



**KARAYOLU AĞINDA DEĐIŐKEN MESAJ IŐARETLERİNİN
KULLANIMI**

Tuğba AKAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TRAFİK PLANLAMASI VE UYGULAMASI ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2017

Tuğba AKAR tarafından hazırlanan “KARAYOLU AĞINDA DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİNİN KULLANIMI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Trafik Planlaması ve Uygulaması Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

Lojistik Yönetimi, Gazi Meslek Yüksek Okulu

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Doç. Dr. Hediye TÜYDEŞ YAMAN

İnşaat Mühendisliği, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kürşat ÇUBUK

İnşaat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 06/06/2017

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Tuğba AKAR

06/06/2017

KARAYOLU AĞINDA DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİNİN KULLANIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Tuğba AKAR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2017

ÖZET

Akıllı Ulaşım Sistemlerinin, sürücü bilgilendirme ve yönlendirme uygulamalarından biri olan Değişken Mesaj İşaretleri (DMİ) otoyollarda, Devlet-İl yollarında ve şehir içi yollarda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yol kenarına ve baş üstü taklara monte edilen DMİ'ler çok fazla sayıda metin ve şekil gösterebilme kapasitesine sahiptir. Bu yapıyı sayesinde gerçek zamanlı bilgiler ve tavsiyeler, DMİ ekranına kolaylıkla aktarılarak trafik yönetilebilmekte ve sürücüler bilgilendirilmektedir. DMİ'nin son yıllarda Türkiye'de kullanımının artmasıyla birlikte ulaşım otoritelerinin yaptığı uygulamalarda, teknik özellikleri ve mesaj şekilleri, içerikleri bakımından farklılıklar ortaya çıkmaktadır. DMİ'lerin sürücüler tarafından okunup anlaşılabilmesi için belli başlı kriterlere haiz olması gereklidir. Özellikle sürücülerin DMİ'de verilen mesajları okuyup anlayabilmesi için yeknesaklığın sağlanması ve görsel olarak yeterli teknik yapıya ve donanıma sahip olması şarttır. Bu çalışmada, DMİ mesajlarının okunabilirliğini etkileyecek tüm optik ve teknik parametreler incelenmiş DMİ'nin konumlandırılmasında dikkate alınması gereken tüm etmenler ortaya konulmuştur. Ayrıca, Türkiye genelinde verilen DMİ mesajları incelenerek yanlış, eksik ve farklı uygulamalar tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, ulaşım otoriteleri arasında yeknesaklığı sağlayacak ve kolaylıkla kullanılacak bir mesaj kütüphanesi oluşturulmuştur. Bu mesaj kütüphanesinde trafiğin akışını en çok etkileyen; "Yoğun trafik, Yol çalışması, Hava durumu, Planlanmayan durumlar" konularına ilişkin mesajlar derlenmiştir.

Bilim Kodu : 91124

Anahtar Kelimeler : Değişken mesaj işaretleri, akıllı ulaşım sistemleri, piktogram, sürücü bilgilendirme

Sayfa Adedi : 71

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

THE USE OF VARIABLE MESSAGE SIGNS IN HIGHWAY
NETWORK

(M. Sc. Thesis)

Tuğba AKAR

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2017

ABSTRACT

Variable Message Signs (VMS), one of the driver information and routing applications of Intelligent Transport Systems, are becoming increasingly popular on motorways, state-provincial roads and inner city roads. VMS mounted roadside and overhead bridges have the capacity to display a large number of texts and figures. Owing to this structure, real time information and advice can be easily transferred to the VMS screen to manage the traffic and inform the drivers. With the increasing use of VMS in Turkey in recent years, there are differences in the technical features, message format and content of the applications made by the transportation authorities. In order for the VMS to be read and understood by the drivers, it is necessary to have certain criteria. Especially, for drivers to read and understand the messages given in VMS, it is imperative that they have uniformity and visually sufficient technical structures and equipment. In this work, all the optical and technical parameters that affect the readability of the VMS messages are examined and all the factors to be considered when positioning the VMS are presented. In addition, incorrect, inadequate and different applications were determined by researching the VMS messages given all over the Turkey. In the study, an example message library was also created to provide uniformity between transport authorities and to be used easily. Messages which are the most impact on the flow of traffic about "Heavy traffic, Road work, Weather, Unplanned situations" have been compiled in this message library.

Science Code : 91124

Key Words : Variable message signs, intelligent transport systems, pictogram, driver information

Page Number : 71

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

TEŞEKKÜR

“Karayolu Ağında Değişken Mesaj İşaretlerinin Kullanımı” tezinin hazırlanması sürecinde yoğun çalışma temposuna rağmen desteğini bir an olsun esirgemeyen tez danışmanım Sayın Ebru ARIKAN ÖZTÜRK’e, değerli Şefim Aysel ÇELİKÇİ’ye ve hoşgörüsüyle sürekli yanımda olan sevgili eşim Musa AKAR’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİ	11
2.1. Statik Trafik İşaretlerinin Tarihi	11
2.2. Değişken Mesaj İşaretleri (DMİ)'nin Kullanımı ve Gelişimi.....	12
2.3. DMİ'nin Tanımı	13
2.4. DMİ'nin Trafik Güvenliğine Etkisi.....	14
2.5. DMİ Sistem Bileşenleri ve Topolojisi	15
2.6. DMİ Panosunun Boyutu ve Kamaşma Panosu	16
2.7. DMİ Panosunun Görsel (Optik) Performans Özellikleri.....	17
2.7.1. Metin boyutu	17
2.7.2. Işıma gücü sınıfları	18
2.7.3. Hüzme genişliği.....	18
2.7.4. Enerji verimliliği.....	20
2.7.5. Algılama süresi.....	20
2.8. DMİ'de Kullanılan LED Teknolojisi ve Piksel Aralığı.....	22

	Sayfa
2.8.1. DMİ’de kullanılan LED teknolojisi.....	22
2.8.2. Piksel mesafesi	23
2.9. DMİ Taşıyıcısı.....	24
2.10. Yolun Yapısına Uygun DMİ Seçimi.....	26
3. DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİNİN KONUMLANDIRILMASI...	29
3.1. DMİ’nin Konum ve Yerleştirme Hususları.....	30
3.1.1. DMİ yeri analizi	30
3.1.2. DMİ’nin katılma ve ayrılma noktalarına olan konumu.....	30
3.1.3. Mevcut işaretler ve trafik yönetim sistemleri.....	31
3.1.4. Otoyollarda DMİ aralığı.....	32
3.2. Çevresel Tasarım Hususları	33
4. TÜRKİYE’DE DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİ	35
4.1. Hatalı Uygulamalar	38
4.1.1. Trafikle ilgisi olmayan mesajlar	38
4.1.2. Trafik işaretleriyle verilmesi gereken bilgilerin DMİ ile verilmesi	39
4.1.3. DMİ’nin yön levhası olarak kullanılması.....	40
4.1.4. Uyulması gereken trafik kurallarının tekrarlanması	43
4.1.5. DMİ’de hızların ve plakaların gösterilmesi.....	44
5. ÖRNEK MESAJ KÜTÜPHANESİ	45
5.1. Değişken Mesaj İşaretleri Kullanım Prensipleri.....	45
5.2. Mesaj Kütüphanesi	48
5.2.1. Yoğun trafik	49
5.2.2. Yol çalışması.....	51
5.2.3. Hava durumu	54

	Sayfa
5.2.4. Planlanmayan durumlar	57
6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	71



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. DMİ mesaj özelliklerine göre katılımcıların tercihlerinin yüzdelerik değerleri	4
Çizelge 2.1. Karakter yüksekliği ve kamaşma panosunun alabileceği minimum değerler	18
Çizelge 2.2. Hüzme genişliği açıları ve uygulanacak yol tipi.....	19
Çizelge 2.3. Hüzme genişliği, karakter yüksekliği ve hıza bağlı olan algılama süresi	22
Çizelge 2.4. Karakter yüksekliği ve piksel aralığı	24
Çizelge 2.5. Yolun şerit sayısı ve hızına göre yapılan seçimler.....	27
Çizelge 3.1. Otoyol yönetim sistemlerinde DMİ işaretleri arasındaki mesafe	33
Çizelge 4.1. DMİ ve Meteorolojik Bilgi İstasyonlarının bölgesel dağılımı.....	36
Çizelge 5.1. Olay bilgisi ve tavsiye edilen piktogram	55
Çizelge 5.2. Planlanmayan durumlar ve uygun piktogramlar.....	57

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. DMİ'nin ekranının kamaşma panosu ve net görsel alanı	16
Şekil 2.2. Hüzme genişliği açıları (1: yatay, 2: dikey).....	20
Şekil 2.3. Hüzme genişliği B6 sınıfında bir DMİ uygulaması.....	21
Şekil 2.4. DMİ taşıyıcısı (1. tip)	25
Şekil 2.5. DMİ taşıyıcısı (2. tip)	25
Şekil 4.1. KGM'nin sorumluluk alanında bulunan yollarda DMİ dağılımı.....	35
Şekil 5.1. Ana piktogram-metin-ana piktogramdan oluşan mesaj.....	47
Şekil 5.2. Ana piktogram-metin-tavsiye/sebep piktogramından oluşan mesaj.....	47
Şekil 5.3. Ana piktogram-metinden oluşan mesaj	47
Şekil 5.4. Sadece metinden oluşan mesaj	48
Şekil 5.5. Metin alanının kullanımı.....	48
Şekil 5.6. Yer bilgisinin önce verildiği metin alanının kullanımı.....	48
Şekil 5.7. Yoğun trafik için piktogram ve metin alanı kullanımı	49
Şekil 5.8. Yoğun trafik için tek piktogramlı uygulama	51
Şekil 5.9. Yoğun trafik için iki piktogramlı uygulama	51
Şekil 5.10. Yoğun trafik için yer bilgisinin önce verildiği uygulama.....	51
Şekil 5.11. Yol çalışması için piktogram ve metin alanı kullanımı	52
Şekil 5.12. Yol çalışması için tek piktogramlı uygulama	53
Şekil 5.13. Yol çalışması için iki piktogramlı uygulama.....	53
Şekil 5.14. Yol çalışması için yer bilgisinin önce verildiği uygulama	53
Şekil 5.15. Yolun kapalı çıkışın uygun olduğu senaryo	53
Şekil 5.16. Yolun kapalı ve çıkışın uygun olduğu durumda verilecek mesaj.....	54
Şekil 5.17. Piktogram ve metin alanı kullanımı.....	54

Şekil	Sayfa
Şekil 5.18. Rüzgar bilgisi için yer bilgisinin önce verildiği uygulama.....	55
Şekil 5.19. Kar yağışı için yer bilgisinin önce kullanıldığı uygulama.....	56
Şekil 5.20. Gizli buzlama bilgisi için iki piktogramlı uygulama	56
Şekil 5.21. Yağmur/sağanak yağış verisi için iki piktogramlı uygulama	56
Şekil 5.22. Yoğun sis verisi için iki piktogramlı uygulama.....	56
Şekil 5.23. Piktogram ve metin alanı kullanımı.....	57
Şekil 5.24. Trafik kazası bilgisi için tek piktogramlı uygulama	58



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Amerika’da ve Avrupa’da kullanılan “yolda daralma” işareti.....	11
Resim 2.2. Avrupa ve İskoçya’da kullanılan yarı dinamik DMİ.....	14
Resim 2.3. DMİ sistem topolojisi	16
Resim 2.4. Üçüncü jenerasyon LED teknolojisi ve DMİ ekranı.....	23
Resim 2.5. Piksel mesafesi	23
Resim 3.1. Köprü önüne tesis edilmiş DMİ	33
Resim 4.1. DMİ’de Van Gölü ve Van Kedisi’ nin gösterildiği mesaj.....	39
Resim 4.2. DMİ’de statik durumun (eğimli ve virajlı yol) verildiği mesaj	39
Resim 4.3. DMİ’de verilen “dikkat taş düşebilir” mesajı	40
Resim 4.4. Karayolları 13. Bölge Müdürlüğü yol ağından yön levhası.....	40
Resim 4.5. Yer-yön bilgisi veren DMİ’ler.....	41
Resim 4.6. Yön ve bazı yönler için seyahat bilgisi verilen DMİ	41
Resim 4.7. Fransa ve Danimarka’da seyahat sürelerinin verildiği DMİ’ler	42
Resim 4.8. Avrupa ve İskoçya’da kullanılan yarı dinamik DMİ	42
Resim 4.9. Trafik kurallarını hatırlatan DMİ mesajları.....	43
Resim 4.10. Ankara-Polatlı-Sivrihisar yolunda yer alan DMİ sistemi.....	44
Resim 5.1. Floransa karayolunda üzerinde bir DMİ mesajı	45
Resim 5.2. İsviçre karayolunda bir DMİ mesajı	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

CO₂

Karbondioksit

km/h

Kilometre bölü saat

kg

Kilogram

m

Metre

mm

Milimetre

m/s

Metre bölü saniye

s

Saniye

Kısaltmalar

Açıklamalar

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

AUS

Akıllı Ulaşım Sistemleri

DMİ

Değişken Mesaj İşaretleri

EN

European Norms

KGM

Karayolları Genel Müdürlüğü

LED

Light Emitting Diode

MUTCD

Manual On Uniform Traffic Control Devices

RGB

Red, Green, Blue

TS

Türk Standardı

VMS

Variable Message Signs

1. GİRİŞ

Geçmişte, dünya nüfusunun büyük çoğunluğu kırsal alanda yaşarken günümüzde ise durum tam tersidir ve kentleşme giderek artmaktadır. Ayrıca gelecekte de kentleşmenin giderek artacağı açık bir gerçektir. Giderek kalabalıklaşan ve hızlı bir kalkınma süreci yaşayan şehirlerde hareketlilik, araç sahipliliği ve araç kullanım oranı da artış göstermiş ve bunun sonucu olarak beklentiler, gecikmeler, çevre kirliliği, kazalar gibi sorunları içinde barındıran trafik problemi ile karşı karşıya kalınmıştır. Ulaşım, çoğu ülkenin, özellikle de gelişmiş ülkelerin ekonomilerinin omurgasını oluşturduğu için trafik sorunlarının iyi bir trafik yönetimi stratejisi ile çözülmesi büyük önem arz etmektedir.

Daha sürdürülebilir, verimli, hızlı, ekonomik, güvenli ve konforlu bir ulaşım sistemi oluşturabilmek için çağın getirdiği yeniliklerden faydalanmak gereklidir. Ulaşım otoriteleri de bu yönde hareket ederek bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerden yararlanarak Akıllı Ulaşım Sistemlerini (AUS) geliştirmişlerdir.

AUS, ulaşımı planlamak, tasarlamak, işletmek ve yönetmek için haberleşme, elektronik ve bilgi teknolojilerinin bütünleşmesidir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin karayolu sektörüne uygulanmasıdır. AUS, ulaşım sektöründe enerji verimliliği, sürüş konforu ve güvenliği arttırmak için önemli katkılar sağlamaktadır [1]. Türkiye’de kullanılan AUS uygulamaları trafik yönetim sistemleri, sürücü ve yolcu bilgilendirme sistemleri, toplu taşıma yönetim sistemleri, elektronik ücret toplama sistemleri, yük ve filo yönetim sistemleridir.

AUS uygulamalarından sürücü ve yolcu bilgilendirme sistemlerinin bir bileşeni olan Değişken Mesaj İşaretleri (DMİ) sürücülerin kullandığı yolun ilerisinde veya yakın çevresindeki yollarda ortaya çıkan ve trafiği etkileyecek durumlarla ilgili gerçek zamanlı bilgileri sağlamak için kullanılmaktadır. Genellikle trafik sıkışıklığına sebep olan yol çalışması, trafik kazaları gibi durumlarda yaygın olarak uygulanmaktadır.

DMİ yol kenarında veya anayol üstündeki taklara monte edilmiş dijital yol işaretidir. Tek başına kullanıldığı gibi bir sistemin parçası olarak da kullanılabilir. Haberleşme altyapısı üzerinden bir Trafik Yönetim Merkezine bağlandığında, trafik yönetimi stratejisinin ayrılmaz bir parçası olmaktadır.

Problemin tanımı

DMİ'nin düzenli matris alan üzerinde yazı ve piktogram gösterebilen grafik tabanlı yapısı sayesinde çok sayıda farklı mesaj üretilebilmektedir. Bu durum bütün olası durumlarda trafiği yönetmeye imkân vermektedir. Fakat aynı yol, hava ve trafik durumları için birden fazla ve birbirine hiç benzemeyen (farklı renkte, boyutta, piktogramlı-piktogramsız) mesajlar kullanılmakta, bu durum ise mesajların anlaşılabilirliğini azaltmakta ve yeknesaklık sağlanması konusunda problemlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

Çalışmada, öncelikle Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) tarafından verilen DMİ mesajları incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda aynı durumlar için farklı görünüş ve içerikte mesajların verildiği görülmüştür. Reklam, bayram kutlaması gibi trafikle ilgisi olmayan, zaten uyulması gereken kuralları (emniyet kemerinizi takınız, trafik kurallarına uyunuz, çöp atmayınız gibi) hatırlatan mesajların yayınlandığı saptanmıştır. Ayrıca mesajlar tasarlanırken renk tercihi, piktogram seçimi, ekranın nasıl kullanılması gerektiğine dair standart bir prensip belirlenmediği görülmüştür.

Değişken Mesaj İşaretlerinde verilen mesajlar adından da anlaşılacağı gibi değişken durumları ifade etmeli ve değişen durumlar hakkında sürücüyü bilgilendirip yönlendirmelidir. Fakat Türkiye'de genelde verilen mesajlar stabil durumlar içermekte ve DMİ'ler devamlı açık kalmaktadır. Bu durumda DMİ'de verilen mesajlar yol kullanıcıları tarafından okunmamaya başlamaktadır ve bir süre sonra DMİ mesajlarını okumaktan tamamen vazgeçmektedirler.

Bazı DMİ uygulamalarında TS EN / EN 12966 tanımlanan hüzme genişliği, ışık gücü gibi DMİ panosunun görsel (optik) performans özelliklerine, okunabilirlik kriterlerine uyulmadığı görülmüştür. Ayrıca bu sistem Türkiye'de yeni yeni yaygınlaşmaya başladığından DMİ'nin konumlandırılacağı yerlerin tespit edilmesine, bu yerlerin sahip olması gereken kriterlere ve DMİ ile statik levhalarla arasında olması gereken mesafelere dair yetkili otoriteler tarafından bir yönerge/el kitabı hazırlanmadığı tespit edilmiştir.

Karayolu ağında DMİ'nin trafik yönetiminde daha etkin, doğru şekilde kullanılabilmesi, ve DMİ kullanımında yaşanan farklılıklara/sorunlara çözüm sunabilmek için birçok çalışma yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalar piktogram kullanımı ve mesaj tasarımı, DMİ

mesajlarına uyum, DMİ çalışmaları ve standardı başlıkları altında aşağıda sıralanmıştır;

Piktogram kullanımı ve mesaj tasarım literatürü

Cameron ve McGill çalışmalarında; geleneksel trafik işaretlerinde piktogram kullanımını araştırmış ve piktogram içeren trafik işaretlerinin daha uzak mesafelerden görülerek işarete göre hareket edildiğini tespit etmiştir [2].

Stern çalışmasında; mesaj verilirken sadece piktogram kullanımının mesajı anlama süresini kısalttığını, fakat yazı ve piktogramın birlikte verildiği mesajlarda, mesajın doğru anlaşılma oranının arttığını ifade etmiştir [3].

Wulkowicz kör nokta olarak ifade edilen yerlerde sürücüyü bilgilendirmeyi amaçlayan çalışmasında; özellikle bu noktalarda semboller kullanarak bilgisel işaretleri artırmayı hedeflemiştir. Çalışmasında sürücülerin sık sık karşılaştığı ve bildiği MUTCD (Manual On Uniform Traffic Control Devices)'de yer alan standart uyarı işaretlerini kullanmıştır [4].

