricilerin yol haritalarını belirleyip buna uygun tasarımlar yapabilmemesinin önü açılacaktır. Bu durum ise birlikte çalışabilirliğin ve ürün uyumluluğunun artırılmasını sağlayacaktır. Bu yaklaşım aynı zamanda Türkiye’deki ulusal K-AUS geliştirmelerinin hızını artıracaktır. Yapılan düzenlemelerin hücre tabanlı, kablosuz ağ tabanlı ya da hibrit yapılar ile uyumlu olabilecek çerçevede hazırlanması gerekmektedir. Bu teknolojilerden hangisinin kullanılacağı belirlenmesi ise sadece uluslararası yayım takibi ve global üreticilerin açıklamalarına bakılarak değil ulusal düzeyde yapılan testler, araştırmalar ve bunlara bağlı öngörüler ile belirlenmelidir. Bunun yapılabilmesi için gereken insan kaynağı oluşturulmalı ve araştırmaların bu yönde yapılabilmesi için gerekli teşvik sağlanmalıdır. Bu sayede karşılaşılabilecek ulusal tehditlerin önüne geçilmesi mümkün olacaktır. Yapılacak uluslararası anlaşmalar, projeler ve ortaklıklar ile K-AUS alanında Türkiye’nin de bir aktör olması ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır. Kullanıcı verileri ve iletişim verilerinin kötü niyetli taraflarca ele geçirilmesinin önüne geçmek için iletişim güvenliğinin ve sistem güvenilirliğinin sağlanması esastır. K-AUS sistemlerinde üretilen verilerin gizliliği, güvenliği sağlanmalı ve uygun veri koruma mekanizmaları belirlenmelidir. İletişim sırasında kötü niyetli üçüncü tarafların sebep olacağı kazaların önüne geçilemek ve kişisel verileri korumak için K-AUS iletişimi güvenlik mekanizması oluşturulmalı ve gerekli altyapının kurulması yönündeki hazırlıklar yapılmalıdır. Belirlenecek güvenlik yöntemine bağlı olarak gerekli otoritelerin oluşturulması ile ilgili ön çalışmalar yapıp güvenlik senaryolarının belirlenmesi önemlidir. Bu konuda hazırlanacak standardizasyonların ulusal olması stratejik önem taşımaktadır.

Tablo 6: Testler

Testler				
ABD	Avrupa	Japonya	Güney Kore	Çin
VIRGINIA CONNECTED CORRIDOR (VCC)	C-ROADS	ETC2.0	U-TRANSPORTATION	SHANGHAI PILOT INTELLIGENT VEHICLES INTEGRATED TEST AREA
WYOMING DOT (WYDOT) PILOT	C-ITS CORRIDOR		SMART HIGHWAY	
TAMPA-HILLSBOROUGH EXPRESSWAY AUTHORITY (THEA) DOT PILOT	SCOOP@F			CITY-WIDE LTE-V2X PROJECT WUXI
NEW YORK DOT (NYCDOT) PILOT	A2/M2 CONNECTED VEHICLE CORRIDOR NORDICWAY INTERCOR			CAR2X WUZHEN IOV PILOT ZONE FUJIAN PINGTAN AUTONOMOUS PILOT TEST ZONE SHENZHEN

Tablo 7: Karşılaştırma

Ülke	Standardizasyon Çalışmaları Başlangıç	Test Çalışmaları	Veri Güvenliği Çalışmaları
ABD	FCC-99-305A 1 (1999)	Mevcut	IEEE 1609.2/J3061/DOT HS 812 333
Avrupa	ETSI TR 102 492-1 (2005)	Mevcut	ETSI 102 940-943

Güney Kore	TTAS.KO-06.0035 (2001)	Mevcut	TTAE.IT-X.1372
Japonya	ARIB STD-T75 (2001)	Mevcut	ITS Forum (RC-009)
Çin	ICV (2017)	Mevcut	ICV-Information Security (204)
Türkiye	Mevcut Değil	Mevcut	Mevcut Değil

Türkiye'deki K-AUS uygulamalarında iletişim sırasında üretilen verilerin paylaşımı, korunması ve işlenmesi konusunda düzenlemeler yapılmalıdır. K-AUS sitesindeki verilerin Avrupa Birliğinde olduğu gibi kişisel veri olarak sayılması ve kullanıcıların kişisel verileri üzerinde tam yetkiye sahip olması sağlanmalıdır.

Türkiye 2014 yılından itibaren akıllı araç sistemleri konusundaki çalışmalarına hız verse de diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında bu alandaki tecrübelerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Bağlantılı araç konusunda yeterli deneyime ulaşabilmek için bu konudaki çalışma hızının ivmesinin artırılması gerekmektedir.

