

Koridor Ortalama Hız İhlal Tespit Sistemlerinin (KOHİTS) Tasarımdan İşletmeye Genel Yapısı ve Çalışma Prensibi Üzerine Bir Araştırma: Toprakkale Örneği

An Investigation on General Structure and Working Principle of Corridor Average Speed Enforcement Systems (KOHİTS) from Design to Operation: Toprakkale Case

Metin Mutlu AYDIN^{*1,a}, Sevil KÖFTECİ^{2,b}

¹Gümüşhane University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, 29100, Gümüşhane

²Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 07100, Antalya

• Geliş tarihi / Received: 23.03.2019 • Düzeltilecek geliş tarihi / Received in revised form: 15.10.2019 • Kabul tarihi / Accepted: 22.10.2019

Öz

Trafikte aşırı hızdan kaynaklı trafik kazalarının çok oluşu, Dünya’da ve Türkiye’de yetkilileri ve araştırmacıları çözüm önerileri geliştirme konusunda daha da motive etmektedir. Son yıllarda, Türkiye dâhil dünyanın birçok ülkesinde sürücülerin şehiriçi ve şehirlerarası yollarda hız limitlerine riayet etmeden araç kullanmalarının önleyerek aşırı hızdan kaynaklı trafik kazalarının sayısını azaltmak amacıyla, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) olarak adlandırılan yeni sistemler geliştirilmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de aşırı hızdan kaynaklanan trafik kazalarının sayısını azaltarak, yol güvenliğini artırmak ve sürücülerin hız limitlerinde hareket etmesini sağlamak amacıyla geliştirilen ve bir AUS uygulaması olan Koridor Ortalama Hız Tespit Sistemleri (KOHİTS) yaygın olarak uygulanmaya başlanmıştır. Çalışma kapsamında son yıllarda yaygın olarak kullanılan ortalama hız tespit sistemlerinin kurulumdan işletmeye açılıncaya kadar yapılan işlemler ve çalışma prensibi bilimsel yöntemlerle irdelenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan saha ölçümü ve gözlemler ile belirlenen tüm hususlar hakkında detaylı bilgi verebilmek amacıyla Toprakkale/Osmaniye çevreyolunda yer alan 2 farklı yol güzergâhındaki KOHİTS uygulamalarının en baştan en sona kadar kurulum aşamaları ile çalışma prensibi detaylı olarak incelenmiş ve adım adım açıklanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bu tür sistemlerin kurulumundaki en önemli hususlar kullanılan kameraların çözünürlük kalitesinin yüksek olması, sahadan merkeze veri aktarımını sağlayan ağ alt yapısının hızlı ve kesintisiz olması ile geliştirilen sistem yazılımının kapsamlı analiz imkânına sahip olması olarak belirlenmiştir. Yine gözlem ve ölçümlerden sistemin başarılı bir şekilde çalışmasında iyi bir yazılım ve teknolojik altyapısının olması ile uzman bir ekip tarafından kurulmasının performans açısından oldukça önemli olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Hız Koridoru, Hız İhlal Tespit Sistemleri, Ortalama Hız, Trafik Kazaları, Yüksek Hız

Abstract

High number of traffic accidents, caused by excessive vehicle speeds in traffic, motivate officials and researchers in Turkey and all around the World to develop solutions. For this purpose in recent years, new systems, called as Smart Transport Systems (AUS), are being developed in many countries in order to prevent driving at high speeds without taking into account speed limits in urban and rural roads and to reduce the number of speed related accidents. Corridor Average Speed Enforcement Systems (KOHİTS), which is an AUS application, was developed to reduce the number of traffic accidents caused by excessive speeds and increase road safety and enable drivers to move at speed limits in Turkey as well as in the overall World. With this study, it is aimed to inform all relevant stakeholders technically by examining all the important working principles and all important issues to be taken into consideration by using scientific methods until they are activated from the beginning of system configuration. For this purpose, in order to give detailed information about the field measurements and observations made within the scope of the study, the configuration steps of KOHİTS in 2 different road routes in Toprakkale / Osmaniye ring road from the beginning to the end are examined and explained step by step in detail. From the obtained results, the most important points in the configuration process of such systems determined as high resolution quality cameras’ utilization, fast and uninterrupted network infrastructure enabling the transfer of data from the field to the center and comprehensive analysis opportunity of the developed software. It was also observed from the field observations and measurements that the configuration of the system by an expert team, development of a good software and utilization of a good technological infrastructure in the system are other very important parameters for the performance of the system.

Keywords: Speed Corridor, Speed Enforcement Systems, Average Speed, Traffic Accidents, High Speed

^aMetin Mutlu AYDIN; metinmutluaydin@gmail.com, Tel: (0506) 269 91 49, orcid.org/ 0000-0001-9470-716X

^borcid.org/0000-0002-5096-2545

1. Giriş

Dünya genelinde her geçen yıl artan araç sayısı nedeniyle meydana gelen trafik karmaşasıyla birlikte sürücülerin trafik kurallarını ihlal etme eğilimi üzerinde de önemli artışlar gözlemlenmektedir (Aydın, 2017; WHO, 2018). Sürücülerin özellikle şehir içi ve şehirlerarası yollarda hız limitlerinin üzerinde hareket etmeleri ölümlü ve yaralanmalı birçok kazaya sebebiyet vermektedir (Ng ve Small, 2012; Bella, 2013; Zainuddin vd., 2013; Montella vd., 2015; Vaitkus vd., 2017). Yapılan bilimsel araştırmalara göre araçların hız limitlerinin üzerinde hareket etmesinin trafik kazaları üzerindeki en önemli etkenlerden birisi olduğu belirlenmiştir (Hu ve McCartt, 2016). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 2018 yılı için Dünya genelinde yaptığı araştırmalara göre meydana gelen 1.35 milyon ölümlü kazanın yarısından fazlasının araçların hız limitlerinin üzerinde gitmesinden kaynaklandığı belirlenmiş ve 2030 yılına kadar bu oranın %50'ye düşürülmesi hedeflenmiştir (WHO, 2018). Türkiye'de ise Emniyet Genel Müdürlüğü'nün 2018 yılı için ölümlü ve yaralanmalı kazalar için hazırlanmış olduğu rapora göre meydana gelen 192 bin kazanın yaklaşık olarak %41.2'sinin sürücülerinin hız limitlerine uymayarak yüksek hızlarda araç kullanmasından kaynaklandığı belirlenmiştir (EGM, 2018). Aşırı hıza bağlı olarak meydana gelen bu yüksek trafik kaza sayısı oranı, Dünya'da ve Türkiye'de yetkilileri ve araştırmacıları çözüm önerileri geliştirme konusunda daha da motive etmektedir. Bu amaçla son yıllarda ülkemiz dâhil dünyanın birçok ülkesinde sürücülerin şehir içi ve şehirlerarası yollarda hız limitlerine riayet etmeden araç kullanmalarının önüne geçmek ve hıza bağlı kazaların oranını azaltmak amacıyla, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) olarak adlandırılan yeni sistemler geliştirilmektedir (Aydın vd., 2017; Meriç, 2018; Taç, 2018; Duran ve Teke, 2019). Bu yeni sistemler, içerisinde "Trafik Mühendisliği" ilkeleri ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak geliştirilen cihaz ve yazılımları kapsamakta ve sürücülerin trafikteki hareketlerini analiz ederek denetleyebilmektedir. Geliştirilen bu sistemler, sistemin bir parçası olan hız ve plaka okuyucu kameralar, dedektörler vb. elektronik cihazlar yardımıyla sürücülerin herhangi bir noktadaki anlık hızını, bir koridor boyunca ortalama hızını ve kırmızı ışık ihlalini tespit ederek kurallara uymayan sürücülere cezai yaptırım uygulamaktadır. Türkiye'de bu sistemler genellikle "Trafik Elektronik Denetleme Sistemi (TEDES)" ya da "Elektronik Denetleme Sistemi (EDS)" olarak adlandırılmaktadır. Türkiye'deki