Kline ve Fuchs yaptıkları laboratuvar çalışmasında; yazı ve piktogram içeren mesajların okunabilirlik mesafesini araştırmışlardır. Piktogramın okunabilirlik mesafesinin, yazının okunabilirlik mesafesinin iki katı olduğunu bulmuşlardır [5].

Bruce, Boehm-Davis ve Mahach çalışmalarında; yazı içeren mesajların okunma süresinin piktogram içeren mesajlardan daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Mesajın anlaşılmasındaki performans farklılıklarının yaşla ve cinsiyetle değişiklik gösterip göstermeyeceği ile ilgili ise açık bir bulguya rastlanmadığını ifade etmişlerdir [6].

Wang, Collyer ve Hesar, ABD'de DMİ mesajlarında verilen piktogramlar üzerinde bir anket araştırması ve sürüş simülasyonundan oluşan çalışma yürütmüşlerdir. Anket hava durumu (kaygan yol/kar), bakım-onarım (yol çalışması/şerit değiştirme), trafik durumu (sıkışıklık/kaza) ve düzenleyici DMİ mesajlarını içeren 40 sorudan oluşmaktadır. Bu sorularla grafik destekli mesajlar ile sadece metinden oluşan mesajlar karşılaştırılmış, mesaj rengi (amber/kırmızı/yeşil), alternatif piktogramlar, piktogramın konumu (metin mesajının sağ/sol/iki tarafı), animasyonlu ve statik mesajları hakkında seçimler yapılması

istenmiştir. Her bir anket sorusunda, katılımcılarının seçimleri doğrultusunda hangi şıkların daha çok tercih edildiği Çizelge 1.1’de gösterilmiştir [7].

Çizelge 1.1. DMİ mesaj özelliklerine göre katılımcıların tercihlerinin yüzdelik değerleri

DMİ Mesaj Özellikleri		Sonuçlar
Mesajın Tipi	Piktogramlı	% 94
	Sadece Metin	% 6
Mesaj Metninin Rengi	Amber	% 50
	Kırmızı	% 32
	Yeşil	% 18
Piktogramın Yeri	Sol tarafta	% 60
	Sağ tarafta	% 4
	Her İki Tarafta	% 36
Animasyon Etkisi	Animasyonlu	% 74
	Statik	% 26

Ihs ve Augdal tarafından gece yapılan yol çalışmaları ile ilgili bir araştırma yürütmüştür. On kişilik bir uzman ekibi ile gece saatlerinde bir karayolu üzerinde alınabilecek farklı önlemleri değerlendirmiştir. Değerlendirilen önerilerden biri de tüm uzman ekibin kabul ettiği sürücünün dikkatini daha çok çekebilecek DMİ’ler olmuştur [8].

Meng, Zhang ve Mustafa tarafından yapılan çalışmada, farklı sürüş senaryoları için farklı görsellikte ve içerikte DMİ mesajlarının etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçları, metin ve piktogramlardan oluşan mesajların sürücüler tarafından tercih edildiğini göstermiştir [9].

DMİ mesajlarına uyum literatürü

Erke ve Sagberg sürücünün dikkati ve davranışları üzerinde DMİ’nin etkileri konulu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada sürücülerin DMİ’de verilen mesaja dikkatlerini belli bir süre vermeleri gerektiğini ve bu sürenin trafik levhalarını anlayabilmek için verilen süreden fazla olabileceği vurgulanmıştır. Çalışmada, sürücünün dikkatinin her zaman limitli bir kaynak olarak ele alınması gerekliliği üzerinde durulmuş ve araç kullanılırken

bir göreve daha fazla dikkat verirken diğer görevler için daha az dikkat ayrıldığı dile getirilmiştir. Bir DMİ üzerinde okunan mesaj, dikkat kapasitesini aşıyorsa, zihinsel iş yükünün de artacağı ifade edilmiştir. Sonuç olarak, mesajın yeterli düzeyde anlaşılamayacağı ya da sürücünün dikkatinin dağılacağı söylenmiştir. Alternatif rota tavsiye eden mesajların şerit değiştiren ya da yön değiştiren araç sayısını artırmasıyla da kaza riskinin yükseleceğine değinilmiştir. Makalede Oslo'da bulunan otoyol üzerine kurulmuş DMİ bulunan iki bölgede bir gözlem çalışması yürütülmüştür. DMİ'de otoyol üzerinde akış yönüne doğru kapalı bir yol bölümü hakkında metin mesajları gösterilmiş ve alternatif bir rota tavsiyesi verilmiştir. Bir kontrol grubu elde etmek amacıyla, yaklaşık olarak ölçüm periyodunun yarısında DMİ göstergesinde mesaj gösterilmemiştir. Bu çalışmada, DMİ'deki mesajlar ve sürücü davranışları gözlemlenmiştir. Sürücü davranışları hız seçimlerindeki değişiklik ve frenleme olarak ortaya çıkmıştır. Hızdaki değişiklik ve fren yapma eğilimini sürücünün zihinsel iş yükünün göstergesi olduğu çıkarımı yapılmıştır. DMİ'de verilen mesajların çok uzun ve karmaşık olmaması gerektiği vurgulanmıştır [10].

Suudi Arabistan'da Al-Ghamdi bir sis uyarı sisteminin etkinliği araştırmıştır. Sistem, sis nedeniyle oluşan tehlikeli durumların ne zaman oluştuğunu belirten görünürlük sensörleri içermekte ve tavsiye edilen hız sınırını belirten bir DMİ'nin otomatik olarak etkinleştirilmesini sağlamaktadır. Uyarı sisteminin çok büyük hız değişikliğine yol açmadığı, ancak deney bölümleri arasındaki ortalama hızın yaklaşık 6.5 km/h azaldığı görülmüştür [11].

Lee ve Abdel-Aty tarafından uyarı mesajlarının ve değişken hız sınırlarının sürücü davranışları üzerindeki etkilerini araştıran bir çalışma yapılmıştır. DMİ'de üç farklı uyarı mesajının görüntülediği yaklaşık 8 km'lik bölümde 86 katılımcı, bir otoyolda araç kullanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, uyarı mesajlarının ve değişken hız işaretlerinin hız değişimini azaltmada ve tıkanıklığı gidermede başarılı olduğunu ortaya çıkarmıştır [12].

Tay ve De Barros tarafından Kanada'da sürücülerle bir anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasında yöneltilen sorulara verilen cevaplar değerlendirildiğinde sürücülerin, trafik kazası yaşandığında trafiğin yönetimi ve olumsuz hava koşullarında hava - yol durum bilgisi verilmesi için DMİ kullanılmasını istediğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmadaki sürücülerin çoğu, DMİ'de verilen mesajları okuduğunu ve verilen mesajlara göre hareket ettiğinin ifade etmiştir [13].

Oh, Hong ve Park, DMİ mesajları okurken, 20 – 30 yaş arasındaki sürücülerin davranışlarını ve tepkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Araçların hareket döngüleri, diferansiyel küresel konumlama sistemi ile gözlemlenmiş ve bu sayede hız ve ivme oranları, sürücü davranışını temsil eden ölçümler olarak kullanılmıştır. DMİ'lerin kurulu olduğu yol güzergahı her biri 100 metre uzunluğundaki beş bölüme ayrılmıştır. Yapılan testlerinden elde edilen sonuçlar ortalama hız ve ivmenin bu beş bölümde de istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermiştir. Sürücülerin, DMİ mesajlarını okurken hızlarını düşürme eğiliminde oldukları ve mesajı okuduktan sonra hızlarını tekrar arttırdığı görülmüştür [14].

DMİ çalışmaları ve standardı literatürü

DMİ'nin Geliştirilmesi ve Uygulanması (Practice and Deployment of Variable Message Signs) dokümanı Danimarka, Finlandiya, Norveç, İsveç ve Almanya'nın en kuzeydeki 5 eyaletinde DMİ'nin kullanımı ve görünüşü hakkında bilgi sahibi olmak ve DMİ uyumunu artırmak için hazırlanmıştır. Bu çalışmada, uyuma neden ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Doküman özellikle sürücünün DMİ'yi nasıl algıladığını sürücünün bakış açısından uyumun nasıl olması gerektiğini irdelemiştir. DMİ uyumu çalışmalarına, Avrupa Birliği ülkelerinin yeterlilik ve güvenlik talebi üzerine başlanmıştır. DMİ'lerin daha uyumlu ve yeknesak olması için yapılan çalışmalar uluslararası sözleşmelerden biri olan Viyana Toplantısı temel alınarak yapılmıştır. Bu dokümanda üç ana DMİ mesajı kategorisi yer almıştır. Bunlar düzenleyici mesajlar, tehlike mesajları ve bilgisel mesajlar olarak sıralanmıştır. Ana mesaj kategorisinin altında birden fazla alt başlık verilerek mesajlar detaylandırılmış ve örneklendirilmiştir. Araştırma ve çalıştayların sonucunda ortaya çıkan fikir ve dokümanlar DMİ'deki son uygulama ve gelişmeler de incelenerek yayınlanmıştır [15].

Conference of European Directors of Roads'un Çalışma Grubu O9 tarafından oluşturulan Avrupa'da DMİ Uyumu (Variable Message Signs (VMS) Harmonisation in Europe) dokümanı hazırlanmıştır. Bu dokümanda dünya genelinde yaygınlaşan ve önemi gittikçe artan DMİ'nin tüm dünya ülkelerinin yol kullanıcıları tarafından tamamen etkin bir şekilde anlaşılabilmesine ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır. Bu dokümanın amacı Avrupa çapında gelişmeleri göstermek, DMİ uyumunun ve birlikte çalışabilirliğin zorluklarını

ortaya koymaktır. Çalışma grubuna Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya, Hollanda, Norveç, Portekiz, İsviçre ve Birleşik Krallık uzmanları katılmıştır [16].

Avrupa Standardizasyon Komitesi tarafından DMİ'yi kullanmak isteyen kurumlar ve ürün sağlayıcı firmalara yol haritası olması için EN 12966 Standardı çıkartılmıştır. Bu standartta DMİ'nin performansını değerlendirmek için izlenecek adımlar sıralanmıştır. DMİ'nin ışığa gücü, renk koordinatları, hüzmeye genişliği, çalışma sıcaklığı, elektromanyetik uyumluluğu ve rüzgâr dayanımının olması gerektiği aralıklar tarif edilmiştir. Ayrıca bu standardın test modülünün boyutu ve test modülüne uygulanan deneylerin neler olduğu da açıklanmıştır [17].

Arbaiza ve Lucas koordinatörlüğünde, Easyway projesinin Uzman ve Çalışma Grubu 4 tarafından ulusal yol otoriteleri, otomotiv endüstrisi, telekom operatörleri ve kamusal ulaşım paydaşları işbirliğiyle hazırlanan DMİ Uyumu dokümanı hazırlanmıştır. Bu doküman DMİ'de yer alan mesajların dizaynı ile ilgili prensip ve tavsiyeleri sentezleyen genel bir yol haritası ortaya koymuştur. Bu sayede Avrupa'daki DMİ mesajlarının daha uyumlu ve anlaşılabilir olması hedeflenmiştir. Bu çalışmada birçok yol ve trafik durumu için özel mesajlar hazırlanmıştır. Ayrıca farklı DMİ tipleri ile çalışıp piktogram, metin ve sembol gibi bilgisel elemanlar kullanılarak DMİ uyumu artırılmaya çalışılmıştır. DMİ ekranının nasıl kullanılması gerektiği gösterilmiş ve metin-piktogram seçimi örneklerle anlatılmıştır [18].

“Karayolu Ağında Değişken Mesaj İşaretlerinin Kullanımı” başlıklı bu çalışma kapsamında ise; ikinci bölümde, DMİ'nin tanımı, gelişimi ve trafik güvenliğine etkisi incelenmiş, DMİ'den istenilen faydanın sağlanabilmesi için DMİ panosunun görsel (optiksel) performansının, tüm sistemin donanımsal ve fiziksel özelliklerinin sağlaması gereken kriterler belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde, DMİ'nin tesis edileceği yeri seçerken yapılması gereken analizler, mevcut trafik yönetim sistemleri, statik levhalarla ve katılım kolları ile arasında olması gereken mesafeler anlatılmıştır. Ayrıca DMİ tesis edilirken değerlendirilmesi gereken çevresel tasarım hususlarına da değinilmiştir.

Dördüncü bölümde ise Türkiye’de KGM tarafından kullanılan DMİ’lerde verilen mesajların şekilleri, içerikleri, kullanım amaçları incelenmiş ve hatalı uygulamalar aktarılmıştır.

Tez çalışmasının ana omurgasını oluşturan beşinci bölümde DMİ mesajların sürücüler tarafından okunmasını, anlaşılmasını sağlayacak ve trafik güvenliğini artıracak genel kullanım prensipleri verilmiştir. DMİ mesajını oluşturan piktogram ve metnin DMİ ekranına yerleşimi örneklerle anlatılmıştır. Metin için ayrılan bölümün nasıl kullanılacağı ve satırlara sıra ile hangi bilgilerin yazılacağı ifade edilmiştir. “*Yoğun trafik, yol çalışması, hava durumu ve planlanmayan durumlar*” başlıklarından oluşan mesaj kütüphanesi oluşturulmuştur. Her başlık altında olası durumlar için verilebilecek metinler ve piktogramlar sıralanmıştır.

Tezin amacı

Çalışmada, Türkiye’de karayolu ağında kullanılan DMİ’nin, sürücü bilgilendirme ve yönlendirmede etkin ve doğru kullanılmasını sağlamak üzere temel ölçüt ve prensiplerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Türkiye’de kullanılan DMİ’lerde verilen mesajlar incelenerek, mesajlarda yeknesaklığı ve mesajların daha iyi anlaşılmasını sağlamak üzere örnek bir DMİ mesaj kütüphanesi oluşturulması hedeflenmektedir.

Tezin önemi

DMİ’nin karayolu ağında kullanımı giderek artmaktadır. Bu sistem Türkiye’de yeni yeni kullanılmaya başlandığı için uygulamalarda eksiklikler, yanlışlıklar ve farklılıklar vardır. DMİ’ler, KGM tarafından şehir geçişi ve şehirlerarası yollara tesis edilmektedir. DMİ kullanımında birbirinden bağımsız hareket eden bu iki ulaşım otoritesinin uygulamaları da oldukça farklılık göstermektedir. Bu tez çalışmasında uygulamada yaşanan sorunların giderilebilmesi için, KGM’nin, kullanabileceği öneriler ve kriterler yer almaktadır. Ayrıca karayolu ağında DMİ kullanımı ile ilgili Türkiye’de daha önce yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın DMİ kullanımı ile ilgili uygulamalarda yol gösterici olacağı ve ulaşım otoriteleri arasındaki uyuma katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tezin yöntemi

Bu tez çalışması, kaynak tarama (Review) yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Yapılan kaynak tarama yöntemi, ön ve detaylı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ön tarama, konu başlıklarının belirlenebilmesi; detaylı tarama ise tüm ana ve yardımcı kaynakların elde edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Ön tarama adımında, konuya ilişkin daha önce gerçekleştirilen çalışmalar incelenerek konu başlıkları belirlenmiş ve tezin ana çerçevesi çizilmiştir. Detaylı taramada ise Avrupa Standardizasyon Komitesi (EN 12966), Conference of European Directors of Roads (Avrupa'da DMİ Uyumu) gibi uluslararası kuruluşlara ait raporlar ve standartlar okunmuştur. Bunların yanı sıra akademik makaleler, çevrimiçi kütüphaneler, tezler ve kurumsal web siteleri de taranarak en güncel verilere ulaşılmıştır. İlgili verilere, bu tez çalışmasında bilimsel etik ilkelerine uyarak yer verilmiştir. Tez çalışmasında elde edilen bu bilgi ve veriler ışığında, Türkiye'de henüz mevcut olmayan DMİ mesaj kütüphanesinin oluşturulmasına katkı sağlamak üzere örnek bir mesaj kütüphanesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu örnek mesaj kütüphanesi çalışmanın orijinal boyutunu oluşturmaktadır.

Sınırlılıklar

Yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde yeni mesajlar, simülasyon laboratuvarlarında bilgisayar ortamında ya da yol ağında kurulu DMİ ve sensörlerle sürücülerin verdiği tepkilerin ölçüldüğü görülmüştür. Türkiye'de ise mevcut simülasyon laboratuvarları ya da saha çalışmalarının yürütüleceği uygun bir altyapı mevcut değildir. Bu sebeple DMİ mesajları oluşturulurken bu alanda yetkin uzmanlarla çalışılmıştır. Ayrıca anlam karmaşasına yol açacak ya da sürücüler tarafından bilinmeyen yeni piktogramların kullanımına yer verilmemiştir.

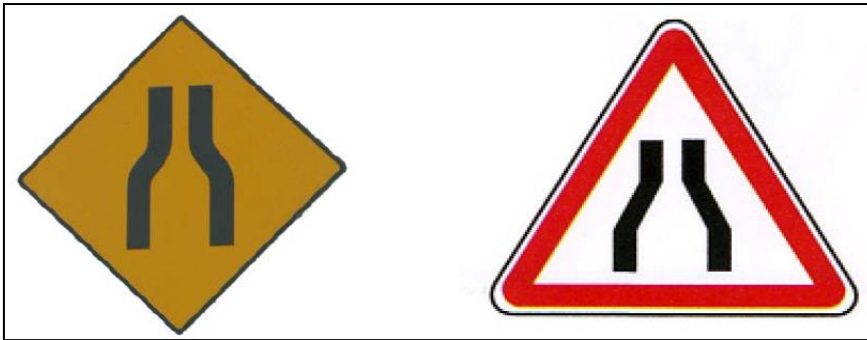


2. DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİ

2.1. Statik Trafik İşaretlerinin Tarihi

19. yüzyılın sonlarında motorlu kara taşıtlarının karayolu ağında artmasıyla birlikte ulaşım güvenliğini sağlamak amacıyla trafik işaretlerinin kullanımı ciddi şekilde başlamıştır. 1890'dan beri aynı trafik durumları için standart trafik işaretleri belirlenmeye çalışılmış, 1909 yılında ise bu konuda ilk uluslararası sözleşme imzalanmıştır [16].

Eylül 1949'da Cenevre'de Birleşmiş Milletler Karayolları ve Karayolu Taşımacılığı konulu bir konferans yapılmıştır. Bu konferansta, bir yol işaretleri protokolü hazırlamanın gerekliliği vurgulanmış ve ülkeler tarafından evrensel olarak kabul edilebilir tek bir trafik işaret standardı üzerinde bir anlaşmaya varmanın imkânsız olduğu kabul edilmiştir. Örneğin yolda daralma işaretinin şekli ve rengi; Amerika Birleşik Devletleri'nde, İrlanda, Kanada, Meksika, bazı Orta ve Güney Amerika ülkeleri, Japonya vb. ülkelerde sarı ve siyahla Avrupa, Asya ve Afrika ülkesinde kırmızı bir sınırla Resim 2.1'deki gibi gösterilmektedir. Fakat bütün dünyada birebir aynı işaretler kullanılmasa bile bir uyum yakalanması gerektiği de bu konferansta vurgulanmıştır [16].



Resim 2.1. Amerika'da ve Avrupa'da kullanılan "yolda daralma" işareti [16]

Uyum gereksiniminin farkında olarak Avrupa ülkeleri, Avrupa Komisyonunun, Cenevre'deki Birleşmiş Milletlerin ve International Transport Forum (Uluslararası Taşımacılık Forumu)'a dönüşen Avrupa Ulaştırma Bakanları Konfigürasyonu himayesinde, 1949'dan beri düzenli olarak toplantı yapmaya başlamışlardır.

Bir dizi uluslararası anlaşmadan sonra, yol işaretleri standartlaştırma ve uyumlaştırma çabaları kilometre taşı olma özelliğine 1968'de Avrupa'daki çok sayıda ülke ve Kore'de

dahil olmak üzere bazı Asya ülkeleri tarafından hazırlanan, desteklenen 'Viyana Sözleşmesi' olarak adlandırılan Trafik İşaretleri ve Sinyalleri Konferansı'nda ulaşımıştır.

