


Akıllı Şehir Lojistiği Kapsamında Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) için Sistem Analizi *

System Analysis for Intelligent Transportation Systems (ITS) in the Scope of Smart City Logistics

Aziz Cumhur Kocalar¹ 

¹(Doç. Dr.), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Niğde, Türkiye

ÖZ

Şehirlerde trafik/yol, kargo/araç yoğunluğu karmaşık bir sorun alanı oluşturmaktadır. Gezi bilgisayarları, araç ve seyahat hakkında oldukça genel bir bilgi verdiği için, bu bilgilerin trafik/yol, kargo/araç konum verileri ile etkileşime girilebildiği ölçüde, anlık bir seyahat akış planı yapmak ve durum güncellemek anlık bir şekilde mümkün olacaktır. Ancak, etkileşim hızı ve veri derinliği günümüzde bile hala oldukça belirsizdir ve genellikle tek yönlü ve sınırlı bir bilgi akışı sağlanmaktadır. Bu etkileşim ise daha çok sınırlı bir bilgi edinmeye ve (kesintili) ayrık zamanlı değerlendirmeye odaklıdır. Araçların gelecekte ise artık kendi kendine yönlendirilmeye (otonom) başlayacağı bilinmektedir, örneğin insansız hava araçları (İHA). Bu beklentilerin trafik/yol, kargo/araç durumu etkileşimi ve yönetim altyapılarının izleme ve planlama eylemleri yoluyla daha etkin bir şekilde iyileştireceği görülmektedir. Çalışma, akıllı şehirlerin lojistiği kapsamında trafik/yol, kargo/araç durumunu (veya kısaca AUS etkileşimini) ön planda tutan teknolojileri araştırıyor. Ayrıca trafik/yol, kargo/araç, izleme/planlama ile ilgili diğer akıllı çözümlerdeki gelişmeleri ilişkisel ve bütünsel bir bakış açısıyla değerlendiriyor. Özellikle afet ve insani yardım lojistiğinin zorlukları ise ancak zamanla belki mikro düzeyde de olsa aşılabilir. Bu çalışmada önerilen AUS çerçevesi, tüm bu izleme ve planlama sistemlerini desteklemektedir. Ağ gecikmesi sorunu da Endüstri 5.0 ile ihmal edilebilecek şekilde artık bir sorun olmaktan çıkacaktır.

ABSTRACT

A complex problem in cities is traffic/road and cargo/vehicle density. Since trip computers provide very general information about the vehicle and the journey, it will be possible to make an instant travel flow plan and update the situation in an instant if this information can interact with the traffic/road, cargo/vehicle location data. However, the rate of interaction and depth of data between transportation systems is still unclear and consists of a limited one-way flow of information. This interaction is more focused on obtaining information and (discontinuous) discrete time evaluating it with the human factor. But it is known that vehicles will start to be self-directed (autonomous) in the future, for example unmanned aerial vehicles (UAV). Through monitoring and planning, it is evident that these expectations will improve traffic/road, cargo/vehicle situation interaction, and management infrastructures more effectively. Within the context of smart city logistics, the technologies that prioritize situations of traffic/road, cargo/vehicle—or ITS interaction for short—are the subject of the study. From a relational and comprehensive perspective, it also assesses advancements in other smart solutions about traffic/road, cargo/vehicle, tracking, and/or planning. All these tracking and planning systems are supported by the ITS framework suggested in this study. The network latency issue will no longer exist because Industry 5.0 enables it to be disregarded.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Lojistik, Akıllı Ulaşım, Yollar ve Otoyollar, Akıllı Şehirler, Şehircilik

Keywords: Smart Logistics, Intelligent Transportation Systems, Roads and Highways, Smart Cities, Urbanism.

*Bu çalışma ilgili araştırma projesinin de bir çıktısıdır: "Akıllı Şehirler, Akıllı Ulaşım, Akıllı Şebeke, Akıllı ve Yeşil Binalar Araştırma Projesi" (01.01.2010).

EXTENDED ABSTRACT

It is known that hardware and software technologies are developing very rapidly, and artificial intelligence systems are also

Corresponding Author: Aziz Cumhur Kocalar **E-mail:** azizcumhurkocalar@gmail.com

Submitted: 28.12.2022 • **Accepted:** 03.01.2023



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

increasing rapidly in the transportation sector with telecommunications. In the new era of Industry 4.0, network technologies are also developing rapidly, creating a new network society. All these developments are also affecting tracking and planning systems. Recent developments in urban informatics, from e-government to m-government applications, show an increase in the effects of public participation on governance topics. The mobilizing strategy has been improved over the past ten years to accommodate new kinds of intelligent strategies in smart societies. In the last decade, examining problematic systems in the urban space has been a main point. In particular, the transportation sector was chosen as the focus of a lot of studies. Future applications that are structured and long-lasting are encouraged by the suggested methods. Therefore, smart city approaches should always consider interdisciplinary qualities. Traffic and road monitoring and planning, as well as cargo and vehicle density in urban areas, create a complicated road transportation issue. Trip computers provide information about vehicles and travel. It is easier to make an instant travel flow plan and update the situation, as this information can interact with other systematic information such as traffic/road conditions. However, the depth of interaction between transportation systems is still unclear and generally consists of a one-directional, limited flow of information. Information gathering and human factor evaluation are the main goals of this encounter. However, there is still uncertainty regarding the rate of interaction and depth of data sharing amongst transportation systems, and there is only a small amount of one-way information flow. This interaction is more focused on obtaining information and (discontinuous) discrete time evaluating it with the human factor. But it is known that vehicles will start to be self-directed (autonomous) in the future, for example unmanned aerial vehicles (UAV).

The technologies that prioritize traffic/road, cargo/vehicle, or ITS interaction, are the focus of the study in the context of smart city logistics. From a relational and all-encompassing perspective, it also evaluates developments in other smart solutions for traffic/road, cargo/vehicle, tracking and/or planning. The independent steps of related information systems can be covered by their structure in terms of complexity and differentiation. The road, cargo, vehicle, and traffic tracking/planning systems, as well as a futuristic advanced theoretical ITS model that has been proposed, need to be more integrated into society. Because the number of vehicles and people on the road is growing.