bu elektronik denetleme sistemleri akıllı kavşak sistemleri, emniyet şeridi ihlal tespit sistemi, koridor hızı ihlal tespit sistemi, kırmızı ışık ihlal tespit sistemi, park ihlal tespit sistemi vb. pek çok farklı denetleme ve ölçüm sistemlerini kapsamaktadır. Ilgaz ve Saltan 2017 yılında yaptıkları bir çalışmada bu yeni sistemlerin, hız sınırlarına yüksek uygunluk oranları, ortalama ve 85 yüzdeleri hızlarda düşüş ve araçlar arasındaki hız değişkenliğinde düşüş ve trafik akışını iyileştirmeyi içeren yol emniyeti yararı sağlayan sonuçlar ortaya koyduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarından ayrıca bu yeni sistemlerin ölümcül ve ağır yaralanmalı kaza oranlarında da önemli düşüşler sağladığı belirtilmiştir (Ilgaz ve Saltan, 2017).

Türkiye'de olduğu gibi farklı ülkelerde de AUS kapsamında geliştirilen birçok sistem bulunmaktadır. Bu sistemlere örnek olarak, araçtan araca bağlantı ve etkileşim (V2V) sistemi, otomatik araç sayım ve sınıflandırma sistemleri, anlık ve ortalama hız tespit sistemleri, şerit ihlal tespit sistemi, trafik uyarmalı sinyalizasyon sistemleri, yol üzerinde otomatik ağırlık ölçüm sistemleri, vb. birçok ölçüm ve kontrol sistemleri gösterilebilmektedir (Kapsch, 2019; TDS, 2019; Kistler, 2019; Moxa, 2019). Teknolojinin gelişmesi ile birlikte bu tür AUS'ların geliştirilmesine verilen önem hem akademik hem de Ar-Ge çalışmalarında artış göstermiştir. AUS kapsamında yapılan Ar-Ge çalışmalarının altyapısını oluşturan bilimsel çalışmalar detaylı olarak incelendiğinde, çalışmaların önemli bir kısmının araç hızlarını tespit ederek sınırlandırmak ve kazaları önleyerek can ve mal kayıplarını engellemek üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Montella vd., 2015; Kapsch, 2019; TDS, 2019; ISBAK, 2019; Platar, 2019; Vendeka, 2019). Özellikle Türkiye'de olduğu gibi birçok ülkede de hız limiti üzerinde, yani aşırı hızla giden araçların ortalama hızlarını ölçerek ve limit üzerinde giden araçları belirleyerek hukuki ve maddi ceza olarak yaptırım uygulayan sistemlerin altyapısının geliştirilebilmesi amacıyla farklı ülkelerde yapılmış birçok uygulama ve çalışma mevcuttur (Collins ve McConell, 2008; Soole vd., 2013; Montella vd., 2012; AASHTO, 2010; Donnell vd. 2009). Örneğin Soole vd. (2012) İskoçya'da yüksek hızların ve buna bağlı olarak trafik kazalarının meydana geldiği bir koridorda yaptığı çalışmada, noktadan noktaya (P2P) yani koridor ortalama hız ölçümü uygulamasının tüm kazalarda %19, ölümlü kazalarda %46 ve yaralanmalı kazalarda ise %37 azalma sağladığını belirlemiştir. Benzer bir çalışmada ise 2003

yılında Avusturya'nın başkenti Viyana'da sürekli olarak kazaların meydana geldiği Kaisermühlen Tünelinde ortalama hız tespiti yapan bir sistemin kurulumu ile birlikte bir yıl içerisinde ortalama hızlarda 10 km/sa'lık bir düşüş olduğu belirlenmiştir (Stefan, 2006). İtalya'da yürütülen bir başka çalışmada ise toplamda 2900 km'lik bir yol güzergâhını kapsayan ortalama hız koridorlarının kurulması ile birlikte araç hızları ve ardışık trafik akışının fark edilir derecede homojenleştiği görülmüştür. Sistemin kurulduğu tüm koridorlarda yapılan araştırmalardan meydana gelen kazalarda toplam %31.2'lik bir azalma meydana geldiği görülmüştür (AASHTO, 2010; Montella, 2010; Persaud ve Lyon, 2007). 2007 yılında Yeni Zelanda'nın Viktorya eyaletinde yapılan çalışmada ise araç hızlarını kontrol edebilmek amacıyla toplam 21 farklı yol kesiminde bu sistemler kurularak test edilmiş ve ortalama hız koridorunun efektif sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Soole vd., 2013). 2009 yılında ortalama hız tespit sistemlerinin Norveç'te uygulanması ile E18 yolunda ortalama hızların 76.7 km/sa'ten, 74 km/sa'e, Rv3 yolunda 88.5 km/sa'ten 78.3 km/sa' ve E6 yolunda ise 89.4 km/sa'ten 80.6 km/sa'e düştüğü hesaplanmıştır. Yapılan analizlerden sistemin kurulduğu tüm yollarda hız limitlerini aşan araç oranının %90.5'ten %52.7'ye düştüğü tespit edilmiştir. Bu sistemlerin efektif sonuç vermesi sebebiyle 2013 yılında ortalama hız tespit sistemleri Norveç genelinde 18 farklı yere daha da uygulanmıştır (Høye, 2015). Bu sistemlerin İsviçre'de uygulanmasını kapsayan çalışmada ise güvenlik ve işletimsel olarak birçok kazanım elde edilmiş ve hız limitine uymayanların oranının azalması %47'den %19'a düştüğü belirlenmiştir (Egele, 2013). Sistemin 2013 yılında Belçika'daki iki farklı yol kesiminde uygulanması ile elde edilen sonuçlardan ise ortalama hızları sınırlayarak %6'lık bir azalma; hız limitini aşan araç sayılarında %74'lük ve hız limitini %10 geçen araçların sayısında oranında ise %86'lık bir azalma sağlanmıştır (De Pauw vd., 2014). 2014 yılında ABD'de Yol Güvenliği Sigortası Enstitüsü tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise ilk olarak kazaların meydana geldiği yollardaki hız limitleri incelenmiştir. Aşırı hızlı gitmeye bağlı olarak meydana gelen kazaların olduğu yol kesimlerinin hızlarının yaklaşık olarak yarısında hız limitininin 55 mph (88,51 km/sa)'dan daha küçük, dörtte birisinde ise bu limitin 88.5 km/sa (35 mph)'ten daha düşük yollarda meydana geldiği belirlenmiştir (Insurance Institute for Highway Safety, 2016). Bu yollarda aşırı hızlı araç kullanılmasının önüne geçmek amacıyla uygulanan ortalama hız tespit sistemlerinin hızları

