

Received : November 30, 2019 Accepted : December 31, 2019

<http://dx.doi.org/10.26650/JTL.2019.04.02.01>

### Research Article

## ITS Applications in Public Transportation: What Municipalities Offer to Travelers in Turkey

**Abdulkadir Özden** | Department of Civil Engineering, Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Turkey, [aозden@ogu.edu.tr](mailto:aozden@ogu.edu.tr)

**Kadir Berkhan Akalın** | Department of Civil Engineering, Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Turkey, [kbakalin@ogu.edu.tr](mailto:kbakalin@ogu.edu.tr)

**Çağdaş Kara** | Department of Civil Engineering, Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Turkey, [ckara@ogu.edu.tr](mailto:ckara@ogu.edu.tr)

#### Keywords:

Intelligent  
Transportation  
Systems,  
Traffic  
Management,  
Public  
Transportation  
Systems,  
Mobile  
Applications,  
Passenger  
Information  
Systems

#### ABSTRACT

Advancement in information and communication technologies has considerably affected the economy, socio-cultural structure and administrative dynamics of the cities we live in. In this context, the existence of an innovative, technology- and data-based transportation system should be considered within the scope of sustainability in order to increase the mobility of cities. In this context, Intelligent Transport Systems (ITS) provides a systematic approach to regulating, managing and directing transportation and related factors (vehicles, infrastructure, users and decision makers) with the help of information and communication systems. ITS, which generally consists of many sub- systems, affects our lives in many areas from passenger information systems to travel planning, dynamic junction control to fleet management. The main objective of the ITS is to alleviate the burden of both users (drivers, passengers, pedestrians) and decision-makers to improve the economic, environmental and social impacts of transportation. In this study, ITS applications in public transportation in Turkey are assessed based on the National Intelligent Transportation Systems Strategy Document prepared by the Ministry of Transportation and Infrastructure (UAB) in 2014. A total of 81 municipalities, 30 of which are metropolitan, have been evaluated in terms of traffic management, passenger information, accessibility and mobile applications. When the results are examined, it is seen that the majority of municipalities have sufficient infrastructure and provide services in terms of passenger information and electronic payment systems. On the other hand, although some municipalities have effective applications in terms of accessibility and mobile applications, they are generally open to development.

## Toplu Taşımada Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Kullanımı: Türkiye’de Belediyelerin Sunduğu Hizmetlerin Değerlendirilmesi

#### Anahtar Sözcükler:

Akıllı Ulaşım  
Sistemleri,  
Trafik Yönetimi,  
Toplu Taşıma  
Sistemleri,  
Mobil  
Uygulamalar,  
Yolcu  
Bilgilendirme  
Sistemleri

#### ÖZ

Son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, yaşadığımız şehirlerin ekonomisini, sosyo-kültürel yapısını ve yönetsel dinamiklerini de içerecek şekilde çok yönlü bir değişimi zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda, kentlerin hareket kabiliyetlerini arttırmak için yenilikçi, teknoloji tabanlı ve veriye dayalı bir ulaşım sisteminin varlığı sürdürülebilirlik kapsamında değerlendirilmelidir. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), ulaşımı ve ilgili etkenlerini (araçlar, altyapı, kullanıcı ve karar merkezi) elektronik ve bilişim sistemlerinin de yardımı ile düzenlemek, yönetmek ve yönlendirmek için sistematik bir yaklaşımı ifade eder. Genellikle birçok alt sistemin bir araya gelmesi ile oluşan AUS, yolcu bilgilendirme sistemlerinden seyahat planlamasına, dinamik kavşak kontrolünden filo yönetim ve denetimine kadar birçok alanda yaşantımıza etki etmektedir. AUS'nin temel amacı, gerek kullanıcıların (sürücü, yolcu ve yaya), gerekse karar vericilerinin düşünme-karar verme noktasında yükünü hafifletmek ve ulaşımın ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerini iyileştirmektir. Bu çalışmada, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) tarafından 2014 yılında hazırlanan Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi dikkate alınarak, Türkiye’deki belediyelerin toplu taşıma alanında sunduğu hizmetler AUS kapsamında değerlendirilmiştir. 30’u büyükşehir olmak üzere toplam 81 belediye trafik yönetimi, yolcu bilgilendirme, erişilebilirlik ve mobil uygulamalar konusunda değerlendirilmiş, bu ana başlıklar altında hangi hizmetleri sunduğu incelenmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde, belediyelerin büyük çoğunluğunun yolcu bilgilendirme ve elektronik ödeme sistemleri noktasında ciddi altyapı sahibi olduğu ve hizmet sağladığı görülmektedir. Diğer yandan, erişilebilirlik ve mobil uygulamalar konularında bazı belediyelerin etkin uygulamaları olmakla beraber, genel itibarı ile gelişmeye açık bulunmaktadır.

Cite this article as

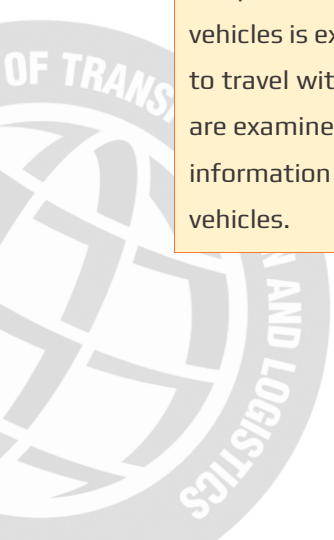
Özden, A., Akalın, K. B., & Kara, Ç. (2019). Toplu Taşımada Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Kullanımı: Türkiye’de Belediyelerin Sunduğu Hizmetlerin Değerlendirilmesi. *Journal of Transportation and Logistics*, 4(2), 51-64. doi: 10.26650/JTL.2019.04.02.01

## Extended Abstract

### ITS Applications in Public Transportation: What Municipalities Offer to Travelers in Turkey

**Purpose of the study:** The study aimed at investigating the ITS applications and services provided by municipalities in Turkey, specifically for public transportation. Ministry of Transportation and Infrastructure (UAB) has prepared a document called National Intelligent Transportation Systems Strategy Document in 2014 to emphasize the needs and requirements of the sector for the adoption of ITS and related technologies. This study utilizes 8 topics directly related to municipalities and public transportation. The primary purpose of the study is to provide a thorough evaluation of the AUS application in public transportation in order to identify the strength and weaknesses of the municipalities. Additionally, the study highlights the well adopted ITS applications among municipalities. Furthermore, it is expected that the study has the potential to shed a light on the possible improvements where the municipalities already have sufficient infrastructure but not using effectively to improve the services provided to the public.

