

Karayollarında kullanılan değişken mesaj sistemlerinin trafik güvenliği bakımından değerlendirilmesi

Fatih Ergezer^{1*}, Serdal Terzi¹, Ekinhan Erişkin¹, Şebnem Karahançer²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

*Correspondence: fergezer@bandirma.edu.tr

Özet: Akıllı ulaşım sistemleri, bilgi teknolojilerinin kullanılmasıyla tüm ulaşım sistemlerinin entegrasyonunu sağlayan sistemler bütünüdür. Otoyol yönetimi, arter yönetimi, acil durum yönetimi, kavşak yönetimi, toplu taşıma yönetimi, olay yönetimi gibi bileşenler başlıca Akıllı ulaşım sistemlerinin birer parçası olarak tanımlanmaktadır. Akıllı ulaşım sistemleri dünya genelinde disiplinler arası özelliği ile trafiğin planlanması ve yönetimi gibi trafik mühendisliği alanlarında kullanılarak önemli bir konumda bulunmaktadır. Akıllı ulaşım sistemleri içerisinde değerlendirilen yolcu bilgilendirme sistemleri, trafik güvenliği ve trafik yönetimi konularında akıllı ulaşım sistemleri kapsamında değerlendirilen önemli bir konudur. Bu çalışmada, literatürde bulunan karayolu ağlarındaki yolcu bilgilendirme sistemlerinden olan değişken mesaj sistemlerini konu alan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda değişken mesaj sistemleri ile trafik güvenliği arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk kısmında değişken mesaj sistemlerinin tanımlanması, tarihçesi, önemi hakkında bilgiler verilmiştir. İkinci kısımda değişken mesaj sistemlerinin trafik güvenliği bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Üçüncü kısımda ise Türkiye’de değişken mesaj sistemlerine olan gereksinimler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak değişken mesaj sistemlerinin önemi ortaya konmuş, kaza potansiyeli fazla olan yol kesimlerinde ve kaza kara noktalarında uygulanması tavsiye edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ulaşım sistemleri, Değişken mesaj sistemleri, Trafik güvenliği, Kaza kara noktaları

Abstract: Intelligent transportation systems are systems that enable the integration of all transportation systems by using information technologies. Components such as highway management, artery management, emergency management, intersection management, public transportation management, incident management are defined as major parts of Smart transportation systems. With its interdisciplinary feature, intelligent transportation systems are used in traffic engineering fields such as planning and management of traffic. Regarding traffic safety and traffic management, passenger information systems are one of the most important elements of intelligent transportation systems. This paper investigates the relationship between variable message signs a commonly used passenger information systems, and traffic safety by examining the findings of previous studies. The definition of the variable message signs, the importance of its use and history are provided in the first section of the paper. The assessment of variable message signs with respect to traffic safety issues are given in the second section. Finally, the needs for the use of variable message signs in Turkey are discussed in the third section. The study suggests that using variable message signs at the road sections with a high risk of traffic accidents and at accident black spots, in particular, is crucial.

Key words: Intelligent transportation systems, Variable message signs, Traffic safety, Accident black spots

*Corresponding author, Tel: 0246 211 08 31

E-mail address: fergezer@bandirma.edu.tr

ORCID: 0000-0001-8034-5743, 0000-0002-4776-824X, 0000-0002-0087-0933, 0000-0001-7734-2365

Received 28 Jan 2020, accepted 11 Apr 2020

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.

1. Giriş

Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), bilgi teknolojilerinin kullanılmasıyla tüm ulaşım sistemlerinin entegrasyonunu sağlayan sistemler bütünüdür. Otoyol yönetimi, arter yönetimi, acil durum yönetimi, kavşak yönetimi, toplu taşıma yönetimi, olay yönetimi gibi bileşenler başlıca AUS'nin birer parçası olarak tanımlanmaktadır. Bu bilgi ve haberleşme teknolojilerinin trafik ağlarında kullanımı ile trafiğin yönetim ve planlama işlemleri hız kazanmaktadır.