Türkiye'de standart trafik işaretler ve sinyallerini oluşturmak için çalışmalar başlatılmıştır. Bu kapsamda Karayolları Genel Müdürlüğü Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı Trafik Güvenliği İşaretleme Şubesi Müdürlüğü tarafından Avrupa Ekonomik Konseyine taraf olduğumuz için 8 Kasım 1968 yılında Viyana'da imzalamış oldukları Trafik İşaretleri ve Sinyalleri Anlaşması ile söz konusu anlaşmanın daha sonraki revizyonlarında yer alan hususlara da göz önünde bulundurularak "Trafik İşaretleri Elkitabı" hazırlamıştır. Bu kitapta taşıt trafiğine açık olan tüm karayollarında uyulması zorunlu trafik işaretleri ve sinyallerinin tasarım ve kullanım esasları verilmektedir [19].

2.2. Değişken Mesaj İşaretleri (DMİ)'nin Kullanımı ve Gelişimi

1968 tarihli Viyana Sözleşmesinin değişken işaretlerden bahseden tek maddesi: "Bu Sözleşmede yer alan hiçbir husus, yalnızca belirli zamanlarda veya belirli günlerde uygulanan bilgi, uyarı veya kuralların iletilmesi için, yalnızca ilettikleri bilgiler ilgili olduğunda görünür olan işaretlerin kullanılmasını yasaklamaz." şeklinde yer alan 7. maddesidir [16].

Yirminci yüzyılın son on yılında, araba sayısında ve yol sayısında hızlı bir artış meydana gelmiştir. Bu durumda trafik problemlerinin artmasına yol açmıştır. Bu artışlara ve değişimlere rağmen yol bilgi döngüsündeki en yeni aşamayı, yani DMİ'de gösterilen trafik işaretlerini (piktogramları) ve yazılı mesajları geliştirme konusunda fazla çalışma yapılmamıştır. Fakat DMİ'nin karayolu ağında kullanımına olan ihtiyacın arttığı fark edilince, Avrupa Ülkeleri bu konu hakkında çalışmalar ve bilimsel araştırmalar yapmaya başlamıştır [16].

1971 yılında elektronik sistemler kullanılarak yol güvenliği ve trafik akışını iyileştirmek için European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research (Bilimsel ve Teknik Araştırma Alanında Avrupa İşbirliği) tarafından bir eylem çalışması başlatılmıştır. Bu çalışma eyleminin birinci evresi 1977-1980 yılları arasında, ikinci evresi 1980-1985 ise yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya, Avusturya, Belçika, Finlandiya,

Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda, İspanya, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık ve Yugoslavya olmak üzere on iki ülke katılmıştır. Bu çalışmada DMİ için [16]:

- Başlıca kaza ve trafik sıkışıklığı piktogramları dahil olmak üzere yeni simgeler kullanılmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca, bu trafik durumlarını gösteren simgelerin sabit işaret versiyonları olmadığından, yol ağındaki trafik levhaları için de piktogramlar ilk kez oluşturulmuştur [16].
- İtalya hariç şu an Avrupa ve dünya çapında kullanılan mevcut yönetmeliklerde koyu renkli bir arka plan üzerine açık sembollerin kullanımı tanıtılmıştır [16].
- Bu çalışmada yer alan uzmanların bazı temel önerileri (özellikle sıkışıklık piktogramının tasarımı ve kullanılabilir teknik görüntüleme özelliklerinden en iyi şekilde yararlanılması için siyah-beyaz kontrast), 1968 Viyana Sözleşmesi'nde yapılan 1995 değişikliğinde kabul edilmiştir [16].

2.3. DMİ'nin Tanımı

Sürücü ve yolcu bilgilendirmede efektif olarak kullanılan elemanlardan biri olan Değişken Mesaj İşareti (DMİ)'dir. DMİ'ler LED (Light Emitting Diode – Işık Yayan Diyet) kullanılarak oluşturulmuş düzenli matris alan üzerinde yazı, şekil ve resim gösterebilen grafik tabanlı sistemlerdir. AUS'un diğer bileşenlerinden alınan veriler (hava durumu, trafik bilgisi vb.) işlendikten sonra DMİ'ye aktarılmaktadır. DMİ'ye aktarılan bu bilgiler, sürücüleri trafik yoğunluğu, trafik kazaları, hava ve yol durumu hakkında bilgilendirmekte ve varsa alternatif yollara yönlendirmektedir.

DMİ sabit trafik levhalarından iki açıdan ayrılır; birincisi istenildiğinde açılıp kapanabilmekte ve ikinci olarak da birden çok mesaj gösterebilmektedir. Teknik olarak yarı dinamik ve tam dinamik olmak üzere iki tip DMİ vardır [16].

Yarı dinamik DMİ sabit trafik işaretlerine çok benzer ve sadece üzerinde elektro-mekanik yapı kullanılarak çeşitli mesajlar gösterilebilmektedir. Sabit trafik levhalarına entegre edilen ve güzergah bilgisinin karşısına trafik ile ilgili yoğunluk bilgisinin ya da yolculuk süresinin yazılabildiği sistemlerdir. Sabit levha üzerindeki yönlendirme bilgileri kullanılarak alan dijitalleştirilmekte ve sürücüler bilgilendirilmektedir (Resim 2.2).

Dinamik DMİ ise LED'li gösterge paneli (ekranı) üzerinde farklı resim ve yazı gösterebilme özelliği sayesinde çok sayıda mesaj gösterilebilmektedir [16].



Resim 2.2. Avrupa ve İskoçya'da kullanılan yarı dinamik DMİ [16]

2.4. DMİ'nin Trafik Güvenliğine Etkisi

Yol kullanıcılarını ölümlü ya da ciddi yaralanmalı kazalardan korumak için alınan tedbir ve metotlar trafik güvenliğinin amacı ve konusunu oluşturmaktadır. “Yol kullanıcısı ifadesi; yayaları, bisikletlileri, motosikletleri, toplu taşımada seyahat eden yolcuları, özel araçta seyahat eden yolcu ve sürücüleri içermektedir” [20].

Modern karayolu güvenlik stratejileri çevre, yol, taşıt ve insan etkileşimi sonucunda gerçekleşen ölümlü ya da yaralanmalı kazaları en aza indirmeyi hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda uygulanabilecek pek çok mühendislik önlemleri mevcuttur. Fakat bir kaza meydana geldiğinde, trafik sıkışıklığı yaşandığında ya da trafiği etkileyecek çevresel bir durum ortaya çıktığında sonuçları değerlendirebilmek ve olaya müdahale edebilmek içinde yol üzerinde kullanabilecek aktif sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

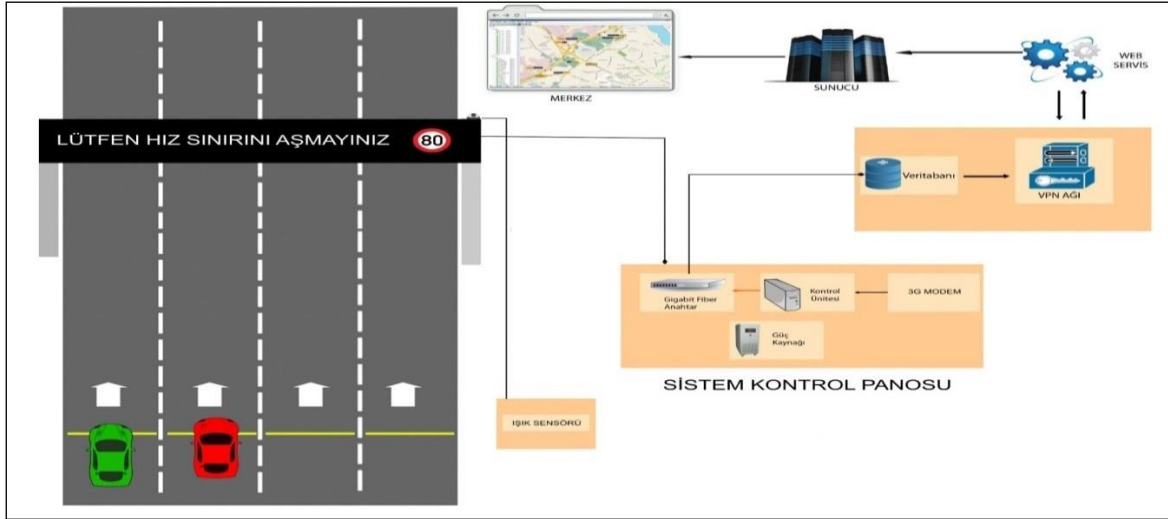
AUS'un en önemli bileşenlerinden yolcu bilgilendirme ve yönlendirme sistemlerinden biri olan DMİ trafikte aktif bir yönetim ve müdahale sağlayabildiği için trafik güvenliği katkısı

çok büyüktür. Bir trafik kazası meydana geldiğinde olası diğer kazaları önleyebilmek için DMİ ile sürücüler bilgilendirilebilir. Sürücüler yol ağı uygun ise kazanın yaşandığı bölgeye gelmeden alternatif bir güzergâha yönlendirilerek kaza sonucu ortaya çıkan karmaşaya maruz kalmayabilirler. Alternatif bir güzergâh yoksa kazadan dolayı sadece bir şerit kapandıysa DMİ ile şerit yönetimi yapılarak trafik akışı hızlandırılabilir.

Trafik güvenliğini olumsuz etkileyen faktörlerden en önemlisi olumsuz hava durumudur. Kaygan ya da buzlu yolda sürücülerin durma mesafesi uzadığı için kaza yapma riski artmaktadır. Örneğin 60 km/h hızla giden bir araç, ıslak yolda 45 metrede durabiliyorken kuru yolda 36 metrede durabilmekte ve kaza riski artmaktadır. Islak ya da kaygan yolda durma mesafesine kısaltmak için hızı azaltmak yani dinamik hız yönetimi yapmak gereklidir [21]. Dinamik hız yönetimi yaparken; trafik güvenliğini olumsuz etkileyen kar, sis, buzlanma, yağış gibi durumlarda sürücüler bilgilendirebilmek için Meteorolojik Bilgi istasyonlarından alınan bilgiler DMİ aracılığıyla sürücülere aktarılmaktadır. Verilen uyarı mesajlarıyla sürücülerden hızlarını düşürmeleri istenmektedir. DMİ’de hava bilgisi ile birlikte verilen “hızınızı düşürünüz”, “yavaşlayınız”, “azami hız 50” gibi mesajlarla sürücü daha güvenli, kaza olasılığı düşük bir seyahat yapabilecektir. Böylelikle kaygan ya da buzlu yolda olası kazaların önüne geçilebilir ve trafik güvenliğine katkı sağlanabilir.

2.5. DMİ Sistem Bileşenleri ve Topolojisi

DMİ sistemi LED tabanlı görüntüleme ünitesi (ekranı), kontrol ünitesi, kamaşma panosu, L (1. tip) / U (2. tip) tipi taşıyıcı konstrüksiyon, dış ortam ışık seviyesi algılayan sensör, kesintisiz güç kaynağı, değişken mesaj işareti saha, merkez ve operatör yazılımı bileşenlerinden oluşur. U tipi DMİ topolojisi ise Resim 2.3’te gösterilmiştir [22].

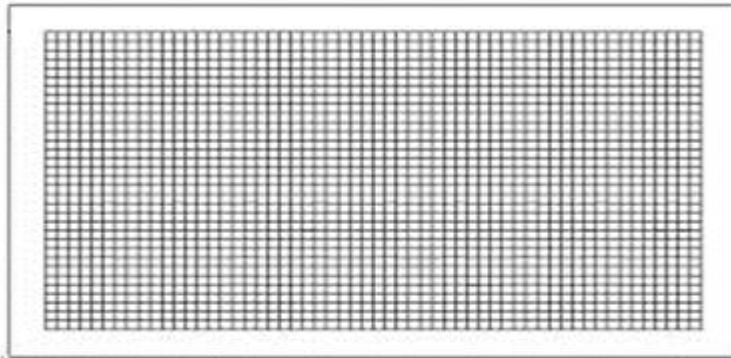


Resim 2.3. DMİ sistem topolojisi [22]

2.6. DMİ Panosunun Boyutu ve Kamaşma Panosu

DMİ panosu mesajların ve şekillerin gösterildiği net görsel alan ve kamaşma panosundan oluşur. Net görsel alan; DMİ'nin konumlandırılacağı yolun şehir içi/şehirler arası karayolu ağında bulunması, şerit sayısı, şerit genişliği, işletme hızı, piksel aralığı, gösterilecek mesaj uzunluğu, okunabilirlik kriterleri vb. parametreler göz önüne alınarak gerekli saha çalışmaları sonucunda belirlenmektedir.

Kamaşma panosu net görsel alanda verilen mesajın okunabilirliğini artırmak için kullanılır. Kamaşma panosun büyüklüğü ise, metinde gösterilen karakterin yüksekliğine eşit ya da ondan daha büyük olmalıdır. Şekil 2.1'de net görsel alan (taralı alan) ve kamaşma panosu (beyaz alan) gösterilmiştir.



Şekil 2.1. DMİ'nin ekranının kamaşma panosu ve net görsel alanı

2.7. DMİ Panosunun Görsel (Optik) Performans Özellikleri

DMİ'ler, sürücülere muhtemel tehlikeler hakkında bilgi vererek trafik güvenliğine katkıda bulunur. Bu nedenle DMİ panosu, yol kullanıcılarının mesajı okumak ve anlamak için yeterli zamana sahip olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir ve aşağıda verilen parametreler dikkate alınmalıdır:

- Mesajın boyutu, tasarımı ve görsel performansına (ışık gücü, hüzmeye genişliği ve renk) bağlı olan okunabilirlik mesafesi
- Hıza bağlı olan okunabilirlik süresi

Okunabilirlik mesafesi hesaplanırken, temelde mesajda yer alan harflerin yüksekliği, çeşitli çevresel ve beşeri parametreler dikkate alınır. Mesajın okunabileceği en uzak mesafe olarak 200-248 m aralığı kabul edilir. Bir yazı tipinin okunabilirliği de büyük ölçüde tasarımına bağlıdır. Standart metin yazı tipleri, DMİ için her zaman uygun değildir. Çünkü ışık yayan elemanların ışınımı, çok küçük olan boşlukları (a, e gibi harfler) kolayca kapatabilir. Bu sebeple DMİ'de kullanılmak üzere bazı özel fontlar geliştirilmiştir [17].

2.7.1. Metin boyutu

DMİ'de kullanılan metin için boyut seçerken, DMİ'nin konumlandırılacağı yolun işletme hızı göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, sürücülerin çok kısa süre içinde (4 s – 6 s) mesajı okumak zorunda kalacağı unutulmamalıdır. Bu süreyi ve DMİ'nin bulunduğu yol ağındaki hız sınırını, karşılayabilecek gerekli karakter yüksekliği seçilmelidir. Ayrıca kamaşma panosu da karakter yüksekliğine göre seçilmelidir. Karakter yüksekliği ve kamaşma panosunun değerleri, EN 12966'da önerilen ve Çizelge 2.1'de verilen değerlere göre seçilmelidir [17].

Çizelge 2.1. Karakter yüksekliği ve kamaşma panosunun alabileceği minimum değerler

Boyut aralığı	Karakter Yüksekliği (mm)	Kamaşma Panosu (mm)
A	100	100
B	160	160
C	240	240
D	320	320
E	400	400

2.7.2. Işıma gücü sınıfları

DMİ üzerinde kullanılan LED'lerin ışıma gücü EN 12966 / TS EN 12966 normunda belirlenen renkler için L1, L2, ve L3 olarak seçilmesi gerekir. L3 sınıfının ışıma gücü, düşük ışık sınıfları L2 ve L1 göre daha yüksektir. Uzun görüş mesafeleri için olası atmosferik koşullarda (güneş, sis vb. gibi) görünebilirliği sağlamak için, en yüksek (en parlak) ışıma gücü sınıfı olan L3 sınıfını seçmek daha uygundur. Ayrıca DMİ'de güneş konumunun değişmesi, araç farlarından veya ortamdan gelen ışıklardan dolayı dış ortam ışığının doğru algılanabilmesi ve ışıma gücünün otomatik olarak değiştirilmesini sağlamak için birisi DMİ panosunun ön yüzeyinde, diğeri arka yüzeyinde 2 (iki) adet ışık sensörü kullanılması gerekmektedir. DMİ göstergesinin ışıma gücü, bu sensörlerin algılayacağı ortam ışığına bağlı olarak gece ve gündüz ayarlanabilme özelliğine sahip olmalıdır [17].

2.7.3. Hüzme genişliği

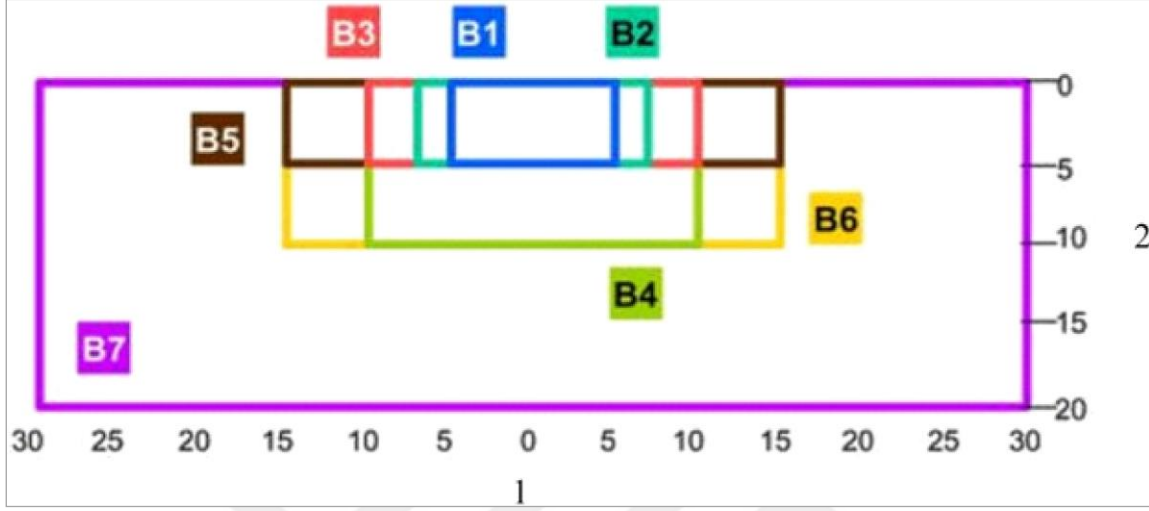
DMİ'de hüzme genişliği kavramı, ışığın yayılım eğrisi olarak ifade edilmektedir. Daha geniş aralıklı hüzme genişlikleri daha geniş görüş açısı olarak nitelenebilir. DMİ'nin uygulanacağı yola göre hüzme genişliği seçilmelidir zira daha geniş hüzme genişlikleri yatayda görüş açısını artırırken, işaretin görüş mesafesini kısaltabilir. Dolayısıyla şehir içinde kullanılacak işaretler için geniş açılı hüzme genişlikleri tavsiye edilebilir. Ancak şehirlerarası yollarda uzun görüş mesafesi de önemli bir faktör olduğundan hüzme genişliği biraz daha dar seçilebilir ve görüş mesafesi artırılabilir [17].