**Methodology:** The study first reviewed the National Intelligent Transportation Systems Strategy Document and selected 8 topics directly related to traffic and public transportation, and directed to municipalities as the responsible agencies. Additionally, 22 more points added to increase the details of the topics provided by the strategy document. A total of 81 municipalities, 30 of which are metropolitan, have been evaluated in terms of traffic management, passenger information, accessibility and mobile applications (Table 1). Municipalities' web sites, smartphone applications, and databases, if any, were examined in order to explore the services provided to the travelers. Additionally, the municipalities were contacted directly (telephone or e-mail) to obtain information about whether some of the action items (action items 1.3.7 and 3.2.3) were provided. In the study, the municipalities' AUS awareness was evaluated based on current and upcoming public transportation plans. Coverage of the AUS in master plans, availability, and extent of the traffic management centers, technologies for the intersection management systems are used as primary criteria for evaluating the AUS awareness and adoption for planning and management subject. Passenger information systems, which are one of the most effective AUS applications in public transportation systems, are examined under two main headings as in-vehicle and bus stop. Under these headings, visual and audio based traveler information in vehicles, in bus stops and waiting areas, as well as the presence of communication infrastructure in vehicles and bus stops are examined. Within the scope of accessibility, vehicles and bus stops were evaluated based on the current infrastructure. In addition, the presence of a system in which passengers are informed about the accessibility of the upcoming vehicles is examined with a separate criterion. In the subject of electronic payment systems, the ability to travel with a single card in the relevant public transport vehicles, balance inquiry and adding credit are examined. In the title of mobile systems, it has been examined whether the municipalities provide information through mobile applications such as the location and arrival time of the public transit vehicles.



**Results and Discussion:** When the results are examined, it is seen that the majority of municipalities have sufficient infrastructure and provide services in terms of passenger information and electronic payment systems. On the other hand, although some municipalities have successful applications in terms of accessibility and mobile applications, they are not well adopted by the majority of the municipalities and open to improvement. It is observed that 44% of the municipalities have a traffic management center and nearly 68% utilize intersection and corridor management systems at some level. In terms of traveler information systems, about half of the municipalities offer audio and visual information both in-vehicle and in bus stops. However, it should be noted that these services are mostly provided in vehicles owned by agencies. Accessibility is one of the topics needs serious consideration based on the results. Although the buses are accessible (39% mostly accessible, 40% somewhat accessible, 21% not accessible) in general, the bus stops and waiting areas are not well designed in terms of accessibility. On the other hand, the electronic payment system is one of the well-adopted ITS applications in Turkey. Most municipalities (75%) enable the use of one card thorough most municipally owned and operated public transportation vehicles. Lastly, 44% of the municipalities have mobile applications providing a different level of information and some enabling them to check payment cards and add credit. When the existing technology and communication infrastructure of the municipalities is evaluated, it is observed that especially the data potential cannot be used effectively. Considering that data and data interpretation is one of the most valuable assets, it is especially important to collect data in regular and standard formats, to share these data with relevant stakeholders and to publish it regularly. In addition, the ITS should consider not only the development of vehicle traffic-oriented systems but also the development of systems to promote bicycle and pedestrian safety within the framework of sustainable mobility and transportation. In this context, municipalities are expected to expand the services provided for pedestrian and bicycle users.



## 1. Giriş

Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmelerin etkisiyle yaşamımızda da teknolojik bir dönüşüm meydana gelmekte, doğrudan veya dolaylı olarak yaşamımızı kolaylaştırmaktadır. Bugün geldiğimiz noktada, bilgi ve iletişim teknolojileri ışığında gelişen şehirlerimiz, yaşam kalitesini arttıran ve insan hayatını kolaylaştıran “akıllı” uygulamalar ile birlikte “akıllı şehirler” kavramına doğru ilerlemektedir. Dijitalleşme, Web 2.0 ve sosyal medyanın hayatımıza kattığı yeniliklerin yanında, “e-ticaret” ve “e-devlet” gibi ulaşım gerektirmeyen çevrimiçi platformların da ortaya çıkmasını sağlamıştır. Diğer yandan, dijital bilgi güvenliği (siber güvenlik) ve özel hayatın gizliliğinin sağlanması gibi yeni problemler ortaya çıkmakta ve çözüm önerilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinde ortaya çıkan bu yeni gelişmeler, “akıllı şehirler” kavramının temel ilkelerinde de bulunan, yaşadığımız şehirlerin ekonomisini, kültürel ve sosyal yapısını, yönetsel dinamiklerini de içerecek şekilde çok yönlü bir değişime götürmektedir. Akıllı şehirler kavramının en önemli yapı taşlarından biri olan “akıllı hareketlilik” kavramı da, kentlerin hareket kabiliyetlerinin artması için yenilikçi ve sürdürülebilir ulaşım sistemlerini, diğer bir ifadeyle Akıllı Ulaşım Sistemlerini işaret etmektedir. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), en genel ifade ile son yıllardaki bu gelişmelerin ulaştırma alanındaki yansımalarıdır.

Dünya genelinde nüfus artışı ve beraberinde hareketlilik ihtiyacında oluşan artış, ulaşım ve taşımacılık noktasında ciddi problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Nüfus artışına paralel olarak artan kentleşme ve araç sahipliği oranları bu problemlerin daha yoğun hissedilmesine yol açmıştır. Japonya’da %92 olan kentsel nüfus oranları, ABD’de %82, Avrupa ülkeleri ve Türkiye’de %75 civarındadır (World Bank, 2019). Bunun yanında, 1000 kişiye düşen araç sayıları da 2015 verilerine göre ABD’de 797, Japonya’da 591, Avrupa ülkelerinde farklı ülkelere göre 450-700 arası ve Türkiye’de ise 144 olarak izlenmiştir (Our World in Data, 2019). Bu durum, kentlerin hareket kabiliyetinin artırılması için yönetme ve karar verme mekanizmalarının ne derece önemli olduğunu işaret etmekte ve bu bağlamda AUS’nin önemini vurgulamaktadır. Diğer yandan dünya genelinde kaza istatistiklerine bakıldığında, ülkemizde araç sahipliği oranları gelişmiş ülkelere kıyasla oldukça düşük olmasına rağmen, araç başına kazalarda ölüm oranı oldukça yüksektir. Buna rağmen, her bir milyon araç için trafik kazalarında ölüm oranı AB ülkelerinde 104 iken Türkiye’de 617’dir (European Commission, 2018). Bunun sebebi olarak, eğitim, araç güvenliği, yol durumu, emniyet kemeri kullanımı vb. birçok unsurun etkili olduğu, ancak AUS’nin başarılı bir şekilde uygulanmasının da oldukça büyük bir payı olduğu söylenebilir.

Toplu taşıma istatistiklerine bakıldığında, 1960’lı ve 1970’li yıllardan bu yana, özellikle Kuzey Amerika ve Batı Avrupa’daki yıllık toplu taşıma yolcu sayısı genel olarak artmaktadır. Ülkeler arasında büyük farklılıklar olmasına rağmen, çoğu ülkede toplu taşımacılığın olan talep istikrar kazanmıştır (Buehler & Pucher, 2012). Toplu taşıma talebindeki bu gelişim ve istikrar, AUS’nin toplu taşıma sistemlerindeki önemini de arttırmıştır.

