

Karayolu ulaşımında meydana gelen trafik kazalarının önlenmesinde akıllı ulaşım sistemlerinin rolü

řerife Gülsüm Taç¹

¹ Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Ömer Seyfettin Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
Ulaştırma ve Lojistik Bölümü, Bandırma, Türkiye
stac@bandirma.edu.tr

Özet: Ulaşım sektörü, ülkelerin ekonomik, sosyal, politik ve kültürel alanlarının gelişiminde büyük önem taşımaktadır. Ulaşımda meydana gelen trafik kazaları, tıkanıklıklar, ulaşım süresindeki artış, yakıt ve enerji sarfiyatı gibi problemler karşısında çözüm yolları aranmış ve akıllı ulaşım sistemlerine (AUS) olan ihtiyaç ortaya çıkmıştır. Bilgisayar bilimleri ve iletişim ağılarındaki teknolojik gelişmeler, trafik yönetimi için yeni yöntem ve uygulamaların yolunu açmış ve karayolunun daha verimli kullanılması için önemli adımlar atılmıştır. Bu çalışmada, AUS'un gelişiminin karayolları üzerindeki etkisi ulusal ve uluslararası düzeyde incelenmiştir. Bu kapsamda yapılan incelemede, AUS teknolojilerinde gelişen ülkelerde trafik kazalarında meydana gelişen değişimler veriler kullanılarak değerlendirilmiştir. AUS uygulamalarının trafik kazalarını ve trafik kazalarında meydana gelen ölüm ve yaralanma oranlarını azalttığı belirlenmiştir. Trafik kazalarının en az düzeye indirgenmesinin bir sonucu olarak maddi kayıplarında önüne geçilmesi AUS uygulamalarının karayolu üzerinde ekonomik anlamda da etkiye sahip olduğunu göstermiştir. AUS 'un trafik yönetimindeki etkisi ve güvenli ulaşımdaki önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Trafik kazaları, akıllı ulaşım sistemleri, karayolu ulaşımı

Abstract: The transportation sector is of great importance in the development of social, political and cultural fields. In order to solve problems such as traffic accidents, congestion, increase in transportation time, fuel and energy consumption, transportation routes have been sought and there has been a need for intelligent transport systems (ITS). Technological advances in computer science and communication networks have opened the way to new methods and applications for traffic management and important steps have been taken to make the use of road more efficient. In this study, the impact of the development of AUS on road was examined at national and international level. Within the scope of this study, the changes occurring in the traffic accidents in the developing countries of AUS technologies were evaluated using data. It has been determined that AUS applications reduce traffic accidents and mortality and injury rates in traffic accidents. Preventing financial losses as a result of reducing traffic accidents to a minimum has shown that AUS applications have economic impact on the road as well. The impact of AUS on traffic management and the importance of safe transport has been emphasized.

Key words: Traffic accidents, intelligent transportation systems, road transportation