Çizelge 2.2’de, hüzme genişliği sınıfının doğru seçilmesine yardımcı olmak için DMİ’nin kurulacağı yol tipi, yatay ve düşey açı değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. Hüzme genişliği açıları ve uygulanacak yol tipi

Hüzme Genişliği Sınıfı	Açılar		Uygulanacak Yol Tipi
	YATAY	DÜŞEY	
B1	-5	0	Yüksek hızlı yol (2 şerit + 1 emniyet şeridi)
	5	0	
	0	-5	
B2	-7	0	Yüksek hızlı yol (3 şerit + 1 emniyet şeridi)
	7	0	
	0	-5	
B3	-10	0	Yüksek hızlı yol (4 şerit + 1 emniyet şeridi)
	10	0	
	0	-5	
B4	-10	0	B3 gibi
	10	0	
	0	-10	
B5	-15	0	B3 gibi (Daha geniş DMİ gerektirir)
	15	0	
	0	-5	
B6	-15	0	B5 gibi
	15	0	
	0	-10	
B7	-30	0	Çok geniş yatay ve düşey hüzme genişlikleri gerektiren özel uygulamalarda kullanılır. (Bisikletli ve yayalar için)
	30	0	
	0	-20	

Çizelge 2.2'nin daha iyi anlaşılması için Şekil 2.2'de sınıflar arasındaki grafiksel ilişkiyi göstermektedir. B1'in kapsadığı alan bir birim olarak kabul edilirse, B7'nin 24 kez B1'i kapsadığı görülebilir [17].



Şekil 2.2. Hüzme genişliği açıları (1: yatay, 2: dikey) [17]

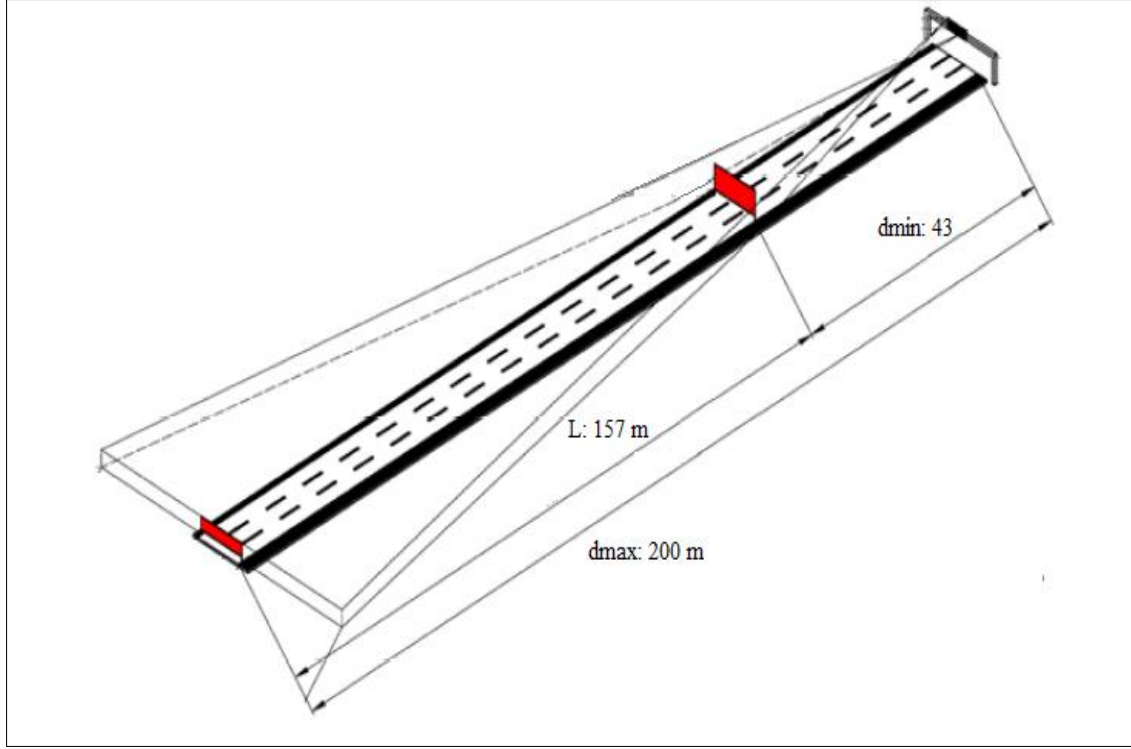
2.7.4. Enerji verimliliği

DMİ uygulamalarında hüzme genişliği, ışık gücü gibi parametrelerin doğru seçilmesi enerji kullanımını doğrudan etkilemektedir. Yol özellikleri dikkate alınmadan yapılan seçimlerde özellikle çok geniş olan hüzme genişliklerinde (B6, B7) ısrar etmek enerjiyi boşa harcamakta ve ışık kirliliği yaratmaktadır. Karakter yüksekliği 400 mm olan bir mesajın verilmesi için 200 m'lik uzun menzilli bir uygulama için kapsanacak şerit sayısına bağlı olarak B1 sınıfının seçimi uygun olabilmektedir. Fakat uygun olmayan bir hüzme genişliği (B7 gibi) seçimi enerjinin % 96'ya varan oranlarda boşa harcanmasına ve ışık kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca uygulamalarda ışık sensörlüyle ışık gücünün ortam ışığına göre ayarlanması da enerji verimliliğini sağlamaktadır [17].

2.7.5. Algılama süresi

DMİ'de verilen mesajın sürücü tarafından okunabildiği süreye, algılama süresi denir. Bu süre hesaplanırken mesajın okunabilir olduğu maksimum mesafe 200 m olarak kabul edilmektedir [17]. Minimum okunabilme mesafesi ise yol genişliğinin, hüzme genişliğinin yatay açısının tanjant değerine bölünmesiyle bulunmaktadır.

Şekil 2.3'te 3 şeritli ve yol genişliği 11,4 m (şerit genişliği 3.8 m) olan bir yolda hüzme genişliği B6 olan bir DMİ uygulaması görülmektedir. Maksimum okunabilme mesafesi (d_{max}) 200 m ve minimum okunabilme mesafesi (d_{min}) 43 m, okunabilir olduğu mesafe (L) 157 m'dir.



Şekil 2.3. Hüzme genişliği B6 sınıfında bir DMİ uygulaması [17]

Bu yolda işletme hızınının 130 km/h olduğu düşünülürse ve km/h'ten, m/s'ye çevrim yapılırsa işletme hızı, 36,1 m/s etmektedir. Hesaplamalar sonucunda bu uygulamada sürücünün mesajı okuyabilmesi için 4,3 saniyelik bir algılama süresine sahip olduğu görülmüştür.

$$\text{Yol} = \text{Hız} * \text{Zaman}$$

$$157 \text{ m} = 36,1 * \text{Algılama süresi}$$

Algılama süresi = 4,3 saniye bulunur.

Bu hesaplamalardan yola çıkarak hız ve algılama süreleri arasında ters orantı olduğu görülmektedir. Hız arttıkça mesajın algılanma süresi azalmaktadır. Verilen mesajın okunması ve anlaşılması için en az 4-6 saniyelik algılama süresinin olması EN 12966 Standardında vurgulanmıştır. Ayrıca hızlara ve karakter yüksekliğine göre muhtemel algılama süresilerinin yer aldığı değerlere Çizelge 2.3'te de yer verilmiştir [17].

Çizelge 2.3. Hüzme genişliği, karakter yüksekliği ve hıza bağlı olan algılama süresi [17]

Boyut Aralığı	Karakter yüksekliği h [mm]	Min. okunabilme mesafesi d _{min} [m]	Hüzme genişliğine ve hıza bağlı olan algılama süresi (saniye)						
			40	50	60	80	100	110	130
A	100	5	5,0	4,0					
B	160	15	7,3	5,8	4,9				
C	240	30	10,3	8,2	6,8	5,1	4,1		
D	320	45	13,2	10,6	8,8	6,6	5,3	4,8	4,1
E	400	60	16,2	13,0	10,8	8,1	6,5	5,9	5,0

2.8. DMİ'de Kullanılan LED Teknolojisi ve Piksel Aralığı

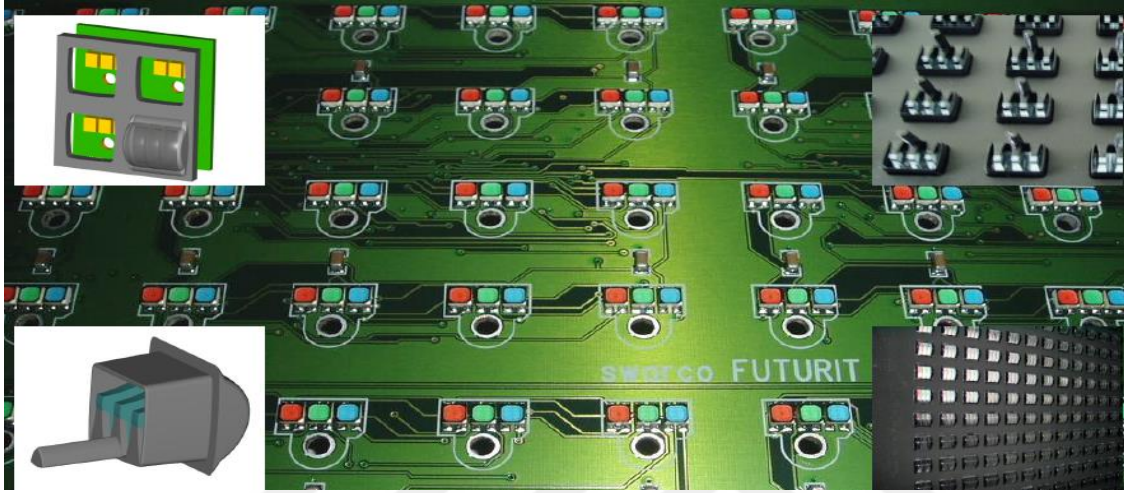
2.8.1. DMİ'de kullanılan LED teknolojisi

DMİ'de kullanılan ilk jenerasyon (1997) LED'ler konvansiyonel optik sistemdir. 2003'te ise ikinci jenerasyon olarak kabul edilen optik LED'ler kullanılmıştır. 2010'da ise üçüncü jenerasyon olarak bilinen, Resim 2.4'te ekran ve LED dizilimi gösterilen 3-in-1 teknolojisi kullanılmıştır. Bu teknoloji gelişmesinin zaman almasının sebebi ise bir kerede üç ışık kaynağına odaklayan bir mercek olmamasıydı. Fakat bu sorun bir ışık hüzmesi karıştırıcı kombinasyonunda optik lens kullanılarak çözülmüştür ve bu teknoloji [23];

- Yüksek çözünürlüklü ve küçük trafik işaretleri gösterilebildiği,

- Tam renkli RGB (Red, Green, Blue – Kırmızı, Yeşil, Mavi) yapıya sahip olduğu,
- Yüksek verim elde edildiği,
- EN 12966 uyumlu olduğu,
- Düşük güç tüketimi sunduğu

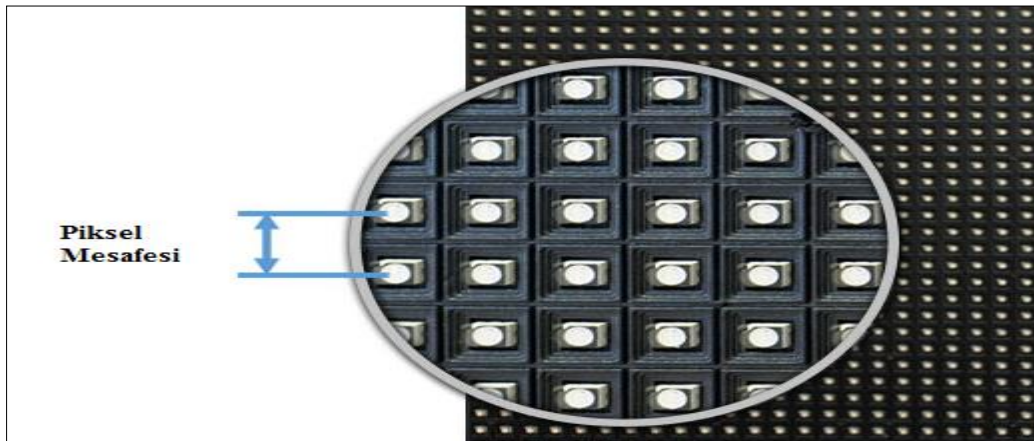
için tercih edilmektedir ve son yıllarda sıklıkla DMİ'lerde kullanımı tercih edilmektedir.



Resim 2.4. Üçüncü jenerasyon LED teknolojisi ve DMİ ekranı [23]

2.8.2. Piksel mesafesi

Piksel aralığı, Resim 2.5'te gösterildiği gibi DMİ'de yer alan LED'ler arasındaki fiziksel mesafedir. DMİ'de kullanılacak LED'lerin piksel aralığı; yolun durumu, işletme hızı, ve okunabilirlik koşulları dikkate alınarak karar verilmelidir.



Resim 2.5. Piksel mesafesi [24]

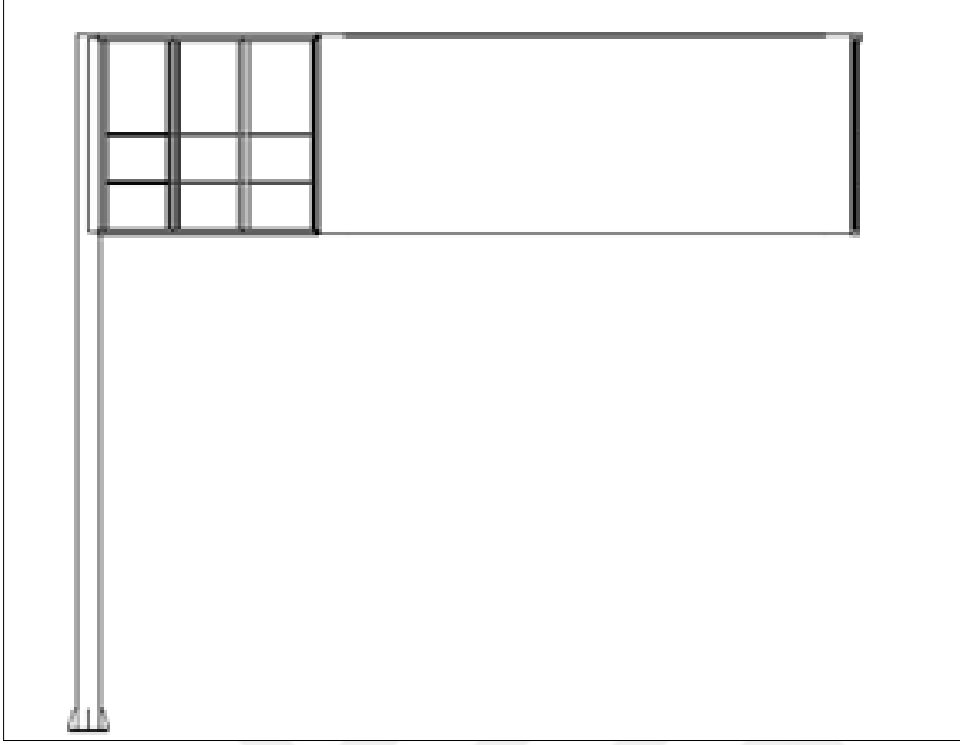
Bir karakterin doğru şekilde yazılması için en az 7x5 noktadan (piksel) oluşması gerekmektedir. Çizelge 2.4'te en küçük piksel mesafesi olarak görünen değer A sınıfı için 16,6 mm'dir. Eğer 10 cm karakter yüksekliğinde karakter kullanmak isteniyorsa bunun için 16,6 mm ya da 16,6 mm'den daha küçük bir piksel aralığı seçmek gerekmektedir. Çizelge 2.3'te gösterildiği gibi 100 mm karakter yüksekliği kullanmak için yolun işletme hızının en fazla 50 km/h olması lazımdır. Yolda bu hızdan daha fazla hız yapılıyorsa 100 mm'lik karakter yüksekliğine sahip bir metnin okunması ve anlaşılması zor olacaktır. Bu sebeple karakter yüksekliği en az 160 mm olmak üzere B-E sınıfları arasından biri seçilmelidir [17].

Çizelge 2.4. Karakter yüksekliği ve piksel aralığı

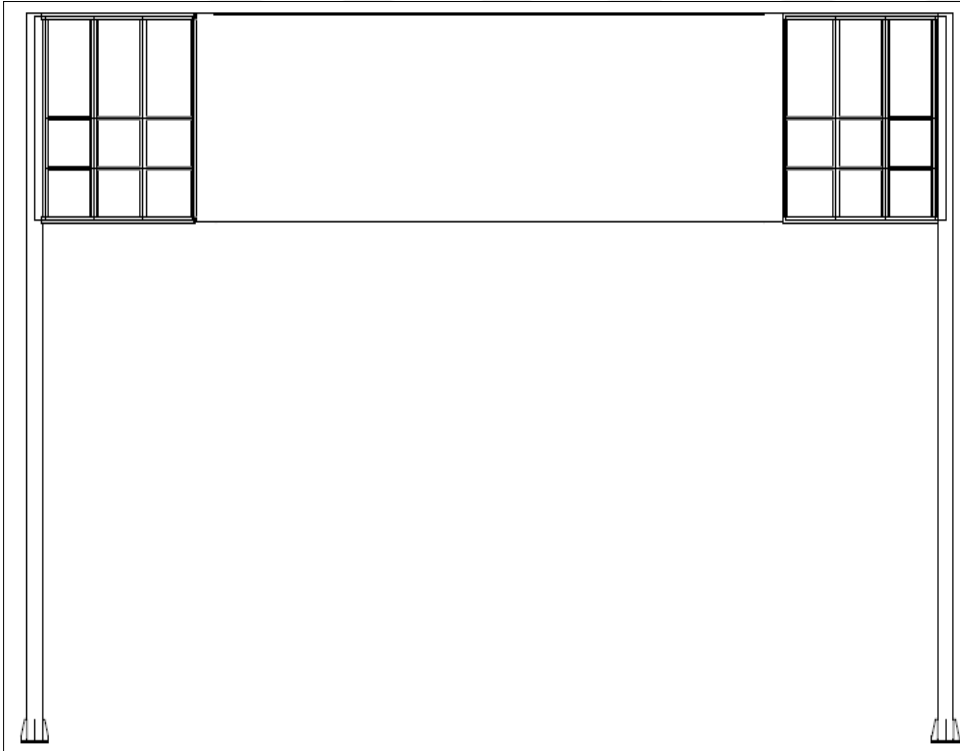
Boyut aralığı	Karakter Yüksekliği (h) [mm]	En fazla Piksel aralığı (h/6) [mm]
A	100	16,6
B	160	26,6
C	240	40,0
D	320	53,3
E	400	66,6

2.9. DMİ Taşıyıcısı

Taşıyıcı (tak), DMİ panosunu ve kontrol kabinini taşıyan çelik konstrüksiyon olarak ifade edilmektedir. Taşıyıcılar, DMİ'nin boyutuna ve yol genişliğine uygun dizayn edilmekte olup genellikle kolları poligon, dikdörtgen, kafes veya silindir mono blok şeklindedir. Yolun yapısı ve şerit genişliğine uygun olarak tek kollu (1. tip) Şekil 2.4'teki ve iki kollu (2. tip) Şekil 2.5'teki gibi bir taşıyıcı seçilebilir.



Şekil 2.4. DMÍ taşıyıcısı (1. tip)



Şekil 2.5. DMÍ taşıyıcısı (2. tip)

Taşıyıcının sağlam olması ve çevre şartlarına uyumlu olması için çelik tasarımların analizlerinin EN 12899, Eurocode-3, AISC-LRFD13 ve BS 5950-2000 standartlarından en az birisine uyulacak şekilde hazırlanmaktadır. Bu analizler ve statik projeler hazırlanırken aşağıda yer alan parametreler dikkate alınarak tasarım yapılmaktadır;

- Ölü Yükler : Çeliğin kendi ağırlığı, üzerine montajı yapılacak tüm malzemenin en küçük bileşeni dahil olmak üzere toplam ağırlığı ve bu ağırlığın tasarımın hangi noktalarından çeliğe uygulanacağı hesaplanmaktadır.
- Deprem Yükü: Cihazın kurulacağı bölge seçilerek, çelik taşıyıcının maruz kalacağı deprem yükü hesaplanmaktadır.
- Canlı Yük: Bakım - onarım yapılırken, çelik taşıyıcı üzerine çıkacak insan yükü (servis personeli) dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Ayrıca bir servis personelinin bakım çantası ile birlikte 100 kg yük oluşturulacağı dikkate alınarak, bir çelik yapının servis platformuna en az 200 kg dikey hareketli insan yükü olduğu da dikkate alınmaktadır.
- Rüzgar Yükü: Çelik yapının kurulacağı bölgeye göre oluşabilecek en üst seviyede rüzgar yükü sisteme yatay ekseninde, yola paralel olacak şekilde tasarıma uygulanmaktadır.
- Sıcaklık (Isıl Etkiler): Çelik yapının kurulacağı bölgedeki sıcaklık değişimleri tasarıma uygulanmaktadır.
- Kar Yükü: Çelik yapının kurulacağı bölgedeki en yüksek kar yükü değerleri tasarıma uygulanmaktadır.