Çalışma kapsamında karayollarında sürücülere bilgilendirme yaparak sürüş güvenliğine katkı sağlayan Değişken Mesaj Sistemlerinin (DMS) öneminden bahsedilmiştir. DMS, AUS'nin önemli bileşenlerinden biridir. DMS trafik ile ilgili bilgileri sürücülere iletmek ve onlara rehberlik etmek amacıyla genellikle sürücülerin görebileceği baş üzerinde konumlandırılmıştır. DMS genellikle bir merkezden yönetilen elektronik işaret veya metindir (Chatterjee ve Mcdonald, 2004). DMS sistemleri programlanabilir trafik kontrol sistemleri olup pigtogramlar ya da yazılı sistemler aracılığıyla sürücülere bilgilendirmektedir. Bu sistemler yol üzerlerine kurulumu sağlanarak kalıcı şekilde tasarlanabileceği gibi yol kenarlarına geçici olarak da kurulabilirler. Bazen de taşınabilir olarak bir taşıt üzerinde arzu edilen bölgelerde kullanılmaktadır. Taşınabilir sistemler kalıcı sistemlere kıyasla daha küçük olup genellikle otoyollarda çalışma olduğunda kullanılmaktadır. Bu sistemler sürücülere yaklaşan olaylar karşısında gerçek zamanlı olarak bilgi sağladıkları ve tavsiye rotalar önerdikleri için oldukça önemlidir (CEDR, 2009). DMS ilk olarak 1960 yıllarında ABD'de kullanılmaya başlanmış olup daha sonra tüm dünya genelinde yaygınlaşmıştır. DMS, öncelikle şehirlerarası yollarda daha sonra da kent içi yollarda uygulanmaya başlamıştır (Mostofo ve diğ, 2016). DMS için 1977-1985 yılları arasında bilimsel ve teknolojik alanda Avrupa İşbirliği olarak adlandırılan European Cooperation in Science and Technology (COST) tarafından 12 ülkenin katıldığı bir eylem planı oluşturulmuştur. Bu eylem planında DMS de olay yönetiminin sağlanması için pigtogramların kullanımı, DMS panellerinin özellikleri gibi nitelikler ele alınarak DMS hakkında ilk kapsamlı rapor olan "Human Factors Requirements for Real-Time Motorist Information Displays" başlıklı çalışma

1978 yılında hazırlanmıştır. Hazırlanan raporda farklı trafik durumları için DMS sistemlerinin içerikleri, bu sistemlerin aktarımı için yazı tipleri, format, yükseklik, uzunluk, tekrarlanma sayıları gibi özellikler üzerinde durulmuştur. DMS ile ilgili olarak Avrupa ülkelerinde şuan yürürlükte olan EN 12966 standardı kullanılmaktadır (EN 12966, 2014). Bu standart DMS ile alakalı ihtiyaç duyulan gereksinimlere rehberlik etmektedir. Avrupa ülkelerinde yeni bir DMS kurulacağı zaman EN 12966 standardı teknik şartlarına uygun olarak kurulması gerekmektedir. Ülkemiz içinde DMS ile alakalı olarak Avrupa ülkerinde kullanılan EN 12966 standartını referans alan TS EN 12966+A1 standardı kullanılmaktadır.

DMS levhalarının kullanımı ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bazı DMS levhaları trafik akışını düzenlemek amacıyla hız limitleri hakkında bilgi verirken (Van den Hoogen ve Smulders, 1994), bazıları alternatif rotalar hakkında (Giaeveer 1996; Kraan ve diğ, 1999; Erke ve diğ, 2007; Mostofo ve diğ. , 2016), bazıları kaza durumları hakkında (Filippi ve diğ, 1989), bazıları ise hava durumu hakkında (Wu ve diğ, 2018) sürücülere bilgilendirmektedir. Dinamik olarak kontrol edilebildikleri için anlık olarak gelişen olaylar sürücülere anlık olarak iletilebilmektedir.