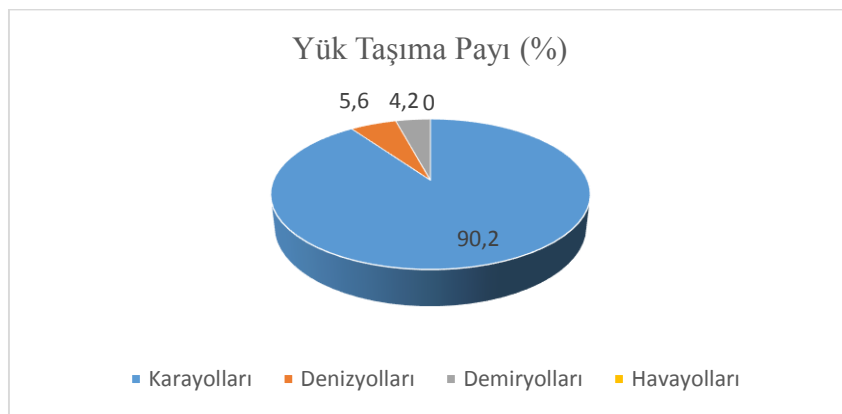
1. Giriş

Ulaşım altyapısı ve araçların bilgi ve iletişim teknolojileri ile birleştirilmesi ulaşım alanına farklı bir boyut kazandırmıştır [1]. Yapay zekâ ve ulaşımın kombinasyonu olan Akıllı Ulaşım Sistemleri, kablosuz ve kablolu iletişim tabanlı bilgi ve bilgi işlem, kontrol algoritması, elektronik ve diğer teknolojileri içeren ileri teknolojik uygulamalardır [2]. AUS, insan-araç-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi sağlanması, trafik güvenliğinin artması, mobilitenin artırılması, yolların kapasitesine uygun olarak kullanımı, , enerji verimliliği sağlayarak çevreye verilen zararın azaltılması gibi konular üzerinde ulaşım sektörünü ileriye taşımayı hedefler [3]. AUS'un içeriğinde bireylerin, kurumların ve ulaştırma sektörünün mevcut ve gelecekteki verimliliğinin artırılması, karayolu ulaşımındaki zaman kayıplarının azaltılması, karayolu ulaştırmasında kişisel hareket kabiliyetinin, uyum ve konforun artırılması için geliştirilmiş uygulamalar mevcuttur.

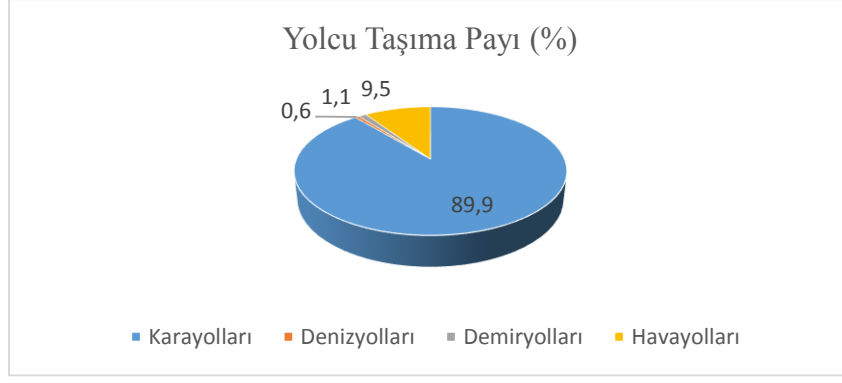
Tüm ulaşım sistemlerinin ülke koşullarına uygun bir bütünlük göstermesi, sistemlerin işletilmesinde koordinasyon sağlanması, bölgelerin ve ülkenin sosyoekonomik ilerleme göstermesi ve ulaşım fonksiyonlarının daha etkin ve kontrollü kullanılması açısından önemlidir. Karayolu taşımacılığı; güzergâh seçiminde esneklik göstermesi, aktarmasız bir ulaşım olanağı sağlaması, taşıma kapasitesi ve diğer tüm yolcu taşıma türlerinin tamamlayıcısı durumunda olması nedeniyle diğer taşımama modlarına göre daha fazla kullanım alanına sahiptir [4].

Tablo 1. Türkiye'de Ulaşım Modlarına Göre Taşınan Yük ve Yolcu Oranları (%) (2016) [5]

Ulaşım Türü	Yük Taşıma Payı (%)	Yolcu Taşıma Payı (%)
Karayolları	90,2	89,9
Denizyolları	5,6	0,6
Demiryolları	4,2	1,1
Havayolları	0	9,5



Şekil 1. Türkiye'de Ulaşım Türlerine Göre Yük Taşınması (%) (2016)



Şekil 2. Türkiye’de Ulaşım Türlerine Göre Yolcu Taşımaları (%) (2016)

Tabloya baktığımızda ülkemiz için de karayolunun hem yolcu hem de yük ulaşımı açısından büyük bir ulaşım ağına sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple, karayolu ulaşım sisteminin kalitesi ülkemiz açısından büyük bir önem teşkil eder.