2.10. Yolun Yapısına Uygun DMİ Seçimi

DMİ' nin net görsel alanı, kamaşma panosu, hüzmeye genişliği, piksel mesafesi ve taşıyıcı tipi; konumlandırılacakları yolun şehir içi/şehirlerarası karayolu ağında bulunması, şerit sayısı, şerit genişliği, yol eğimi, işletme hızı, piksel aralığı, gösterilecek mesaj uzunluğu, okunabilirlik kriterleri vb. parametreler göz önüne alınması gerekli olup saha çalışmaları sonucunda belirlenmesi gerekmektedir. Yolun şerit sayısı ve hızına göre DMİ net görsel alan boyutu, kamaşma panosu boyutu, hüzmeye genişliği, piksel mesafesi ve taşıyıcı tipi için uygun aralıklar ve seçimler Çizelge 2.5'te yer almaktadır. Bu çizelgede yer alan değerler ulusal ve uluslararası üretim yapan firmalarla yapılan görüşmeler sonucunda derlenmiş olduğu için uygulamada büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Çizelge 2.5. Yolun şerit sayısı ve hızına göre yapılan seçimler

Yolun Şerit Sayısı + Emniyet Şeridi	İşletme Hızı (km/h)	DMİ Net Görsel Alan Boyutu En az (En X Boy) (mm)	Tavsiye Edilen Kamaşma Panosu Boyutu (mm)	Hüzme Genişliği	Piksel Mesafesi	Taşıyıcı Tipi
1+0	50-80	2560X640	100-250	B3-B5 arası	≥ 20	1. TİP
		2800x1300			≤ 25	
		4000x1500				
1+1	50-80	2560X640	100-250	B3-B5 arası	≥ 20	1. TİP
		3200x1300			≤ 25	
		4000x1500				
2+0	50-80	3840x800	150-300	B5-B6	≥ 20	2. TİP
		4000x1500			≤ 30	
		5200x1500				
		6400x2000				
2+1	80-110	3840x800	150-300	B5-B6	≥ 25	2. TİP
		5500x1500			≤ 33	
		6400x2000				
		7600x2000				
3+0	80-110	7600x2000	200-300	B5-B6	≥ 25	2. TİP
		8000x2000			≤ 33	
		8200x2000				
3+1	100-120	6400x1280	200-300	B5-B6	≥ 25	2. TİP
		8000x2000			≤ 33	
		8500x2000				
4+0	100-120	10000x1500	200-300	B5-B6	≥ 30	2. TİP
		10000x2000			≤ 33	
		10020x2490				
4+1	100-120	10000x1500	200-400	B5-B6	≥ 30	2. TİP
		10000x2000			≤ 33	
		10000x3000				
		10500x2490				



3. DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİNİN KONUMLANDIRILMASI

DMİ, herhangi bir yol kesiminde trafiği yönetmek ve sürücüleri bilgilendirmek için tek başına veya bir yol boyunca birden fazla noktada bir sistemin parçası olarak kullanılabilir. Şehirlerarası yollarda ve otoyollarda trafiğin yönetmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Sürücüleri etkin ve doğru bir şekilde bilgilendirmek ve yönlendirmek için DMİ'ler aşağıdaki yerlere konumlandırılmalıdır [25];

- Yol kullanıcılarını alternatif bir güzergâha yönlendirmeyi sağlayacak büyük karar noktalarından önce (ayırılma noktası, kavşak vb.) bir konum seçilmelidir. Bu konum, şehirlerarası yollardaki (otoyol, devlet-il yolları) değişim noktalarından önce 2.4 - 4.8 km'dir. Sürücüye karar noktasına ulaşmadan önce mesajı okumak, anlamak ve güvenli ve rahat bir şekilde hareket edebilmesi için zamana tanınmalıdır.
- Darboğazların (bottlenecks), kazaların yoğun olduğu bölgelerin ve / veya büyük tesislerin (stadyumlar, kongre merkezleri, vs.) trafik akışının bulunduğu yollara tesis edilmelidir.
- Hava koşullarının trafiği olumsuz etkilediği yerlere kurulmalıdır.

Sürücü bilgi sistemlerinde DMİ kullanımının nispeten yeni yeni yaygınlaşması sebebiyle, dünya çapında DMİ'nin hangi kesimlere kurulması gerektiği ile ilgili standart kabul edilen tek bir yönerge bulunmamaktadır. Bu nedenle DMİ'nin yerleştirilmesi için uygun alanları belirlerken değerlendirilmesi gereken yol gösterici ve spesifik kriterler derlenmiştir.

Herhangi bir yol işaretinin (DMİ, statik trafik işaretleri) sürücüyü bilgilendirip yönlendirebilmesi için okunabilir ve anlaşılabilir olması gerekmektedir. İşareti okuyabilen bir sürücü, mesajın amaçlanan anlamını kavrayabilmeli ve ona göre tepki vermelidir. Tüm bunların sağlanabilmesi içinse işaretlerin konumlandırıldıkları yerlerin bazı kriterlere sahip olması gerekmektedir. Bu bölümde, DMİ'nin tesis edileceği kesimler için kriterler ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

3.1. DMİ'nin Konum ve Yerleştirme Hususları

DMİ, tüm yol kullanıcıları için açıkça görünebilir ve okunabilir olacak şekilde yerleştirilmelidir ve diğer trafik işaretleri, trafik kontrol cihazları veya yol kenarındaki nesnelere birbirini kapatmaması sağlanmalıdır. DMİ'nin konumlandırılmasına ilişkin dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda başlıklar halinde sıralanmıştır.

3.1.1. DMİ yeri analizi

DMİ tesis edileceği yer belirlendikten sonra, kesin konumunu belirlemek için dikkate alınması gereken önemli parametreler vardır. Bu parametreler, asgari olarak aşağıda verilmiştir. Bu parametrelerin bir saha çalışması yapılarak değerlendirilmesi gerekmektedir [26].

- Tak ayaklarının montajının yapılacağı yer
- Yer altı hizmetlerinin varlığı (montaj sırasında zarar vermemek için)
- Öngörülen görüş hatları
- Yolun kenarında bulunan boş alan
- Mevcut yön levhalarının yeri
- DMİ takımının yüksekliği
- Yapılarla (köprü, bina gibi) arasında bulunan mesafe
- AUS ekipmanlarına olan konum
- Aydınlatma sütunlarıyla ilgili konum
- Güç kaynağı
- Jeolojik ve zemin yapısı (geoteknik) verileri
- Otokorkulukların varlığı
- Kullanılabilir/gerekli altyapı hizmetlerinin varlığı

3.1.2. DMİ'nin katılma ve ayrılma noktalarına olan konumu

DMİ'nin düzgün bir şekilde görüntülenmesini sağlamak için eğimli ya da virajlı yol kesimlerine yerleştirilmemesi gerekmektedir. Çünkü yol boyunca küçük eğimler bile verilen mesajların okunabilirliğini etkilemekte ve okunabilir olduğu mesafeyi

kısaltmaktadır. Eğer eğimli bir yola DMİ kurulmasına karar verildiyse, tasarımda yolun eğrilik yarıçapı hesaba katılmalıdır. Eğimin telafi edilmesi için taşıyıcının ve DMİ ekranının ayarlanması gerekmektedir [17].

DMİ’de verilen mesajların okunabilmesi ve anlaşılabilmesi için yeterli zaman ve frenleme ve/veya manevra yapma ihtiyacı doğurabileceğinden sürücülere mesajı kavrayabilmesi ve manevra yapabilmesi için zaman ve gerekli mesafe tanınmalıdır. Bu mesafe, yolun niteliğine ve DMİ için uygun bir yer bulma kabiliyetine bağlı olacaktır [27].

Kompleks manevralara gerek duyulmadığında, DMİ ile yol kullanıcılarının dikkatini çekebilecek bir tehlike, karar noktası ve kavşak noktası arasında sağlanan minimum mesafeler genel olarak aşağıdaki gibi olmalıdır. Mümkün olduğunca aralıktaki en yüksek mesafe hedeflenmelidir [27].

- Yerleşim bölgelerinde 30-100 m
- 60-70 km/h hız bölgeleri için 80-120 m
- 80-90 km/h hız bölgeleri için 120-180 m
- 100-110 km/h hız bölgeleri için 180-250 m

Yol ayrımlarında ve karmaşık manevraların gerekli olduğ durumlarda, DMİ’nin yol ayırım noktasından önce 300-500 m’ye konumlandırılması tercih edilir. Yüksek hızlı kırsal yollarda, otoyollarda genellikle bu mesafenin daha büyük olması gerekmektedir [27].

DMİ’nin kullanımına, bir değişim veya birleşim bölgesinde, sık frenleme hareketlerinin yaygın olduğ bir rampa yakınında izin verilmemelidir. DMİ konumuna karar verilirken ayrıca, sürücülerin bölgedeki diğer önemli statik işaretlere cevap verme gereksinimini de hesaba katılmalıdır [28].

3.1.3. Mevcut işaretler ve trafik yönetim sistemleri envanteri

DMİ diğer mevcut işaretleri kapatmamalıdır veya trafik yönetim sistemi cihazlarına müdahale etmemelidir. DMİ kurmak için öngörülen uygun lokasyondaki tüm işaretlerin ve trafik yönetim sistemi cihazlarının bir envanterinin çıkarılması gerekmektedir. Bu

envantere dayalı olarak, DMİ yerleştirebilmek için mevcut işaretlerin taşınması gerekebilmektedir [28].

Genel olarak, DMİ'nin belirgin statik işaretleri ile arasında (büyük yer/yön işaret tabelaları) en az 200-300 m mesafe olması gerekmektedir. Bununla birlikte, zaman içerisinde ortaya çıkmış olan tabela ile ilgili mevcut karmaşıklıklardan dolayı 200-300 metre mesafe bırakılması genellikle zordur. Fakat mümkün olan yerlerde, DMİ ile diğer önemli standart trafik işaretleri (küçük levhalar) arasındaki aşağıdaki minimum mesafeler kullanılmalıdır [28]:

- Yerleşim bölgelerinde 30 m
- 60 - 70 km/h için 50 m
- 80 - 90 km/h için 60 m
- 100 - 110 km/h için 70 m

3.1.4. Otoyollarda DMİ aralığı

Otoyollarda bulunan DMİ, yol kullanıcılarının verilen mesajlara cevap verecek zamana sahip olması için büyük karar noktalarından önce yeterli bir mesafeye yerleştirilmelidir. Otoyollarda DMİ için literatüründe önerilen aralıkların göz önünde bulundurulması gerekmektedir [28];

- Kanadalı araştırmacılar (1992), 3000 m minimum aralık ve 5000 m maksimum aralık önerir [28].
- Regional Transportation District tarafından Avrupa testlerinde (2001) sürücülerin en güvenli davranışı iki DMİ arasındaki mesafenin 1000 m olduğu durumda sergilediklerini ölçmüştür [28].
- Dudek, (1992) bir DMİ'nin her otoyolda sapma noktası ile arasında 900 - 1200 m mesafe bulunmasını önermektedir [28].

Otoyolda bir olay yönetimi için DMİ'nin konumu ve sayısı trafik yönetimi amaçlarını karşılamak için gerekli olan sistemin kapsamına ve yol otoritesinin belirli bir yol ağının gereksinimlerini karşılamak için ayırdığı bütçeyle doğrudan bağlantılıdır. Buna ek olarak,

mevcut araştırmalara dayanarak, izelge 3.1’de gösterilen aralıkların benimsenmesi gerektiği düşünülmektedir [28].

Çizelge 3.1. Otoyol yönetim sistemlerinde DMİ işaretleri arasındaki mesafe

Yolun Durumu	Minimum Mesafe
İki DMİ arası mesafe	1000 m
Sabit işaret öncesinde	200 m
Katılım noktasının ilerisinde	300 m

3.2. Çevresel Tasarım Hususları

DMİ şehirlerarası yollara tesis edilirken çevresel faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. DMİ değerli bir manzara veya yol ayırım görüşünü kapatmamalıdır. Örneğin, halka açık alan, kıyı şeridi ve dağ manzaralarını belirsiz hale getirmekten kaçınılmalıdır. Aynı şekilde, köprüler (Resim 3.1) binalar, diğer estetik veya kültürel yapılar kapatılmamalıdır [28].



Resim 3.1. Köprü önüne tesis edilmiş DMİ [28]

DMİ, önemli doğal veya kültürel miras unsurlarının görünüşünü olumsuz etkilememelidir. İşaretler, doğal ve kültürel mirasın bulunduğu yerler ve ögeler yakınında bulunduğunda sürücünün dikkatini dağıtıp trafik güvenliğini tehlikeye sokabilir ya da DMİ’de verilen mesajlar hiç okunmayabilir. Dolayısıyla bu gibi yerlerde DMİ’lerin uygun bir mesafeye konumlandırılması gerekmektedir [28].

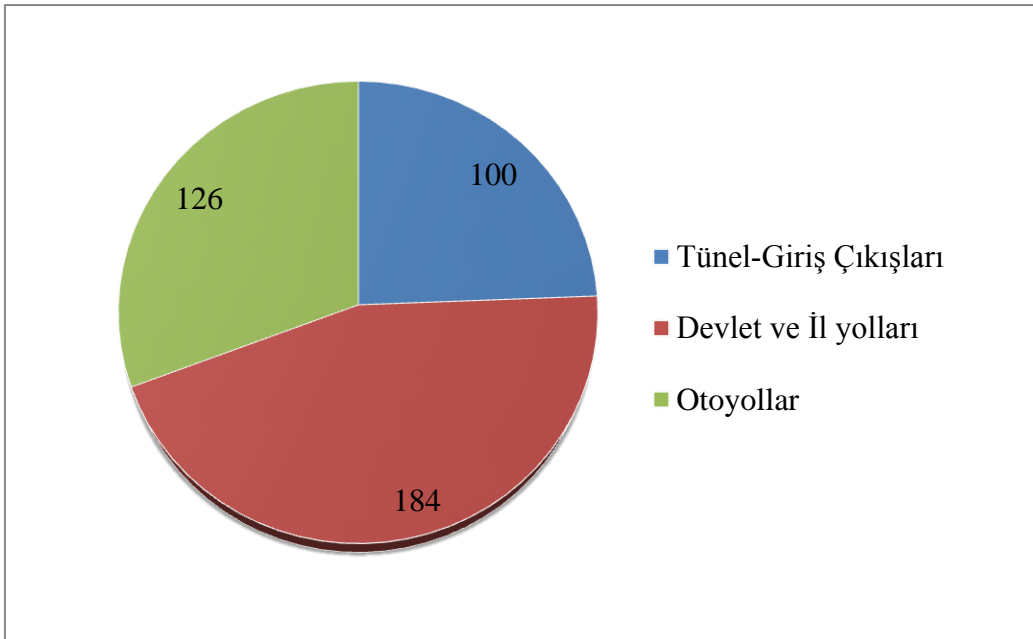


4. TÜRKİYE’DE DEĞİŞKEN MESAJ İŞARETLERİ

DMİ trafikte aktif bir yönetim ve müdahale sağladığı için trafik güvenliği katkısı çok büyüktür ve son yıllarda Türkiye’de karayolu ağında kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Türkiye’de ilk DMİ Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından 1999 yılında Bolu Dağı’na tesis edilmiştir [29].

Değişken Mesaj İşaretinin asıl amacı sadece geçici/değişken trafik, yol ve çevre şartlarına hakkında yol kullanıcılarını ikaz edip bilgilendirmektir. Sıklıkla aynı mesajlara maruz kalan yol kullanıcıları DMİ’de verilen mesajlara bir süre sonra bakmamaya ve algılamamaya başlamaktadır. Gerçekten önemli bir durum olduğunda ise sürücüler mesajı okumayacaktır. Bu sebeple verilen mesajlar sadece trafiği etkileyen durumları içermeli ve böyle bir durum yoksa DMİ ekranı karartılarak olası bir durum için hazır bekletilmelidir.

Karayolları Genel Müdürlüğü’nün, sorumluluk alanında bulunan yollarda tünel giriş-çıkışlarına 100 adet, Devlet-İl yollarına 184 adet ve otoyollara 126 adet olmak üzere toplamda 410 adet DMİ tesis edilmiştir (Şekil 4.1). Bu sayılara Değişken Trafik İşaretleri ve otoyollarda ücret toplamada kullanılan LED ekranlar dahil değildir.



Şekil 4.1. KGM’nin sorumluluk alanında bulunan yollarda DMİ dağılımı

Devlet-İl Yollarına tesis edilen DMİ'lerin Bölge dağılımı Çizelge 4.1'de yer almaktadır. En fazla DMİ tesis edilen bölgeler Karayolları 11. Bölge Müdürlüğü (Van) ve Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü (Trabzon)'dur. Karayolları 3., 5., 9., 13. ve 16. Bölge Müdürlüklerinde ise DMİ tesis edilmemiştir.

Çizelge 4.1. DMİ ve Meteorolojik Bilgi İstasyonlarının bölgesel dağılımı

Bölge No	Yol Kenarı Meteorolojik Bilgi İstasyonu	DMİ (Değişken Mesaj İşareti)
1	-	4
2	1	7
3	-	-
4	4	12
5	-	-
6	-	4
7	4	4
8	6	6
9	-	-
10	-	33
11	5	79
12	-	9
13	-	-
14	-	5
15	7	9
16	-	-
18	10	12
Toplam	37	184

Genellikle Devlet-İl yollarına tesis edilen DMİ'ler hava durumu hakkında sürücülerini anlık olarak KGM bünyesinde yol kenarına tesis edilen Meteorolojik Bilgi İstasyonlarından aldığı veriler doğrultusunda bilgilendirmekte ve yönlendirmektedir. DMİ'lerin Meteorolojik Bilgi İstasyonları ile entegre çalıştığı bölgeler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Toplamda 37 adet Meteorolojik Bilgi İstasyonu 2., 4., 7., 8., 11., 15. ve 18. Bölge Müdürlüklerinin sorumluluk alanına tesis edilmiştir.

KGM'nin Devlet-İl Yollarında bulunan 184 adet DMI'nin sadece % 20'si Meteorolojik Bilgi İstasyonları ile entegre çalışmakta ve başka bir sistemden gerçek zamanlı (anlık) veri almamaktadır. Ayrıca DMI'lerin % 80 ise gerçek zamanlı bilgi sağlayabilecek hiçbir AUS bileşenleri ile entegre olmayıp sadece mesaj kütüphanesinde yer alan ya da manuel girilen mesajları göstermektedir.

Türkiye'de DMI'lerin amacına uygun ve etkin kullanılmamasının sebebi, gerçek zamanlı verilerin üretilmemesi ve bu verileri üretecek AUS ekipmanlarının (destek sistemlerin) halihazırda tesis edilmemiş olmamasıdır. DMI'lerde gerçek zamanlı verileri içeren mesajlar verilebilmek amacıyla o yol ağında bulunan ve kullanılabilir sensörler, kameralar ve meteorolojik bilgi istasyonlarının DMI'lerle entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bu entegrasyonun sağlanabilmesi için DMI'lerin Trafik Kontrol Merkezine bağlanması ve o merkezde bulunan Olay Algılama Sistemi ile uyumlu çalışması gerekmektedir.