Yapılan çalışmalara göre DMS kurulan kesimlerde sürücü davranışlarının etkilendiği görülmüştür (Peng ve diğ, 2004). Hava durumu bilgileri ekrana yansıtıldığında sürücülerin hızlarını yaklaşık 3km/sa azalttıkları belirlenmiştir (Cooper ve Sawyer, 1993). Sürücüler, kötü hava koşullarında özellikle de kaygan yol durumlarında erken uyarı sistemlerine gereksinim duymaktadır. Rama ve Kulmana (2000) yaptıkları bir çalışmada kaygan yol koşullarında DMS levhalarının taşıt hızlarına etkisini ortaya koymuşlardır. Rama ve Kulmana (2000), DMS levhalarda kaygan yol işaretinin gösterildiği kesimlerde trafik akımının ortalama hız değerinin 1-2 km/sa azalma oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Ghosh ve diğ. (2018), DMS sistemlerini yolculara led paneller yardımıyla uyarı sağlama ve bilgi verme amacıyla kullanılan işaretler olarak tanımlamışlardır. DMS sistemleri sürücülere rota seçiminde yardımcı olarak trafik yoğunluğu daha düşük olan yollara yönlendirebilmektedir. Böylece araçlar bu yolları seçerek yol ağındaki trafiği

rahatlatmakta ve trafik kaynaklı gecikmeleri en aza indirebilmektedir. Ghosh ve diğ. (2018) çalışmalarında Singapur'daki DMS sistemlerinin etkinliğini incelemiştir. Bu amaçla Singapur'daki ekspres yoldan alınan veriler değerlendirilmiştir. Çıkan sonuçlara göre DMS etkinleştirildikten sonra ekspres yollardan çıkışlara doğru %14 lük bir artış olduğunu belirtmişlerdir.

DMS kullanımının sürücüler üzerinde bazı olumsuz etkileri de olabilmektedir. Bazı DMS panellerinde yazan yazı ya da işaretlerin sürücülerde anlama problemi oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu durumda sürücülerin DMS panellerini okuma çabası içerisine girmesiyle, amacı sürücülerini bilgilendirerek olası tehlikelerin önüne geçmek olan DMS sürücüler için daha tehlikeli hale gelebilir. Bu durum sürücülerde dikkat dağınıklığına sebep olabileceği için DMS levhaları ile sürücülere istenilen bilgilerin daha anlaşılır ve daha kolay bir şekilde aktarılması gerekmektedir. DMS uyarıları sürücülerin kolayca anlayacağı şekilde sembol ve piktogramları içermeli, karmaşık yazı ve şekillerden kaçınılmalı, bu sembol ve işaretler mümkün olduğunca büyük olacak şekilde uygun sıra, konum ve tipte yerleştirilmelidir. Ayrıca DMS panellerinde gösterilecek bilgiler en fazla dört birim olmalı daha uzun olmamalıdır (Balz, 2003). Akar ve Öztürk (2017) DMS mesajlarının kavranmasına yönelik yaptıkları çalışmada anket oluşturularak sürücülerin yoğun trafik, sisli hava koşulları ve yol çalışması olması durumlarında DMS mesajlarının nasıl iletilmesi ile ilgili bilgi toplanmıştır. Elde edilen bilgilere göre piktogram kullanımı isteğinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Luoma ve Rama (2001) yaptıkları çalışmada İngiltere, Fransa, Almanya, Hollanda, Yunanistan ve Finlandiya gibi 6 Avrupa ülkesinde DMS işaretleri ile ilgili anket çalışması gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmada sis, trafik kazası, kaygan yol gibi yol durumlarının DMS levhalarında nasıl görünmesi gerektiği ile alakalı yapılan çalışmada yaygın olarak sembol kullanımının metin kullanımına göre daha fazla tercih edildiği belirlenmiştir.