Bu çalışmada, ülkemizdeki belediyelerin özellikle toplu taşıma sistemleri bağlamında mevcut hizmetlerinin AUS kapsamında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. UAB tarafından 2014 yılında hazırlanan AUS Strateji Belgesi ve Eylem Planı dikkate alınarak toplu taşıma ve trafik özelinde belediyeleri doğrudan ilgilendiren 8 eylem maddesi ve değerlendirmeleri daha detaylı kılmak için ilave edilen ek maddeler ile belediyelerin



mevcut uygulamaları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, genel olarak belediyelerin etkin olduğu AUS uygulamaları belirlenmiş, zayıf kalan yönler işaret edilmiştir. Ayrıca, mevcut potansiyelin daha etkin kullanımı adına olası iyileştirmeler için de öneriler sunulmuştur.

## 2. Akıllı Ulaşım Sistemleri: İlgili Teknolojiler ve Mevcut Uygulamalar

Akıllı ulaşım sistemlerinin çalışması ve etkinliği bakımından gerekli teknolojiler incelendiğinde, ilk olarak bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler karşımıza çıkmaktadır. Kullanıcılar, araçlar ve altyapı arasında çok yönlü bilgi ve veri akışını olanaklı kılan kablolu ve kablosuz iletişim teknolojilerindeki gelişmeler (5G, Bluetooth vb.) yüksek miktarda verinin hızlı bir şekilde iletilmesine olanak sağlamaktadır. Diğer yandan algılama ve görüntüleme teknolojisindeki gelişmeler yüksek çözünürlükte video kamera görüntülerinin işlenebilmesini, yol sensörleri ile araçları tanıma, sınıflandırma ve ağırlıklarını saptama gibi işlemlerin trafiği aksatmadan yapılabilmesine imkan vermektedir. Böylece, trafik yönetimi açısından en önemli parametrelerden olan trafik akımı, yoğunluk, hız vb. parametrelerin daha kolay ve ekonomik bir şekilde elde edilmesi sağlanmaktadır. Bununla birlikte, sensörler yardımı ile sinyalizasyon kavşaklarda trafik dinamik olarak kontrol edilebilmekte, değişen talebe göre trafik yönlendirmesi yapılabilmektedir. Son yıllarda GPS/GNSS teknolojilerindeki gelişmeler, konum verilerinin doğruluğu ve hassaslığı noktasında ciddi katkılar sunmaktadır.

Akıllı ulaşım sistemlerinde mevcut uygulamalar incelendiğinde, bu uygulamalarının genel başlıklar olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir olduğu görülmüştür.

### 2.1. Trafik Yönetimi

Trafikte hizmet kalitesini arttırmak ve olası problemleri saptayarak önleyici çalışmalarda bulunmak adına yapılan uygulamaların tamamı trafik yönetimi kapsamında değerlendirilebilir. Dinamik ve koordine sinyalizasyon kavşaklar, değişken mesaj işaretleri, kamera ve sensör sistemleri vb. bu kapsamda değerlendirilebilir.

### 2.2. Sürücü ve Yolcu Bilgilendirme Sistemleri

Toplu taşıma sistemleri, yoğun kullanım oranı da dikkate alındığında, AUS'nin en etkili kullanıldığı alanların başında gelmektedir. Araç içi bilgilendirme sistemleri, akıllı duraklar, web ve mobil uygulamalar bu konuda verilecek en yaygın örneklerdendir. Toplu taşıma sistemlerinde bilgilendirmenin trafiğe etkisinin yanında, yolcuların psikolojik ve fiziksel sağlıklarına da ciddi etkisi olduğu belirtilmekte, belirsizlik stresini azaltarak bekleme süresi için olumlu bir algı uyandırmaktadır (Dziekan & Vermeulen, 2006).

### 2.3. Elektronik Ödeme Yöntemleri

AUS, gerek toplu taşıma araçlarında gerekse otoyollarda ücret ödenmesinde kolaylıklar sağlamaktadır. KGS, OGS ve araç içi ödeme sistemleri en belirgin örneklerdendir. Ayrıca, bazı ülkelerde doluluk oranı yüksek araç (HOV: High-Occupancy Vehicle) şeritleri, doluluk oranı yüksek araç ücretlendirme şeridi (HOT: High-Occupancy Toll) ve



kent merkezlerinde tıkanıklık fiyatlandırması da elektronik ödeme sistemleri içerisinde değerlendirilir.

#### 2.4. Erişilebilirlik

Toplu taşıma araçlarının tekerlekli sandalye ve bebek arabalarına hem iniş-biniş hem de araç içi güvenliği bakımından uygunluğu, duraklara ve metro istasyonlarına ulaşımı sağlayan asansörler, rampalar, engelliler için ayrılmış koltuklar vb. uygulamalar ile bunlar hakkında bilgilendirme, biletleme ve servis hizmetleri erişilebilirlik noktasında başlıca uygulamalardır. Diğer yandan, görme engelli yayaların kullanımına sunulan, sesli ve titreşimli akıllı bastonlar (Gören Göz, WeWalk), durak, araç içi ve biletleme işlemlerinde Braille yazı uygulaması mevcut teknolojilerin erişilebilirlik kapsamında uygulamaları arasında yer almaktadır.

#### 2.5. Araç-Filo Yönetim ve Denetim Sistemleri

Filo yönetim ve denetim sistemleri, araç ve personelin verimli bir şekilde kullanılmasına yardımcı olacak sistemleri içermektedir. Genellikle AVI (Automatic Vehicle Identification) ve AVL (Automatic Vehicle Location) sistemleri kullanılmaktadır. Örnek olarak, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından hafriyat kamyonlarının hız, güzergâh ve döküm alanlarının takibi; yol temizliği ve karla mücadele araçlarının verimli şekilde kullanılabilmesi en yaygın uygulamalardandır.

#### 2.6. Araç içi Destek-Güvenlik Sistemleri ve Otonom Araçlar

AR-GE ve uygulama çalışmaları daha çok otomobil endüstrisi tarafından yönlendirilen araç içi teknolojilerde hız sabitleyiciler, gelişmiş fren sistemleri, son yıllarda gelişen yapay zekâ teknolojisi ile şerit ihlali uyarısı, kör nokta izleme ve sürücülerin uyku/yorgunluk halinin saptanması gibi yenilikler bu alandaki en önemli örneklerdir (Begum, 2013). Diğer yandan, son yıllarda tüm dünyada üzerine ciddi çalışmaların yapıldığı otonom araçlarda V2X teknolojileri ve ilgili uygulamalar da AUS kapsamında öne çıkmaktadır.

#### 2.7. Kaza ve Acil Durum Yönetim Sistemleri

Kaza ve acil durum yönetiminde, trafik kazaları ve doğal afetler başta olmak üzere tüm acil ve lojistik müdahale gerektiren durumlarda, olayın yeri ve diğer bilgilerinin ilgili paydaşlara ulaştırılması ve müdahale için gerekli organizasyon ve operasyonel çalışmaların tümünde, AUS katkı ve destek sunmaktadır. AB ülkelerindeki e-call ve ABD’de 511 çağrı merkezleri bu bağlamda en belirgin örneklerdir.