Human-machine interaction and decision iterations are thought to play a complementary role in inter-system relations. However, in increasingly complex processes, there will also be processes that are left entirely to robot flows. Planning and tracking are becoming increasingly more complex processes. Therefore, it is also necessary to minimize and integrate new concepts into the entire system (ITS) (for example, new protocols in telecommunication). This study also throws light on crucial issues that demand system fusions and advancements with new trends. From Industry 4.0 through 5.0, IoT (Internet of Items) will also support several things in this way. These new technologies are coming in a near future. 5.0 industry can be solved for all these issues, but it will require an increase in new technology's capacity. The objective of this study is to help a reader to make the distinction and concepts clear.

Especially disaster and humanitarian aid logistics may have difficulties, but these problems can be overcome over time, thanks to the application of early warning systems technologies and advanced problem solutions by relevant technologies and institutions at the micro level. The ITS framework proposed in this study supports all these new generation tracking and planning systems. With Industry 5.0, network latency will also be resolved thanks to the new technologies.

The internet of things that came with the industry 4.0 revolution brings important innovations in Intelligent Transportation Systems (ITS). However, Industry 5.0 will add flexibility and functionality to communication beyond Industry 4.0. Faster communication and system integrations using standard protocols will be provided by Industry 5.0. These advancements are pushing smart systems closer to the forefront by integrating them with humans. These innovations and rapid developments in the field of transportation (wireless communication, satellite communication, sensors, and software) are referred to as Intelligent Transportation. Developments will enable logistics and transportation services to be provided more efficiently and reliably. Since the internet of things architecture allows all physical objects in our lives to stay in communication via the internet, new studies have started to emerge in the field of ITS.

This study will first reveal the basics of Internet of Things architecture. Studies on the general ITS approaches will be reviewed. By explaining the development of the topic and its significance, this article evaluates the fundamental truths about the ITS and produces recommendations. Turkey determined its national strategy for smart transportation systems (STS) (or IUS in Turkish) in 2014. The document, it is aimed to achieve the vision of "a Turkey integrated within itself and with the world, where all transportation services are managed and directed with information and communication technologies". In order to realize the vision, five strategic goals have been set for the period up until 2023, and 22 targets have been established to achieve these goals (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi, 2014-2023 ve Eki Eylem Planı, 2014-2016). It covers many details about the paths to be followed with the proposed ITS framework approach in this study. The system densities and complexity levels, as well as all of the components that are connected to it, will increase excessively as the amount of data processed per unit of time increases. In today's times of crisis, we are witnessing the breaking of supply chains. Therefore, individual logistics operations are replaced by intelligent logistics approaches, which are rapidly made safer. Advanced artificial intelligence is making itself felt more and more in all areas. Railway and maritime transport, low-emission vehicles, and alternative green fuels stand out. It is clearly understood that similar approaches should gain importance in the highways and urban

logistics area as well. Everything is once again impacted by this transformation, particularly the logistics industry. I'm hoping that the issue will be under control and that any potential harm will be avoided.

Giriş

Telekomünikasyon ile ulaşım sektörlerinde donanım ve yazılım teknolojilerinin çok hızla geliştiği ve bunların içinde kullanılan yapay zekâ sistemlerinin de yine yayılarak hızlı bir şekilde arttığı bilinmektedir. Endüstri 4.0 sonrası yeni çağda ağ teknolojileri de yine benzer bir gelişim yaşıyor ve bu durum da yeni bir ağ toplumu yaratıyor. Tüm bu gelişmeler takip, izleme ve planlama sistemlerini de oldukça fazla bir şekilde etkiliyor.

E-devletten m-devlet uygulamalarına kadar kentsel bilişimde yaşanan bu son gelişmeler, kamu katılımının yönetim konuları üzerindeki etkilerinde de artış olduğunu göstermektedir. Son on yılda, mobilize edici yaklaşımlar, akıllı toplumlarda yeni tür akıllı yaklaşımları da giderek optimize etmektedir.

Kentsel mekandaki sorunlu sistemlerin incelenmesi de güncel çalışmalarda odak noktası olmuş bir konudur. Özellikle ulaşım ve lojistik sektörleri birçok çalışmada öne çıkacak şekilde seçilmiştir. Bu çalışmalarda önerilen yöntemler ise geleceğin sistematik ve sürdürülebilir uygulamalarını desteklemektedir. Bu nedenle akıllı şehirler, her zaman disiplinler arası nitelikleri dikkate alan çağdaş yaklaşımları yansıtmak zorunda olacaktır.

Şehirlerde trafik/yol, kargo/araç yoğunluğu, takip/planlama özellikle karayolu taşımacılığında karmaşık bir sorun alanı oluşturmaktadır. Gezi bilgisayarları, araç ve seyahat hakkında bilgi verir. Bu bilgiler trafik/yol durumu ile etkileşime girebildiği ölçüde, anlık bir seyahat akışı planı yapmak ve durumu güncellemek çok daha kolay olacaktır. Ancak, etkileşim derinliği günümüzde bile hala oldukça belirsizdir. Genel olarak, tek yönlü ve sınırlı bir bilgi akışı vardır ve bu etkileşimde eşzamanlı olarak bilgi edinmeye ve sistem içinde hızlıca değerlendirmelere odaklanılmıştır.

Diğer yandan Türkiye’de kargo sektörüne bakıldığında da 35-40 yıllık genç bir sektör olmasına rağmen 25 bin araç ve 10 bin sabit merkez ve günde yedi milyon sevkiyat ile ciddi bir talebe cevap veriyor durumdadır. Aynı zamanda yaklaşık 80-90 bin kişilik bir istihdama sahip olan bu sektör, milli ekonomiye de önemli bir katkı değer sağlamaktadır (Topal, & Şahin, 2019). Türkiye’de kargo sektörü özellikle pandemi döneminde büyük bir önem kazanmış ve hızla büyümüştür. Türkiye’de Taşıma Modları ile Taşınan Yük ve Yolcu Oranları (%) (2016) aşağıda sunulmuştur (Şekil 1).



Figure 1. Türkiye’de Taşıma Modları ile Taşınan Yük ve Yolcu Oranları (%) (2016) (Taç, (2018).