Otomobil motor tasarımındaki birçok yenilik ve gelişmiş imalat teknikleri ile otomobil üretimi ekonomik hale gelmiştir ve bu da araç sayısında hızlı artışlara neden olmuştur. Araçların hacmi ve yoğunluğu, özellikle yol trafiği giderek artmıştır. Bu durum, ekonominin, çevrenin ve insanların yaşamlarının kalitesine olumsuz etkileriyle kaza ve tıkanıklığın artmasına yol açmıştır. 2030 yılına kadar sadece araba sayısının 1,2 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Otomobillerin daha fazla kullanılması, ulaşımın gelişmesi için daha iyi bir ulaşım altyapısı, planlaması, rota seçimine ihtiyaç duymaktadır. [6]. Ülkemiz ise gelişmiş ekonomilerin gerisinde olmasına rağmen özellikle büyükşehirlerde trafik sıkışıklığı önemli bir sorun haline gelmiş ve kişisel araç sahipliği oranı istikrarlı bir şekilde artmaya devam etmektedir. Bu artış, trafik akışındaki her düzensizlik kaza riskini ortaya çıkaracağından dolayı trafik kazalarına sebebiyet sunmaktadır. Denetim ve yaptırımların her zaman her yerde uygulanmıyor olması kuralların çiğnenmesini kolaylaştırıyor, bunun sonucunda yaralanmalı ve ölümlü trafik kazaları meydana geliyor. Denetimlerin karayolu kazalarını önleme konusunda yeterli olmaması, yol ağını genişletmek gibi çözümlerin işlevini sınırlıyor olması özellikle trafik yönetimi ve denetimine yönelik AUS uygulamalarının sürekli bir ihtiyaç olduğunu gösteriyor [7].

1.1. Akıllı ulaşım sistemlerinin gelişimi

Dünya’da kabul edilen ilk AUS uygulaması araçların ve yayaların geçme sürelerine ve kavşaklardaki araçların uygun şekilde ilerlemelerine çözüm getiren trafik ışıklarıdır [8]. Günümüzde ise AUS’ un gelişim süreci üç önemli aşamada değerlendirilmektedir.

İlk aşama, 1960 - 1970 yılları arasını kapsayan ‘Hazırlık veya AUS Araştırmaları’ dönemidir ve bu yıllarda ilk AUS araştırmalarına başlanmıştır. Japonya’da Kartlı Geçiş Sistemi (CACS), Amerika’da Elektronik Rota Kılavuzlama Sistemi (ERGS) ve Almanya’da benzer bir sistem olan ALI ilk AUS çalışmalarıdır. Tüm bu sistemler ortak olarak güzergah/rota kılavuzlama yöntemi üzerinde durmuş ve çeşitli kısıtlamalar yüzünden pratik uygulamaya dönüşmemiştir [9].

İkinci aşama, 1980 – 1995 yılları arasını kapsayan ‘Fizibilite Çalışması veya AUS Standartları’ dönemidir. Bu dönemde teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilgisayarlarda bellek birimi ortaya çıkması, işletim sistemlerini ucuzlamış ve buna bağlı olarak AUS’un geliştirilmesi için şartlar oluşmuştur. Bu dönemin en belirgin özelliği AUS standartlarını belirlemeye yönelik uluslararası çalışmaların bu dönemde başlamasıdır [8].

Üçüncü aşama, 1995 – Günümüz yılları arasını kapsayan ‘Ürün Geliştirme veya AUS Uygulamaları’ dönemidir. Bu dönemin belirgin özellikleri olarak, AUS’un pratik uygulamalarının görülmeye başlanmasıdır ve AUS sadece otomobil trafiğinin sebep olduğu problemlerin çözümü için değil diğer türler arası problemlerin çözümü için de dikkate alınmaya başlaması görülebilir. Geline bu aşamada AUS ulusal ve uluslararası genel bilgi teknolojisi hiyerarşisinde önemli bir unsur olarak tanınmaya başlanmıştır [10].

1.2. Türkiye’de ulaşım ve AUS gelişimi

Dünyada trafik kazalarında yaklaşık olarak her yıl 50 milyon insan yaralanmakta ve 1,3 milyon insan da hayatını kaybetmektedir. Karayollarında ise her üç dakikada bir çocuk ölümü gerçekleşmektedir. Kaza istatistikleri değerlendirildiğinde ise Türkiye’nin, Avrupa Birliği ülkeleri arasında en az yıllık kaza düşüş oranına ve en yüksek kaza sayısına sahip ülkelerden biri olduğu görülmüştür [11].

