



Makale / Research Paper

Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi: K-AUS için Öneri

Buket Çapalı

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü. Isparta/TÜRKİYE
buketcapali@sdu.edu.tr

Received/Geliş: 19.06.2022

Accepted/Kabul: 07.09.2022

Özet: Teknolojide yaşanan son gelişmeler ve yapay zeka temeline dayalı öğrenme yöntemleri ile karar süreçlerinin iyileştirilmesi “akıllı” kelimesini insan hayatını kolaylaştıran bütün sistemlerin önüne koymuştur. Akıllı ulaşım sistemleri temelinde teknolojiye dayalı ve ulaşımı daha hızlı, daha güvenli, daha erişilebilir, daha sürdürülebilir ve daha verimli olarak sağlarken ülke ekonomisine ve çevreye verilen zararı da azaltması hedeflenmektedir. Akıllı ulaşım sistemleri mimarisinin oluşturulmasındaki asıl amaç; endüstri 4.0 teknolojileri, mobil uygulamalar, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti gibi son teknolojiler ile birlikte insan odaklı, sürdürülebilir ulaşım sistemleri tasarlamak ve uygulamaktır. Akıllı ulaşım sistemleri mimarisinin, birlikte çalışabilirlik ile sağlanarak veri bütünlüğünü sağlayacak K-AUS sistemlerine göre güncellenmesi gerekmektedir. Bu nedenle akıllı ulaşım sistemlerinin mimarisinin oluşturulmasında ana etken veri bütünlüğünün sağlanmadığı ve çok sayıda atıl verinin bulunduğu karmaşık sistemleri, birbirleriyle haberleşen, birlikte çalışabilirlik seviyesine ulaşan sistemler haline getirerek sistem mimarisi oluşturmaktır. Bu çalışmada dünyadaki akıllı ulaşım sistemleri politikaları analiz edilerek K-AUS’a zemin oluşturacak olan birlikte çalışabilirlik seviyesine ulaşmış sistemler ile akıllı ulaşım sistemleri mimarisi önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ulaşım Sistemleri, K-AUS, yapay zeka, makine öğrenmesi, kentsel ulaşım planlaması

Intelligent Transportation Systems Architecture: Recommendation for K-AUS

Abstract: The latest advances in technology and the improvement of decision processes with learning methods based on artificial intelligence have put the word "intelligent" ahead of all systems that make human life easier. Based on intelligent transportation systems, it is aimed to reduce the damage to the country's economy and the environment while providing technology-based and faster, safer, more accessible, more sustainable and more efficient transportation. The main goal of creating the intelligent transportation systems architecture is to design and implement human-focused, sustainable transportation systems together with cutting-edge technologies such as industry 4.0 technologies, mobile applications, augmented reality, and the internet of things. Intelligent transportation systems architecture needs to be updated according to C-ITS systems that provide interoperability and data integrity. Therefore, the main factor in creating the architecture of intelligent transport systems is to create system architecture by making complex systems with data integrity and numerous insignificant idle data into systems that communicate with each other and reach the level of interoperability. In this study, intelligent transportation systems policies in the world have been analyzed and systems that have reached the level of interoperability that will provide the basis of C-ITS and intelligent transportation system architecture have been proposed.

Keywords: Intelligent Transportation Systems, C-ITS, artificial intelligence, machine learning, urban transportation planning.

Bu makaleye atıf yapmak için

Çapalı B., "Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi: K-AUS için Öneri" El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2022, 9(4); 1249-1254.

How to cite this article

Çapalı B., "Intelligent Transportation Systems Architecture: Recommendation for K-AUS" El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2022, 9(4); 1249-1254.

ORCID ID: *0000-0003-1917-1654

1. Giriş

Özellikle son yıllarda, bilgisayar teknolojisindeki ilerleme ile birlikte ulaşım sektörünü de etkileyen Akıllı ulaşım sistemleri; trafik güvenliğinin artırılması, seyahat sürelerinin azaltılması, yol kapasitelerinin verimli kullanılması, hareketliliğin artırılması, enerjinin verimliliği ve iklim değişikliğine neden olan zararlı gazların çevreye salınımının azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda çok yönlü veri alışverişi ile izleme, ölçme, analiz ve kontrol mekanizmalarını içeren bilgiye dayalı sistemlerin ulaşımında kullanılmasını kapsamaktadır.

Şehirlerdeki sürekli nüfus artışı ile birlikte kaynaklar talep karşısında yetersiz kalmaktadır. Talebin ve kaynakların daha iyi yönetilebilmesi gerektiği alanlarda işbirliğini artırmak ve paydaşlar arasındaki hem kurum içi hem kurum dışı iletişimin geliştirilmesi önemlidir. Bu amaçla daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler inşa etmek için çözümler üretme ihtiyacı oluşmaktadır.