Karayolu taşımacılığı şekilden de görüldüğü gibi diğerlerinden çok daha büyük bir yere sahiptir. Diğer yandan tren kontrol ve nakliye, müşteri hizmeti, acil durum kurtarma ve yönetimi üzerine uygulamalar altyapı ve üstyapının güvenli, verimli ve etkin çalışmasını sağlamaktadır (Sarıkavak, 2018). İlgili çalışmada, faaliyette ve geliştirilmekte olan akıllı sistemlerin başlıca uygulamaları araştırılmış ve ülkedeki kullanımları değerlendirilmiştir.

Karmaşık hale gelen tüm süreçlerde karar verme aşaması da önemli insan becerilerinden biri halindedir. Karar verme süreçlerinin kesin hale getirilmesinde kullanılabilecek yollardan biri de çok kriterli karar verme yöntemleridir (MCDM) (Aydın & Atak, 2020). Yapay zekâ çözümleri daha farklı yöntemleri de giderek hızlı bir şekilde gündeme getirmektedir. Karmaşık veri toplama ve analiz talepleri hızla yerine getirilme yolundadır. Nihai rapor ise istenilen veri türünde (yazı, ses, resim, video) hatta karma veriler halinde sunum formatında da kullanıcıya sunulabilmektedir.

ITS uygulamalarının ülkemizde yaygınlaşması için yapılması gereken stratejiler ve eylem planları Türkiye için önerilmiş (Tektaş, & Tektaş, 2019) tartışılmaya başlanmış ve mevzuatta da artık yerini almıştır.

Birçok karmaşık yapı içeren bu sistemlerin, insan faktörünü dışlayan yapay zekâ teknikleri ile oluşturulan uzman sistemler

kullanılarak kontrolü her geçen gün giderek yaygınlaşmaktadır (Erdal, 2018). Söz konusu çalışmada yapay zekâ akıllı ulaşım sistemlerinin kontrolünde kullanılmaktadır.

Türkiye’de bir çalışmada, 30’u büyükşehir olmak üzere toplam 81 belediye trafik yönetimi, yolcu bilgilendirme, erişilebilirlik ve mobil uygulamalar konusunda değerlendirilmiş, bazı ana başlıklar altında hangi hizmetleri sunduğu incelenmiştir. Sonuçlar, belediyelerin büyük çoğunluğunun yolcu bilgilendirme ve elektronik ödeme sistemleri noktasında ciddi altyapı sahibi olduğunu ve hizmet sağladığını göstermektedir. Özellikle, erişilebilirlik ve mobil uygulamalar konularında bazı belediyelerin etkin uygulamaları olmakla beraber, genel itibarı ile gelişmeye açık olduğu bulunmuştur (Özden, Akalın, Kara, 2020). Hizmet kalitesini artırma ve oy potansiyelini yükseltmek artık belediyeler için vazgeçilemez bir hedeftir.

Firmaların Endüstri 4.0’a hazırlık ve olgunluk düzeylerinin daha iyi anlaşılıp ölçülebilmesi için, dijital tedarik zincirlerinin akıllı ve sürdürülebilir boyutta olgunluk düzeylerinin eş zamanlı ölçülebilmesine olanak sağlayan bir model önerisinde, modelin uygulandığı nümerik örnekte, her bir Endüstri 4.0 aracının sürdürülebilirlik boyutlarına ne derece uyum sağladığı belirlenmiştir. Yapay ve dikey sistem entegrasyonu sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları için yüksek olgunluk seviyesinde iken, yapay zekâ çok düşük olgunluk seviyesinde kalmıştır (Demir, Gündüz, Paksoy, 2022). Yapay zekâ uygulamalarının artış potansiyeli gelecekte her alanda yükselerek artabilir. Bu durum öncelikle tedarik zincirlerini etkileyecektir.

Çalışma, akıllı şehirlerin lojistiği kapsamında trafik/yol, kargo/araç durumunu (veya kısaca AUS etkileşimini) ön planda tutan teknolojileri araştırıyor. Ayrıca trafik/yol, kargo/araç, izleme/planlama ile ilgili diğer akıllı çözümlerdeki gelişmeleri ilişkiyel ve bütünsel bir bakış açısıyla değerlendiriyor. Özellikle afet ve insani yardım lojistiğinin zorlukları da afet ülkesi olarak Türkiye’de gündemde tutulmak zorundadır. (Kocalar, 2023) Bu çalışmada önerilen AUS çerçevesi, tüm bu izleme ve planlama sistemlerini desteklemektedir. Ağ gecikmesi sorunu da Endüstri 5.0 ile ihmal edilebilecek şekilde artık bir sorun olmaktan çıkacaktır.

Malzeme ve Yöntem

Bu çalışma da ise akıllı şehirler kapsamında trafik/yol ve kargo/araç takip sistemlerinin etkileşimini önceleyen yaklaşımlar/teknolojiler araştırılmıştır. Trafik/yol ve kargo/araç takibi ile ilgili diğer akıllı çözümlerdeki gelişmeler de analitik açılarından değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada önem verilen yaklaşımlar Trafik/Yol, Kargo/Araç, Takip/Planlama (İngilizce karşılıklarının kısaltmalarıyla T/R-V/C-T/P) olarak adlandırılmıştır. ITS ise bu çalışmanın genel çerçevesi için önerilen bir perspektif sunmaktadır. ITS gelecekte birçok alt sistemi de kapsıyor olacağı hipotezi çalışmada test edilmektedir. Bu alt sistemlerden önem verilen bazıları hiyerarşik sıralı bir numara ile aşağıda listelenerek ele alınmıştır. Çünkü burada okuyucunun izleme sistemleri ve planlama yaklaşımları ve/veya teknolojileri hakkında sahip olduğu algı karışıklığının da ileriye doğru olası gelişmeler yorumlanarak giderilmesi amaçlanmıştır.