#### 2.8. Türkiye’deki Akıllı Ulaşım Uygulamalarının ve Politikalarının Değerlendirilmesi

Farklı ülkelerde 1960’lı yıllarda görülmeye başlayan AUS uygulamaları 1990’larda bilgi ve iletişim teknolojileri ile hız kazanmıştır (UDHB, 2014). Ülkemizdeki uygulamalarda, özellikle trafik yönetimi, yolcu bilgilendirme ve elektronik ödeme sistemlerinde mevcut teknolojilere adaptasyonun sağlandığı görülmektedir. 2014 yılında hazırlanan Akıllı Ulaşım Sistemleri Ulusal Strateji Belgesi, 2014-2016 yıllarında eylem planı ve 2023 hedeflerini bu bağlamda ülkemizde AUS alanındaki en önemli düzenlemelerin başında gelmektedir (UDHB, 2014). Diğer yandan, ilgili kamu kurumları ve özel sektörde AUS alanında üretim ve uygulamada faaliyet gösteren ticari firmalar,



araştırma merkezleri ve üniversiteler, belediyeler ve ilgili aktörlerin katılımı ile kurulan Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUS Türkiye, 2018) “kamu yararını gözeterek güvenli, hızlı, konforlu, çevre dostu ve ekonomik bir ulaşım sistemine” ulaşmamızda politika, teknoloji ve uygulama geliştirilmesine önderlik edecek bir dernek olarak kurulmuştur.

Günümüz teknolojileri ve yakın gelecekte beklenen gelişmeler ışığında ülkemizin AUS vizyonu hakkındaki değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur:

**Veri Sistemleri:** Birçok yerel ve ulusal düzeyde kurum ve kuruluş, teknolojik altyapısı olmasına rağmen, gerekli ve uygun bir formatta verileri toplayamamakta, depolayamamakta ve işleyememektedir. Bu sorun öncelikle ulusal düzeyde ülkemizin veri havuzunun oluşmasını güçleştirmektedir. Bilindiği üzere, günümüzde veri toplanması, işlenmesi ve yorumlanması en önemli katma değerler arasında görülmektedir. Yapay zekâ teknolojisinin sıkça adından söz ettirdiği günümüzde, bu teknolojinin hammaddesinin veri olduğu unutulmamalıdır.

**Teknolojide dışa bağımlılık:** Teknolojik altyapıda olan eksikliğimiz, AUS alanındaki teknoloji ve uygulamaların büyük bir çoğunluğu için dışa bağımlı olmamıza neden olmaktadır. Son on yılda yapılan AR-GE çalışmaları ile veri toplanması ve trafik yönetimi adına ülkemizde üretilen teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

**Kurumlar Arası İşbirliği:** AUS’nin etkin bir düzeyde uygulanabilmesinin ulaşım alanında ülkenin dijital hafızası, yani geniş bir yelpazede veri toplanması ve bu verilerin anlamlandırılması ile doğru orantılı olduğu aşikârdır. Bu bağlamda, tüm yönetim birimlerinin etkin bir işbirliği içerisinde olması, toplanan verilerin standartlaştırılması, depolanması ve merkezi trafik yönetim sistemleri ile paylaşılması önem arz etmektedir. Diğer yandan, üniversitelerin ve özellikle de teknoparklarını etkin şekilde kullanan üniversitelerin de bu konuda bilgi birikimlerini paylaşması, yapılacak çalışmalar için AR-GE merkezleri oluşturması, yetişmiş insan gücünün kullanımı ve kamu-özel sektör işbirliği adına da önemli katkı sağlamaktadır.

## 2.9. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Yakın Gelecekte Beklenen Gelişmeler

AUS ile birlikte artan veri girişi bu verinin incelenmesi, anlamlandırılması ve kullanılması alanında yeni yaklaşımlara olan ihtiyacı işaret etmektedir. Bu bağlamda veri madenciliği ve büyük veri çalışmaları, yakın gelecekte AUS araştırmalarında önemli konulardan birisi olarak görülmektedir. (Zhu ve diğ., 2019). Diğer yandan, son yıllarda ekonomi ve bankacılık alanında sıkça kullanılan blok zinciri (blockchain) teknolojisi de özellikle dijital verinin güvenli bir şekilde iletilmesi konusunda önemli olanaklar sunmaktadır (Yuan & Wang, 2016). Sürdürülebilir bir akıllı ulaşım sistemi geliştirmek, birbirleri ile iletişim halinde araçlar, bulut bilişim ve nesnelerin interneti gibi yeni gelişen teknolojilerle sorunsuz entegrasyon ve birlikte çalışabilirlik gerektirir. Bu sayede, mevcut teknolojiler ile elde edilen verilerin gerçek zamanlı incelenmesi ve paylaşılmasına ve üçüncü kişiler tarafından kullanılabilmesine olanak sağlanabilir (Guerrero-Ibanez, Zeadally, & Contreras-Castillo, 2015).

Akıllı Ulaşım Sistemlerinin yakın gelecekte sadece fiziksel veriler ile yetinmeyip, özellikle de sosyal platformlardaki verileri (sosyal medyadaki iletiler, aktivite planları, başlık etiketleri, vb.) de kullanarak gerçek zamanlı trafik bilgisi toplaması ve bu verileri



karar mekanizması içerisine dahil etmesi beklenmektedir (Sumalee & Ho, 2018). Önümüzdeki yıllarda gelişme göstermesi beklenen bir diğer alan da trafik bilgi sistemleri olarak gözükmektedir. Yapay zekâ ile daha da gelişecek olan akıllı telefon, saat ve diğer taşınabilir cihaz ve aksesuarlar, birer kişisel asistan gibi davranmaya ve günlük alışkanlıklar üzerinden insanlara en uygun çözümler sunmaya başlayacaktır. Böylelikle zaman ve enerji tasarrufu sağlayan uygulamalar yaygınlaşacaktır.

### 3. Yöntem

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) tarafından 2014 yılda hazırlanan Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi, 5 stratejik amaç, 22 hedef ve 38 eylem maddesi üzerinden sorumlu ve işbirlikçi kuruluşları belirleyerek 2014-2016 yılları arası eylem planı ve 2023'e kadar ulusal stratejileri belirlemiştir. Bu strateji belgesi, AUS kapsamında ulusal düzeyde yapılan en kapsamlı çalışma olup kamu kurumları, belediyeler, üniversiteler ve diğer paydaşlar tarafından koordine bir şekilde çalışılmasına imkan sağlamıştır (UDHB, 2014).

Bu çalışmada, Türkiye'de 30 büyükşehir belediyesi olmak üzere toplam 81 belediye, UAB'nin Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi kapsamında doğrudan veya dolaylı olarak belediyeleri ilgilendiren maddelerden 8 eylem maddesi üzerinden değerlendirilmiştir (Tablo 1). Belediyelerin internet siteleri, varsa akıllı telefon uygulamaları ve veri tabanları elektronik ortamda incelenmiş, mevcut eylem planlarını hangi düzeyde sağladıkları değerlendirilmiştir. Ayrıca, bazı eylem maddelerinin (Eylem Maddesi 1.3.7 ve 3.2.3) sağlanıp sağlanmadığı konusunda bilgi sahibi olabilmek için belediyeler ile doğrudan (telefon veya e-posta) iletişime geçilerek bilgi alınmıştır. Diğer taraftan, strateji belgesi içerisinde doğrudan eylem maddesi olarak ifade edilmemiş, ancak özellikle toplu taşıma sistemleri üzerine belediyelerin sundukları AUS hizmetlerini değerlendirebilmek adına listelenen ek maddeler de incelenmiştir. Bu maddeler, özellikle belediyelerin sunduğu hizmetlerin çeşitliliğini değerlendirme hususunda faydalı olmuştur.