2. Değişken mesaj sistemlerinin trafik güvenliği bakımından değerlendirilmesi

Günümüzde karayollarında seyahat eden yolcuların gelişen teknoloji ile yol ağlarının durumu hakkında gerçek zamanlı bilgi edinme ihtiyacı günden güne artmaktadır. Karayolu ağlarında gerçek zamanlı bilgi akışı sürücülerini yolun durumu hakkında bilgilendirdiği için trafik güvenliğine olan katkısı önemlidir. Karayolu ağlarına kurulan DMS panelleri trafik yönetim merkezleri tarafından anlık olarak kontrol edilebileceği gibi bilgisayar bağlantılı sistemler vasıtasıyla da kontrol edilebilmektedir. Bu sayede istenilen uyarı bilgileri (kaza durumu, şerit uygunluğu, hava durumu gibi), alternatif rota bilgileri yolculara yansıtılabilmektedir. Böylece karayolu ağlarında trafik güvenliği anlık olaylar karşısında istenilen şekilde koordineli olarak sağlanabilmektedir. Gerçek zamanlı bilgi akışı o yolu kullanacak sürücülere yolun durumu hakkında bilgi vereceği için yolcular bu bilgi karşısında alternatif rota seçeneklerini değerlendirebilecek ya da farklı ulaşım modlarını tercih ederek varmak istenilen noktaya daha güvenli ve optimum sürede ulaşabileceklerdir (Erke ve diğ, 2007; FHWA, 2020).

DMS levhalarının sisli hava koşullarında sürücülerini bilgilendirerek trafik güvenliğine olan katkısı ile ilgili yapılan çalışmalarda (A-Ghamdi, 2007; Wu ve diğ, 2018) gerçek zamanlı sis uyarı sistemlerinin sürücü davranışı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sis uyarı sistemleri gerçek zamanlı sis oluşumunu sürücülere ileterek sürücülerin ani gelişen sis koşullarına hazırlıklı olmalarını sağlamakta ve bu şekilde trafik güvenliğini artırmaktadır. Çalışmalara göre sisli alanda ortalama hız değerinde azalma olduğu ve sürücülerin daha dikkatli hareket ettiği tespit edilmiştir. Esawey ve diğ. (2019) çalışmada karayollarında hava durumu bilgi sistemleri ve DMS'nin yol ağlarına kurulmasının yol güvenliği bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Kış mevsiminde yol yüzeyine yerleştirilmiş sensörler yol yüzey sıcaklığını ve hava sıcaklığını algılayarak eşleştirildiği DMS panellerine iletmekte ve yolu kullanan yolcular bu bilgilere anlık olarak ulaşabilmektedir. Çalışmada DMS kurulmadan önce ve sonra belirlenen yol ağı üzerinde kış mevsiminde kaza kayıtları tutularak analiz işlemleri yapılmıştır.

Analizler sonucunda DMS kurulduktan sonra kışın meydana gelen kazalarda %32,7 oranında azalma olduğu belirlenmiş ayrıca yapılan fayda-maliyet oranı analizlerinde ise fayda-maliyet oranı 4.8 olarak bulunmuştur. Bu durum DMS'nin yol ağlarına kurulmasının trafik güvenliğini artırdığını göstermektedir.

Dünya genelinde DMS kullanılarak trafik kazalarını azaltmak için bir diğer önemli kullanım yerleri trafik kazalarının sıklıkla meydana geldiği kaza kara noktaları (KKN) olan yerlere DMS kurulması çalışmalarıdır. Bir lokasyonun KKN olarak adlandırılabilmesi için yıl içerisinde aynı noktada aynı türden kazaların olması gerekmektedir (Sutandi ve diğ. , 2013). KKN'de DMS kurulumu yapılırken KKN için trafik kaza istatistiklerinden kazaların hangi türde olduğu belirlendikten sonra DMS aracılığıyla sürücülerin oluşması muhtemel kaza türlerine uygun uyarı işaret veya bilgilendirme yazılarıyla bilgilendirilmesi önem arz etmektedir. KKN için DMS kurulumu sonrasında yapılan çalışmalarda sürücülerin bu noktalarda daha dikkatli davrandığı belirlenmiştir (Benjamin, 2018). KKN' de sürücülerini önceden uyararak için DMS panellerinde sürücüler için belirli uyarılar yer almaktadır. Bu uyarılardan bazıları hız uyarıları (wang ve diğ, 2020), bazıları loop dedektör sistemleri ile koordineli çalışarak araç hızlarını ve bu hızlara bağlı olarak tehlikeli lokasyona varış süresini sürücülere anlık ileten uyarılar (McManus, 1997) şeklinde tasarlanabilmektedir. KKN'de DMS için verilebilecek uyarılar mevcut KKN için farklılıklar gösterebilmektedir. Bunun için DMS uyarılarının daha etkin, doğru ve verimli şekilde iletilebilmesi amacıyla bir KKN veri tabanı oluşturularak bu veri tabanı içerisinde acil durum mesajları, kaza bilgisi uyarıları, zorunlu uyarılar, hava durumu bilgileri, yol durumu bilgileri, KKN yakınlarında varsa yol çalışma alanı bilgilendirmeleri yapılması önem arz etmektedir (Gao ve diğ, 2010). Tablo 1'de KKN için DMS uyarı ve bilgilendirme mesaj türleri verilmiştir. KKN'de DMS kullanımı ile KKN alanlarında trafik kazaları oranının ortalama % 33 azaldığı belirlenmiştir (Gao ve diğ, 2010). Elde edilen bilgilere bağlı olarak DMS kullanımının trafik güvenliğine olan katkısının önemli düzeyde olduğu görülmektedir.