Özellikle planlama yaklaşımları ilişkili (TTS) Trafik Takip Sistemleri de ileri karmaşık bir düzeye sahiptir. Çünkü TTS’in önce izlenmesi, daha sonra akıllı bir şekilde planlanmasına göre trafik ışıklarının değişimi için karar verir (AI tarafından veya AI olmadan) hale gelmesi söz konusu olmuştur. Bu türden akıllı yaklaşımların yapay zekâ (YZ) ile karar verme hakkında birçok yeni teknik ayrıntıya sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma ise genel hatlarıyla ulaşım ve lojistik sektörü ile ilişkili önem verilen birkaç örnek ayrı taşımacılık sistemini kapsamaktadır. Bu ayrı sistemlerin teknoloji isimleri genel amaçları ve hedefleri dışındaki konular bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Örneğin ilişkili algoritmalar gibi teknik sistem analizleri ile daha ileri teknik detaylar içeren konular şimdilik kapsam dışı bırakılmıştır. Algoritmaların sadece işlevselliği bile ileri düzeyde akıllı ulaşım sistemleri ve planlanması açısından yine de ileride oldukça önemli bir hale gelmiş olacaktır.

Sistem isimlerinin kısaltmaları literatürde geçtiği gibi İngilizce karşılıklarının baş harfleri olarak alınıp, sistem bütünü ileride sunulan liste, tablo ve diyagramda basitçe görselleştirilerek anılmıştır.

Araştırma Sorusu veya Motivasyonu: Trafik/Yol, Kargo/Araç, Takip/Planlama (T/R, C/V, T/P) yaklaşımları hızla gelişmektedir, bu ilerlemeyi nasıl değerlendirmeliyiz?

Hipotez : Birbirinden ayrı olan mevcut dağıntık yaklaşımlar veya sistemler tek bir çatı altında birer alt sistem olarak dönüştürülecektir (T/R, C/V, T/P) ya da bu alt sistemler eğer eski teknolojilerse, gelecekte zaten başka bir ana sistem yaklaşımı (veya ITS) altına girerek dönüştürülmüş olacaklardır.

Lojistik sektörünün afet yönetimindeki önemi gibi daha uç bir noktadan aşağıda verilmiş olan takip sistemlerine doğru bir giriş yapılarak, ileriye yönelik görülen zorluklar daha da anlaşılır kılınmaya çalışılabilir.

Afet yönetiminde lojistik

Takip sistemleri çoğunlukla yük taşımacılığı üzerinden bağlantılı olarak lojistik alanı ile ilgilidir. Özellikle afet ve insani yardım lojistiğinin zorlukları, ilgili teknoloji ve kurumlar tarafından erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, ileri sorun ve çözümlerin uygulanması sayesinde mikro seviyelerde de olsa zamanla aşılabilir (Becerikliler, 2017).

Lojistik, afet yönetiminin üç aşamasında çok önemli bir rol oynar. Cozzolino buna "İnsani Lojistik Akımı" diyor. Afet Yönetim Çemberi: Hazırlık, Reaksiyon, Rekonstrüksiyon aşamaları ve aynı zamanda önlemler aşaması ile döngüsünü tamamlar (Cozzolino, 2012, s.8). İşletmelerde lojistikte yer alan bu çok adımlı dairesel anlayış, afet lojistiğinde odak noktası olan miktar, zaman ve

yer olmak üzere 3 ana unsura karşı düşmektedir. Görüldüğü gibi afet yönetiminde yer alan en kritik zamanları düşünmemiz gerekmektedir.

En kritik zamanlara afet öncesinde hazır olmak için planlama ve yönetim önem kazanmaktadır. Onlar olmadan yollardaki kaosun önüne geçmekte öyle kolaylıkla mümkün olmayacaktır. Ayrıca bu sorunları çözmek konusunda da halen yeterince hazır olmadığımız bu çalışmada sunulan bulgularda da açıkça görülecektir. Bu anlamda bir afet ülkesi olan Türkiye’de kriz yönetimi kadar risk yönetimi de önemsenerek disiplinler arası boyutlarıyla güncel sorun alanları üzerinden yeni ve teknolojik çözümler sürekli geliştirilerek ayrıntılarıyla çalışılmalıdır. (Kocalar, 2023)

Bulgular

Son yıllarda AUS/ITS-Akıllı Ulaşım Sistemlerinde alttaki bulgularda da sunulduğu gibi pek çok farklı yaklaşımdan hareketle artık entegrasyon sağlanacak çatı bir oluşum aranmaktadır.

AUS/ITS-Akıllı Ulaşım Sistemleri: Trafik/Karayolu, Kargo/Araç, Takip/Planlama (T/R, C/V, T/P)

Aşağıda Trafik/Yol, Kargo/Araç, Takip/Planlama (T/R, C/V, T/P) kavramlarına yönelik yaklaşımlarda farklı sistemlere rastlanılmaktadır. Sonuç kısmında ise tüm bu sistemlerin entegre olacağı bir model olarak Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS/ITS) öneri bütünlüklü bir yaklaşım olarak gündeme getirilmekte ve sektörel bağları üzerinden tekrar yorumlanmaktadır.

Takip sistemleri ile ilgili teknolojik gelişmeleri mevcutta görülen ayrıntı sistem yaklaşımları ile kısaca inceleyip tanıtarak anlayıp kavrayabiliriz. Öncelikle bu mevcut durum önemsenmek zorundadır. O yüzden bu çalışmada örnek olarak alınan bu mevcut önemli yaklaşımlar veya sistemler hiyerarşik bir şekilde numaralı olarak listelenerek kısaca amaç ve yöntemleri ile analiz edilmişlerdir. Çünkü bu noktada okuyucunun zihninde bu takip-izleme sistemleri ile bunların yanısıra planlama yaklaşımları hakkında yaygın bir yanlış anlama veya karıştırma eğilimi bulunmaktadır. Planlama yaklaşımları tüm bu sistemler için çok daha ileri düzeye sahip bir konudur ve karar verme hakkında teknik pek çok ayrıntıyı da kapsamaktadır.

Bu yazının amacı yaklaşımlar arasındaki önemli bazı ayrımları daha net bir hale getirerek okuyucuya yardımcı olmak ve olası gelişmelerle birlikte teknolojik trendi daha anlaşılır kılmaktır.