**Tablo 1.** AUS uygulamalarını değerlendirmede kullanılan ölçütler.

Kategori	Eylem Maddesi	Eylemin Adı	Değerlendirme Kriteri1
Trafik Yönetimi / Planlama	1.3.7	Büyükşehir belediyeleri tarafından hazırlanan son ulaşım ana planında AUS bölümü var mı?	E, H
	3.2.3	Büyükşehir belediyelerinde Trafik Yönetim Merkezleri var mı?	E, H
	3.2.2	Şehirde, trafik akışını rahatlatmak için, akıllı kavşak, koordine kavşak, sensörlü kavşak vb. uygulamalar var mı?	E, K, H
	3.6.1	Belediyeler, toplu taşıma araçlarını araç takip sistemleri ile takip ediyor mu?	E, K, H
	Ek Madde 1	Belediyeler, toplu taşıma araçları dışında kalan belediyeye ait araçları (resmi araçlar, kamyonlar, is makineleri, servis araçları, vb.) araç takip sistemleri ile takip ediyor mu?	E, K, H
	1.3.3	Belediye toplu taşıma araçlarını kullanan yolcu sayıları, biniş-iniş durakları, ücret farklılıkları (indirimli, tam, ücretsiz vb.) ile ilgili veri topluyor mu?	E, K, H
	1.3.3	Belediye, AUS uygulamalarından elde ettiği verileri kullanarak, grafik, rapor, istatistiksel değerlendirme hazırlıyor mu?	E, K, H
Araç içi Yolcu Bilgilendirme Sistemleri	Ek Madde 2	Yolcu otobüsleri içerisinde yaklaşılma durağı gösteren ekran, sesli bilgilendirme, var mı?	E, K, H
	Ek Madde 3	Yolcu otobüsleri dışındaki metro, tramvay, vb. toplu taşıma araçlarında yaklaşılma durağı gösteren ekran, sesli bilgilendirme, var mı?	E, K, H
	Ek Madde 4	Dolmuş, taksi dolmuş, minibüs vb. toplu taşıma araçlarında yaklaşılma durağı gösteren ekran, sesli bilgilendirme, var mı?	E, K, H
	Ek Madde 5	Araçlarda iletişimi kolaylaştıracak teknolojiler mevcut mu? (WiFi, USB şarj vb.)	E, K, H
Duraklar/ Bekleme Yerleri	3.4.1	Toplu taşıma için mevcut duraklarda otobüs güzergâhlarını ve geliş dakikalarını bildirir akıllı ekranlar (Akıllı Durak) var mı?	E, H
	Ek Madde 6	Durak ve bekleme yerlerinde iletişimi kolaylaştıracak teknolojiler mevcut mu? (WiFi, USB şarj, acil çağrı telefonu vb.)	E, K, H
Erişilebilirlik	4.2.1	Otobüsler engelli yolcular için uygun donanıma (rampa, engelli bekleme yeri, engelli emniyet kemeri vb.) sahip mi?	E, K, H



	Ek Madde 6	Tramvay, metro vb. araçlar engelli yolcular için uygun donanıma (rampa, engelli bekleme yeri, engelli emniyet kemeri vb.) sahip mi?	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 7	Dolmuş, taksi dolmuş, minibüs vb. araçlar engelli yolcular için uygun donanıma (rampa, engelli bekleme yeri, engelli emniyet kemeri vb.) sahip mi?	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 8	Engelli dostu bilgiler (otobüs engelli yolcular için uygun olup olmadığı bilgisi gibi) otobüs gelmeden önce yolculara ulaştırılabilir mi?	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 9	Otobüs duraklarında engelli yolcular için bilgilendirme sistemleri (sesli bilgilendirme veya Braille alfabesi yazılı) mevcut mu?	<b>E, K, H</b>
<b>Ödeme sistemleri</b>	Ek Madde 10	Belediyeye ait toplu taşıma araçlarında tek kart kullanılarak ulaşım mümkün mü? (Ör: Eskart, İstanbulkart, vb.)	<b>E, H</b>
	Ek Madde 11	Minibüs, dolmuş vb. belediye sınırları içerisinde hizmet veren araçlarda tek kart kullanılarak ulaşım mümkün mü?	<b>E, H</b>
	Ek Madde 12	Kartlara bakiye yüklemesinin dijital yöntemler (mobil uygulama, internet, telefon bankacılığı vb.) kullanılarak yapılabilmesi mümkün mü?	<b>E, H</b>
	Ek Madde 13	Kart bakiyesi, geçişler vb. kişisel bilgilerin internet ya da mobil uygulamalar üzerinden kontrol edilebilmesi mümkün mü?	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 14	Banka/kredi kartı ile ödeme sistemi var mı?	<b>E, H</b>
<b>Seyahat Planlaması</b>	Ek Madde 15	İnternet üzerinden seyahat planlaması yapılabilmesi mümkün mü?	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 16	Şehre gelen yabancılar için ulaşım bilgisi sunuluyor mu?	<b>E, K, H</b>
<b>Mobil Sistemler</b>	3.5.2	Belediyenin, toplu taşıma bilgilerini içeren bir yerel mobil uygulaması var mı? (Ör: EGOÇepte, IBB Trafik, vb.)	<b>E, H</b>
	Ek Madde 17	Mobil uygulama varsa, mobil uygulama üzerinden toplu taşıma araçlarının nerede olduğu, geliş süresi vb. bilgilere ulaşılabilir mi?	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 18	Mobil uygulama varsa, mobil uygulama üzerinden bakiye sorgulama ve yükleme işlemleri yapılabilir mi?	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 19	Mobil uygulama varsa, mobil uygulama üzerinden seyahat planlaması yapılabilir mi? (Ör: X adrese toplu taşıma ile nasıl gidebilirim?)	<b>E, K, H</b>
	Ek Madde 20	Mobil uygulama varsa, mobil uygulama üzerinden toplu taşıma araçları, sürücüler ve verilen hizmetler için kullanıcı değerlendirmelerini alan bir modül mevcut mu? (Ör: Şikayet bildirmek, iyileştirme istemek, vb.)	<b>E, K, H</b>

<sup>1</sup>E: Evet, K: Kısmen, H: Hayır

Değerlendirmede, trafik yönetimi ve planlaması kapsamında belediyelerin AUS farkındalığı ile mevcut ve planlanan hizmet yatırımlarının hangi ölçüde AUS altyapısına uygun olduğu araştırılmıştır. Belediyelerin trafik yönetim merkezlerinin olup olmaması, trafik yönetimli kavşak uygulamalarının varlığı ve araç takip sistemlerinin kapsamı üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Toplu taşıma sistemlerinde en etkin AUS uygulama alanlarından olan yolcu bilgilendirme sistemleri, araç içi ve araç dışı olmak üzere iki ana başlıkta incelenmiştir. Bu başlıklar altında araçlarda sesli ve görüntülü bilgilendirme sistemleri, durak ve bekleme yerlerinde sesli ve görüntülü bilgilendirme sistemleri, ve ayrıca araç ve duraklarda iletişim altyapısının varlığı irdelenmiştir.