Dünya’da neredeyse 1960’larda başlanan AUS çalışmalara rağmen, ülkemizde somut olarak ancak 1992 yılında bazı otoyollarda otomatik ücret ödeme sistemi uygulamalarıyla bir adım atılmıştır [12].

Türkiye’de AUS uygulamalarına geçiş olarak ilk ücretli otopark projesi olan 1. Boğaz Köprüsü görülmektedir. Avrupa kıtasını Asya kıtasına bağlayan bu köprünün 1970 yılında inşasına başlanmış ve 1973 yılında köprü trafiğe açılmıştır.

Türkiye’de ücretli yollar programı 1. Boğaz Köprüsü’nü takiben 1984 yılında 20km uzunluğundaki Gebze-İzmit Ekspres yolunun hizmete açılması ile devam etmiştir.

Fatih Sultan Mehmet Köprüsü’nün (2. Köprü) 1985 yılında inşasına başlanmış ve 1988 yılında trafiğe açılmıştır [13]. 1999 yılında otoyol üzerinde seyreden araçların katettikleri mesafe ve araç sınıfına göre ücretlendirilmesi amacıyla köprü Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) uygulamasına geçirilmiştir. Bu uygulamaya ek olarak ücret toplama sistemlerinde Kartlı Geçiş Sistemi (KGS) kullanılmaya başlanmıştır.

2012 yılında ise Hızlı Geçiş Sistemi ile otoyollar ve köprülerde seyreden taşıtların ödeme noktalarında durmadan geçmelerini ve geçiş ücretlerini kart ve pasif RIFD etiket üzerinden ödemelerini sağlayan bir sistem oluşturulmuştur [14].

2. Yöntem

AUS çalışmalarına ve uygulamalarına öncülük eden ve bu uygulamalarda ilerlemeler kaydeden ülkeler belirlenmiştir. Bu ülkelerdeki kaza raporları değerlendirilmiş ve istatistiki veriler elde edilmiştir.

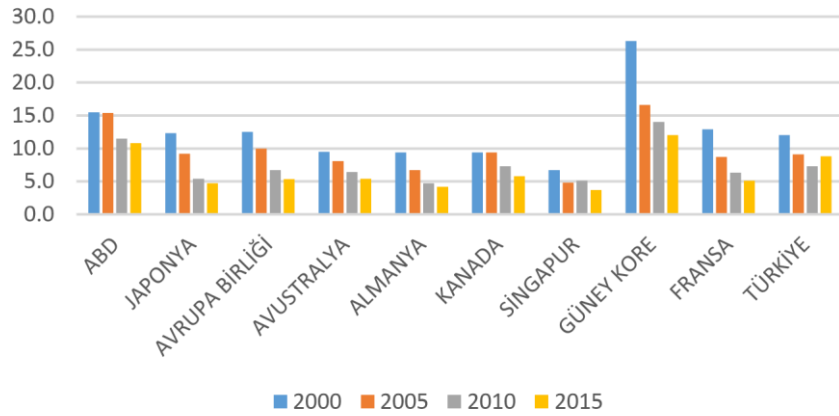
Tablo 2. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Gelişmiş Ülkeler ve Uygulamaları