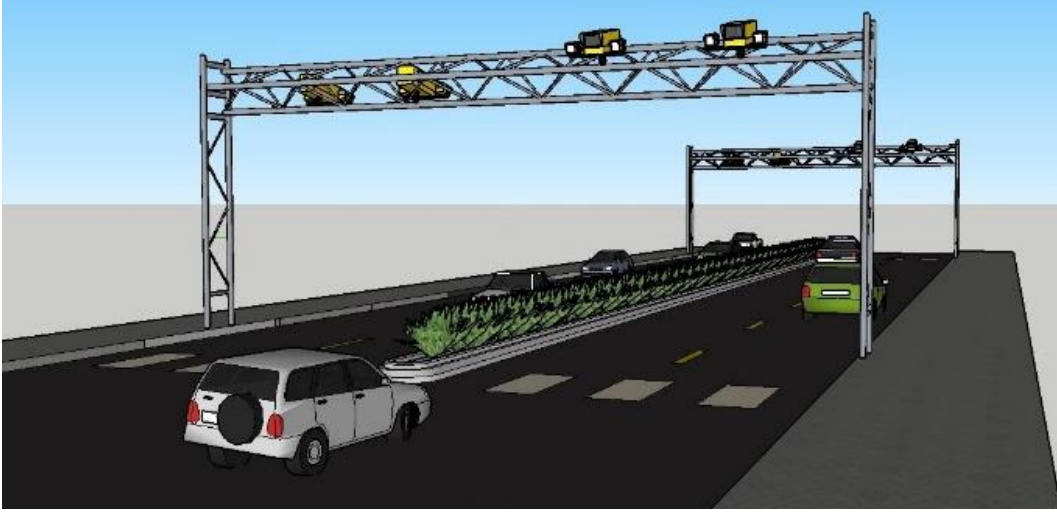
tüm yollarda yaklaşık olarak %10 azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (Hu ve McCartt, 2016).

Dünya genelinde birçok ülkede olduğu gibi son yıllarda Türkiye'de de aşırı hızdan kaynaklı olarak meydana gelen trafik kazalarını azaltarak, yol güvenliğini artırmak ve sürücülerin özellikle yerleşim yerleri ya da yakın bölgelerde hız limitlerinde hareket etmelerini sağlamak amacıyla Koridor Ortalama Hız Tespit Sistemleri (KOHİTS) yaygın olarak uygulanmaya başlamıştır. Fakat, bu sistemlerin kurulumundan işletmeye açılmasına kadar geçen süreç ve işletme sırasındaki performansı hakkında detaylı bilgi veren bir bilimsel çalışmaya ihtiyaç olduğu mevcut literatür taramasından görülmüştür. Literatürdeki bu boşluğu doldurabilmek amacıyla bu çalışmada, son yıllarda yaygın olarak kullanılan bu sistemlerin kurulumundan işletmeye alınmaya kadar ki çalışma prensibi ve dikkat edilmesi gereken tüm önemli hususları bilimsel yöntemlerle incelenerek; ilgili paydaşları bilgilendirecek teknik hususlar paylaşılmıştır. Bu kapsamda, yapılan saha ölçümü ve gözlemler ile belirlenen tüm hususlar hakkında detaylı bilgi verebilmek için Toprakkale/Osmaniye çevreyolunda yer alan 2 farklı yol güzergâhındaki KOHİTS uygulamalarının en baştan en sona kadar kurulum aşamaları ve çalışma prensibi adım adım irdelenerek sonuçlar paylaşılmıştır.

2. Koridor Hızı İhlal Tespit Sistemleri ve Örnek Uygulamalar

Koridor Ortalama Hız İhlal Tespit Sistemleri (KOHİTS), incelenen bir yol güzergâhındaki iki nokta (koridor) arasında belirlenen hız limit değerini aşmayacak şekilde araçların ortalama hızlarının tespit edilmesi amacı ile Akıllı Ulaşım Sistemleri kapsamında geliştirilmiş sistemlerdir (Şekil 1). "Hız Koridoru" olarak adlandırılan bu sistemler, karayolları üzerinde belirlenen iki nokta arasında araçların ortalama hızlarını hesaplayarak kural ihlali yapan araçları tespit ederek trafik güvenliğine katkı sağlamaktadır (ISSD, 2019; Kapsch, 2019; TDS, 2019; ISBAK, 2019; Platar, 2019; Vendeka, 2019).

KOHİTS anayol ya da tali yollar üzerinde belirlenen iki nokta (koridor) arasından, hız limitlerine uymayan araçların ortalama hızlarını 7/24 kesintisiz (sistemsel hata, bakım onarım vb. durumlar hariç) tespit ederek hız kaynaklı kazaların önüne geçmekte ve trafik güvenliğine katkı sağlamaktadır.



Şekil 1. Koridor Hızı İhlal Tespit Sistemlerinin yapısına ait örnek bir 3B görsel.

Bu sistemler hız denetimi (ortalama hız) yapılmak istenen yol güzergâhlarının giriş ve çıkışlarına yerleştirilen plaka okuma üniteleri (taklar) ve bu ünitelerden kameralar ile kaydedilen görüntülerden elde edilen plaka bilgilerini kullanarak ortalama hız hesabı yapan bir yazılımdan oluşmaktadır (ISSD, 2019; Kapsch, 2019; TDS, 2019; ISBAK, 2019; Platar, 2019; Vendeka, 2019). İncelenen koridorun giriş ve çıkış noktalarında plakası okunan araçlar, giriş ve çıkış noktaları arasındaki araç görüntüsü ve görüntü saatini kaydetmekte ve yazılım bu görüntü yardımıyla seyahat süresini hesaplamaktadır. Hesaplanan bu değer, önceden belirlenen ve yazılıma girilen mesafe bilgisini kullanılarak ortalama hız (km/sa) bilgisine dönüştürülmektedir. KOHİTS tek ya da çok şeritli yollarda, yan yana veya arka arkaya giden araçları yüksek çözünürlüklü IP tabanlı kameralarla tespit ederek araçların giriş ve çıkış anlarına ait görüntü kaydı yapmaktadır. Ayrıca sistemdeki merkezi yazılım yardımıyla hız ihlali durumunda ihlali yapan aracın ortalama hızı (km/sa), ihlalin zamanı (tarih ve saat) ve yeri, koridor mesafesi ve yönü, hız sınırı vb. tüm bilgiler ceza makbuzuna aktarılarak operatörün onayına sunulmaktadır. Operatör hız ihlali ile ilgili makbuzda yer alan tüm bilgileri detaylı olarak kontrol edip onayladıktan sonra cezai işlemin uygulanması adımına geçilmektedir. Bu sistemlerdeki mevcut yazılım, meydana gelebilecek olası bir arıza ya da yetkili kişiler dışında sisteme dışarıdan müdahale edilmeye çalışılması durumunda merkeze sesli uyarı göndererek bilgilendirme yapabilmektedir (ISSD, 2019; Kapsch, 2019; TDS, 2019; Kistler, 2019; Moxa, 2019). Bu tür sistemlerde güvenlik sebebiyle dışarıdan yapılabilecek müdahalelere karşı gerekli önlemler tasarım aşamasında özellikle alınmaktadır.