3. Türkiye'de değişken mesaj sistemi kullanımına olan gereksinim

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) tarafından AUS konusunda yol ağımızın teknolojik olarak donatılması için trafik yönetim merkezleri kurulması çalışmaları bulunmaktadır. Bu kapsamda Karayolları Bölge Müdürlükleri bünyesinde her birinde bir adet ve genel müdürlük bünyesinde ise tüm yönetim sistemlerinin bağlı bulunduğu ana trafik yönetim sistemi merkezi olacak şekilde toplam 18 adet trafik yönetim merkezi kurulması planlanmaktadır ve ilk uygulama Karayolları Antalya Bölge Müdürlüğü bünyesinde tamamlanmıştır. Böylece yol üzerinde kurulacak olan akıllı sistemler bu merkezlere bağlanarak tek bir noktadan tüm sistemlerin daha etkin bir şekilde izlenmesi gerçekleştirilecektir (UDHB, 2012). Ülkemizde DMS ilk olarak 1999 yılında kullanılmaya başlamıştır (Akar, 2017). Daha sonra yaygınlaşarak AUS eylem planları çerçevesinde stratejik planlarda uygulamaya konulmuştur. Ulaştırma Bakanlığı bünyesinde 2012 yılında düzenlenen AUS çalıştayında ülkenin mevcut AUS durumu ve ileriye yönelik çözüm önerileri ele alınmıştır. Çalıştay sonunda hazırlanan rapora göre ülkemizde 2012 yılı itibariyle mevcut 206 adet DMS ile 45 adet hava ve yol durumu sensörü olduğu belirtilmiştir (UDHB, 2012). 2017 yılı itibariyle ülkemiz genelinde Karayolları genel müdürlüğü sorumluluğu altında toplam 410 adet DMS kurulumu gerçekleştirilerek uygulamaya konulmuştur (Akar, 2017).

Tablo 1. KKN için DMS bilgilendirme ve uyarı mesajları (Gao ve diğ. , 2010)

KKN sınıflandırması	KKN için bilgilendirme ve uyarı mesajları	
Yol geometrisi	Aliyman	-Dik yokuş, yavaşla -Kaza kara noktası, dikkat
	Kurba	-Karp bölümü, yavaşla -Karp bölümü, sollama yapma
	Aliyman ve kurba içeren yol kesimi	-Kaza alanı, yavaşla -KKN, dikkat
Kaza yapan araç sayısı	Tek araçlı kaza	-Yavaşla -Kaza alanı, hız limitine uy
	Çok araçlı kaza	-Takip mesafesi () m -Takip mesafesine uy, yakın takip etme
Hava durumu	Yağmur	-Yağmurlu hava, dikkat -Islak zemin, yavaşla -Kaygan yüzey, sert fren yapma -Yüzeyde su birikintisi, yavaşla
	Sis	-Sisli alan, yavaşla -İleride yoğun sis, hız limiti () km/sa -Düşük görüş, sis farlarını yak ve yavaşla
	Kar	-Islak ve kaygan yüzey, ani fren yapma, yavaşla
	Buz	-Buzlu yol, yavaşla -Buzlu yol, ani fren yapma, -Takip mesafesini koru
Kaza tipi	Arkadan çarpışma	-Takip mesafesini koru, -Hız limiti () km/sa, takip mesafesi () m
	Sabit nesne	-Kaza alanı, önerilere uy
	Lastik patlaması	-Aşırı sıcak hava, lastik patlaması tehlikesi -Aşırı hız ve aşırı sıcaklık lastik patlamasına yol açabilir, dikkatli ol