Erişilebilirlik kapsamında araç ve durak/bekleme yerlerinin engelli yolcular, bebek arabaları vb. yolcuların ihtiyaçları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, araçların erişilebilir olup olmaması konusunda yolcuların bilgilendirildiği bir sistemin olup olmaması da ayrı bir soru ile incelenmiştir. Elektronik ödeme sistemleri başlığında ilgili toplu taşıma araçlarında tek kart ile seyahat edilebilmesi, toplu taşıma kartlarında bakiye sorgulama ve yükleme işlemleri ile farklı ödeme sistemlerinin varlığı incelenmiştir. Mobil sistemler başlığında ise belediyelerin toplu taşıma sistemleri başta olma üzere bilgilendirme yapıp yapmadığı, araçların konum ve varış süreleri hakkında yolcuları ne düzeyde bilgilendirdiği irdelenmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

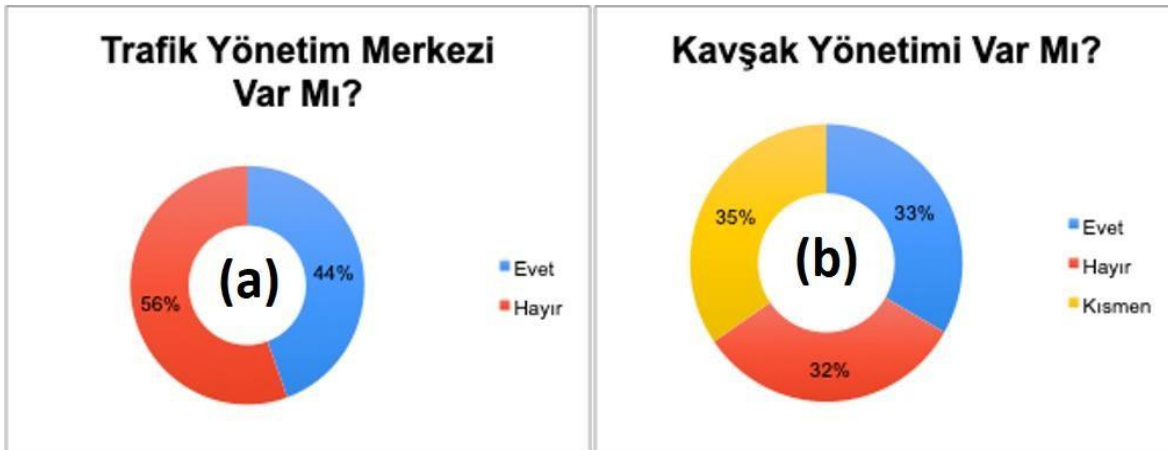
Yapılan çalışmada, belediyelerin AUS hakkında bilgi sahibi olduğu ve kademeli olarak altyapı ve hizmetlerini bu bağlamda geliştirdiği görülmüştür. Yakın zamanda ulaşım ana planı çalışması yapmış bazı büyükşehir belediyelerinde AUS kısmına ayrıca yer verilmiş ve belediyelerde trafik yönetim merkezi kurulduğu belirlenmiştir. Ancak,



birçok belediyenin AUS'nin en önemli kriterlerinden birisi olan veri toplanması, analizi, değerlendirilmesi ve paylaşılması konusunda kurumsal ve mevzuat olarak henüz hazır olmadıkları tespit edilmiştir. Araç takip sistemleri, toplu taşıma iniş-biniş ve biletleme bilgileri gibi veri sağlayan sistemlerde üst düzey fayda sağlanamamakta, veriye dayalı bilgilerin de oluşturulması ve yayımlanması konusunda yeterli çalışmalar yapılmadığı gözlenmektedir.

Belediyelerin trafik yönetim ve denetimi konularında verilerin toplandığı, kamera ve sensörlerin görüntü aktardığı, sinyalizasyon sisteminin kontrol edildiği bir trafik yönetim merkezinin varlığı incelenmiş olup, bu aktivitelerin tamamı ya da bir kısmını sağlayan trafik yönetim merkezleri için belediyelerin yeterli altyapıya sahip olduğu kabul edilmiştir. Bu durumda, Şekil 1a'da görüldüğü üzere, belediyelerin %44'ünde trafik yönetim merkezi olduğu görülmektedir.

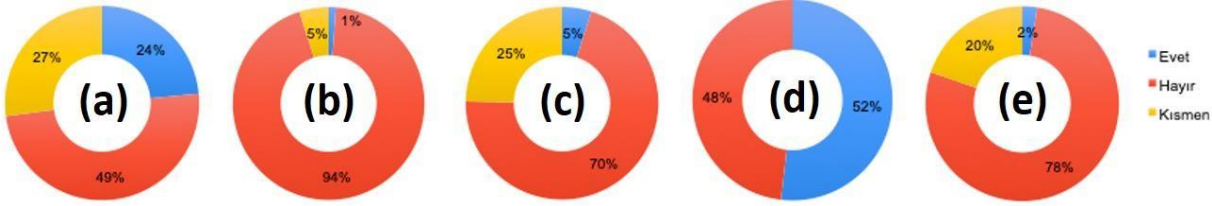
Trafiğin etkin bir şekilde yönetilmesi ve araçların yönlendirilebilmesi bakımından kavşak yönetimi en etkili yöntemlerin başında gelmektedir. Ülkemizde, özellikle sinyalize kavşaklarda sabit fazlı, çoklu fazlı, dinamik kavşak, yeşil dalga vb. kavşak ve koridor yönetim sistemleri uygulanmaktadır. Çalışmada Türkiye'deki belediyelerin kavşak yönetim uygulamaları incelenmiş, etkin bir uygulama ağı olan belediyeler 'Evet', bazı bölgelerde uygulama sahibi belediyeler ise 'Kısmen' olarak değerlendirilmiştir. Belediyelerin kavşak yönetimi hususunda dağılımı Şekil 1b'de gösterilmektedir.



Şekil 1: a) Belediyede trafik yönetim merkezi var mı? b) Belediyede kavşak yönetimi var mı?