KOHİTS'ler ile yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama hızlar (v_{ort}), belirlenen iki adet noktanın uzaklığının (x), bu noktalarda bulunan ve plaka okuma özelliğine sahip kameralardan ölçülen süreye ($t_{son} - t_{ilk}$) bölünmesiyle Denklem 1'de verilen şekilde elde edilmektedir.

$$v_{ort} = \frac{x}{t_{son} - t_{ilk}} * 3.6 \quad (1)$$

Burada;

v_{ort} : Koridordaki aracın ortalama hızı (km/sa)

x : Koridorun uzunluğu (m)

$t_{son} - t_{ilk}$: Koridoru kullanan araçların giriş/çıkış zamanları arasındaki fark (sn).

Bu sistemlerin yaptığı ölçüm ve hesaplamaların doğruluğu üzerindeki en önemli etken mesafe (m) ve süredir (sn). Araçların koridora giriş ve çıkış süresi arasındaki fark ($t_{son} - t_{ilk}$) ile plaka okuma özelliği bulunan kameraların görüş açıları arasındaki mesafenin (x) doğru belirlenmesi, sistemin doğru ölçüm yapılabilmesi açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir ve belirli aralıklarla kontrol testleri yapılarak sistemin doğru çalışıp çalışmadığına ait kontrolün muhakkak yapılması gerekmektedir. Koridor Hızı İhlal Tespit Sistemlerine (Hız Koridoru) ait karakteristik özellikler ve sistemin trafik güvenliğine sağladığı yararlar temel olarak Tablo 1'de verilen şekilde özetlenebilmektedir (Kapsch, 2019; Montella vd., 2015; TDS, 2019; Tedes Bilgi, 2019; ISSD, 2019; ISBAK, 2019; Platar, 2019; Vendeka, 2019).

Özellikle Türkiye'nin de içinde olduğu birçok ülkede anlık hız ölçen (noktasal hız) sistemlerin (sabit ya da hareketli radarlar) yerleri sürücüler

tarafından öğrenildiğinde, sürücüler sadece radar olan yol kesimlerinde yavaşlamakta sonrasında tekrar hızlı gitmektedirler (Tedes Bilgi, 2019; ISSD, 2019; ISBAK, 2019; Platar, 2019; Vendeka, 2019). Ülkemizde sürücüler sbu sabit ya da hareketli radarların yerlerini öğrenebilmek için seyahat edecekleri yol güzergâhında herhangi bir radar uygulaması olup olmadığı hususunda birbirlerini sosyal medya (Facebook, Twitter vb.) üzerinden yazılı ya da görsel paylaşımlar yaparak bilgilendirmektedirler (Ünal vd., 2018). Dolayısıyla anlık hız ölçen radarlar sadece

buldukları yol kesimlerinde etkin bir rol oynamakta onun dışında sürücülerini düşük hızlarla hareket etmeleri konusunda sınırlandıramamaktadır. Hâlbuki KOHİTS'ler, kurulu oldukları yol kesimlerinde sürücülerini genel olarak tüm koridor boyunca hızlarına dikkat etmeleri konusunda zorlamakta ve sürücüler birbirlerini bilgilendirse bile bu durum değişmemektedir. Bu sistemlerin olduğu koridorlarda Tablo 1'de verilen birçok fayda hem sürücüler hem de emniyet güçleri açısından sağlanabilmektedir.

Tablo 1. KOHİTS'e ait karakteristik özellikler ve sistemin trafik güvenliğine sağladığı yararlar.

No	Sistemin Karakteristik Özellikleri ve Sağladığı Faydalar
1	Sürücülerin hız sınırlarına koridor boyunca riayet etmesini sağlayarak yol güvenliğini arttırmaktadır.
2	Kurulu olduğu koridorlarda 7/24 plaka okuma ve hız ihlal tespiti yapmakta; uygunsuz hareketleri belirleyerek (drift yapma, aşırı yük taşıma vb.) emniyet güçlerine bilgi vermektedir.
3	Yazılıma yapılan tanımlamalarla koridor içerisinde sürekli olarak peş peşe giden ya da çok kısa süre içerisinde birçok kez geçen araçlar (olağan dışı) belirlenebilmektedir.
4	Anlık plaka okuması yapıldığı için tüm araçlara ait fotoğraflar anlık olarak kaydedilmekte ve bu sayede güvenlik birimleri tarafından aranan araçlar otomatik olarak belirlenebilmektedir.
5	Sistem kurulduğu koridor üzerinde araç sayımı ve yoğunluk ölçümleri yapabilmekte ve trafik planlaması için veri sağlayabilmektedir.
6	Sürücülerin hız sınırlarına uyumunu artırmakta ve kısa süreli hızlanma ya da yavaşlamalardan (ivmelenmelerden) kaynaklı yakıt tüketimi ve oluşabilecek kazaları azaltabilmektedir.
7	Trafik akışının düzenlenmesine (hız farklılıklarının azaltılması) yardımcı olarak emisyon ve gürültü kirliliğini azaltabilmektedir.
8	Arıza durumunda veya yetkisiz kişiler tarafından müdahale edildiğinde kontrol merkezine uyarı bildirimini yapabilmektedir.

Ayrıca noktasal (anlık) hız tespit sistemlerinden farklı olarak, bu sistemlerde radar kullanılmadığı için sürekli olarak kalibrasyon ihtiyacı ortadan kalkmaktadır ki bu durum sürekli olarak doğru ölçüm yapmak ve sürücülerini mağdur etmemek adına oldukça önemli bir husustur.

Türkiye'de son yıllarda artan taşıt sayısına paralel olarak artan trafik kaza sayısının azaltılması amacıyla birçok şehirde Noktasal ve Ortalama Hız ile Kırmızı Işık İhlal Tespit Sistemleri devreye alınmıştır. Özellikle trafik kazalarının sıklıkla meydana geldiği ya da araç hızlarının belirlenen limit değerlerinden yüksek olduğu ve tehlike oluşturduğu şehiriçi yollarda farklı sayılarda KOHİTS'ler kurulmaktadır. Şekil 2'de Türkiye'de

kurulan bu sistemlere ait bazı örnek uygulamalara ait görseller verilmiştir.