Sürdürülebilir ulaşımın en önemli bileşenleri toplu taşıma, bisiklet ve yaya ulaşımıdır. Akıllı ulaşım sadece araç odaklı bir ulaşım değil tüm şehrin entegre ulaşımıdır. Akıllı ulaşım sistemleri, yollarda, kullanıcılarda ve araç üzerindeki teknolojiler ile sistemlerin analizi için bilgi ve haberleşme sistemlerinin kullanılmasını kapsar.

Dünyada kablosuz haberleşmedeki yeni teknolojik gelişmeler, yapay zeka teknolojisinin gelişmesi ile birlikte kamera üzerinden trafik yoğunluk analizinin gerçekleştirilmesi, araç takip sistemlerinden gelen gerçek zamanlı verilerin coğrafi bilgi sistemleri ile harita üzerinde analiz edilmesi ve otomatik ücret toplama sistemlerinin iyileştirilmesi akıllı ulaşım sistemlerinin hızlı gelişimini desteklemektedir.

Akıllı ulaşım sistemleri ile hız, trafik hacmi, meteorolojik bilgiler gibi verilerin toplanması ve yapay teknolojiler ile modellenmesi sonucunda, daha az trafik sıkışıklığı, daha az karbon salınımı, daha fazla toplu taşıma kullanımı, daha fazla ve hızlı hareketliliğin sağlanması, can ve mal kaybını azaltacak daha fazla güvenliğin sağlanması, birlikte çalışabilirliğin ve entegrasyonun sağlanması hedeflenmektedir.

Akıllı ulaşım sistemleri mimarisini oluşturabilmek ve birlikte çalışabilirliği sağlamak için kurumların sahip olduğu sistemlerden gelen verilerin haberleşebilmesi gerekmektedir. Bunun için kurumlar kullanmış olduğu haberleşme teknolojileri ve haberleşme altyapılarında benzer protokolleri kullanmalıdırlar. İşbirlikçi akıllı ulaşım sistemleri veya Kooperatif akıllı ulaşım sistemi (K-AUS) terimi de, ulaşımın bileşenlerini oluşturan yollar, altyapı, araçlar, sürücüler, yolcular, ulaşım modunu kullanan yayalar arasındaki verilerin birlikte çalışabilirliğini ve entegrasyonunu sağlamayı kapsamaktadır.

2. Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemi (K-AUS)

Siber-fiziksel sistemlere dayalı üretimin devreye girmesiyle gelişen Endüstri 4.0 devriminin temel hedefi sistemlerin daha akıllı hale getirilmesi ile birlikte üretimde verimliliği sağlamaktır [1]. Nesnelerin interneti teknolojisi ile akıllı ulaşım sistemleri çok daha hızlı gelişme sağlamıştır [2], [3].

Ulaşımı oluşturan bütün temel unsurlar birbirleriyle iletişim halinde daha verimli ulaşım hizmeti sunacağı için K-AUS ile haberleşme verileri toplanıp işlenerek akıllı ulaşım sistem bileşenlerinin ile birlikte çalışabilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. K-AUS aynı zamanda işbirlikçi-AUS olarak da tanımlanmaktadır. Elde ettikleri bilgileri diğer sistemlerle paylaşılması ve işlenmesi ile K-AUS sistemi oluşmaktadır. Sadece araç-araç haberleşmesi değil aynı zamanda altyapı, üst yapı, sağlık, insan, meteoroloji, bina gibi birçok sistemin birbiriyle etkileşimi söz konusudur.

“Araçtan herşeye” haberleşmek anlamı taşıyan “Vehicle-to-Everything” (V2X) teknolojisi ile Orijinal V2X standardı, lisanssız 5.9 GHz frekans bandında çalışan bir Wi-Fi dalı olan IEEE 802.11p'nin temelini dayanmaktadır. 2012 yılında tamamlanan IEEE 802.11p, ABD’de Özel Kısa Menzilli İletişim (DSRC) ve Avrupa Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (C-ITS) girişiminde ITS-G5’in temelini oluşturmaktadır.