Öncelikle takip sistemi teknolojisi üç yeni teknolojinin (GPS, CBS, GPRS) entegrasyonu ile mümkün olmuştur:

1. Navigasyon teknolojileri içeren Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) gibi.
2. Veritabanı teknolojileri içeren Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) gibi. Günümüzde CBS çözümleri ile desteklenen yenilikçi akıllı şehir uygulamalarının arka planında yaşam döngüsü veri analizlerine dayalı çalışmalar da artmaktadır (Kocalar, 2018).
3. Haberleşme teknolojisi içeren Genel Paket Radyo Hizmeti (GPRS) gibi.

Ancak bu çalışmada, yukarıdaki teknolojiler de teknik ayrıntılarıyla ele alınmamaktadır, sadece adlarının anlaşılması ve sadece ana trend altında birbirleriyle ilişkili gelişmelerin takip edilmesi önemsenmiştir. Bu amaçla sayıları 10 kadar olan farklı isim veya yaklaşım aşağıda tek tek verilmektedir.

Birçok ulaşım sorununun (trafik kazaları, sıkışıklık, ulaşım süresindeki artış, yakıt ve enerji tüketimi, ulaşım yolları vb.) çözümü için akıllı ulaşım sistemlerine (AUS/ITS) ihtiyaç olmuştur (Meriç, 2018). Bu ihtiyaç altta biraz daha anlaşılır kılınmaya çalışılmış ve gelişmeler ile sektörel trendler ilişkisel yanlarıyla birlikte bir sistem analizi yaklaşımıyla çözülmeye çalışılmıştır.

Aşağıda öncelik verilen yaklaşımlar hiyerarşik bir sistematik içinde hem İngilizce kısaltmalarıyla hem de açık Türkçe isimleriyle birlikte tekrar listelenmiştir:

1. Yol Hasar Takip Sistemleri (RDDTS- Road Damage Detection Tracking Systems)

Sensörlerle yol hasarı anlık olarak takip edilmektedir. RDDTS ise henüz herhangi bir alt sisteme sahip değildir ya da yan sistemlerle ilişkilendirilmemektedir. Yani, daha fazla gelişmediği halde gelecekte bu yaklaşımda da gelişme sağlanması kaçınılmaz olacaktır.

2. Kargo Takip Sistemleri (CTS-Cargo Tracking Systems)

Kargo taşımacılığı için de artık çok daha yenilikçi hızlı teslimatlar gerçekleştirebilecek sistemler gelmektedir. Örneğin, henüz prototip denemeleri gerçekleştirilen İnsansız hava araçlarının (İHA) yakın gelecekte yük taşımaları kolaylaşacaktır. Böylece taşıma kapasiteleri ve programları ile gelecekte oldukça değişerek yayılacakları anlaşılmıştır.

3. Araç Takip Sistemleri (VTS-Vehicle Tracking Systems)

Araçlar farklı türdeki lojistik işlemler (taşımacılık ve teslim eylemleri) için merkezi bir sistemle takip edilir.

3.1. Sürdürülebilir Elektrikli Araçlar (SEV-Sustainable Electric Vehicles)

Günümüzde Sürdürülebilir Elektrikli Araç (SEV) teknolojileri ulaşım tercihlerini de değiştiriyor. Elektrikli araçlar sayesinde AB, 2020 yılına kadar "Sera Gazı Yoğunluğu"nun yüzde 10'a düşürülmesini hedefliyor. İyi bir akıllı sistem adaptasyonu için bu teknolojileri tercih etmek gelecekte giderek daha önemli bir hale gelmiştir.

3.2. Otonom Araçlar (AV-Autonomous Vehicles)

Araçların da gelecekte kendi kendine yönlendirilmeye (otonom) başladığı biliniyor. Bu beklentilerin araç-trafik-yol durum etkileşimini ve yönetim altyapılarının takip yoluyla gelişmeye zorladığı da görülmektedir. Bununla birlikte, otonom araçların teknoloji süreci ve "sürüş faaliyetlerini nasıl etkileyeceği, optimum yol mesafesi, otopark ve toplu taşıma tedariki gibi planlama kararları üzerindeki etkileri" hala tartışılıyor.

Birçok taşıyıcı ve şehir plancısı, araştırmacı ve politikacı, araç otomasyonunun teknik doğasına ve faydasına daha aşına hale gelmiştir. Ancak yine de ortaya çıkan etki veya sorumluların eylemleri konusunda henüz bir fikir birliği sağlanamadığı görülüyor (Taştan, & Kaymaz, 2021). Öte yandan, bazı sistemler de halen oldukça bağımsız işlemektedir.

İnsansız hava araçları da özellikle kargo taşımacılığında oldukça yenilikçi sistemler olarak ayrıca göze çarpmakta ve hızlı bir gelişme göstermektedir.

3.3. Şerit Takip Sistemleri (LTS-Line Tracking Systems)

Şerit takip sistemleri ise kaza önleyici bir yaklaşımdır. Şerit yardımı ayırık sistemlere genellikle güvenlik paketinin bir parçası olarak dahil edilir. Benzer çözümler diğer ek seçeneklerle birlikte yine paketlenerek ayırık sistemler gibi araçlarla birlikte ve satış fiyatları yükseltilerek pazara sunulmaktadır.

3.4. Otomatik Araç Konum Takip Sistemleri (AVLTS- Automatic Vehicle Location Tracking Systems)

AVLTS ise farklı izleme amaçları için kullanılmaktadır. AVLTS uygun fiyatlarla popüler bir hale getirilmiştir. Önerilen yazılım tasarımı 'takip sistemi', belirli bir aracın konumunu, zemin hızını ve yakıt seviyesini belirlemek için kullanılır (Aloquili, Elbanna, Al-Azizi, 2008). Bu tür sistemlerle bir araç veya araç filosunu rahatlıkla takip edebilirsiniz. Akıllı otomasyon çözümleri de gündeme gelerek sistemlere yine entegre edilmektedir.

3.5. Araç Yakıt-Yol Takip Sistemleri (VFRTS-Vehicle Fuel-Road Tracking Systems)

Filo sahiplerinde ise GPS izleme ve yakıt durumunu görüntüleme konuları arasında yanlış anlama hakimdir. Bu sistemler de yukarıdaki gibi birbirlerini entegre edilmiş olabilmektedirler. Kısacası isimleri ve farklı teknolojileri olan ayırık sistemler dahi artık birlikte çalışabilir bir donanım ve yazılıma (üst sisteme) bağlanarak aslında tek bir sistem altına alınmış olsalar dahi son kullanıcıya ayrı pazarlanır bir modül halinde sunulmaktadır.