Dünya sağlık örgütünün 2018 yılı raporuna göre dünya genelinde trafik kazaları kaynaklı ölüm oranları gün geçtikçe artarak yılda 1.35 milyon insanın ölümüne yol açmaktadır. Bu da dünya genelinde her gün yaklaşık olarak 3700 insanın öldüğü anlamına gelmektedir. Ülkemizde ise yılda 100,000 kişi başına düşen trafik kazaları kaynaklı ölümler 12,4 olarak bulunmuştur. Tüm Avrupa ortalamasının 9 olduğu düşünüldüğünde bu oranının fazla olduğu görülmektedir (WHO, 2018). Tablo 1’de Dünya Sağlık Örgütü’nün 2018 yılında hazırladığı

rapora göre ülkemizin ve bazı Avrupa ülkelerinin yılda 100,000 kişi başına düşen trafik kaza kaynaklı ölüm değerleri verilmiştir.

Tablo 2’den görüldüğü üzere ülkemiz trafik kazalarından kaynaklı ölüm değerleri, verilen Avrupa ülkelerine kıyasla oldukça fazladır. Bu durumda ülkemiz için trafik kazalarından kaynaklanan ölüm ve yaralanma oranlarının azaltılması için trafik güvenliği önlemlerinin alınması önemlidir. DMS kullanımı ile özellikle sürücüler önceden bilgilendirileceği için meydana gelebilecek kazaların bir nebze önüne

geçilebileceği öngörülmektedir. Bu bağlamda trafiğin yoğun olduğu kesimlerde ve özellikle trafik kazalarının fazla meydana geldiği KKN lokasyonlarında DMS kurularak trafiğin yönetilmesi ve bilgilendirilmesi önem arz etmektedir. Şuan Türkiye Karayollarında 2019 itibarıyla toplam 54 adet kaza kara noktası (KKN) bulunmakta iken 2020 itibarıyla 28 adet KKN için iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır (KGM, 2020). Bir noktanın kaza kara noktası olarak adlandırılması için aynı türden kazaların fazla sayıda gerçekleşmiş olması gerekmektedir. Kaza kara noktalarındaki kazaların oluş biçimleri analiz edilerek gerekli önlemlerin alınması ve noktaların tehlike potansiyeli konusunda sürücüler DMS kullanılarak olası kazaların önüne geçilmesi oldukça önemli olacaktır.

Tablo 2. Dünya Sağlık Örgütü 2018 raporuna göre trafik kaza kaynaklı ölümler (WHO, 2018)

Ülkeler	Yılda 100,000 kişi başına düşen trafik kaza kaynaklı ölümler
Türkiye	12,4
Danimarka	4,0
Almanya	4,1
İspanya	4,1
Fransa	5,5
İtalya	5,6
Belçika	5,8
Bulgaristan	8,3
Çek Cumhuriyeti	5,9
Macaristan	7,8
İzlanda	6,6

4. Sonuç ve öneriler

Yapılan çalışmada AUS'nin trafik güvenliği ve yönetiminde önemli bir parçası olan ve karayolu ağlarında kullanılarak yolcuları trafik durumu, yol durumu, hava durumu, kaza durumu gibi değişkenler hakkında dinamik bir şekilde bilgilendiren DMS kullanımının trafik güvenliğine etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında DMS hakkında yapılan literatür incelemelerinden yola çıkılarak DMS kullanımının sürücü davranışlarını etkilediği, öncesi ve sonrası incelemelerinde sürücülerin