Günümüzdeki en güncel V2X iletişim ağları, IEEE 802.11p tabanlı araç özel ağı, Vehicular Ad Hoc Network (VANET) ve gelişen beşinci nesil (5G) tabanlı hücresel ağlardır. Vehicle-to-Vehicle (V2V) araçların birbiri ile haberleşmesini sağlayan teknolojinin düşük gecikme süresi nedeniyle, VANET, işbirlikçi çarpışmadan kaçınma gibi güvenli sürüş sağlama ve hayat kurtarmaya yönelik uygulamalarda başarı elde etmiştir. Şehir dışında yol kenarı haberleşme birimlerinin olmaması durumunda VANET kapsam dışında kalacağı için bağlantısı kesilecektir. Bir video aktarımı için 40 Mb/sn veri hızı gerekli iken kanal başına bant genişliğinin 10 Mb/sn ile sınırlı olması IEEE 802.11p'nin önemli bir dezavantajıdır. Bu nedenle artırılmış gerçeklik uygulamaları için yeterli düzeyin altındadır [4]. Çoklu giriş-çıkışlı ağ teknolojisi bulunan 5G hücresel ağı mobil ortamda 1.2 Gb/s veri hızına sabit ortamda 7.5 Gb/s veri hızı sağlayabilmektedir [5].

Araçların birbiri ile haberleşmesini sağlayacak olan yöntemler, unicast, multicast, geocast, anycast ve broadcast veri iletişimini gerektiren yöntemler olarak sınıflandırılabilir [6] Araç özel ağ teknolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda mobile ad hoc network (MANET) teknolojisi de kullanılmaktadır. OPNET 14.5 kullanılarak yapılan simülasyon çalışmasında mobile ad hoc network (MANET) teknolojisinde OLSR protokolünün, AODV ve GRP yönlendirme protokollerinden daha iyi verim ve minimum gecikme sunduğunu görülmektedir [7] Optimize edilmiş bağlantı durumu yönlendirme protokolü (OLSR) mobil ağlar için, “hello” ve “topology control (TC)” mesajlarını kullanan bir IP yönlendirme protokolüdür.

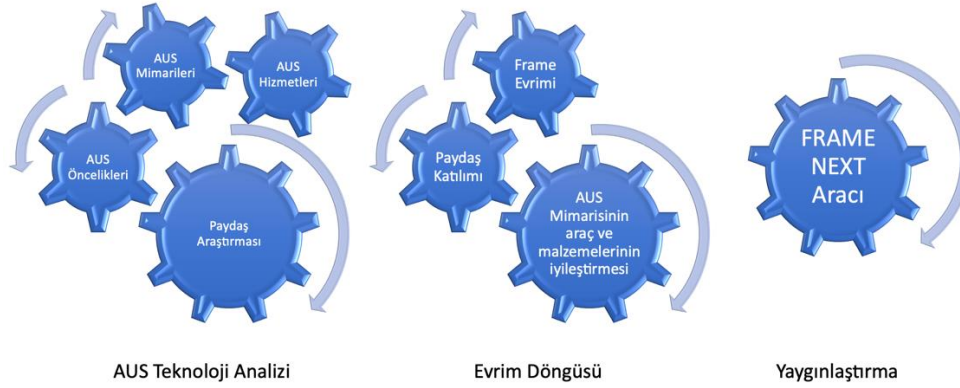
K-AUS’un birden fazla AUS sisteminin daha kaliteli bir hizmet sunabilmek amacıyla işbirliği halinde olmasıdır. Etkili bir K-AUS için öncelikle akıllı ulaşım sistemleri mimarisinin oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulacak olan akıllı ulaşım sistemleri mimarisi sistemlerin entegre çalışmasını sağlayacak haberleşme protokollerinin belirlenmesi, tüm sistemlerin tek çatı altında toplanarak veri bütünlüğünün oluşması ile verinin gerekli birimlere anlaşılabilir bir şekilde aktarılmasını sağlamalıdır. Üçüncü bölümdeki dünyadaki mimari örnekleri incelenerek AUS mimarisi için öneri sunulmuştur.

3. Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi

Akıllı ulaşım sistemleri mimarisi genellikle ulusal veya bölgesel düzeyde oluşturulmaktadır. Akıllı ulaşım sistemleri mimarisi içerisinde yer alan bileşenler, sistemi oluşturan unsurlar, yerine getirilmesi gereken fonksiyonlar ve bu fonksiyonlar arasındaki bağlantılar ile alınıp gönderilen verilerdir. Mimari ile kurumlar planlama konusunda verimlilik sağlayacaktır. Sistemlerin uygulanması ile birlikte zaman içerisinde sistemler arasında daha iyi bir haberleşme sağlanacaktır. Akıllı ulaşım sistemleri mimarisinin oluşturulması ile birlikte, trafik yönetim merkezi, toplu taşıma yönetim merkezi, acil durum yönetim merkezi gibi sistemi oluşturan unsurların, verileri birbiri ile paylaşabilmek için oluşturdukları mantıksal ve fiziksel mimari yardımıyla sinyalizasyon sistemleri gibi uygulamalar aracılığı ile kullanıcılara en iyi hizmeti sunması hedeflenmektedir.