ABD	JAPONYA	AVRUPA BİRLİĞİ
<p>1914- ilk üç renkli trafik sinyali Ohio'da geliştirildi.</p> <p>1935 - ilk parkmetre Oklohoma'da uygulandı.</p> <p>1963 - İlk rampa ölçüm cihazları Illinois'deki Eisenhower otopanında kullanıldı.</p> <p>1969 - ERGS (Elektronik Güzergah Kılavuz Sistemi)</p> <p>1988 - Amerikan Devlet Karayolu, Ulaştırma Bakanlığı (AASHTO), Ulaştırma Araştırma Kurulu, Karayolu Kullanıcıları Güvenlik Hareketlilik Federasyonu ve FHWA ile işbirliği ile Mobilite 2000 kuruldu.</p> <p>1990 - Amerika'nın Akıllı Araç Karayolu Topluluğu (IVHS Amerika), Washington'da oluşturuldu.</p> <p>1991 - Farklı Sistemlerle Etkili Ulaşım Yasası (ISTEA) oluşturuldu ve federal ITS araştırma programı kuruldu [15]</p>	<p>Önemli projeleri;</p> <p>1973 - CACS (Kapsamlı Otomobil Kontrol Sistemi)</p> <p>1984 - RACS (Karayolu/ Araç Haberleşme Sistemi)</p> <p>1987 - AMTICS (Gelişmiş Mobil Trafik Haberleşme ve Bilgi Sistemi)</p> <p>1989 - ARTS (Otomatik Karayolu Ulaşım Sistemleri)</p> <p>1990 - VICS (Araç Haberleşme ve Bilgi Sistemi)</p> <p>1991 - ASV (İleri Emniyet Aracı)</p> <p>1995 - UMTS (Evrensel Trafik Yönetimi Sistemi)'dir</p> <p>2001- ITS Japan kurulmuştur.</p> <p>Japonya'da AUS kapsamında dokuz gelişme alanı tespit edilmiştir. Bunlar, navigasyon sistemleri, elektronik ödeme sistemleri, güvenli sürüş, trafik yönetiminin optimizasyonu, yol yönetiminde verimlilik, toplu taşıma desteği, ticari araçlarda verimlilik, yayalara destek ve acil durum aracı operasyonları için destek teknolojileridir[16].</p>	<p>1986 - PROMETHEUS (Daha Yüksek Verimli ve Eşsiz Emniyetli Avrupa Trafik Sistemi Programı)</p> <p>1988 - DRİVE (Avrupa'daki Araç Emniyeti için Adanmış Karayolu Altyapısı)</p> <p>1990- ERTICO (ITS Avrupa)</p>
AVUSTRALYA	ALMANYA	KANADA
<p>1982 - SCATS (Sydney Koordine Adaptif Trafik Sistemi) 1985- TRACS (Trafik Duyarlı Adaptif Kontrol Sistemi)</p> <p>1992 - ITS Australia (AUS Avustralya)</p>	<p>1974 - ARI (Sürücü Radyo Yayını Bilgilendirme Sistemi) Yaz tatillerinde otoyollarda yaşanan trafik sıkışıklığını hafifletmek için FM (Frekans Modülasyonu) yardımıyla geliştirilen bu alandaki ilk örneklerden biridir.</p>	<p>1959 - Dünyada ilk bilgisayar kontrollü trafik sinyal sistemi Toronto Şehrinde uygulanmıştır.</p> <p>1976 - 1977 - Otomatik Araç Konum ve Kontrol (AVLC) Deneyleri yapılmaya başlanmıştır.</p> <p>1980 - Vancouver'da otomatik hafif raylı transit operasyonları başlatılmıştır.</p> <p>1999 - 'Tam Elektronik Otoyol Ücret Sistemi' de dünyadaki ilk uygulamalardandır.</p>
GÜNEY KORE	SİNGAPUR	FRANSA
<p>1990 - Trafik Yayın Sistemi (temel düzeyde trafik bilgisini paylaşılmasını sağlar)</p> <p>1991-1994 - kavşaklarda trafiğin durumuna göre kontrol etmeye yarayan gelişmiş trafik kontrol sistemi</p> <p>1992-1994 - FTMS (Otoyol Trafik Yönetim Sistemi)</p> <p>2000 - Hi-Pass (otomatik ücret toplama sistemi)</p> <p>2009 - Ulusal Entegre Ulaştırma Sistemi Verimliliği Yasası</p> <p>2012 - CCTV (Kapalı Devre Televizyon) Bu sistemde ilk olarak trafik hacmi, hızı ve yoldaki araç yoğunluğu araç detektörleri ile tespit edilmektedir</p>	<p>1998 - elektronik yol ücretlendirme sistemi ile trafik sıkışıklığı ücretlendirmesinin Dünya'da ilk yapıldığı ülke olarak bilinmektedir.</p> <p>2006 - EMAS (Otoyol Takip Danışma Sistemi) Otoyol trafiğinde meydana gelen araçların arızalanması ve trafik kazası gibi olayları belirleyerek trafiğin tekrar normal akışına çabuk bir şekilde geri dönmesini sağlayan bir sistemdir.</p> <p>2014 - GLIDE (Yeşil Hat Belirleme Sistemi) Trafik akışındaki değişimlere göre yeşil ışıkların ne zaman yanması gerektiğini belirleyen ve trafik ışıklarının denetimini yapan bir sistemdir.</p>	<p>Fransa, 2010/2011 Ulusal Taşımacılık Altyapısı Planı'nı ve bölgesel düzeyde AUS yerel dernekleri tarafından uygulanan eylemler aracılığıyla AUS projelerini ve gelişimini güçlü bir şekilde desteklemiştir.</p> <p>AUS kapsamında, yol kullanımının optimizasyonuna, trafik ve seyahat verilerinin (ücret toplama) kullanımına, güvenlik ve yol güvenliği (acil durum çağrısı ve gerçek zamanlı park), trafik ve mal yönetimine olanak veren teknolojilere öncelik verilmiştir.</p> <p>INEA (İnovasyon ve Ağlar Yürütme Ajansı), trafik altyapısı, araç inşası ve AUS ile ilgili sektörler ile bağlantılı olarak AUS projeleri arasında bir işbirliği çalışması başlatılmıştır [17]</p>