3. Seçilen Pilot Koridorun Karakteristik Özellikleri ve Çalışma Prensibi

Çalışma kapsamında incelemek amacıyla pilot KOHİTS'ler olarak Toprakkale/Osmaniye'de 2 farklı yol güzergâhı (D-400 ve D-817) üzerindeki 3 ayrı yol kesiminde yer alan toplam 6 farklı (3 gidiş - 3 geliş) koridordaki ortalama hız ihlal tespit sistemleri seçilmiş ve incelenmiştir (Şekil 3).

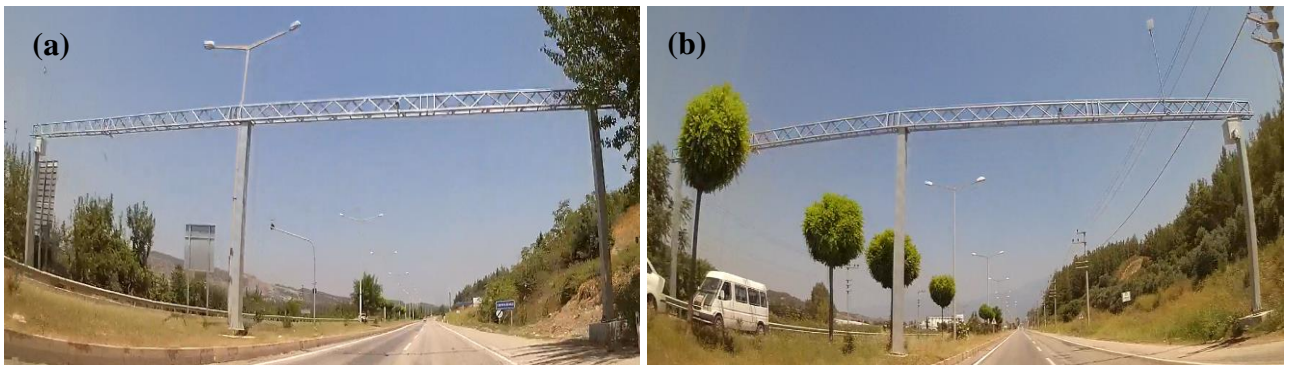
İnceleme yapılan 3 ayrı yol kesimindeki bu 6 farklı koridora kurulan KOHİTS'lerin giriş ve çıkış noktalarına ait görseller ise Şekil 4-9'da verilmiştir.



Şekil 2. Türkiye’deki bazı KOHİTS uygulamalarına ait örnek görseller (a)Merkez/Düzce, (b)Taşova/Amasya, (c)Toprakkale/Osmaniye (d)Gölbaşı/Adıyaman (Google Earth, 2019a, b).



Şekil 3. Toprakkale/Osmaniye’de bulunan KOHİTS’lerin numaralarına göre konumları.



Şekil 4. 1 numaralı koridora ait (a) giriş ve (b) çıkış için koridor hızı ihlal tespit sistemi.



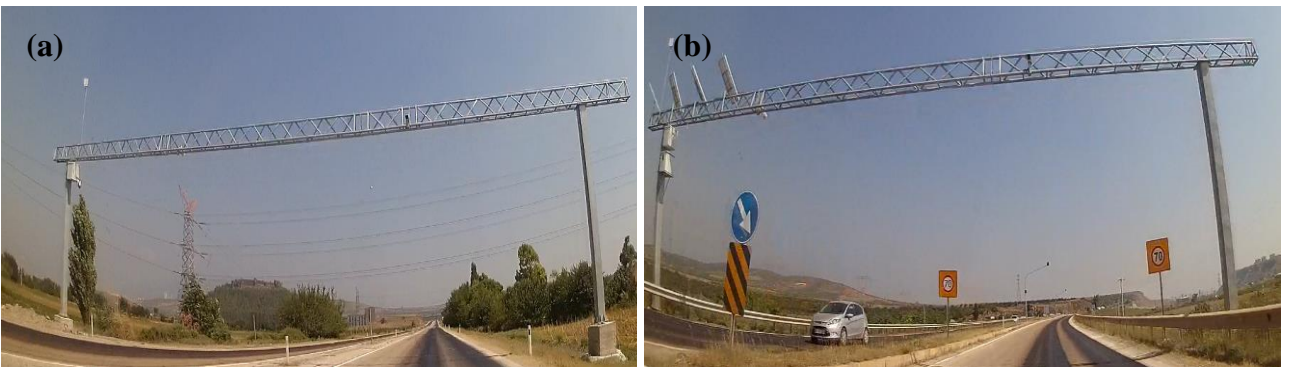
Şekil 5. 2 numaralı koridora ait (a) giriş ve (b) çıkış için koridor hızı ihlal tespit sistemi.



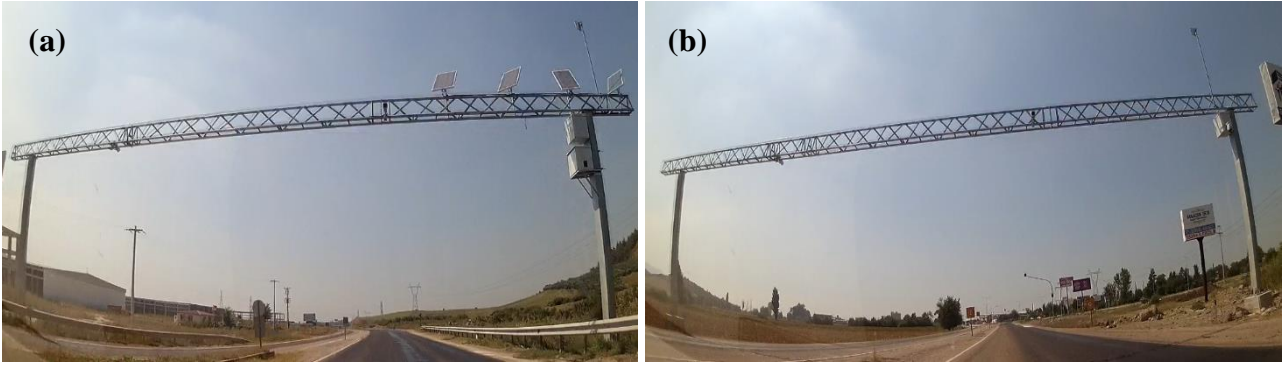
Şekil 6. 3 numaralı koridora ait (a) giriş ve (b) çıkış için koridor hızı ihlal tespit sistemi.



Şekil 7. 4 numaralı koridora ait (a) giriş ve (b) çıkış için koridor hızı ihlal tespit sistemi.