DMS kurulumu yapılmış olan yollarda daha dikkatli davrandığı, özellikle hava şartlarının olumsuz olduğu noktalarda bu uyarıları dikkate alarak ortalama hızlarında azaltma yaptıkları böylece olası kazaların önüne geçilebildiği ortaya konmuştur. Ayrıca trafik kazalarının sıklıkla görüldüğü KKN olarak adlandırılan yol kesimlerinde DMS kullanımının fayda sağladığı, o yol kesimini kullanan sürücülerin belirtilen KKN kesimlerinde kaza yapma türüne göre DMS aracılığı ile sürücüler bilgilendirildiğinde kaza oranlarının düştüğü literatür çalışmalarından görülmüştür. Bu sebeple ülkemiz nezdinde de hem KKN kesimlerinde hem de diğer yol ağlarımızda hava durumu, yol çalışma durumu, mevcut kaza durumları gibi bilgilerin sürücülerle interaktif şekilde paylaşılması yolu kullanan kişilere önemli güvenlik katkısı sağlayacağı görülmektedir. Ayrıca başlangıç noktasından varış noktasına olan rotalarında DMS bilgilendirmelerinden yararlanan yolcuların daha kısa sürede seyahatlerini tamamladıkları görülmüştür.

DMS olumlu katkılarının yanında olumsuz özelliklerde sergileyebilmektedir. Sürücülerin dikkatini dağıtacak şekilde uzun bilgilendirme metinleri içermesi metinleri okuma çabası içerisine girilmesine sebep olacağından sürücülerde dikkat dağınıklığı yaratacaktır. Bu durumda trafik güvenliğini olumsuz etkilenecektir. Bu durumların önüne geçilmesi amacıyla doğru simge, piktogram kullanımının nasıl olması gerektiği literatür çalışmalarında yansıtılmıştır.

Yapılan tüm değerlendirmeler dikkate alındığında yol ağlarında DMS kurulumunun trafik güvenliğine olan etkisinin oldukça önemli olduğu görülmektedir. Bu sebeple tüm yol ağlarında DMS kullanımının oldukça önemli olduğu, kullanımının fayda sağladığı görülmektedir. Ülkemizde trafik kaza kaynaklı ölüm oranlarının fazla olduğu düşünüldüğünde ülkemiz genelinde karayolu ağlarında kullanımının önemli olduğu görülmektedir. Ülkemizde karayolları ve belediyeler bünyesinde DMS panellerinin sayısı artırılmalı ve bu sistemlere sadece uyarı işaretleri yansıtılmayıp mevcut yollarda gerçekleşen gerçek zamanlı bilgilerin aktarımı gerçekleştirilmelidir. Ayrıca DMS panellerinde sürücülere gereksiz bilgi aktarımından kaçınılmalı sadece trafik güvenliğine katkı sağlayacak bilgi aktarımları verilmelidir. DMS

daha etkin kullanımının sağlanması amacıyla bir DMS bilgi havuzu oluşturulmalı, kaza potansiyeli olan kısımlarda dinamik şekilde oluşturulan bilgi havuzundan anlık paylaşımlar aktarılmalıdır.

Kaynaklar

Akar, T., Öztürk, E. A., (2017). Karayolu Açığında Kullanılan Değişken Mesaj İşaretlerine Yönelik Değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(2), 73-85.

Al-Ghamdi, A. S., (2007). Experimental evaluation of fog warning system. *Accident Analysis and Prevention*, 39(6), 1065-1072.

Balz, W. (2003). Dynamic traffic information tables: Possibilities of use and their limits. *Transportation research board*, 47(5), 250-253.

Chatterjee, K., & McDonald, M. (2004). Effectiveness of using variable message signs to disseminate dynamic traffic information: Evidence from field trails in European cities. *Transport Reviews*, 24(5), 559-585.

Conference of European Directors of Roads (CEDR), (2009). VMS harmonization in Europe. CEDR report.

Cooper, B.R., Sawyer, H., (1993). Assessment of M25 automatic fog-warning system. Crowthorne: Transport Research Laboratory. (Final report, Project Report 16).