4. Trafik Takip Sistemleri (TTS-Traffic Tracking Systems)

Araçlar akıştaki trafik darboğazına kadar kontrol amaçlı izlenmektedir. Araçlar ayrıca gecikme süresi (Decision Delay Time-DDT) ile karar verir ve akıştaki trafik darboğazlarına göre bekleme kuyruğuna katılırlar. Trafik darboğaz görüntüsü gerçek zamanlı değildir. Belirgin bir gecikme süresi de bulunmaktadır. Böylece, belirli dairesel kapsama alanlarında bu karar gecikme süresini (DDT) azaltmak için TTS'in güncellenmiş araç çağrılarıyla entegrasyon içinde olması gerekir. Bu nedenle de TTS'in gelecekte daha fazla geliştirilmesi söz konusudur.

Araçların trafik darboğazına göre akışa yerleştirilmesi (konumlandırma-bekleme kuyruğu), sorunun bir sistem kapsamında nasıl ele alındığına bağlı olarak aşağıdaki gibi basit bir şekilde modellenilebilir (Şekil 2).

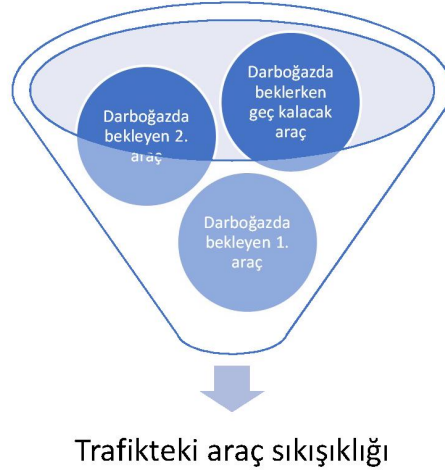


Figure 2. Trafik darboğazlarına göre araçların akıştaki yeri.

Soruna yapay zekâ bir çözüm sunabilmiştir. Bu tür yeni bir akıllı sistem (IS-AI TTS) (hiyerarşik numaralı) olarak aşağıda ayrıca listelenmiştir. Bu akıllı sistem (IS-AI TTS) (EDS) yaklaşımı da halen birçok merkezi sistem (TTS) ile paralel bütünleşik bir şekilde çalışır durumdadır.

4.1. Akıllı Sinyalizasyon - Yapay zekâ trafik takip sistemleri (IS-AI TTS-Intelligent Signaling - Artificial Intelligence Traffic Tracking Systems) (EDS)

EDS, akıştaki trafik darboğazlarına göre akıllı sinyal vermeye karar verebilmektedir.

Saha Sonuçları

Türkiye’de ulusal bir politika olarak, 2000’li yıllara kadar hızlı bir gelişme gösterilen AUS/ITS - Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Strateji Belgesi de 2014 yılında hazırlanmıştır. Kalkınma Bakanlığı, AUS/ITS gibi ulusal kalkınmaya katkıda bulunabilecek birçok kritik konuyu resmi olarak belirlemiştir (Ulaştırma ve Denizcilik Bakanlığı, 2014). Ancak çalışma da görüldüğü gibi özellikle afet yönetiminde kritik zamanları düşünmemiz gerektiği için, yeterli akıllı planlama ve yönetim olmadan da yollarda oluşan kaosun önüne geçmek için halen hazır olamadığımız açıktır.

Aşağıdaki tabloda (Tablo 1), Bu önemli takip sistemleri uygun odaklanmış gruplarla sıralı bir şekilde özetlenmiştir. Takip sistemleri araçlar için özellikle sayıca ve nitelikçe artmış gözükmemektedir (2.sütun). Diğer sistemler (1, 3, 4) ise göreceli olarak henüz çok daha sınırlı kalmıştır. Ancak özellikle TTS trafiği düzenlemek için önemli bir husustur. RDTS ise sınırlı bölgelerde gelişme göstermektedir (örneğin, Hindistan). Diğer yandan CTS günümüzde pandemi koşullarından bu yana oldukça popüler bir hale gelmiştir. Ancak tüm bu ayrıntıların de artık çok daha fazla bütünleştirici teknolojik yaklaşımlarla entegrasyon altına alınmış olması gerekmektedir.

Table 1. Takip ve İzleme Sistemleri

Genel Sistemler:	1	2	3	4
İng. Kısaltılmış adı:	RDDTS	CTS	VTS	TTS
Odaklı:	Yol Hasarı	Ücret	Araç	Yol Trafik
a Alt sistem 1	Yeni alt- sistemler	<u>İHA</u>	<u>AV</u>	IS-AI TTS
b Alt sistem 2	...	Yeni alt- sistemler	<u>SEV</u>	...
c Alt sistem 3	LTS	...
d Alt sistem 4	AVLTS	...
e Alt sistem 5	VFRTS	...

Not: Yeni ve farklı teknolojiler giderek yaygınlaşıyor (AV, SEV, İHA).

Not: Yeni ve farklı teknolojiler giderek yaygınlaşıyor (AV, SEV, İHA).

Diğer kısa isimler ise sadece izleme sistemleridir

Ayrık sistemler halinde olan bu Takip ve İzleme Sistemleri (Tablo 1 ve Şekil 3'te İngilizce kısaltılmış adlarıyla görselleştirilmiş) aşağıda da benzer hiyerarşik sistematik içinde hem İngilizce kısaltmalarıyla hem de açık Türkçe isimleriyle birlikte tekrar listelenmiştir:

1. RDDTS- Yol hasar takip sistemleri
2. CTS- Kargo takip sistemleri
3. VTS- Araç takip sistemleri
 - 3.1 AV-Otonom Araçlar
 - 3.2 SEV- Sürdürülebilir Elektrikli Araçlar
 - 3.3 LTS- Şerit takip sistemleri
 - 3.4 AVLTS- Otomatik araç konum takip sistemleri
 - 3.5 VFRTS- Araç yakıt-yol takip sistemleri
4. TTS- Trafik takip sistemleri
 - 4.1. IS-AI TTS - Akıllı Sinyalizasyon - Yapay zekâ trafik takip sistemleri vb.