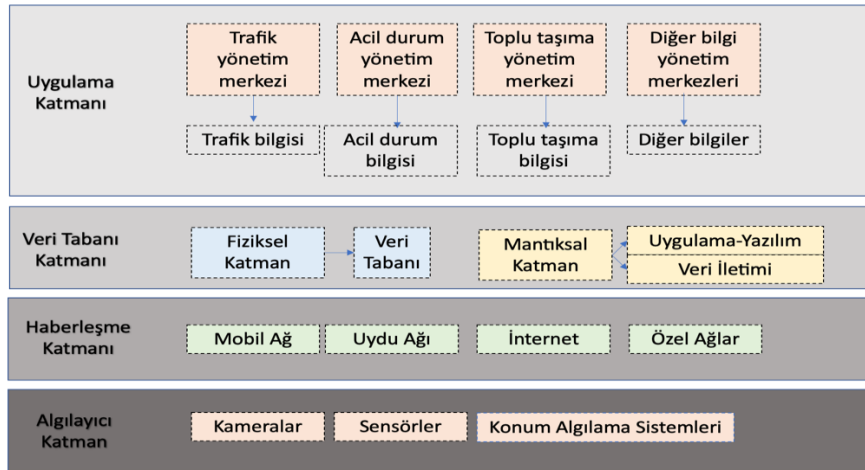
“ISO/IEC/IEEE 42010:2011, Systems and software engineering-Architecture description [8] standardı kapsamında ihtiyaçları karşılamaya yönelik sistemin temel bileşenleri, yapısal özellikleri, birbiri ile uyumlu çalışacak olan alt sistemler için veri ve haberleşme sistemlerinin temel özellikleri tanımlanmaktadır.

Dünyadaki mimari örnekleri incelendiğinde İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri, Güney Kore, Almanya, Japonya, Avusturya gibi ülkelerin uygulamalarının şehir entegre operasyon merkezleri ile standartları belirlediği görülmektedir. Avrupa birliği K-AUS'u desteklemek ve birlikte çalışabilirliği sağlamak için KAREN projesine başlamıştır [9], [10]. Daha sonra proje isimleri FRAME, FRAME-NET[11], FRAME-S[12], E-FRAME[13] son olarak da FRAME NEXT[14] olarak devam etmektedir. FRAME NEXT projesi sonucunda sistemin birlikte çalışabilirliği için kesintisiz çok modlu mobilite, gelişmiş yol güvenliği ve daha düşük emisyonlar gibi ulaşım politikası hedeflerini destekleyen Avrupa için akıllı ulaşım sistemleri ortamı oluşturulması planlanmaktadır. Proje üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar: En son teknoloji analizi, evrim döngüsü ve yaygınlaştırma. FRAME NEXT iş planı Şekil 1'de verilmiştir [14]



Şekil 1. FRAME NEXT iş planı [14]

Ülkemiz için oluşturulması planlanan akıllı ulaşım sistemleri mimarisi için iki öneri düşünülebilir. Birincisi, tüm sistemlerin kendi sistemi içerisinde diğer sistemlerden gelecek veriyi analiz edebileceği şekilde planlama yapması ve son kullanıcıya gerekli olan veriyi sunmasıdır. İkinci öneri ise tüm verilerin tek bir sistem içerisinde depolanması, analiz edilmesi ve son kullanıcıya gerekli verinin sunulmasıdır. Bu tür durumlarda sunucu ve veri depolama sistemleri, veri işleme ve analiz süreci ile iletişime bağlı oluşabilecek veri kayıpları nedeniyle gecikme süresi yaşanabilir. Sistemin en büyük dezavantajı budur. Bu dezavantajı gidermek için yapay zeka tabanlı hızlı analiz yöntemleri, yüksek veri işleme kapasitesine sahip küme sunucu sistemleri oluşturulmalı ve haberleşme teknolojisini şehirler için kesintisiz 5G, şehir dışı noktalar için ise minimum 3G bağlantı hızı ve bant genişliği sunabilen iletişim alt yapılarının hizmet vermesi gereklidir. Şekil 2'de AUS Mimarisi verilmiştir.