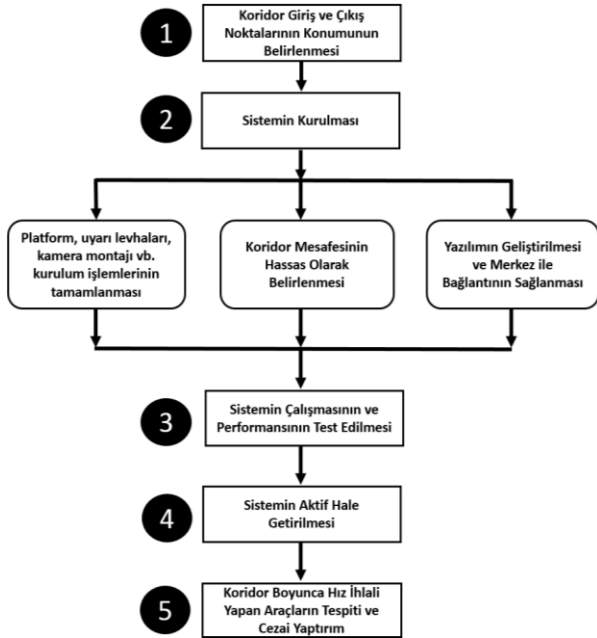


Şekil 8. 5 numaralı koridora ait (a) giriş ve (b) çıkış için koridor hızı ihlal tespit sistemi.



Şekil 9. 6 numaralı koridora ait (a) giriş ve (b) çıkış için koridor hızı ihlal tespit sistemi.

Yapılan incelemelere göre seçilen pilot (Toprakkale/Osmaniye) KOHİTS'lerin kurulumundan hız ihlalini tespit edinceye kadar geçen süredeki işlem adımları Şekil 10'da verilen akış şemasında özetlenmektedir.



Şekil 10. KOHİTS'lerin kurulumundan işletmeye açılmasına kadar gerçekleşen iş akış şeması.

3.1. Adım 1: Koridor Giriş ve Çıkış Koordinatlarının Belirlenmesi

KOHİTS'lerin kurulumundaki ilk işlem adımdır. Sürücülerin incelenecek koridorda belirli bir ortalama hız değerinde hareket etmesi için belirlenen yol kesiminin giriş ve çıkış noktaları arasındaki koridor uzunluğunun doğru olarak tespit edilmesi açısından oldukça önemlidir. Çalışma kapsamında koridor başlangıç ve bitiş noktaları, ilgili şehirdeki yetkililer tarafından ortalama hız kontrolü yapmak istedikleri güzergâhlar üzerinde belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında, yetkililer tarafından daha önceden

başlangıç ve bitiş noktaları belirlenen ve pilot örnek olarak seçilen Toprakkale/Osmaniye'deki 6 farklı koridorun koridor uzunluklarının ölçülmesi amacıyla iki farklı yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde, her bir koridorun uzunluğu, hassasiyet düzeyi yüksek El Tipi GPS (yüksek hassasiyetli, kablosuz bağlantı özellikli ve taşınabilir) kullanılarak ölçülmüştür. İkinci yöntemde ise araçların farklı şeritlerde hareket etme durumları da irdelenerek koridor uzunlukları tekerlekli mesafe ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Araçların koridorlar boyunca yapacakları tüm farklı hareketler (farklı şerit kullanma, şerit değiştirme vb.) değerlendirilerek çok sayıda geçiş yapılarak uzunluk ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen tüm uzunluk verileri birlikte değerlendirilerek her bir koridor için ortalama bir koridor uzunluğu hesaplanmıştır (Tablo 2). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde de iki kamera arasında belirlenen mesafelerin (farklı şerit kullanma, şerit değiştirme vb.) her zaman aynı olamayabileceği bu yüzden bu çalışmada olduğu gibi ortalama bir uzunluk hesaplanmasının daha doğru bir yaklaşım olacağı belirtilmiştir (Cameron vd., 2003; Lynch, 2010; Lynch vd., 2011; Ilgaz ve Saltan, 2017).

Tablo 2. İncelenen 6 koridorun ölçülen uzunlukları(m)

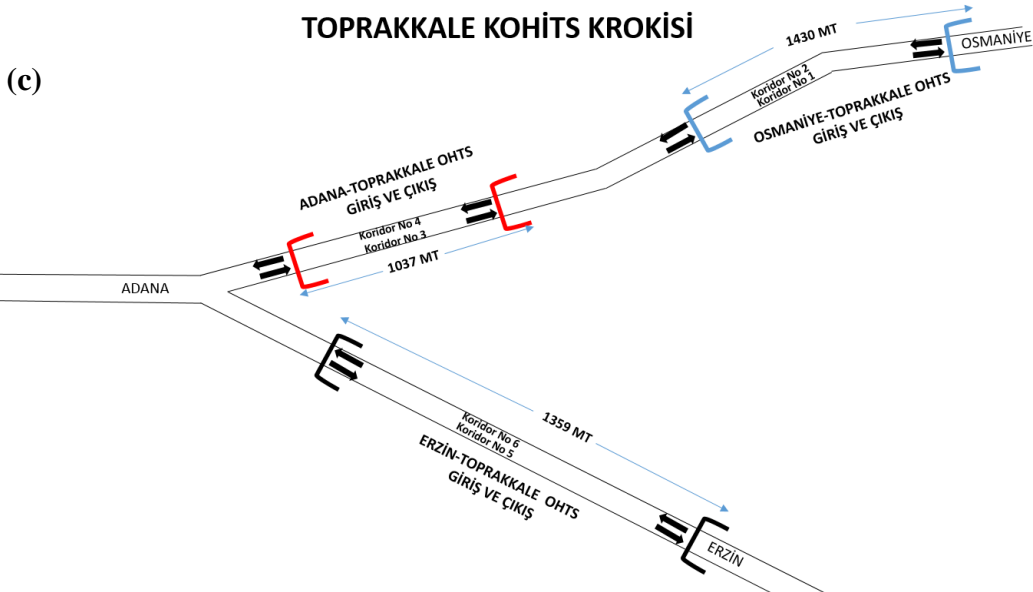
Yol Kesimi No	Hız Koridoru	Koridor Uzunluğu (m)
1	Koridor 1-2	1430
2	Koridor 3-4	1037
3	Koridor 5-6	1359

3.2. Adım 2: Sistemin Kurulması

Bu tür sistemler kendi içerisinde 3 alt başlıkta toplanabilmektedir. Bunlardan ilki sistem donanımının kurulum aşamasıdır (Şekil 11a). Bu aşama sistemin kurulacağı platformun, uyarı levhalarının, kameraların montajı, kameralar ile yönetim merkezinin ağ bağlantısının yapılması,

platforma enerji hattından elektrik enerjisi sağlanması vb. birçok teknik kurulum ve montaj işlemini içermektedir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan birisi platform üzerine yerleştirilecek kameraların yerinin doğru seçilmesi ve bu kameraların görüntü kalitesinin (çözünürlüğünün) yüksek olmasıdır. İyi bir yer seçimi koridora giriş ve çıkış yapan tüm araçları belirlemek açısından oldukça önemlidir. İyi bir kamera sisteminin kullanılması ise koridordan geçen tüm araçların plakalarının kesintisiz olarak tüm hava koşullarında belirlenmesi ve sistemin yüksek performansta çalışması açısından önemli bir katkı sağlayacaktır. Çalışma kapsamında incelenen her bir koridordaki kameralar yol üzerine yerleştirilen platformlara (baş üstüne) monte edilmiştir. Kameralar koridora giriş ve çıkışta araçları önden görebilecek şekilde (ileri bakan kameralar) yerleştirilmiştir. Bu kameralar yüksek çözünürlüğe sahip olması, renkli görüntü alabilmesi özellikleri gece ve gündüz 24 saat kesintisiz video akış yöntemi ile araçları tespit etme özelliğine sahiptir. Çalışma kapsamında incelenen koridorlardaki kameraların sayısı, kesintisiz video akışı ile koridordaki şerit sayısına