EN 12966, (2014). Road Vertical Signs-Variable Message Traffic Signs.

El Esawey, M., Walker, S., Sowers, C., Sengupta, J., (2019). Safety assessment of the integration of road weather information systems and variable message signs in British Columbia. *Transportation research record*, 2673(4), 305-313.

Erke, A., Sagberg, F., Hagman, R. (2007). Effects of route guidance variable message signs (VMS) on driver behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10(6), 447-457.

Filippi, F., Guerriero, G., Cecconi, C., Mantovani, G., (1989). Traffic monitoring and information technology: the case of the Perugia urban freeway. *In Second International Conference on Road Traffic Monitoring*, 108-112, IET.

Gao, J., Li, L., Shao, D., Zhang, Z., Chen, X. (2010). Technology Research on Accident Prevention on Black Spots Based on Dynamic Traffic Flow Monitoring. *In ICCTP 2010: Integrated Transportation Systems: Green, Intelligent, Reliable*, 506-517.

Ghosh, B., Zhu, Y., Dauwels, J., (2018). Effectiveness of VMS Messages in Influencing the Motorists' Travel Behaviour. *21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)* (pp. 837-842). IEEE.

Gjaever, T., (1996). Traffic flow and road user information on E18 in the county of Vestfold, Norway. Recording of traffic data- information about delays and alternative routes. Sintef civil and environment engineering, *Transport engineering*, Norway.

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), (2020). Erişim tarihi: 10.02.2020. <http://yol.kgm.gov.tr/KazaKaraNoktaWeb/>

Kraan, M., Van der Zijpp, N., Tutert, B., Vonk, T., Van Megen, D. (1999). Evaluating networkwide effects of variable message signs in the Netherlands. *Transportation Research Record*, 1689(1), 60-67.

Luoma, J., Rama, P., (2001). Comprehension of pictograms for variable message signs. *Transportation research board*, Traffic engineering and control.

McManus, S., (1997). Beating blind spots: Variable message signs have a valuable part to play in preventing collisions at a notorious accident black spot in the UK. *ITS international*. Issue no. 10.

Mostafa, A. K., Said, D. G., Omar, O. O., Gadallah, A. A., (2016). TRA-941: Effectiveness of variable message signs in improving the road network through route guidance.

Peng, Z. R., Guequierre, N., Blakeman, J. C., (2004). Motorist response to arterial variable message signs. *Transportation research record*, 1899(1), 55-63.

Rama, P., Kulmala, R., (2000). Effects of variable message signs for slippery road conditions on driving speed and headways. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 3(2), 85-94.

Ryder, B. (2018). Improving Driver Safety through the Identification, Prediction, and Warning of Traffic Accident Hotspots (Doctoral dissertation, ETH Zurich).

Sutandi, A, C., Gosalim, W., (2013). Blackspot Location and Recommendation to Reduce Number and Severity of Accidents on Purbaleunyi Toll Road. *Jurnal Transportasi*, 13(2).

U.S Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA), (2020). Erişim tarihi: 03.01.2020, <https://highways.dot.gov/>

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (UDHB), (2012). Akıllı ulaşım sistemleri çalıştay bildiriler kitabı. Erişim tarihi: 04.02.2020. <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-raporlari/akilli-ulasim-sistemleri-calistayi-bildiriler-kitabi.pdf>

Van den Hoogen, E., Smulders, S. (1994). Control by variable speed signs: Results of the Dutch experiment. *Seventh international conference on road traffic monitoring and control*, 26-28 April, London, UK.

Wang, X., Qu, X., Jin, S., (2020). Hotspot identification considering daily variability of traffic flow and crash record: A case study. *Journal of Transportation Safety and Security*, 12(2), 275-291.

World Health Organization (WHO), (2018). Global status report on road safety 2018. pp: 424

Wu, Y., Abdel-Aty, M., Park, J., Selby, R. M., (2018). Effects of real-time warning systems on driving under fog conditions using an empirically supported speed choice modeling framework. *Transportation research part C: emerging technologies*, 86, 97-110.