Dünya Bankasından (The World Bank) elde edilen verilere göre bu ülkelerin 2000-2015 yılları arasındaki kaza oranları değerlendirilmiştir.

Tablo 3. AUS Uygulamalarında Gelişen Ülkelerin Kaza Oranları (The Word Bank)

YIL	AVRUPA				GÜNEY					
	ABD	JAPONYA	AVRUPA BİRLİĞİ	AVUSTRALYA	ALMANYA	KANADA	SİNGAPUR	GÜNEY KORE	FRANSA	TÜRKİYE
2000	15,5	12,3	12,5	9,5	9,4	9,4	6,7	26,3	12,9	12,0
2005	15,4	9,2	10,0	8,1	6,7	9,4	4,8	16,6	8,7	9,1
2010	11,5	5,4	6,7	6,4	4,7	7,3	5,1	14,0	6,3	7,3
2015	10,8	4,7	5,4	5,4	4,2	5,8	3,7	12,0	5,1	8,8



Şekil 3. Ülkelerin Yıllara Göre Kaza İstatistik Oranlarındaki Değişim

3. Sonuçlar

Grafiklere bakıldığında AUS konusunda ilerleme gösteren ülkelerde karayollarında meydana gelen ölüm oranlarında önemli bir düşüş yaşandığı görülmektedir. AUS uygulamalarının trafiği yönetmedeki etkisi, trafik güvenliğini arttırması ve trafik sıkışıklığını azaltması gibi olumlu etkileri ile trafik akışını düzene sokması kaza oranlarında azalmalara neden olmaktadır. Türkiye AUS konusunda yeni gelişmekte olan bir ülke olması sebebiyle daha fazla AUS bilgisine ve uygulamalarına ihtiyaç duyan ülkelerden biridir.

Araçların güvenliğini arttırmaya yönelik sürücüye yardımcı sistemler ile kaza anında sağlık ve güvenlik birimleriyle iletişime geçerek kaza yerinin koordinatlarını ileterek erken müdahaleyi sağlayan e-Çağrı (eCall) ile sistemler ile birçok kişinin hayatını kurtarmak mümkün olmaktadır.

Altyapı üzerine entegre edilecek AUS uygulamaları ile kaza olma riski azaltılarak karayollarının güvenliği artırılabilir. Ülkemizdeki trafik kazaları ve sıkışıklıklar yüzünden meydana gelen maddi ve manevi kayıplar dikkate alınacak olursa, AUS'a belki de en çok ve acil ihtiyaç duyulan bir ülkede yaşamaktayız. Bu konuda daha fazla araştırmalar ve çalışmalar yapılarak AUS konusundaki gelişmelere uyum sağlamalıyız.

Kaza oranlarındaki önemli düşüslere örnek olarak aşağıdaki uygulamalarda gösterilebilir:

Norveç'te yapılan bir çalışma sonucunda, Otomatik Hız Uygulaması (ASE) sistemiyle yollarda meydana gelen kazalardaki yaralanma sayısı %20 oranında azalmıştır ve bu kesimlerdeki toplam kaza sayısı %5 ile %26 arasında azalmıştır [18].

Portland'da beş farklı otoyola tekrarlayan tıkanıklığı önlemek için kullanılan 58 rampmeter yerleştirilmiştir. Ölçümler sonrasında trafik kaza oranlarında yaklaşık %43 azalma olduğu belirlenmiştir.