bağlı olarak her bir şeritten geçen araçların tamamını saptayabilecek şekilde belirlenmiştir. Bu aşamada en çok karşılaşılan problemlerden birisi yol üzerinde KOHİTS uygulamasının olduğunu sürücülere göstermek amacıyla yol kenarına ve platform üzerine yerleştirilen ikaz ve bilgilendirme levhalarının boyut ve tasarım özelliklerinin farklı olmasıdır. Bu durum ile ilgili farklı şehirlerde farklı boyutlarda ve tasarım özelliklerinde uygulama örnekleriyle sıklıkla karşılaşılabilmektedir. Bir sonraki aşama (ikinci aşama) ise Tablo 2’de verilen koridor uzunluklarının hassas ve doğru şekilde belirlenmesidir (Şekil 11c). Taklar arası mesafenin doğru belirlenmesi hız ihlal ölçümlerinin hatasız yapılması açısından oldukça önemlidir. Bu adımdaki üçüncü ve son aşama ise kameralar vasıtasıyla araç plakalarını okuyan ve ortalama hız ihlali yapan araçları tespit eden bir yazılımın geliştirilmesidir (Şekil 11b). Koridor uzunluğunun hassas ve doğru ölçülmesi kadar önemli bir işlemdir. İyi bir yazılım içerisinde birçok detayı (çalıntı araç, çalıntı plaka, aykırı araç hareketlerinin tespiti vb.) barındırabilmekte ve sadece hız değil birçok konuda bilgi ve veri akışı sağlayabilmektedir.



Şekil 11. KOHİTS kurulum aşamaları.

3.3. Adım 3: Sistemin Çalışmasının ve Performansının Test Edilmesi

Bu tür sistemlerin kurulumu ve yazılımın geliştirilmesinden sonraki adım sistemin performans testlerinin yapılmasıdır (Şekil 12). Bu adım sistemin kullanıma açılmasından önce tüm kontrollerinin yapıldığı son aşamadır. Bu işlemin sistemi tasarlayanlar dışında alanında uzman bağımsız ve tarafsız bir ekip tarafından yapılması ve varsa tespit edilen sorunların giderilmesi gerekmektedir. Bu test işlemi sistemin performansının efektif şekilde değerlendirilmesi ve varsa hataların giderilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu aşamada yapılabilecek hatalar sistemin hatalı olarak çalışmasına sebep olarak kural ihlallerini tespit edememeye ya da sürücülerin hatalı yere ihlal cezası almasına sebep olabilmektedir. Bu adımda yapılması gereken kontrol işlemleri aşağıda verilen şekilde özetlenebilmektedir:

- Yazılıma girilen koridor uzunluklarının doğruluğunun kontrolü,
- Koridor giriş ve çıkışlarındaki kameraların, araç giriş/çıkış zamanlarının hepsini okuyup okumadığının ve doğruluğunun kontrolü,

- Kameralar yardımıyla çalışan otomatik plaka tanıma sisteminin (ANPR) performansının kontrolü,
- Kameraların okuduğu plakaların, koridora giriş ve çıkışa ait zaman bilgilerinin merkeze anlık olarak aktarılıp aktarılmadığının kontrolü (ağ bağlantısı ve hızı),
- Sistemin yerel işlemcisinden ana merkeze iletilen kamera görüntülerinin ve verilerin aktarılmasını sağlayan fiber optik kabloların performansının kontrolü,
- Geliştirilen yazılımın hesapladığı araç hızlarının (km/sa) doğruluğunun kontrolü,
- Geliştirilen yazılımdan istenen ek ölçümlerin (peş peşe giden araç tespiti vb.) doğruluğunun kontrolü (varsa),
- Yazılım tarafından otomatik olarak hazırlanan ceza makbuzu üzerindeki tüm bilgilerin doğruluğunun kontrolü,
- Sistemin hız ihlali tespit ettiği aracın plakasının EGM sistemindeki plakanın bulunduğu araç ile eşleşmesidir (marka, model, renk vb.),
- Sisteme en yakın enerji hattından gelen elektrik enerjisinin sürekliliğinin kontrolü.

Plaka	Ülke	Tarih	İşlem Tarihi	Tür	Plaka Noktası	Polis/Ye...	Karaliste
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 12:33:34	17.07.2017 12:33:40	OKUNDU	ADANA-TOPRAKKALE GİDİŞ	YEREL	NORMAL
<p>Hatalı Plaka :</p> <p>Enlem : 37.053689</p> <p>Boyam : 36.142086</p> <p>Hız : 81</p> <p>Boyut : 405</p> <p>Yön : 1</p> <p>Puan : 92</p>							
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 12:31:40	17.07.2017 12:31:46	OKUNDU	TOPRAKKALE-ADANA GİDİŞ	YEREL	ORTHZ İHLALI
<p>Hatalı Plaka :</p> <p>Enlem : 37.055233</p> <p>Boyam : 36.130584</p> <p>Hız : 120</p> <p>Boyut : 405</p> <p>Yön : 1</p> <p>Puan : 93</p>							
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 12:28:24	17.07.2017 12:28:31	OKUNDU	ADANA-TOPRAKKALE GİDİŞ	YEREL	ORTHZ İHLALI
<p>Hatalı Plaka :</p> <p>Enlem : 37.053689</p> <p>Boyam : 36.142086</p> <p>Hız : 120</p> <p>Boyut : 415</p> <p>Yön : 1</p> <p>Puan : 89</p>							



Şekil 12. Sistemin ve yazılımın performansının uzman bir ekip tarafından sahadaki test edilmesi.

3.4. Adım 4: Sistemin Aktif Hale Getirilmesi

Uzman bir ekip tarafından sistemin çalışmasına yönelik gerekli tüm kontroller yapıldıktan sonra sistem aktif hale getirilir (Şekil 13). Bu tür sistemlerin kurulum ve test süreçleri uzun soluklu işlemler (ihale, kurulum, bürokratik süreç vb.) olduğu için sürücüler sistemin aktif hale

getirildiğini bilmeyerek bu koridorlarda yüksek hızla hareketlerine devam edebilmekte ve hız ihlal cezası ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bu amaçla sistemin işletmeye açılmasından önce özellikle sistemin bulunduğu yerleşim yerlerindeki sürücülerin gerekli duyurular yapılarak önceden bilgilendirilmesi oldukça önemlidir.