Şekil 2. Akıllı ulaşım sistemleri mimarisi

4. Sonuç ve Öneriler

Akıllı ulaşım sistemleri mimarisi, birlikte çalışılabilirliğin sağlanması için kavramsal bir model oluşturmaktadır. Bu model kapsamında sistemler, sistemlerin birbirleri ile ve dış çevre ile olan bağlantı ara yüzleri ile paylaştığı veri bilgisini uygulama yazılımları ve haberleşme sistemleri ile mantıksal katmanda entegre ederek hizmet vermelidir. Hizmetin sürekliliği için gerekli altyapının oluşturulması gereklidir. Trafik yönetim merkezi, acil durum yönetim merkezi, toplu taşıma yönetim merkezi ve diğer bilgi yönetim merkezlerinin sürüş güvenliğini ve verimliliğini artırmak, sistemlerin verileri paylaşabilmesi ve işbirliği halinde çalışabilmesi için Akıllı Ulaşım Sistemleri ve hizmetlerine bağlı olması gerekmektedir.

Akıllı ulaşım sistemleri mimarisinin oluşturulabilmesi için belirli bir hizmetten başlamak ve diğer hizmetleri de bu sistem içerisine dahil etmek gerekmektedir. Bu nedenle standart bir yaklaşım ile teknik şartnameler oluşturmak ve sadece şu anda kullanılan teknolojileri değil gelecekte kullanılacak planlanan teknolojileri de dahil edecek şekilde planlama yapmak gerekmektedir.

Yazarın Katkısı

Yazar makaleyi tasarladı ve yazdı.

Çıkar Çatışması

Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- [1]. Lee, J., Bagheri, B. and Kao, H.A., A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems, *Manufacturing Letters*, 2015, 18–23.
- [2]. Bojan, T.M., Kumar, U.R. and Bojan, V.M., An internet of things based intelligent transportation system, in *IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES)*, 2014, 174–179.
- [3]. Yongjun, Z., Xueli, Z. and Shuxian, Z., Intelligent transportation system based on internet of things, *World Automation Congress (WAC)*, 2012, 1–3.
- [4]. Wu, J., Zhao Q., Yang, N. and Duan, J., Augmented reality multi-view video scheduling under vehicle-pedestrian situations, *International Conference on Connected Vehicles and Expo. Proc. ICCVE.*, 2015, 163–168.
- [5]. Nekovee, M., Radio Technologies for Spectrum above 6 GHz — A Key Component of 5G, in *Proc. 5G Radio Tech. Seminar: Exploring Technical Challenges in the Emerging 5G Ecosystem*, IET, 2015, 1–46.
- [6]. Zhang, M. and Wolff, R.S., Border node based routing protocol for VANETs in sparse and rural areas, *IEEE Globecom Workshops*, 2007, 1-7.
- [7]. Kassim, M., Rahman, R. A. and Mustapha, R., Mobile ad hoc network (MANET) routing protocols comparison for wireless sensor network, *IEEE International Conference on System Engineering and Technology*, 2011, 148–152.
- [8]. ISO/IEC/IEEE 42010:2011, *Systems and software engineering-Architecture description*, 2011.
- [9]. AB Dördüncü Çerçeve Programları KAREN Projesi, Keystone Architecture Required for European Networks, Erişim Adresi: <https://cordis.europa.eu/project/id/TR4108>. Erişim Tarihi: 22.02.2022.

- [10]. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Haberleşme Genel Müdürlüğü, Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı Hazırlama Projesi, 2018.
- [11]. AB Beşinci Çerçeve Programları FRAME-NET Projesi-Avrupa için Çerçeve Mimarisi-Ağ (FRAME-NET: Framework Architecture Made for Europe-Network). Erişim Adresi: http://cordis.europa.eu/project/rcn/57169_en.html. Erişim Tarihi: 22.02.2022
- [12]. FRAME-S Projesi, Avrupa için Çerçeve Mimarisi-Destek (FRAME-S: Framework Architecture Made for Europe-Support). Erişim Adresi: <https://trimis.ec.europa.eu/project/framework-architecture-made-europe-support>. Erişim Tarihi: 22.02.2022
- [13]. AB Yedinci Çerçeve Programı E-FRAME Projesi, Kooperatif Sistemler için Genişletilmiş Çerçeve Mimarisi (Extend Framework Architecture for Cooperative Systems). Erişim Adresi: https://ec.europa.eu/eurostat/cros/content/e-frame_en. Erişim Tarihi: 22.02.2022
- [14]. Avrupa Akıllı Ulaşım Sistemleri Çerçeve Programı FRAME NEXT Projesi (European ITS Framework Architecture-FRAME NEXT). Erişim Adresi: <https://frame-online.eu/frame-next>. Erişim Tarihi: 22.02.2022.