Seattle ve Washington'da, 1981 ve 1987 yılları arasında geçen 6 yıllık periyotta yapılan ölçümlere göre rampmeter uygulaması ile kaza oranlarında %39'luk bir azalma tespit edilmiştir.

Almanya'da ramp meter uygulaması ile A40 yolundaki tıkanıklık seviyesi %50 oranında azaltılmış ve kazalar %40 azaltılarak güvenlik konusunda önemli bir iyileşme sağlanmıştır [19].

Londra'da (Birleşik Krallık) yol ücretlendirme uygulaması ile trafik tıkanıklık seviyesi %10 düşüş göstererek otomobil kazalarında% 28, yaya yaralanmalarında% 6 azalma sağladı [20] .

Kaynaklar

- [1]. Alam, M.; Ferreira, J.; Fonseca, J. *Intelligent Transportation Systems*; Springer: 2015.
- [2]. Yan, X., Hui, Z., & Wu, C. Research and Development of Intelligent Transportation Systems. *11th International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering & Science*, 2012 (s. 321-327).
- [3]. Anonim; Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016). Ankara, 2014.
- [4]. Ilıcalı, M., Toprak, T., Özen, H., Tapkın, S., Öngel, A., Cankesen, N., & Kantarcı, M.; Akıcı Güvenli Trafik İçin Akıllı Ulaşım Sistemleri, 2018
- [5]. Karayolu Ulaşım İstatistikleri. 2016, <http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Yayinlar/YayinPdf/KarayoluUlasimIstatistikleri2016.pdf>, [Erişim Tarihi: 11.05.2018]
- [6]. Leung, H.; Faouzi, N. E.; Kurian, A.; *Intelligent Transportation System (ITS)*, 2010
- [7]. Deva, E.; Somunoğlu, E.; Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası, *Yüz Elli Dört*, Ankara, Mart-Nİsan, 2016
- [8]. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016). Ankara, 2014
- [9]. Öztürk, N. B.; *Elektronik- Bilgisayar Eğitimi ABD*, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, Türkiye, 2006
- [10]. Yardım, M. S.; Akyıldız G.; Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamalar, 2005
- [11]. Ilıcalı, M., Toprak, T., Özen, H., Tapkın, S., Öngel, A., Cankesen, N., & Kantarcı, M.; *Akıcı Güvenli Trafik İçin Akıllı Ulaşım Sistemleri*, 2018
- [12]. Çapalı, B.; Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamaları, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2009
- [13]. Ünal, L.; 21. Yüzyılda Ulaştırma ve AUS, 4. Ulaştırma Kongresi, Bildiriler Kitabı, Sayfa 321-333, Denizli, 1999
- [14]. Üçüncüoğlu, M. S. ;İstanbul Kent İçi Trafik Yönetimi İçin Bir Mantıksal Mimari Plan Çalışması, Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015

- [15]. United States Department of Transportation, Key Milestones *In The History Of Intelligent Transportation Systems* https://www.its.dot.gov/about/HistoryITS_Timeline.pdf, [Erişim Tarihi: 27.05.2018]
- [16]. Martinez, F. J., Toh C. K., Cano, J. C., Calafate C.T., Manzoni, P., Emergency Services in Future Intelligent Transportation Systems Based on Vehicular Communication Networks, Summer, 2010
- [17]. France Intelligent Transportation Systems, *overview of ITS in France*, <https://www.export.gov/article?id=France-Intelligent-Transportation-Systems>, 2016, [Erişim Tarihi: 20.06.2018]
- [18]. Evaluation Tools to Support ITS Planning Process: Development of a Sketch Planning Tool in FSUTMS/Cube Environment, Prepared for The Florida Department of Transportation By the Florida International University Lehman Center for Transportation Research, December, 2018
- [19]. Özgenel, M.; Evaluation Of Intelligent Systems: Strategies In Freeway Traffic Management Case Of Ramp Control In Various Countries, Istanbul Technical University, Graduate School Of Science Engineering And Technology, June, 2012
- [20]. CIVITAS Policy Note, *Intelligent Transport Systems and traffic management in urban areas*, 2015