Olay algılama;

- Araç Sayısı,
- Araç Sınıflandırma,
- Şerit Bazlı Hız,
- Ortalama Hız,
- Seyahat Süresi,
- Trafik sıkışıklığı,
- Takip Mesafesi,
- Trafik akışını engelleyecek şekilde yavaş giden araç,
- Yola dökülen ve sürüş emniyetini tehdit eden unsurlar,
- Meteorolojik verilerin ayarlanan eşik değerlerinin altına düşmesi,
- Ters yöne girmiş araç,
- Trafikte duran araç,
- Tanımlanmış bölgeye giren yaya,
- Kaza

gibi durumları analiz ederek olaylar hakkında gerçek zamanlı veri ve alarm üretilmesini sağlayan sistemlerdir. Bu analizler sonucunda konu, konum (lokasyon), zaman aralığı vb. tüm alarm bileşenlerinin tek tek veya birden fazla bileşen seçilerek parametrik olarak alınabilmektedir. Bu analizler aynı zamanda arşivlenmekte ve gelecekteki analizlerde de kullanılmaktadır.

Genellikle Türkiye’de DMİ uygulamalarında değişen (dinamik) durumlar için, seyahat süresi, trafik sıkışıklığı ve yol çalışması bilgisinin verildiği mesajlar görülmektedir. Bu mesajlar geçici/değişken durumları hakkında sürücüyü bilgilendirip yönlendirdiği için DMİ kullanım amacına uygundur. Fakat karayolu ağımızda, sürekli tekrarlanan (Trafik Kurallarına Uyunuz, Emniyet Kemerlerinizi Takınız vb. gibi), değişmeyen/kalıcı (Eğimli Yol, Dikkat Taş Düşebilir vb. gibi) durumlar için verilen mesajların kullanımı ise daha yaygındır. Bu tip mesajlar verildiği sürece sürücüler mesajları okumayı ret edecek ve aktif bir trafik yönetimi yapılamayacaktır. Bu bölümde Türkiye’de kullanılan DMİ mesajlarının yanlış uygulamaları tespit edilerek başlıklar halinde aşağıda sıralanmıştır.

4.1. Hatalı Uygulamalar

4.1.1. Trafikle ilgisi olmayan mesajlar

Karayolu ağında özellikle şehir girişlerinde verilen;

“VAN’A HOŞGELDİNİZ”

“KARAYOLLARI 5. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ”

“BAYRAMINIZ KUTLU OLSUN”

“KARAYOLLARI 8. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ İYİ SENELER DİLER”

“ULAŞTIRMA BAKANLIĞI İYİ YOLCULUKLAR DİLER”

“YENİ YILINIZ KUTLU OLSUN”

gibi trafikle ilgisi olmayan mesajların verildiği görülmektedir. Bu mesajların verilmesi sürücüleri, bilgilendirip yönlendirmeyeceği gibi olumsuz etkilemektedir ve sürücülerin dikkatlerini dağıtmaktadır. Resim 4.1’de yer alan mesajda Van’ın bir haritası ve Van Kedisi resmedilmiştir. Verilen bu mesajda bu tür simgelerin olması yol kullanıcılarının DMİ’de verilen mesajları daha az dikkate almasına yol açacaktır. Bu sebeple trafikle ilgisi

olmayan mesajların DMİ’de verilmemesi son derece önemli ve dikkat edilmesi gereken bir husustur.



Resim 4.1. DMİ’de Van Gölü ve Van Kedisi’nin gösterildiği mesaj

4.1.2. Trafik işaretleriyle verilmesi gereken bilgilerin DMİ ile verilmesi

Taş düşmesi, eğim, viraj, kasis gibi durumlar genel olarak statik olaylar olup yol ağında trafik uyarı levhalarıyla verilmektedir. Fakat son zamanlarda yapılan uygulamalarda karayolu ağında verilen bu mesajların hem DMİ’de hem de trafik levhalarında verildiği görülmektedir. Sürücülerin Resim 4.2’de olduğu gibi aynı yolda aynı durumlar için iki kere uyarılmasına gerek yoktur. Bu durum sürücülerde dikkat dağınıklığına yol açabilir.



Resim 4.2. DMİ’de statik durumun (eğimli ve virajlı yol) verildiği mesaj

Statik trafik işaretleriyle verilmesi gereken, Resim 4.3'teki gibi mesajların DMİ'de verilmeleri doğru değildir. Bir elektrik kesintisi ya da bir sistem arızası yaşandığında sürücüler uyarılmayacağı için kazalar yaşanabilir. Bu sebeple değişken durumların DMİ'de verilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır.



Resim 4.3. DMİ'de verilen "dikkat taş düşebilir" mesajı

4.1.3. DMİ'nin yön levhası olarak kullanılması

Sürücülerin yol güzergahı hakkında bilgilendirildiği ve yönlendirildiği yön levhaları (Resim 4.4) Türkiye'de yaygın ve doğru bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat karayolu ağına tesis edilen DMİ mesajlarında özellikle kent girişlerinde yön bilgisinin aynı trafik levhalarında olduğu gibi (Resim 4.5) verildiği görülmektedir. Bu uygulama doğru olmayıp bir kaza, sıkışıklık gibi durumlar yaşandığında sürücülerini alternatif güzergâhlara yönlendirmek için yön bilgisi verilmesinin daha doğru olacağı düşünülmektedir. Ayrıca yön bilgilerinin sadece DMİ'de verilmesi, DMİ'de meydana gelen bir arıza durumunda yol ağını tanımayan sürücüler için büyük sıkıntı teşkil edeceğinden yön bilgilerinin uygun mesafelerde trafik levhalarıyla verilmesi gerekmektedir.



Resim 4.4. Karayolları 13. Bölge Müdürlüğü yol ağından yön levhası



Resim 4.5. Yön-yer bilgisi verilen DMİ'ler

Resim 4.6'da DMİ mesajında yön bilgilerinin bazılarının karşısına seyahat sürelerinin yazıldığı görülmektedir. Seyahat süresi bilgileri sadece iki yön için verilmiş olup diğer yönler için verilmemiştir. Ekran alanının yaklaşık % 17'sinde değişken ve gerçek zamanlı bilgi verilmiştir. Bu uygulamada seçilen metin boyutunun küçük olması sebebiyle verilen bilgiler de okunmamaktadır.



Resim 4.6. Yön ve bazı yönler için seyahat bilgisi verilen DMİ

Yurt dışında seyahat süresi ile bilgilendirme yapılan DMİ uygulamalarında ekran kullanımının nasıl olması gerektiğine ilişkin örnek uygulamalar Resim 4.7'de yer almaktadır. Bu resimlerde görüldüğü gibi sol tarafta yer bilgisi ve sağ tarafta ise bu yere ilişkin süre bilgisi verilmiştir ve verilen bilgiler 3 satırı aşmamıştır. Sadece seyahat bilgisi verebilmek için hem baş üstü hem de yol kenarında özellikle daha küçük boyutlarda DMİ ekranı kullanımı tercih edilmiştir.



Resim 4.7 Fransa ve Danimarka’da seyahat sürelerinin verildiği DMİ’ler

Yurt dışında mevcut sabit trafik levhalarına entegre edilen küçük ekranlarla güzergah bilgisinin karşısına yolculuk süresinin yazılabildiği yarı dinamik DMİ uygulamaları da Resim 4.8’de gösterildiği gibi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu sayesinde az bir maliyetle mevcut yer-yön levhaları dinamik hale getirilerek daha aktif kullanılabilir. Eğer sadece seyahat süresi bilgilendirmesi için gerçek zamanlı bir veri akışı varsa yarı dinamik DMİ uygulamasının kullanılması daha uygun olacaktır.



Resim 4.8. Avrupa ve İskoçya’da kullanılan yarı dinamik DMİ [16]

4.1.4. Uyulması gereken trafik kurallarının tekrarlanması

Karayolu ağında şehirlerarası yollarda DMİ’de zaten uyulması gereken trafik kurallarını hatırlatan;

“KAR YAĞIŞI DURUMUNDA LÜTFEN ZİNCİR TAKINIZ”

“EMNİYET KEMERİNİZİ TAKINIZ”

“TRAFİK KURALLARINA UYUNUZ”

“TRAFİK İŞARET VE İŞARETÇİLERİNE UYUNUZ”

“HIZ SINIRLARINA UYUNUZ”

“AĞIR TAŞITLAR SAĞDAN GİDİNİZ”

“HATALI SOLLAMA YAPMAYINIZ”

“ZİNCİR TAKINIZ”

“FARLARINIZI AÇIK TUTUNUZ”

“DİKKATLİ GİDİNİZ”

“KARAYOLUNA ÇÖP ATMAYINIZ”

“LÜTFEN KIŞLIK LASTİKLERİNİZİ TAKINIZ” gibi mesajlar (Resim 4.9) sıklıkla DMİ’lerde verilmektedir. Bu mesajlar, herhangi bir değişken durumu içermediğinden sürücülerini yönlendirmemektedir. Ayrıca sürücülerin dikkatini dağıtmaktadır. Bu mesajlar sürekli gösterildiğinde ise, sürücülerde bıkkınlık yaratmakta ve DMİ’de verilen mesajlar okunmamaya başlanmaktadır. Bu durumun önüne geçilebilmek için bu tip mesajların DMİ’de verilmemesi gerekmektedir.



Resim 4.9. Trafik kurallarını hatırlatan DMİ mesajları

4.1.5. DMİ'de hızların ve plakaların gösterilmesi

Türkiye'de karayolu ağında radarlı hız tespit ve ikaz cihazı sistemi ile DMİ'de Resim 4.10'da görüldüğü gibi sürücülerin plaka ve ortalama hız bilgilerine yer verip sürücülere teşekkür edilmektedir. Bu uygulamalar genellikle şehirlerarası (yüksek hızlı) yollarda yapılmakta olduğundan sürücülerin verilen mesajları takip etmeleri oldukça güçtür. Ayrıca yolda bir yoğunlukta varsa mesajlar daha hızlı değişmekte ve bazı araçların plaka ve hız bilgileri DMİ'de gösterilememektedir. Bu gibi durumlarda sürücüler, sistemde bir sıkıntı olduğunu ya da bu sistemi gördüklerinde cezai bir işlem yapıldığını düşünerek ani frenleme yapmaktadırlar. Bu sistemlerde verilen mesajların okunabilmesinin güç olması ve trafik güvenliğini tehlikeye atacak durumlara yol açabileceğinden kullanılmaması daha uygundur. Yapılan araştırmalarda da yurt dışında bu tip uygulamalara yer verilmediği görülmektedir.



Resim 4.10. Ankara-Polatlı-Sivrihisar yolunda yer alan DMİ sistemi

5. ÖRNEK MESAJ KÜTÜPHANESİ

5.1. Değişken Mesaj İşaretleri Kullanım Prensipleri

Avrupa Birliği'nde 23 farklı resmi dil olmasına rağmen, gerçekleştirilen Easyway projesi ile uluslararası kabul görmüş piktogramlar kullanılarak DMİ'de verilen mesajlarda uyumluluk yakalamak için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaları yaparken daha az metin ile ortak piktogramlar kullanılarak 1968 Viyana Sözleşmesi gereksinimlerini yerine getirmeyi hedeflemişlerdir. Bu çalışmada birçok yol ve trafik durumu için özel mesajlar hazırlanmıştır. Ayrıca farklı DMİ tipleri ile çalışıp piktogram, metin ve sembol gibi bilgisel elemanlar kullanılarak DMİ uyumu artırılmaya çalışılmıştır. DMİ ekranının nasıl kullanılması gerektiği gösterilmiş ve metin-piktogram seçimi örneklerle anlatılmıştır. Bu uyum çalışması sonrasında ortaya çıkan çalışma 2015'te kitaplaştırılmış ve çalışma sonrasında ülkeler tarafından verilen DMİ mesajlarına ilişkin örneklere (Resim 5.1) de kitapta yer verilmiştir [18]. İsviçre karayolunda yoğun trafik bilgisi ve üç satırlık metin verilen DMİ mesajı Resim 5.2'de yer almaktadır.



Resim 5.1. Floransa karayolunda üzerinde bir DMİ mesajı [18]



Resim 5.2. İsviçre karayolunda bir DMİ mesajı [23]

KGM'nin, aynı yol durumunu için DMİ'de verilen mesajların birbirinden oldukça farklı olduğu görülmektedir. DMİ'de aynı yol durumu için verilen mesajlarda yeknesaklığın sağlanması gerekmektedir. DMİ'de verilen mesajlar yol kullanıcıları tarafından anlaşıldığında ve standart bir görünüme kavuştuğunda mesaj uyumluluğu yakalanmış olacaktır.

Türkiye'de ulaşım otoriteleri tarafından verilen DMİ mesajları incelenmiştir. Bu mesajlarda yeknesaklığın sağlanabilmesi ve mesajların yol kullanıcıları tarafından anlaşılmasını sağlamak için genel prensipler ve DMİ ekranının nasıl kullanılacağı belirlenmiştir.

- DMİ'de sadece değişken yol, trafik ve çevre şartları ile ilgili mesajlara yer verilmesi gerekmektedir.
- Sürücüler, her zaman DMİ'yi açık görürse ve verilen bilgiler yol durumu ile ilgisiz olursa mesajları okumamaya başlayacaktır. Bu sebeple DMİ'de sürekli mesaj verilmemeli ve DMİ değişken yol durumları hakkında sürücüyü uyarmak için hazır bekletilmelidir.
- Yüksek hızlı yollar üzerinde DMİ'de verilen mesajlarda verilen metinlerin trafik güvenliğini tehlikeye düşürmeden okunabilmesi için kısa ve öz olması gerekmektedir. Ayrıca metinler üç satırı geçmemelidir.

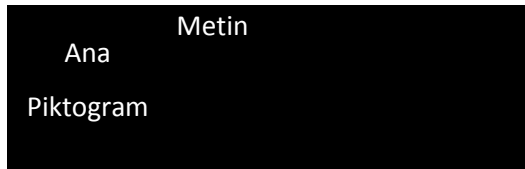
- DMİ'deki mesajlarda flaş yapma (yanıp sönme) sadece kritik/acil durumlar olduğunda sürücülerin dikkatinin çekmek için kullanılmalıdır, aksi bir durum yoksa kullanılmamalıdır. Mesajların hızlı bir şekilde değiştirilmemesi, metinlerin kaydırılmaması ve hareketli görüntüler (gif. vb. gibi) gösterilmemesi gerekmektedir.
- DMİ'de verilen metinlerin yazı renklerinin amber ya da beyaz olması gerekmektedir.
- DMİ'de kullanılan piktogram yol ve trafik durumunun sentezini yaptığından mesajın anlaşılabilmesi sağlayan zinciri ana bilgisel elemanıdır. Bu sebeple ekranda verilecek piktogramın trafik durumunu özetleyecek şekilde seçilmesi gerekmektedir.
- Metin ve piktogram yerleşimi sürücünün mesajı anlayabilmesi için son derece önemlidir. Mesajlar verilirken sol kısma ana piktogram yerleştirilmelidir. Ekranın teknik altyapısı elverişli ise sağ kısımda da ikinci bir piktogram yer alabilir. Sağ kısımda ana piktogram olabilir ya da sürücüye verilecek uygun tavsiye ve olay sebebi varsa buna ilişkin piktogram da verilebilir. Şekil 5.1, 5.2, 5.3 ve 5.4'te DMİ ekranının nasıl kullanılacağına dair örnekler yer almaktadır.



Şekil 5.1. Ana piktogram-metin-ana piktogramdan oluşan mesaj



Şekil 5.2. Ana piktogram-metin-tavsiye/sebep piktogramından oluşan mesaj



Şekil 5.3. Ana piktogram – metinden oluşan mesaj

Metin

Şekil 5.4. Sadece metinden oluşan mesaj

DMİ’de metin Şekil 5.5’teki gibi sola hizalanmış olmalı, büyük harflerle yazılmalı ve birinci satırda olay bilgisi, ikinci satırda yer bilgisi ya da yolculuk süresi ve üçüncü satırda tavsiye ya da sebebe yer verilmelidir. Ayrıca Şekil 5.6’daki gibi önce yer sonra olay bilgisine de yer verilebilir.

OLAY BİLGİSİ
YER/YOLCULUK SÜRESİ
TAVSİYE / SEBEP

Şekil 5.5. Metin alanının kullanımı

YER
OLAY BİLGİSİ
TAVSİYE / SEBEP

Şekil 5.6. Yer bilgisinin önce verildiği metin alanının kullanımı

5.2. Mesaj Kütüphanesi

Yol, trafik ve hava durumunda yaşanan değişikliklerle ilgili sürücüleri bilgilendirip yönlendirerek trafik güvenliğinin sağlanması amacıyla Türkiye’de verilen mesajlar incelenerek olası senaryo ve durumlar için;

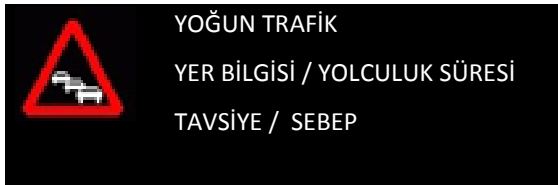
1. Yoğun trafik
2. Yol çalışması
3. Hava durumu
4. Planlanmayan durumlar

başlıkları altında örnek mesajlar oluşturulmuştur.

5.2.1. Yoğun trafik

Araç trafiği, son yirmi yılda çok hızlı bir şekilde artmış ve bu durum da trafik yoğunluğunun artmasına yol açmıştır. Trafik yoğunluğu, seyahat süreslerinin uzamasına, enerji tüketimi ve çevreye verilen CO₂ emisyonlarının artmasına ve ölümlü ve yaralanmalı kazaların yaşanmasına sebep olan bir ulaşım problemidir. Ulaşım, çoğu ülkenin, özellikle de gelişmiş ülkelerin ekonomilerinin omurgasını oluşturduğu için trafik sıkışıklığının iyi bir trafik yönetimi stratejisi ile çözülmesi büyük önem arz etmektedir.

Trafik yoğunluğunu saptayan sensörlerden ve araç algılayıcılardan gelen gerçek zamanlı veriler doğrultusunda DMI'lerde verilen mesajlar vasıtasıyla sürücüler bilgilendirilip yönlendirilmektedir. DMI'deki mesajın okunabilirliğini ve anlaşılabilirliğini artırmak için bir piktogramla desteklenerek verilmesi gerekmektedir. Trafik yoğunluğunu ifaden eden piktogram ve metin alanının nasıl kullanılacağı Şekil 5.7'de verilmiş olup mesaj panosunun sol tarafında ana piktograma yer verilmiştir. Metin bölümünde ise ilk satıra yoğun trafik yazılmış olup sıkışıklığın yeri ya da yolculuk süresi hangi bilgiye yer verilmek isteniyorsa ikinci satırda yer verilmelidir. Bir sonraki satırda olay ile ilgili tavsiye ya da olayın sebebine yer verilmelidir.



Şekil 5.7. Yoğun trafik için piktogram ve metin alanı kullanımı









Trafik sıkışıklığı yaşanan yerin konum bilgisi verilmek istenirse 3 km, 5 km gibi değerlere yer verilebilir ya da belirli bir konum bilgisine aşağıdaki gibi de yer verilebilir.

- ... KM SONRA
- FSM KÖPRÜSÜ GİRİŞİNDE




Yolculuk süresi kısmına belirli bir konumun, yolun trafik yoğunluğuna göre kaç dakika süreceği aşağıdaki gibi yazılabilir.