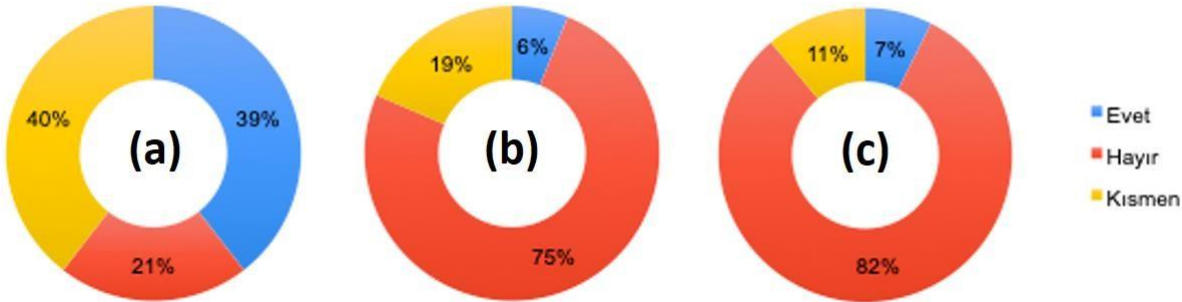
Toplu taşımanın etkinliğine katkı sunan en önemli parametrelerden olan yolcu bilgilendirme sistemlerinin, özellikle tramvay ve metro gibi yolcu taşıma kapasitesi yüksek araçlarda etkin bir şekilde kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca başta büyükşehirler olmak üzere birçok şehirde, özellikle yeni temin edilen araçlarda yolcu bilgilendirme sistemleri için gerekli teknolojik altyapının da bulunduğu görülmektedir. Yolcu bilgilendirme sistemleri, araç içi ve durak/bekleme yeri olmak üzere iki farklı kategoride incelenmiştir. Araç içi bilgilendirme sistemlerinde belediyeye ait yolcu otobüslerinde, minibüs ve dolmuş vb. toplu taşıma araçlarında görüntülü ve sesli yolcu bilgilendirme sistemlerinin varlığı değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, durak ve bekleme yerlerinde sesli ve görüntülü yolcu bilgilendirme sistemleri de irdelenmiştir. İlgili sistemlerin yaygın şekilde kullanıldığı şehirler 'Evet' seçeneği ile gösterilmişken, bu tür uygulamaların yeni başlamış olması ya da sadece kısıtlı sayıda araç veya durakta kullanılıyor olması 'Kısmen' olarak değerlendirilmiştir. Diğer yandan, toplu taşıma

araçlarında ve durak/bekleme yerlerinde iletişimi ve teknoloji altyapısı da (WiFi, şarj noktası, acil durum telefonu vb.) incelenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Yolcu bilgilendirme sistemlerinde:

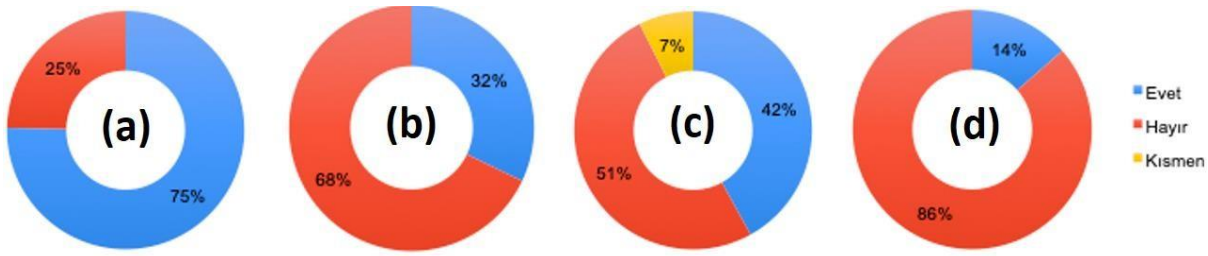
Belediyelerin toplu taşıma hizmetlerinde incelenen bir diğer konuda erişilebilirlik olmuştur. Hem araçlar ve durakların fiziksel olarak engelli dostu olup olmaması incelenmiş, hem de bu bilgilerin kullanıcılar ile paylaşılması değerlendirilmiştir. Erişilebilirlik konusunda, son yıllarda temin edilmiş araçlarda standartlar gereği teknolojik sistemler ile desteklediği, mevcut araçlarda da kısmen bu dönüşümün sağlandığı ve zamanla devam edeceği görülmüştür. Ancak, araçların erişilebilir olup olmaması ile ilgili bilgilendirme, ne internet ya da mobil uygulamalar üzerinden ne de akıllı duraklarda düzenli bir şekilde belirtilmemektedir. Bu konuda belediyelerin daha etkili çalışmaları gerektiği düşünülmektedir. Şekil 3’te görüldüğü üzere belediyelerin %39’unda araçlar erişilebilirlik açısından uygun donanıma sahipken %40’ında sınırlı sayıda araç uygun olarak değerlendirilmiştir. Duraklarda ve bekleme yerlerinde ise belediyelerin büyük bir kısmı (%75) bu uygunluğu sağlayamamaktadır. Ayrıca, araçların ve durakların erişilebilirliği yolcular ile internet ya da mobil uygulamalar üzerinden paylaşılıyor mu diye incelendiğinde, belediyelerin %82’sinin bu bilgileri önceden paylaşmadığı görülmektedir.



Şekil 3: Erişilebilirlik konusunda

a) otobüsler engelli yolcular için uygun donanıma sahip mi? (rampa, emniyet kemeri, vb.) b) duraklar ve bekleme yerleri engelli yolcular için uygun donanıma sahip mi? (rampa, giriş genişliği, asansör, vb.) c) araçların ve durakların erişilebilirlik bilgisi yolcular ile internet veya mobil uygulamalar üzerinden paylaşılıyor mu?

AUS’nin ülkemizde de yaygın olarak kullanılan uygulamalarından elektronik ödeme sistemleri incelendiğinde belediyelerimizin büyük çoğunluğunun olumlu girişimleri olduğu, başta belediyeye ait toplu taşıma araçları (belediye otobüsleri) olmak üzere belediyenin kontrol ve denetiminde olan diğer bazı ulaşım araçlarında da tek bir kart ile ödeme yapılabildiği tespit edilmiştir. Bazı şehirlerde (Ör: Sakarya), ilçelere hizmet sunan özel halk otobüslerinde de aynı kartlar ile seyahat imkânı sunulduğu görülmüş ve bu durumun yolcular üzerinde pozitif etki yarattığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda, belediye toplu taşıma araçlarında tek kart kullanımı, kart bilgilerinin ve bakiyesinin internet veya mobil sistemler üzerinden görüntülenmesi, ve bakiye yükleme sistemleri incelenmiş elde edilen sonuçlar Şekil 4’te sunulmuştur.