Yukarıdaki bu ilgili ayrıık sistemleri birbirine entegre edici ana (AUS/ITS) yaklaşım çatısı altında giderek eskiyen dağıtık hiyerarşik yapıyı entegre edici yolları anlamak için aşağıda basitçe önerilen görsel bir model (Şekil 3) bu amaçlarla sunulmuştur.

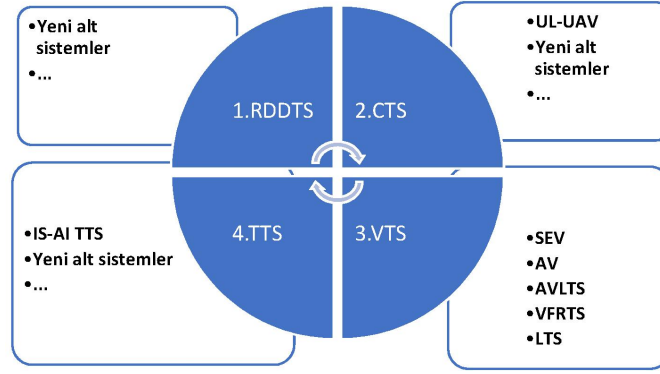


Figure 3.Ayrık Takip Sistemleri* bütünleştiren bir sistem entegrasyonu (ITS) arayışı.

* Sistemler (T/R, C/V, T/P) yukarıda kısa isimler ile ilişkiel bir sistematik yaklaşımla entegre şekilde görselleştirilmiştir.

Sistem entegrasyonu hala bu ayrıık sistemler arasında önemli bir sorun alanıdır. Benzer sorunların çözümü için yeni kavram ve yaklaşımlar da önemli bir haldedir. İşte o yüzden Endüstri 5.0 bu tür teknik sorunları biraz daha hızlı bir şekilde çözmek üzere getirilen kapasite arttırıcı bir yaklaşımdır.

Tartışma

Araştırma konusunu doğuran soru ve motivasyon hatırlatılarak önerilen modelin trendle nasıl bağdaştığı ortaya konulmuştur.

Araştırma Sorusu veya Motivasyon: Gelişen Trafik/Yol, Kargo/Araç, Takip/Planlama Sistemleri (T/R, C/V, T/P)S ve akıllı şehirlerin lojistik taşımacılığındaki ilerlemeleri acaba tam olarak nasıl değerlendirebiliriz?

Bu çalışmada izleme sistemlerine yeni bir yaklaşım olarak daha esnek ve işlevsel bir model önerilmektedir: Hiyerarşik-Çevrimsel-İletişimsel/Açık-Uyumlanabilir (Hierarchical-Circular- Communicative/Open-Adaptable).

Sonuç

Hipotez:Birbirinden ayrıık olan mevcut dağıtık yaklaşımlar/teknolojiler/sistemler tek bir çatı altında birer alt sistem olarak dönüşüm geçirmektedir (T/R, C/V, T/P)S, bu alt sistemler eğer eski teknolojiler içeriyor ise, gelecekte zaten başka bir ana sistem (veya AUS/ITS) altına girerek dönüştürülmüş olacaklardır.

Hipotez doğrudur:Birbirinden bağımsız olan sistemler (T/R, C/V, T/P)S, AUS/ITS çatısı altında yani birer alt sistem olarak dönüştürülerek gelecekte entegre bir hale geleceklerdir.

Neden?

İlk olarak, bağımsız ya da ayırık pek çok sistem, önerilen yeni entegre yaklaşımlar (AUS/ITS) sayesinde hiyerarşik bir ana sistem yapısı tarafından kapsanıp, yönlendirilen teknolojik gelişmeler ışığında onun kapsamı altına alınabilir bir görünümündedir.

Toplumda gelişen ihtiyaçlar da zaten gelecek için önerilen (AUS/ITS) yaklaşımı ile ayırık sistemler (trafik /yol, kargo/araç, takip/planlama sistemleri) arasında daha fazla entegrasyona ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Çünkü araç (ve insan) olarak nüfus ve onun bir sonucu olarak trafikte/yolda sayıca artmakta ve karmaşık bir sorunlar yumağı haline gelmektedir.

Dolayısıyla bu durum izleme/planlama yaklaşımlarında da giderek çok daha fazla karmaşık işlemlere sebep olmaktadır. Bu nedenle, tüm sistemin yeni (AUS/ITS) kavramlarla (telekomünikasyonda yeni protokoller, vs. ile) yeniden en aza indirgenerek yani optimize edilerek çözümlenmesine ve entegrasyonuna ihtiyaç vardır.

Nesnelerin İnterneti (IoT) Endüstri 4.0 ve 5.0 ile bu yeni yaklaşımlar desteklenebilecektir. Endüstri 5.0. ile tüm bu tür sorunlar büyük ölçüde ancak öncelikle teknolojik kapasite arttırımı yoluyla çözülebilir olacaktır. Bu çalışmanın amacı da okuyucuya var olan ayrımları ve farklı kavramları bu şekilde belirgin bir çerçevede daha net anlaşılır bir hale getirmeye yardımcı olmaktır.

Öneri

Kentleşme toplu taşıma ve yaya öncelikli ulaşım sisteminin sağlanması açısından özellikle yaya ve bisiklet güvenliğini ön planda tutmaktadır. Bu anlamda çevre ve insan dostu ulaşım sistemlerinin kullanımı da giderek yaygınlaştırılmakta olduğundan yeni akıllı ulaşım ve şehircilik tasarımlarında dönel kavşaklar daha çok uygulanmak zorundadır.

Çalışma ayrıca aşağıda bazı başka yan hipotezleri de birlikte test etmiştir. Endüstri 4.0 devrimi nesnelerin interneti, Akıllı Ulaşım Sistemlerinde (ITS) önemli yenilikler getiriyordu. Bununla birlikte, Endüstri 5.0, Endüstri 4.0'ın ötesinde iletişime esneklik ve işlevsellik katacaktır.