- ANKARA 45 DK
- ESKİŞEHİR 30 DK

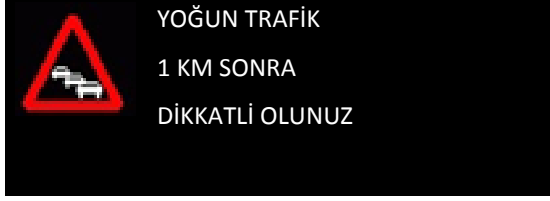
Tavsiye kısmında ise sürücüye duruma uygun tavsiyeler verilmelidir. Ayrıca tavsiye metni bir piktogramla desteklenebilir ve bu piktograma mesaj ekranının sağ kısmında yer verilmelidir. Tavsiye kısmında verilebilecek mesajlar aşağıda sıralanmıştır.

- TAKİP MESAFESİNİ KORUYUNUZ
- HIZINIZI DÜŞÜRÜNÜZ
- YAVAŞLAYINIZ 
- AZAMİ HIZ   
- SOLDAN GİDİNİZ 
- SAĞDAN GİDİNİZ 
- DİKKATLİ OLUNUZ 
- TRAFİK İŞARET VE İŞARETÇİLERİNE UYUNUZ 

Sebeup kısmında ise sıkışıklığın neden meydana geldiğine yer verilebilir. Sebeup bilgisi de DMİ'nin teknik yapısı müsaitse uygun bir piktogramla desteklenebilir.

- YOL ÇALIŞMASI 
- TRAFİK KAZASI 
- YOLDA DARALMA 

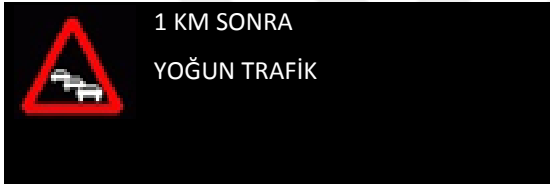
Yoğun trafik bilgisinin verildiği Şekil 5.8'de tek piktogram, yer bilgisi ve tavsiyeden oluşan bir mesaja yer verilmiştir. Şekil 5.9'da ise solda yoğun trafiği, sağda ise olayın sebebini ifade eden piktograma yer verilmiş olup metin kısmında seyahat süresi ve sıkışıklığın sebebi ifade edilmiştir. Metin alanı kullanımında sıralama Şekil 5.10'da verildiği gibi önce yer bilgisi sonra olay bilgisine şeklinde de olabilir.



Şekil 5.8. Yoğun trafik için tek piktogramlı uygulama



Şekil 5.9. Yoğun trafik için iki piktogramlı uygulama

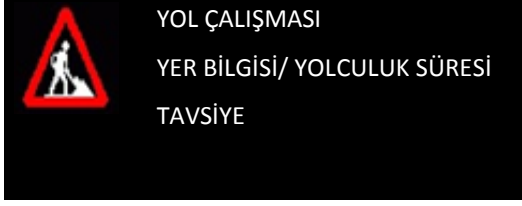


Şekil 5.10. Yoğun trafik için yer bilgisinin önce verildiği uygulama

5.2.2. Yol çalışması

Karayolu ağında yolun bir bölümü üzerinde (bir veya birden fazla şeritte ya da yolun tamamında) yol çalışması yapılırken kontrollü bir şekilde trafik akışının sağlanabilmesi için sürücülerin bilgilendirip yönlendirilmesi gerekir. Bakım-onarım çalışması yapılacak yol ile ilgili DMİ’de yapılan bilgilendirmeler bir ya da iki gün önceden verilmelidir.

Bakım-onarım çalışmalarını yürüten birimden gelen bilgiler doğrultusunda DMİ’lerde verilen mesajlar tasarlanmalıdır. Yol çalışmasını ifade eden piktogram ve metin alanının nasıl kullanılacağı Şekil 5.11’de verilmiş olup mesaj panosunun sol tarafında ana piktograma yer verilmiştir. Metin bölümünde ise ilk satıra yol çalışması yazılmış olup çalışmanın yeri ya da yolculuk süresi hangi bilgiye yer verilmek isteniyorsa ikinci satırda yer verilmelidir. Bir sonraki satırda olay ile ilgili tavsiye ya da olayın sebebine yer verilmelidir.



Şekil 5.11. Yol çalışması için piktogram ve metin alanı kullanımı

Yol çalışmasının yapılacağı yer bilgisi aşağıdaki gibi olabilir.

- ... KM SONRA
- ... KM İLERİDE
- SAPANCA – KOCAELİ ARASINDA
- SAKARYA – ADAPAZARI ARASINDA
- ... KM BOYUNCA

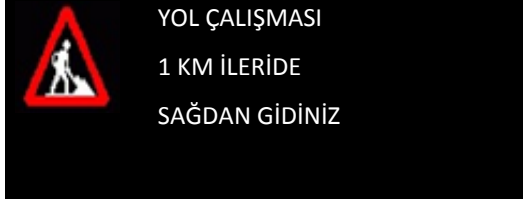
Yolculuk süresi kısmına belirli bir konumun çalışma sebebiyle, yolun trafik yoğunluğuna göre kaç dakika süreceği yazılabilir.

- ANKARA 45 DK
- ESKİŞEHİR 30 DK

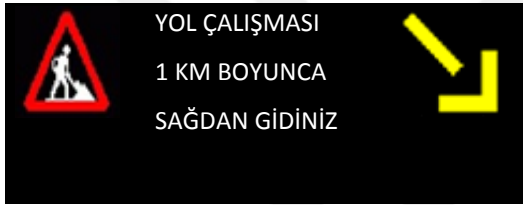
DMİ tavsiye bilgisinde ise aşağıda yer alan metinle birlikte uygun piktogram verilebilir. Ayrıca sürücüler yol üzerinde uygun bir alternatif güzergâha yönlendirilebilirler.

- YAVAŞLAYINIZ 
- AZAMI HIZ 
- SOLDAN GİDİNİZ 
- SAĞDAN GİDİNİZ 
- DİKKATLİ OLUNUZ 
- SAĞDAN ÇIKINIZ

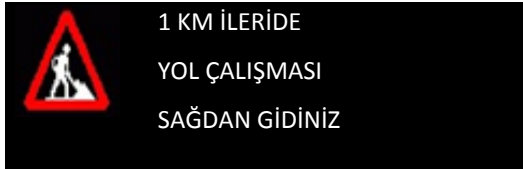
Yol çalışması bilgisinin verildiği Şekil 5.12’de tek piktogram, yer bilgisi ve tavsiyeden oluşan bir mesaja yer verilmiştir. Şekil 5.13’te iki piktogramlı uygulama yapılmış olup tavsiyeyi ifade eden piktograma yer verilmiştir. Şekil 5.14’teki uygulamada ise ilk satırda çalışmanın yapıldığı yerin bilgisine, ikinci satırda olay bilgisine yer verilmiştir.



Şekil 5.12. Yol çalışması için tek piktogramlı uygulama

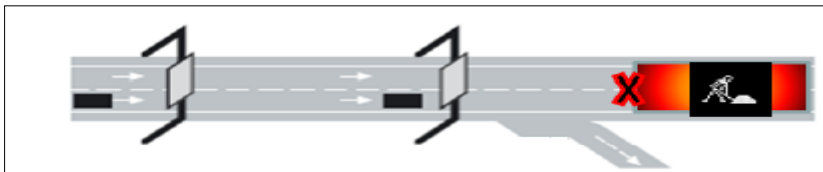


Şekil 5.13. Yol çalışması için iki piktogramlı uygulama

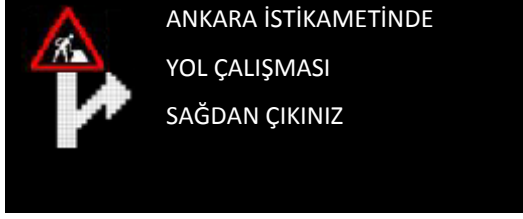


Şekil 5.14. Yol çalışması için yer bilgisinin önce verildiği uygulama

Şekil 5.15’te verilen senaryoda yolun tamamında yol çalışması yapıldığı ve çıkışın uygun olduğu gösterilmiştir. Bu senaryoya göre sürücülerin yol çalışması yapılan alana gelmeden çıkıştan çıkmaları gerekmektedir. Bu senaryoya uygun metin ve piktograma uygun mesaj Şekil 5.16’da verilmiştir.



Şekil 5.15. Yolun kapalı ve çıkışın uygun olduğu senaryo



Şekil 5.16. Yolun kapalı ve çıkışın uygun olduğu durumda verilecek mesaj

5.2.3. Hava durumu

Kar, yağmur, rüzgar, buzlanma, kaygan yol gibi kötü hava koşulları ve yol şartları karayolu ağında trafik güvenliğini olumsuz şekilde etkilemekte ve kazalara yol açmaktadır. Ortaya çıkabilecek olumsuz sonuçları engellemek için meteorolojik bilgi istasyonlarından alınan gerçek zamanlı veriler DMİ’de sürücülerini bilgilendirmek ve yönlendirmek amacıyla verilmektedir.



DMİ ekranında piktogram ve metin yerleşimi Şekil 5.17’de verilmiş olup tavsiyeyi ifade eden bir piktogram kullanılmak istenirse ekranın sağ kısmına yerleştirilmelidir.



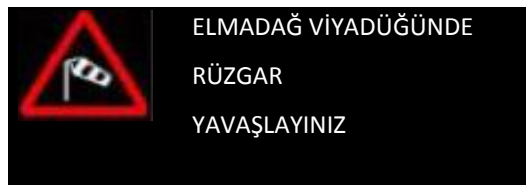
Şekil 5.17. Piktogram ve metin alanı kullanımı

Hava durumunu ifade eden piktogramlardan rüzgar, kar yağışı, buzlanma / gizli buzlanma, sis ve yağmuru ifade eden piktogramlar Çizelge 5.1’de verilmiştir. Kar yağışı ve yağmur durumu için uluslararası ve ulusal standart bir piktogram kullanılmadığından kırmızı üçgen içerisinde yer alan ünlem işareti kullanılması önerilmektedir.

Çizelge 5.1 Olay bilgisi ve tavsiye edilen piktogram

	Hava Durumu (Olay Bilgisi)	Tavsiye Edilen Piktogram
1	Rüzgar	
2	Kar Yağışı	
3	Buzlanma / Gizli Buzlanma	
4	Sis / Yoğun Sis	
5	Yağmur	

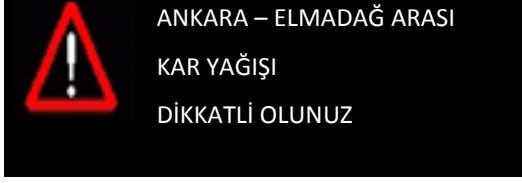
Trafiği olumsuz etkileyecek derecede rüzgarlı bir havada sürücülerin çok hızlı araç kullanması aracın savrulmasına ve araç hakimiyetinin kaybolmasına yol açabilir. Bu sebeple sürücülerin güvenli bir şekilde yolculuklarını tamamlayabilmeleri için sürücülerden yavaşlamaları ya da uygun bir alanda beklemeleri tavsiye kısmında verilmelidir. Şekil 5.18’de sağdan esen rüzgar için örnek bir mesaja yer verilmiştir. Bu örnekte yer alan piktogram rüzgar sensörlerinden alınan veriler doğrultusunda rüzgarın yönüne göre (sağdan/soldan) tanzim edilmedir.



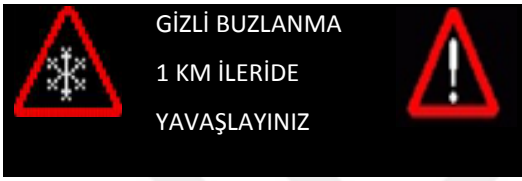
Şekil 5.18. Rüzgar bilgisi için yer bilgisinin önce verildiği uygulama

Yağmur, kar ve gizli buzlanma görülen yollarda araç kullanmak sürücüler için oldukça dikkat getiren bir durumdur. Yol yüzeyinin buzlu ve kaygan olması sebebiyle fren yaptıktan sonra durma mesafesi uzandığı için sürücülerin kaza yapma riski oldukça fazladır. Bu kazaları engellemek için yol kesiminde sürücüleri uyararak gerekmektedir. Şekil 5.19’da kar yağışı, Şekil 5.20’de gizli buzlanma ve Şekil 5.21’de yağmur durumu

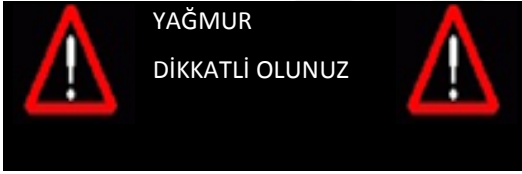
için hazırlanmış mesajlar verilmiştir. Üçüncü satırda dikkatli olunuz, zincir takınız, yavaşlayınız gibi tavsiyeler verilebilir.



Şekil 5.19. Kar yağışı için yer bilgisinin önce kullanıldığı uygulama

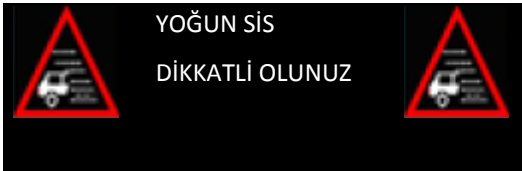


Şekil 5.20. Gizli buzlama bilgisi için iki piktogramlı uygulama



Şekil 5.21. Yağmur/sağanak yağış verisi için iki piktogramlı uygulama

Yoğun sis durumunda sürücüleri uyarmak için verilebilecek mesaj Şekil 5.22’de verilmiştir. Bu mesaj hazırlanırken hem sağda hem solda sis piktogramının verilmesi sürücünün mesajı daha iyi görmesini sağlayacağından özellikle her iki tarafta da sis piktogramı verilmelidir. Tavsiye kısmında ise kazaları engellemeye yönelik tavsiyelere yer verilmelidir.



Şekil 5.22. Yoğun sis verisi için iki piktogramlı uygulama

5.2.4. Planlanmayan durumlar

Yolda trafik güvenliğini olumsuz etkileyen planlanmayan durumlar hakkında sürücüyü bilgilendirmek için verilmektedir. Planlanmayan durumların listesi Çizelge 5.2’de verilmiştir. Bu çizelgede yer alanlara ek olarak doğal afetlerle (sel, yangın, çığ, heyelan v.b. gibi) ilgili mesajlarda bu kategoride yer alabilir.

Çizelge 5.2. Planlanmayan durumlar ve uygun piktogramlar

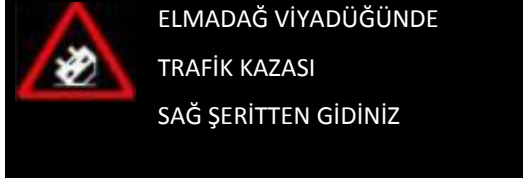
	Planlanmayan Durumlar (Olay Bilgisi)	Tavsiye Edilen Piktogram
1	Trafik kazası	
2	Yol üzerinde moloz	

Çizelge 5.2’den yola çıkarak hazırlanan mesaj Şekil 5.23 gibi olmalıdır. Sol yanda piktogram yer almalıdır. Birinci satıra olay bilgisi yazılmalıdır. Bir alt satırda ise olayın gerçekleştiği yerin bilgisi verilmelidir. En alt satırda ise uygun bir tavsiye metni yer almalıdır.

OLAY BİLGİSİ
Piktogram YER
TAVSİYE

Şekil 5.23. Piktogram ve metin alanı kullanımı

Karayolunda gerçekleşen trafik kazaları trafik akışını yavaşlattığı ve engellediği için yeni trafik kazalarına yol açabilmektedirler. Bu durumu engellemek için olay algılama sistemlerinden alınan veriler doğrultusunda DMİ vasıtasıyla, sürücülere kazanın yer bilgisi ve uygun bir tavsiye verilmelidir. Eğer alternatif bir güzergah varsa sürücülerin bu rotayı takip etmeleri de tavsiye kısmında istenebilir. Şekil 5.24’te birinci satırda yer, ikinci satırda trafik kaza ve son satırda tavsiye bilgisinin verildiği, tek piktogram kullanılan örnek bir mesaj yer almaktadır.



Şekil 5.24. Trafik kazası bilgisi için tek piktogramlı uygulama



6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de DMİ, sıkışıklık, kaza ve özel durumlarda trafiği yönetmek için kullanılmaktadır ve kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. DMİ’nin grafik tabanlı yapısı sayesinde DMİ ekranında çok sayıda farklı resim, şekil ve yazı gösterilebildiğinden esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca DMİ’nin yapısı, mesajları yetkili kullanıcı tarafından hızlı bir şekilde hazırlanma ve DMİ panosuna aktarma imkânı sunduğundan ulaşım otoritelerinin tarafından trafiği anlık olarak yönetmek için sıklıkla tercih edilmektedir. Fakat bu esnek yapısı ve yetkili kişi kararları doğrultusunda mesajların kolaylıkla değiştirilebilmesi; Türkiye’de aynı durumu anlatan ama birbirine görsel, biçimsel ve içerik olarak benzemeyen birçok mesajın ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Sürücülerin DMİ mesajları anlayabilmeleri ve bu mesajlara uygun hareket edebilmeleri/tepki verebilmeleri için ülke genelinde bir yeknesaklığın sağlanması şarttır.

Karayolu ağında kullanılan işaretler için KGM tarafından Trafik İşaretleri El Kitabı yayınlanmıştır. Bu kitapta trafik işaretlerinin anlamı, nicelik ve nitelikleri tanımlanmıştır. Türkiye’de geneline bakıldığında KGM uhdesinde trafik işaretlerinin kullanımında bir standart yakalandığı görülmektedir. Fakat trafiği aktif ve gerçek zamanlı yönetebilen DMİ’nin yer seçimi, fiziksel, donanımsal ve görsel kullanımı, ayrıca DMİ’de verilecek mesajların içeriği ve şekli ile ilgili herhangi bir doküman bulunmamaktadır. Bu durum ise kullanımı giderek yaygınlaşan DMİ’nin trafik güvenliğini sağlama amacından sapmasına ve yanlış uygulamaların artmasına sebep olacaktır. Bu tez çalışması DMİ’nin kullanımı ile ilgili teknik açıdan sağlam bir temel oluşturmakla birlikte aynı zamanda DMİ’de verilen mesajlar için tüm karayolu ulaşım otoriteler tarafından kullanılacak standart bir mesaj kütüphanesi örneği önermektedir.

DMİ’nin karayolu ağında kullanımında yeknesaklık sağlamak amacıyla Dünya’da ve Türkiye’de yapılan çalışmalardan yola çıkılarak Türkiye’de kullanılan/kullanılacak DMİ için en doğru uygulamalar belirlenmiştir. Bu uygulamalar belirlenirken öncelikle sistemde olması gereken tüm fiziksel, donanımsal ve görsel (optiksel) özellikler belirlenmiştir. Bu özellikler belirlenirken KGM tarafından ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edilen EN 12966 Standardında yer alan tüm kriterler incelenmiştir. Bu standart Avrupa

Birliği tarafından kabul görmüş ve en gelişmiş standarttır. Yapılan incelemeler ve değerlendirmeler doğrultusunda aşağıda maddeler halinde verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Kamaşma panosunun boyutunun karakter yüksekliğine eşit ya da daha büyük olması gerekmektedir.
- DMİ ekranında en iyi görsel performansı elde etmek için ışımaya sınıfı L3 seçilmelidir. Ayrıca otomatik parlaklık ayarının yapılabilmesi için 2 (iki) adet ışık sensörünün bulunması gerekmektedir.
- Hüzme genişliği, yolun durumuna ve yapısına göre seçilmelidir.
- Mesajın sürücüler tarafından okunabilmesi için algılama süresinin en az 4-6 s olması gerekmektedir.
- Yüksek verim ve çözünürlük elde edebilmek amacıyla 3. jenerasyon (3-in-1 teknolojisi) olarak tanımlanan LED'ler kullanılmalıdır.
- Piksel mesafesi hesaplanırken metnin karakter yüksekliği ve yolun işletme hızı dikkate alınmalıdır.
- DMİ taşıyıcısının çelik tasarım analizleri standartlara uygun yapılmalıdır. Taşıyıcı tipi seçimi yapılırken de yolun durumu dikkate alınmalıdır.