Kaynakça

Markets and Markets. (2020). <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/automotive-vehicle-to-everything-v2x-market-90013236.html> adresinden alındı

Precedence Research. (2022). <https://www.precedenceresearch.com/automotive-v2x-market> adresinden alındı

5G-MOBIX Projesi. (2020). Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.b3lab.org/sayfa/5g_mobix_projesi-15 adresinden alındı

5GTR Forum. (2022). <https://5gtrforum.org.tr/hakkinda>. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://5gtrforum.org.tr/hakkinda> adresinden alındı

Article 29 Data Protection Working Party. (2017). Opinion 03/2017 on Processing personal data in the context of Cooperative Intelligent. Mayıs 22, 2022 tarihinde Opinion 03/2017 on processing personal data in the context of Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS): <https://ec.europa.eu/newsroom/article29/items/610171/en> adresinden alındı

AUS Türkiye. (2016). AUS Türkiye Hakkımızda. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.ausder.org.tr/kurumsal/hakkimizda/> adresinden alındı

AUS Türkiye. (2021). Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Türkiyedeki Kilometre Taşları. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.ausder.org.tr/wp-content/uploads/2021/01/aus-un-turkiyedeki-km-taslari.pdf> adresinden alındı

Bae, J. K. (2020). Implementation and performance evaluation for DSRC-based vehicular communication system. IEEE Access, 9, 6878-6887.

Car-2-Car Communication Consortium. (2022). Mayıs 22, 2022 tarihinde www.car-2-car.org adresinden alındı

Choi, J. M. (2020). Survey of spectrum regulation for intelligent transportation systems. IEEE Access, 8, 140145-140160.

Chongqing International Media Center. (2018). I-VISTA: IQ Test for Self-Driving Cars. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.ichongqing.info/2018/08/15/self-driving-cars/> adresinden alındı

Cohen, T. (2020). A constructive role for social science in the development of automated vehicles. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 6, 100133.

Çuhadaroğlu, F. (2021). Otomatik Sektöründe Bağlantılı Araçların Gelişiminde Mobil Şebekeler: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu için Öneriler. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.btk.gov.tr/uploads/thesis/fethiye-cuhadaroglu-tez.pdf> adresinden alındı

Deloitte. (2019). Otomotiv Tüketicileri Araştırması İleri Araç Teknolojileri. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.odd.org.tr/folders/2837/categorialdocs/2528/otomotiv_tuketicileri_arastirmasi.pdf adresinden alındı

ETSI. (2022). Technical Committee Intelligent Transportation Systems. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.etsi.org/committee/1402-its> adresinden alındı

ETSI.(2017). ETSI EN 302 571 V2.1.1. - Intelligent Transport Systems (ITS); Radiocommunications equipment operating in the 5 855 MHz to 5 925 MHz frequency band; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU

European Commission. (2015). SCOP@F Part 2. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-transport/2014-eu-ta-0669> adresinden alındı

GSMA. (2017). Cellular Vehicle-to-Everything (C-V2X) Enabling Intelligent Transport. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2017/12/C-2VX-Enabling-Intelligent-Transport_2.pdf adresinden alındı

IHS Markit. (2019). More Than 11.2 Million Vehicles Will Be Equipped with V2X Communications in 2024, IHS Markit Says. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://news.ihsmarkit.com/prviewer/release_only/slug/automotive-more-112-million-vehicles-will-be-equipped-v2x-communications-2024-ihs-markit adresinden alındı

ITS JPO. (2022). Connected Vehicle Pilot Deployment Program. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.its.dot.gov/pilots/> adresinden alındı

ITS JPO. (2022). ITS Research Fact Sheets. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.its.dot.gov/communications/its_factsheets.htm adresinden alındı

Kernstock, W. (2017). Detailed Pilot Overview Report, C-Roads. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/Detail_ed_pilot_overview_report_v1.0.pdf adresinden alındı.

Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C. (2015). Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 32, 127-140.

Marilisa, B., Luigi, P., & Nicola, B. G. (2018). C-ITS communication: an insight on the current research activities in the European Union. International Journal of Transportation Systems, 3(1), 52-63.