Bu gelişmelerle birlikte akıllı sistemler giderek insanlarla da bütünleşme içinde çalışarak daha fazla karşımıza çıkar olacaktır. Bu yenilikler ve ulaşım alanındaki hızlı gelişmeler (kablosuz iletişim, uydu iletişimi, sensörler ve yazılım) kısaca Akıllı Ulaşım olarak adlandırılmaktadır.

Söz konusu gelişmeler lojistik ve taşımacılık hizmetlerinin daha verimli ve güvenilir bir şekilde verilmesini de sağlayacaktır. Nesnelerin interneti mimarisi hayatımızdaki tüm fiziksel nesnelerin internet üzerinden iletişimde kalmasını sağladığından, AUS/ITS alanında pek çok farklı yeni çalışmalar da ortaya çıkmaya başlamıştır.

Bu çalışmada, Nesnelerin İnterneti mimarisinin temelleri de vurgulanarak, Akıllı Ulaşım ve Akıllı Lojistik anlamındaki bütünleşik yaklaşım ve sağladığı gelişmeler düşünsel teorik ve kavramsal açıdan ortaya konulmaktadır. Böylece makale, AUS/ITS ile ilgili temel bilgileri sektörel açıdan da yorumlanır kılarak genel anlamda işletme ve yönetim açısından teknik anlamda planlama açısından konunun önemine dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra çalışma teknik gelişmelerin seyrini de ortaya koyan teknik yapının kavranılarak gelişim trendlerine yönelik öneriler de geliştirmiştir. Özellikle ulaşım ve lojistik sektörleri geçmişe nazaran çok daha önemli bir hale gelmiş, bu alanlarda ileri düzeylerde bilişim ve iletişim teknolojileri içeren çok daha akıllı kılınan uygulamalar da giderek ön plana çıkarılmıştır. Gelecekteki bu trendler ile toplumsal bir dönüşüm de belirgin bir şekilde kaçınılmaz kılınmaktadır.

Teşekkür / Acknowledgements

“1st Advanced Engineering Science Days” organizasyonu için teşekkürler.
Thanks for the organization of 1st Advanced Engineering Science Days”.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: Author declared no conflict of interest.

Grant Support: Author declared no financial support.

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Aloquili, O., Elbanna, A., Al-Azizi, A. (2008). GIS ortamına dayalı otomatik araç konum takip sistemi, IET Software Online ISSN 1751-8814 Eylül 2009 IET Software 3(4):255 - 263 doi: 10.1049/iet-sen.2008.00481
- Aydın, U. & Atak, Ü. (2020). Yük Taşımacılığı için Bulanık EDAS Yöntemi ile Taşıma Modu Seçimi . Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi , 3 (1) , 24-33 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/53369/686738>

- Becerikliler, U. (2017). Maltepe Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, Afet ve İnsani Yardım Lojistiği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Cozzolino, A. (2012). Afet Yardım Yönetiminde Sektörler Arası İş birliği, Springer, Heidelberg.
- Demir, S. , Gündüz, M. A. & Paksoy, T. (2022). Akıllı ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminin Hazırlık ve Olgunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi için Geometrik Ortalamaya Dayalı Yeni Bir Model Önerisi . *Journal of Transportation and Logistics* , 7 (1) , 95-115 . DOI: 10.26650/JTL.2022.1023071
- Erdal, H. (2018). Yapay Zekâ Teknikleri ve Uzman Sistemlerin Karasal Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Denetiminde Kullanımı . *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* , 1 (1) , 32-39 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/35759/393968>
- Kocalar, A. C. (2018). Life Cycle Data Analysis for Smart Cities and Support with Geographic Information System (GIS).*International Journal of Humanities Social Science Studies (IJHSS)*, 5(1), 63-82, https://www.researchgate.net/publication/330635025_ijhss-kapakmak-26s-Dr_A_C_KOCALAR_-18-7-2171250pdf
- Kocalar, A. C. (2023). "Kriz Yönetiminden Önce Risk Yönetimi", *Academic Suggestions for the Aftermath of Kahramanmaraş Centred Earthquakes*, Ed. Musa Öztürk, Mustafa Kırca, Özgür Yayınları, ISBN:978-975-447-613-2, s.3 - 23. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub99>
- Koşunalp, S. & Arucu, M. (2018). Nesnelerin interneti ve akıllı ulaşım. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1 (1) , 1-7 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/35759/393470>
- Meriç, E. B. (2018). Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) ve kalkınma ajansları . *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* , 1 (2) , 33-55 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/39569/458009>
- Özden, A. , Akalın, K. B. & Kara, Ç. (2020). ITS Applications in Public Transportation: What Municipalities Offer to Travelers in Turkey. *Journal of Transportation and Logistics*, 4 (2), 51-64. DOI: 10.26650/JTL.2019.04.02.01
- Sarıkavak, Y. (2018). Demiryolu endüstrisinde akıllı ulaştırma sistemleri ve Türkiye'deki uygulama örnekleri . *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* , 1 (2) , 22-32 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/39569/455153>
- Taç, Ş. G. (2018). Karayolu ulaşımında meydana gelen trafik kazalarının önlenmesinde akıllı ulaşım sistemlerinin etkisi . *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* , 1 (2) , 12-21 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jitsa/issue/39569/462855>
- Taştan, Y. & Kaymaz, H. (2021). Otonom OtonomayıYayıNasyaLı. *Uluslararası Mühendislik ve Saf Bilimlerdeki Gelişmeler Dergisi* , 33 (2) , 195-209 . DOI: 10.7240/jeps.741594
- Tektaş, M. & Tektaş, N. (2019). Akıllı ulaşım sistemleri(AUS) uygulamalarının sektörlere göre dağılımı . *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* , 2 (1) , 32-41 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/44655/547872>
- Topal, B. & Şahin, H. (2019). Kurumsal Kargo Taşımacılığında Müşteri Memnuniyetinin Araştırılması . *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* , 2 (2) , 14-26 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jitsa/issue/50153/605474>
- Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016), Ankara, Türkiye, 2014.

How cite this article / Atıf Biçimi

Kocalar, A.C. (2023). Akıllı şehir lojistiği kapsamında akıllı ulaşım sistemleri (AUS) için sistem analizi. *Journal of Transportation and Logistics*, 8(1), 73-82. <https://doi.org/10.26650/JTL.2022.1226076>