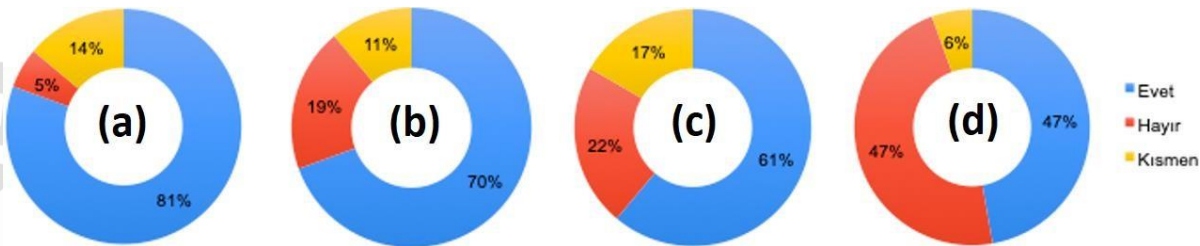
Şekil 4: Elektronik ödeme sistemlerinde

a) belediye otobüslerinde tek kart kullanımı b) kartlara dijital yöntemler ile bakiye yüklemesi c) kart bilgileri ve bakiyelerinin internet ve mobil yöntemler ile kontrol edilebilmesi d) toplu taşıma araçlarında temassız kredi kartı ile ödeme

Mobil uygulamaların varlığı ve toplu taşıma bilgilerinin çeşitliliği belediyeler arasında oldukça farklılık göstermektedir. Ancak, özellikle bazı büyükşehir belediyelerinin bu konuda oldukça geniş kapsamlı çalışmalar yaptığı ve kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak başarılı mobil uygulamalar (EGOCepte, İBB Trafik, e-komobil vb.) geliştirdiği söylenebilir. Belediyelerin trafik veya toplu taşıma özelinde mobil uygulaması olup olmaması incelendiğinde, belediyelerin %44'unun bu kapsamda mobil uygulama sahibi olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 5). Ayrıca, uygulama sahibi belediyelerin uygulamalar üzerinden sağladığı hizmetler irdelendiğinde, toplu taşıma araçlarının gerçek zamanlı konum bilgileri, elektronik ödeme sistemleri ile ilgili işlemler ve seyahat planlaması hizmetlerinin oldukça yaygın olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 6). olumlu girişimleri



Şekil 5: Belediyelerde mobil trafik uygulaması var mı?



Şekil 6: Belediyelerin mobil uygulamasında:

a) toplu taşıma aracının yeri, geliş suresi vb. bilgiler var mı? b) bakiye sorgulama ve yükleme işlemi yapılabiliyor mu? c) seyahat planlaması yapılabiliyor mu? d) taşıma araçları, sürücüler ve verilen hizmetler için kullanıcı değerlendirmelerini alan bir modül mevcut mu?

Sonuç olarak, toplu taşıma sistemleri özelinde incelenen belediyelerdeki AUS uygulamalarının belirli başlıklarda oldukça yaygın kullanıldığı gözlemlenirken, özellikle erişilebilirlik ve veri hususlarında geliştirilmeye açık alanlar bulunmaktadır. Bu kapsamda çalışmaların devam etmesi ve eylem maddelerinin 2023 hedefleri kapsamında yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Belediyelerin mevcut teknoloji ve iletişim altyapısı değerlendirildiğinde, özellikle veri potansiyelinin etkin bir şekilde kullanılmadığı göze çarpmaktadır. Veri ve verinin anlamlandırılmasının günümüzün en değerli konularından biri olduğu düşünüldüğünde, bilhassa, düzenli ve standart formatlarda veri toplanması, bu verilerin ilgili paydaşlar ile paylaşılması, ve düzenli olarak yayımlanması AUS’nin gelişmesi açısından önemli görülmektedir. Bir çok şehirde belediyelere araç takip sistemi altyapısı sağlayan bir firmanın bu şehirler için gerçek zamanlı araç durum bilgilerini, seyahat bilgilerini ve kart işlem bilgilerini paylaşmasına rağmen, bu illerdeki belediyelerin aynı hizmeti sağlayamaması düşündürücü olmaktadır. Bu örnek, AUS’nin mevcut altyapı ile etkin bir hizmet potansiyeline sahip olduğunu ancak ilgili belediyelerin bu hizmetleri sağlamak adına yetersiz kaldıklarını işaret etmektedir.

Diğer yandan, veri paylaşımı noktasında yaşanan problemlerin de gizlilik içermeyen verileri kullanarak hizmet geliştirme kabiliyetine sahip 3. kişilerin kamu yararına pozitif etki yapmasına engel teşkil ettiği görülmektedir. Bir çok alanda olduğu gibi iletişim ve bilgilendirme alanında da hızla gelişen teknolojiyi takip etmek adına, belediyeler de dahil olmak üzere tüm kamu kurumlarının gereken adımları atması beklenmektedir.

Ayrıca, AUS ile yalnızca araç trafiği odaklı sistemlerin geliştirilmesi değil, sürdürülebilir hareketlilik ve ulaşım çerçevesinde bisiklet ve yaya güvenliğini artırıcı ve teşvik edici sistemlerin de geliştirilmesinin gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kapsamda belediyelerin yaya ve bisiklet kullanıcıları için sağladığı hizmetleri genişletmeleri beklenmektedir. (Şekil 6).

## KAYNAKÇA

- AUS Türkiye, (2018). Akıllı Ulaşım Değerlendirme Endeksi Geliştirilmesi Ar-Ge Projesi, <http://www.ausder.org.tr/akilli-ulasim-degerlendirme-endeksi-gelistirilmesi-ar-ge-projesi.html>, (Erişim Tarihi: 01.09.2018).
- Begum, S. (2013). Intelligent Driver Monitoring Systems Based on Physiological Sensor Signals: A Review. In 16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013) (pp. 282-289). IEEE.
- Buehler, R., & Pucher, J. (2012). "Demand for public transport in Germany and the USA: an analysis of rider characteristics." *Transport Reviews* 32(5): 541-567.
- Dziekian, K., & Vermeulen, A. (2006). Psychological Effects of and Design Preferences for Real-time Information Displays. *Journal of Public Transportation*, 9(1), 1.
- European Commission. (2018). EU Transport in Figures Statistical Pocketbook, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/pocketbook2017.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.08.2019).



- Guerrero-Ibanez, J. A., Zeadally, S., & Contreras-Castillo, J. (2015). Integration challenges of intelligent transportation systems with connected vehicle, cloud computing, and internet of things technologies. *IEEE Wireless Communications*, 22(6), 122-128.
- Our World in Data. (2019). Road vehicles per 1000 inhabitants vs. GDP per capita - 2014, <https://ourworldindata.org/grapher/road-vehicles-per-1000-inhabitants-vs-gdp-per-capita>, (Erişim Tarihi: 01.08.2019).
- Sumalee, A., & Ho, H. W. (2018). Smarter and more connected: Future intelligent transportation system. *IATSS Research*, 42(2), 67-71.
- Topçu, Y.I., Kabak Ö., (2014-2015) Operation Research Lecture Notes
- UDHB. (2014) Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014 – 2023), Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara.
- World Bank. (2018) World Urbanization Prospects: 2018 Revision, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?contextual=default&end=2017&locations=TR-EU-US-OE-JP-CN-KR-1W&start=1960&view=chart>, (Erişim Tarihi: 01.08.2019).
- Yuan, Y., & Wang, F. (2016). "Towards blockchain-based intelligent transportation systems," 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) (pp. 2663-2668), Rio de Janeiro.
- Zhu, L., Yu, F. R., Wang, Y., Ning, B., & Tang, T. (2019). Big data analytics in intelligent transportation systems: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(1), 383-398.
- Thomas, R. (1997). *Quantitative methods for business studies*. Hertfordshire: Prentice hall Europe