- Marmara Üniversitesi. (2021). Bağlı Araçlar ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Alanında Marmara Üniversitesi Bir İlki Gerçekleştiriyor. Mayıs 2022, 22 tarihinde <https://www.marmara.edu.tr/news/bagli-araclar-ve-akilli-ulasim-sistemleri-alaninda-marmara-universitesi-bir-ilki-gerceklestiriyor> adresinden alındı.
- Prime Minister of Japan. (2018). PublicPrivate ITS Initiative/Roadmaps 2018. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://japan.kantei.go.jp/policy/it/2018/2018_roadmaps.pdf adresinden alındı.
- Public Relations Office Government of Japan. (2021). ETC 2.0: Two-Way Communication between Vehicles and the Road. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202103/202103_04_en.html adresinden alındı.
- Sam, D. V. (2016). A vehicle control system using a time synchronized Hybrid VANET to reduce road accidents caused by human error. Vehicular communications, 6, 17-28.
- Sharon Chan-Edmiston, S. F. (2020). Intelligent Transportation Systems Joint Program Office Strategic Plan 2020-2025. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.its.dot.gov/stratplan2020/ITSJPO_StrategicPlan_2020-2025.pdf adresinden alındı.
- Solveig Meland, K. Y. (2017). Deployment roadmap - NordicWay . Mayıs 22, 2022 tarihinde [https://uploads-ssl.webflow.com/5c487d8f7febe4125879c2d8/5c5c02aed70742869390395a_NordicWay%20Roadmap%20M_12%20\(secured\).pdf](https://uploads-ssl.webflow.com/5c487d8f7febe4125879c2d8/5c5c02aed70742869390395a_NordicWay%20Roadmap%20M_12%20(secured).pdf) adresinden alındı.
- Soumu. (2018). ICT Policy Directions. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/eng/WP2018/chapter-6.pdf> adresinden alındı.
- TCAV. (2020). Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://otonomkume.org/> adresinden alındı
- Toyota. (2021). V2X for Cooperative Transportation. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.toyota.co.jp/its/en/2021/v2x_deployment/ adresinden alındı.
- TTA. (2006). Standard of DSRC Radio Communication Between Road-Side Equipment and on-Board Equipment in 5.8 GHz Band, Standard TTAS.KO-06.0025. Mayıs 22, 2022 tarihinde <http://www.tta.or.kr/tta/ttaSearchView.do?key=77&rep=1&searchStandardNo=TTAS.KO-06.0025/R1&searchCate=TTAS> adresinden alındı.
- TTA. (2007). Test Standard for Layer 7 of DSRC at 5.8 GHz, Standard TTAS.KO06.0053, Oct. 2003. Mayıs 22, 2022 tarihinde <http://tta.or.kr/testlab/file/TTAS.KO-06.0053.pdf> adresinden alındı.
- TTA. (2013). Vehicle Communication System Stage 2: Architecture, Standard TTAK.KO-06.0193. Mayıs 22, 2022 tarihinde <http://www.tta.or.kr/tta/ttaSearchView.do?key=77&rep=1&searchStandardNo=TTAK.KO-06.0193/R1&searchCate=TTAS> adresinden alındı.
- TTA. (2018). Vehicle Communication System Stage 1: Requirements, Standard TTAK.KO-06.0175. Mayıs 22, 2022 tarihinde <http://www.tta.or.kr/tta/ttaSearchView.do?key=77&rep=1&searchStandardNo=TTAK.KO-06.0175/R2&searchCate=TTAS> adresinden alındı.
- Ulaştırma Ve Altyapı Bakanlığı. (2020). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi. YIS 22, 2022 tarihinde <https://www.uab.gov.tr/uploads/announcements/ulusal-akilli-ulasim-sistemleri-strateji-belgesi-v/ulusal-akilli-ulasim-sistemleri-strateji-belgesi-ve-2020-2023-eylem-planı.pdf> adresinden alındı.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı. (2014, Mayıs). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016). Mayıs 22, 2022 tarihinde http://www.sp.gov.tr/tr/temel-belge/s/175/Ulusal+Akilli+Ulasim+Sistemleri+Strateji+Belgesi+2014-2023_+ve+Eki+Eylem+Planı+_2014-2016 adresinden alındı.
- United States Department of Transportation. (2021). About ITS Standards. Mayıs 22, 2022 tarihinde <http://www.standards.its.dot.gov/LearnAboutStandards/ResearchInitiatives> adresinden alındı.
- VorSicht, A. (2015). Cooperative ITS corridor joint deployment. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Documents/DG/cooperative-its-corridor.pdf?__blob=publicationFile adresinden alındı.
- Weimerskirch, A. (2011). V2X security & privacy: the current state and its future. ITS World Congress. 21.
- Weiß, C. (2011). V2X communication in Europe—From research projects towards standardization and field testing of vehicle communication technology. Computer Networks, 55(14), 3103-3119.
- WHO. (2018). Global status report on road safety 2018. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684> adresinden alındı.