DMİ sisteminde, sürücünün mesajı okuyup anlayabilmesini doğrudan etkileyecek, yolun yapısına, saha çalışmalarına göre belirlenmesi gereken birçok parametre yer almaktadır. Bu parametrelerin hepsinin doğru şekilde değerlendirilmesi, yerinde seçimler yapılması oldukça zordur. Hatta bazen oldukça yanlış seçimler yapılarak çok maliyetli DMİ'ler tesis edilmekte ya da DMİ'de verilen mesajlar hiç okunamamaktadır. Bu gibi durumların önüne geçmek için, ulusal ve uluslararası firmalardan uzman kişilerle görüşerek, sahada gözlem yaparak ve EN 12966 kriterleri göz önünde bulundurularak Çizelge 2.5 hazırlanmıştır. Bu çizelgeden faydalanılarak, yolun şerit sayısı ve hızına göre DMİ net görsel alan boyutu, kamaşma panosu boyutu, hüzme genişliği, piksel mesafesi ve taşıyıcı tipi seçilebilir. Bu çizelgede yer alan veriler ve saha çalışmaları doğrultusunda DMİ uygulayıcılarının doğru ve oldukça kolay seçim yapacağı düşünülmektedir.

DMİ'ler sadece uygun yerlere tesis edildiğinde ve yol ağında bulunan diğer levha/sistemler/değişim-birleşim noktaları arasında yeterli mesafe bırakılması durumunda okunabilir ve anlaşılabilir olmaktadır. Fakat Türkiye'de DMİ'nin yol ağında yerleşimi ile ilgili herhangi düzenleyici ve denetleyici bir doküman oluşturulmamıştır. Bu bağlamda konu ile ilgili eksiklikleri gidermek için ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiş, DMİ'nin konumlandırılması ile ilgili şu sonuçlara ulaşılmıştır.

- DMİ'nin kurulacağı yere karar vermeden önce detaylı bir saha çalışması yapılmalıdır.
- Yol kullanıcılarını alternatif bir güzergâha yönlendirmeyi sağlayacak büyük karar noktalarından önce (ayrılma noktası, kavşak vb.) bir konum seçilmelidir. Bu konum, şehirlerarası yollardaki (otoyol, devlet-il yolları) değişim noktalarından önce 2.4-4.8 km'dir. Sürücüye karar noktasına ulaşmadan önce mesajı okumak, anlamak ve güvenli ve rahat bir şekilde hareket edebilmesi için zaman tanınmalıdır.
- Darboğazların (bottlenecks), kazaların yoğun olduğu bölgelerin ve / veya büyük tesislerin (stadyumlar, kongre merkezleri, vs.) trafik akışının bulunduğu yollara tesis edilmelidir.
- Hava koşullarının trafiği olumsuz etkilediği yerlere kurulmalıdır.
- DMİ ile kompleks manevra gerektiren yerlerle arasında 300-500 m mesafe bırakılmalıdır.
- DMİ'nin kullanımına sık frenleme yapılan yerlerde, rampalarda ve değişim-birleşim noktalarında izin verilmemelidir.
- DMİ'nin kurulacağı yerde ve yakın mesafede bulunan tüm trafik yönetim sistemi ve mevcut trafik işaretlerinin envanteri çıkarılmalıdır.
- DMİ'nin büyük yön işaret levhaları ile arasında en az 200-300 m mesafe bırakılmalıdır. Standart trafik işaretleri (küçük levhalar) ile arasında en az 30 m mesafe bırakılmalı ve hız sınırları artırıldıkça bu mesafede artırılmalıdır.
- Otoyolda tesis edilecek iki DMİ arasında en az 1000 m mesafe olmalıdır.
- DMİ'nin tesis edildiği konum değerlendirilirken çevresel tasarım hususları dikkate alınmalıdır. Yol boyunca yer alan köprü, tarihi bina/eser, manzara gibi görsel özelliklere sahip yerleri belirsizleştirmemeli ve kapatmamalıdır.

Çalışmada ayrıca DMİ'nin doğru ve amacına uygun bir şekilde kullanılabilmesine olanak sağlamak üzere şu genel prensipler sunulmuştur.

- DMİ’de sadece değişken yol, trafik ve çevre şartları ile ilgili mesajlara yer verilmesi gerekmektedir.
- Sürücüler, her zaman DMİ’yi açık görürse ve verilen bilgiler yol durumu ile ilgisiz olursa mesajları okumamaya başlayacaktır. Bu sebeple DMİ’de sürekli mesaj verilmemeli ve DMİ değişken yol durumları hakkında sürücüyü uyararak için hazır bekletilmelidir.
- Yüksek hızlı yollar üzerinde DMİ’de verilen metinlerin trafik güvenliğini tehlikeye düşürmeden okunabilmesi için kısa ve öz olması gerekmektedir. Ayrıca metinler üç satırı geçmemelidir.
- DMİ’deki mesajlarda flaş yapma (yanıp sönme) sadece kritik/acil durumlar olduğunda sürücülerin dikkatinin çekmek için kullanılmalıdır, aksi bir durum yoksa kullanılmamalıdır. Mesajların hızlı bir şekilde değiştirilmemesi, metinlerin kaydırılmaması ve hareketli görüntülerin (gif. vb. gibi) gösterilmemesi gerekmektedir.
- DMİ’de verilen metinlerin renkleri amber ya da beyaz olmalıdır.
- DMİ’de kullanılan piktogram hava, yol ve trafik durumunun sentezini yaptığından mesajın anlaşılabilmesi sağlayan zincirinin ana bilgisel elemanıdır. Bu sebeple ekranda verilecek piktogramın trafik durumunu özetleyecek şekilde seçilmesi gerekmektedir.
- Metin ve piktogram yerleşimi sürücünün mesajı anlayabilmesi için son derece önemlidir. Mesajlar verilirken sol kısma ana piktogram yerleştirilmelidir. Ekranın teknik altyapısı elverişli ise sağ kısımda da ikinci bir piktogram yer alabilir. Sağ kısımda ana piktogram olabilir ya da sürücüye verilecek uygun tavsiye ve olay sebebi varsa buna ilişkin piktogram da verilebilir.

Tüm bu bilgiler ışığında çalışmada; yol, trafik ve hava durumunda yaşanan değişikliklerle ilgili sürücülerini bilgilendirip yönlendirerek trafik güvenliğini sağlamak üzere “*Yoğun trafik, Yol çalışması, Hava durumu, Planlanmayan durumlar*” başlıkları altında örnek bir mesaj kütüphanesi oluşturulmuştur.

Tartışma ve öneriler

DMİ’lerde verilen mesajların değişken ve trafiği yönetebilecek nitelikte olması için gerçek zamanlı verileri içeren mesajların verilmesi gerekmektedir. Bu mesajları oluşturabilmek içinde yol ağında bulunan ve kullanılabilir sensörler, kameralar ve meteorolojik bilgi

istasyonlarının DMİ'lerle entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bu entegrasyonun sağlanabilmesi için DMİ'lerin Trafik Kontrol Merkezine bağlanması ve o merkezinden kontrol edilmesi gerekmektedir. Ayrıca o merkezde bulunan Olay Algılama Sistemi ile de uyumlu çalışması gerekmektedir.

Yapılan envanter çalışmasıyla, KGM'nin Devlet-İl Yollarında bulunan 184 adet DMİ'nin sadece % 20'sinin Meteorolojik Bilgi İstasyonları ile entegre çalıştığı ve başka bir sistemden gerçek zamanlı (anlık) veri almadığı görülmüştür. Ayrıca DMİ'lerin % 80'inin ise gerçek zamanlı bilgi sağlayabilecek hiçbir AUS bileşenleri ile entegre değildir. Devlet-İl Yollarına tesis edilmiş bu DMİ'lerin amacına hizmet edebilmelerini sağlamak için gerçek zamanlı veri alabileceği sistemlerin de bir an önce tesis edilmesi gerekmektedir.

Ülke genelinde karayolu ağında AUS uygulamalarının yaygınlaştırılmasını amaçlayan Strateji Belgesi (2014-2023)'nde sorumlu kuruluş olarak gösterilen KGM'nin bir an önce DMİ'ye veri akışını sağlayacak sistemlerin (sensör, kamera ve meteorolojik bilgi istasyonları) yol ağına kurulmasına öncelik vermelidir. Ayrıca DMİ'lerin izleneceği ve kontrolünün sağlanacağı trafik yönetim merkezlerinin de kurulması büyük önem arz etmektedir.

Kent içi ve şehirlerarası yollardaki dallanmalardaki artıştan dolayı yollara verilen isimlerin yeniden düşünülmesi ve bu isimlerle ilgili bir sistematik geliştirmek gerekmektedir. Yol isimlerinin kısaltılması ve kodlanması gerekmektedir. Amerika Birleşik Devletinde karayolu ağında bulunan yollar isimlendirilenken alfanümerik kısaltmalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de de görsel algı ve iletişim uzmanlarının bir araya gelerek kısa sürede algılanabilecek bu tür kısaltma ve kodlamaların oluşturulması gerekmektedir. Özellikle DMİ'lerin kullanıldığı koridor parçalarını, köprü ve viyadük gibi önemli karayolu yapılarını tanımlamayı kolaylaştırılacak tabirlerin bir an önce oluşturulması gerekmektedir.

DMİ kullanımının amacına hizmet edebilmesi, sürücüleri etkin ve doğru biçimde yönlendirebilmesi için öncelikle Türkiye'de halihazırdaki DMİ uygulamalarının incelenmesine gerek duyulmuştur. Bu sebeple KGM'nin sorumluk alanındaki DMİ mesajları (biçimi, ekran kullanımı, metin, piktogram kullanımı vb. gibi) ve DMİ'nin konumlandırılması incelenmiştir. Mevcut uygulamalar, yurt dışında yapılan uluslararası

kabul görmüş Easyway projesi kapsamında hazırlanan DMİ uyum dokümanına göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- DMİ asıl amacı geçici/değişken durularda sürücüyü uyarmaktadır. Fakat mevcut mesajlar incelendiğinde stabil/durağan durumlarla ilgili mesaj verildiği görülmektedir. Mesajların sadece geçici/değişken durumlarda verilmesi gerekmektedir. Aksi bir durum yoksa DMİ ekranı karartılmalı ve olası bir durum için hazır bekletilmelidir.
- DMİ'lerde trafikle ilgisi olmayan mesajlara yer verildiği tespit edilmiş olup bu mesajlar sürücülerin dikkatini dağıtmaktadır ve sürücüler DMİ'de verilen mesajları okumamaya itmektedir. Bu sebeple sadece yol, hava ve trafik durumu ile ilgili mesajların verilmesi gerekmektedir.
- İncelemelerde özellikle Ankara'da DMİ'lerin yer/yön levhaları olarak kullanıldığı görülmüştür. Fakat yer/yön bilgileri değişken durumlar içermediği için trafik levhalarında verilmesi gerekmektedir.
- DMİ'lerin konumlandırılması ile ilgili eksikliklerin ve yanlışlıkların olduğu görülmüştür. Mevcut uygulamaları düzeltmek ve yeni DMİ kurulumunda esas alınabilecek kriterlerin yetkili kuruluş tarafından belirlenmesi gerekmektedir.
- DMİ mesajlarında, uygun olmayan/standart dışı şekillerin, piktogramların kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca mesajlarda kullanılan renklerin EN 12966'da verilen renklere uymadığı tespit edilmiştir.
- DMİ ekranının kullanımının incelenen örneklerde çok fazla değişiklik gösterdiği görülmüştür. Yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde DMİ ekranının kullanımı anlatan ve mesajları daha anlaşılabilir kılacak önerilerin ve kriterlerin yer aldığı dokümanların bulunduğu görülmüştür. Türkiye'de bu içeriğe haiz bir doküman bulunmamakta olup bir an evvel bir DMİ kullanım prensipleri el kitabı hazırlanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.
- DMİ mesajlarının içeriği Türkiye genelinde incelendiğinde aynı yol, hava ve trafik durumu için farklı şekil ve içerikte mesajların verildiği gözlenmektedir. Hatta aynı kurumun sorumluluk alanındaki farklı yollarda bile mesajlarda bir birliktelik sağlanamadığı görülmüştür. Yeknesaklık sağlanabilmesi amacıyla belirli senaryolar (yol, trafik ve hava durumu) için ortak bir mesaj kütüphanesi oluşturulmalıdır. Bu mesajların kullanılıp kullanılmadığı denetlenmeli ve mesajların yeterliliği üzerinde çalışmalar yapılmalıdır.

- “Karayolu Ağında Değişken Mesaj İşaretlerinin Kullanımı” başlıklı bu tez çalışması, simülasyon ve saha çalışmaları ile mesajların anlaşılabilirliğinin ölçülebileceği ve değerlendirilebileceği yeni çalışmalara temel oluşturmaktadır. Bu çalışmalarda mesaj kütüphanesinde yer alan mesajlar ya da yeni oluşturulacak mesajlar için tasarım prensipleri kullanılabilir.





KAYNAKLAR

1. İnternet: Directive 2010/40/EU Of The European Parliament And Of The Council. (2000). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Feur-lex.europa.eu%2FLEXUriServ%2FLEXUriServ.do%3Furi%3DOJ%3AL%3A2010%3A207%3A0001%3A0013%3AEN%3APDF&date=2017-04-19>, Son Erişim Tarihi: 19.04.2017.
2. Cameron, C. ve McGill, W. A. (1968). A comparative evaluation of speed control signs. *Australian Road Research*, 3(8), 3-11.
3. Stern, K. R. (1984). *An evaluation of written, graphics, and voice messages in proceduralized Instruction*, Proceedings of the Human Factors Society 28th Annual Meeting, Santa Monica, 314-318.
4. Wulkowicz, R. M. (1988). Enriched information signage. *Operations Review*, 6(1), 15-22.
5. Kline, D. W. ve Fuchs, P. (1993). The visibility of symbolic highway signs can be increased among drivers of all ages. *Human Factors*, 35, 25-34.
6. Bruce, D., Boehm-Davis, D. A. ve Mahach, K. (2000). *In-vehicle auditory display of symbolic information*. Proceedings of the XIVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, San Diego, CA, 230-233.
7. Wang, J. H., Collyer, C. E. ve Hesar, S. G. (2006). Employing graphics to aid message display on dynamic message signs report; University of Rhode Island Transportation Center, URITC FY 04-472, *Kingston, RI*, 1-26.
8. Ihs, A. ve Augdal, A. (2008). Disturbing lights at road works during night; Field tests on E6 North of Varberg. VTI notat 24-2008, *Linköping*, 9-13.
9. Meng, L., Zhang, M. ve Mustafa, M. (2009). *Investigation of driver reactions on different visualization types of traffic information*. Paper presented at the 16th ITS World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services, Stockholm, Sweden, 15-20.
10. Erke, A. ve Sagberg, F. (2005). Effects of variable message signs (vms) on driver attention and behaviour report; Institute of Transport Economics Report, 799/2005, *Norveç*, 1-11.
11. Al-Ghamdi, A. S. (2007). Experimental evaluation of fog warning system. *Accident Analysis and Prevention*, 39(6), 1065–1072.
12. Lee, C. ve Abdel-Aty, M. A. (2008). Testing effects of warning messages and variable speed limits on driver behavior using driving simulator. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2069, 55–64.

13. Tay, R. ve De Barros, A. G. (2008). Public perceptions of the use of dynamic message signs. *Journal of Advanced Transportation*, 42 (1), 95-110.
14. Oh, C., Hong, S. ve Park, J. (2009). *Analysis of driver behavior in response to variable message signs using in-vehicle differential global positioning systems data*. Paper Presented at the TRB 2009 Annual Meeting, Washington, DC, 2-5.
15. Rama, P., Schirokoff, A. ve Luoma, J. (2004). Practice and deployment of variable message signs (VMS) in Viking Countries; Finnra Internal Reports, 34/2004, *Helsinki*, 13-20.
16. Conference of European Directors of Roads. (2009). Variable message signs harmonisation in Europe; 2009/13, Paris, 6-40.
17. Avrupa Standardizasyon Komitesi. (2014). *EN 12966 Standardı*. 61-128.
18. Arbaiza, A. ve Lucas, A. (2015) *Variable message signs harmonisation specific messages recommended*. European ITS Services, 20-78.
19. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü. (2015). Trafik İşaretleri El Kitabı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kgm.gov.tr%2FSiteCollectionDocuments%2FKGMdocuments%2FTrafik%2FIsaretlerElKitabi%2FTrafikIsaretleriElKitabi2015.pdf&date=2017-06-21>, Son Erişim Tarihi: 21.06.2017.
20. İnternet: Towards zero ambitious road safety targets an the safe system approach. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.itf-oecd.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fdocs%2F08targetsummary.pdf&date=2017-04-19>, Son Erişim Tarihi: 08.04.2017.
21. İnternet: Hız yönetimi. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kgm.gov.tr%2FSiteCollectionDocuments%2FKGMdocuments%2FTrafik%2FIsaretlerElKitabi%2FTrafikIsaretleriElKitabi2015.pdf&date=2017-06-21>, Son Erişim Tarihi: 05.05.2017.
22. Baloğlu A. (2015, 20 Ekim). *Teknik şartnameler eğitim sunumu*. Kemer Crystal Oteli'nin toplantı salonu, Antalya.
23. İnternet: Development of 3. generation LED. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.swarco.com%2Ffuture-en%2FProducts%2FDisplays%2FVariable-Message-Signs&date=2017-06-21>, Son Erişim Tarihi: 20.06.2017.
24. İnternet: Piksel Mesafesi. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fledsignsolution.com.au%2Fled-signs-basics%2Fled-pixel-pitch-resolution&date=2017-04-19>, Son Erişim Tarihi: 07.02.2017.
25. İnternet: Federal Highway Administration. Guidelines for the operation of variable message signs on state highways. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fntl.bts.gov%2Flib%2F6000%2F6900%2F6988%2FGuidelines%2FVMS%2Fon%2FState%2FHighway.pdf&date=2017-06-21>, Son erişim Tarihi: 21.06.2017.

26. National Roads Authority. (2010). Guidance and requirements for the use of variable messages signs on national roads report; M4-9930 – 25, *İrlanda*, 15-18.
27. İnternet: The Use of Variable Message Signs on All-Purpose and Motorway Trunk Roads Siting Requirements. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.standardsforhighways.co.uk%2Fha%2Fstandards%2Fdmrb%2Fvol8%2Fsection2%2Fd3305.pdf++&date=2017-04-19>, Son Erişim Tarihi: 19.04.2017.
28. RTA Guidelines. (2008). Guidelines for the Location and Placement of Variable Message Signs URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.newcastle.nsw.gov.au%2FNewcastle%2Fmedia%2FDocuments%2FEvents%2FVMS-Location-and-Placment-%28PDF%29.pdf&date=2017-04-19>, Son Erişim Tarihi: 19.04.2017.
29. Yılmaz, Ö. (2012). *Karayolu Ulaşımında Akıllı Ulaştırma Sistemleri*. Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 90-92.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AKAR, Tuğba
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 10.10.1988, Yozgat
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 415 70 05
 Faks : 0 (312) 415 78 98
 e-mail : takar@kgm.gov.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /F.B.E.	2017
Lisans	Ankara Üniversitesi /E.E.B.	2012
Lise	İsmail Yeşilyurt Ç.P.L.	2006

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-Halen	Karayolları Genel Müdürlüğü	Trafik Yönetim Sistemi Müh.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

Çelikçi, A. ve Akar, T. (2014). Sinyalizasyon Sistemleri. *Karayolları Bülteni*, 581, 36-39.

Arıkan, Ö. E. ve Akar, T. (2017). Karayolu Ağında Kullanılan Değişken Mesaj İşaretlerine Yönelik Değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 73-85.

Hobiler

Film izlemek



GAZİ GELECEKTİR..