Plaka	Ülke	Tarih	İşlem Tarihi	Tür	Plaka Noktası	Polnet/Yerel	Karaliste	Aranma Nedeni	P.Tipi	P.Marka	P.Model	P.Renk	P.Yıl
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 15:14:04	17.07.2017 15:14:12	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU	OTOMOBİL	ABC	XYZ	BEYAZ	2016
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 15:12:18	17.07.2017 15:12:27	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	ORTHİZ İHLAL	HATA OLUŞTU	OTOMOBİL	ABC	XYZ	BEYAZ	2016
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 15:09:36	17.07.2017 15:09:45	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	ORTHİZ İHLAL	HATA OLUŞTU	OTOMOBİL	ABC	XYZ	BEYAZ	2016
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 15:07:38	17.07.2017 15:07:48	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	ORTHİZ İHLAL	HATA OLUŞTU	OTOMOBİL	ABC	XYZ	BEYAZ	2016
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 15:05:56	17.07.2017 15:06:14	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 15:03:36	17.07.2017 15:03:45	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 15:01:03	17.07.2017 15:01:13	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:58:54	17.07.2017 14:59:01	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:57:09	17.07.2017 14:57:18	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:54:36	17.07.2017 14:54:44	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:52:09	17.07.2017 14:52:16	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:49:47	17.07.2017 14:49:55	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:47:36	17.07.2017 14:47:44	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:45:56	17.07.2017 14:46:06	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:42:55	17.07.2017 14:43:03	OKUNDU	ERZİN-TOPRAKKALE GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...
34 XX YYYY	TUR	17.07.2017 14:40:03	17.07.2017 14:40:11	OKUNDU	TOPRAKKALE-ERZİN GİDİŞİ	YEREL	NORMAL	HATA OLUŞTU					Araç bilgi sonu...

Şekil 13. Sistemin aktif hale getirilmesi ve araçların ortalama hız ihlallerinin tespiti.

3.5. Adım 5: Koridor Boyunca Hız İhlali Yapan Araçların Tespiti ve Cezai Yaptırım

Sistemin tüm kurulum ve test işlemlerinin tamamlanarak aktif hale getirilmesinden sonra ölçülen ortalama hız değerinin, koridordaki hız limitinden daha yüksek olması durumunda yazılım otomatik olarak Şekil 14'te verilen örneğe benzer şekilde bir ceza makbuzu düzenlemektedir.

XXX EMNİYET MÜDÜRLÜĞÜ TEDES (TRAFİK KURALI İHLAL TESPİT FORMU)			
ORTALAMA HIZ KURALINI İHLAL EDEN ARAÇ BİLGİLERİ			
Karıyolların Trafik Kanunu	1	2	3
Madde	XX/X-x		Toplam Ceza Tutarı
Ceza Tutarı (TL)	XXX TL		XXX TL
İHLAL TESPİT NOKTASI ZAMAN VE ADRES BİLGİSİ	XX.XX.XXXX 14:28:51	D400 XXX.MT - OSMANİYE-TOPRAKKALE GİDİŞİ	
ÖNCEKİ KONTROL NOKTASI ZAMANI VE ADRES BİLGİSİ	YY.YY.YYYY 14:28:13	D400 XXX.MT - OSMANİYE-TOPRAKKALE GİDİŞİ	
İHLAL TESPİT NUMARASI		BASKI ÖNİZLEME	
İHLAL TARİHİ		XX.XX.XXXX	
İHLAL SAATİ		YYYYYY	
ARACIN ORTALAMA HIZI			
XXX km/s			
ARAC BİLGİLERİ			
PLAKA			
34 XX YYYY			
CİNSİ			
OTOMOBİL			
MARKASI			
XXXX - YYYYYY			
RENGİ			
BEYAZ			
MODELİ			
2016			
İHLAL AÇIKLAMASI			
Ortalama Hız Limiti XXX km/s			
(OTOMOBİL)			
Hız Limiti %XX' dan %YY' a (otuz dahil) kadar aşılmıştır.			
Mesafe XXXX metre			
CEZA MAKBUZLARININ TEBLİĞİNDEN SONRAKİ 15 GÜN İÇİNDE ÖDENMESİ DURUMUNDA %20 İNDİRİM YAPILDIĞINI UNUTMAYINIZ.		DÜZENLEVEN	
		admin	

Şekil 14. Koridor boyunca ortalama hız limitinin ihlal edilmesi durumunda sistemin hazırladığı örnek bir trafik ceza tutanağı.

Sistem tarafından otomatik olarak oluşturulan bu makbuz aşağıda verilen tüm bilgileri içermektedir.

- İhlal tespit noktası zaman ve adres bilgisi,
- İhlalin türü,
- İhlalin tarih ve saati,
- Aracın koridora giriş ve çıkıştaki fotoğrafı,
- Aracın hesaplanan ortalama hızı,
- Araç bilgileri (cinsi, markası, rengi, modeli),
- İhlalin açıklaması (ortalama hız limiti ve limitin ne kadar aşıldığı),
- Toplam ceza tutarı ve ceza formunu düzenleyen operatör bilgisi.

4. Sonuç ve Değerlendirmeler

Yapılan araştırmalardan, sürücülerin yüksek hızlarda hareket etmesine çözüm bulmak ve daha düşük hızlarda gitmelerini sağlamak amacıyla yol kenarlarına yerleştirilen uyarı ve hız limiti levhalarının Türkiye'nin de içerisinde olduğu birçok ülke de efektif bir işleve sahip olmadığı belirlenmiştir. Bu durum sonucunda ise aşırı hızla bağlı olarak çok sayıda trafik kazasının sürekli olarak meydana gelmeye devam ettiği tespit edilmiştir. Son yıllarda teknolojik gelişmeler ile birlikte Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) kapsamında sürücülerin bir koridor boyunca aşırı hızlı (limit üstünde) olarak hareket etmelerini sınırlandırmak amacıyla Koridor Ortalama Hız İhlal Tespit Sistemleri (KOHİTS) geliştirilmiştir. Bu amaçla KOHİTS'ler ülke genelinde aşırı hız problemlerinin olduğu birçok şehirçi ve şehirlerarası yollarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında ise son yıllarda

Türkiye’de gün geçtikçe kullanımı daha da yaygınlaşan bu sistemlerin uygulanacağı koridorun başlangıç ve bitiş noktalarının belirlenmesinden sistemin kurulup aktif hale getirilmesine kadar geçen tüm işlem adımları ve süreçler seçilen örnek bir pilot uygulama (Toprakkale/Osmaniye) üzerinde tüm yönleriyle detaylı olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlardan bu tür sistemlerin kurulumunda ve işletilmesindeki her bir işlem adımının kendi içerisinde dikkatli şekilde değerlendirilerek tamamlamasının gerektiği ve hatalı yapılacak ya da ihmal edilecek herhangi bir işlem adımının sistemin performansını olumsuz şekilde etkileyerek sistemin işletmesinden sorumlu kurum ya da kuruluşlar ile sürücülere ekonomik mağduriyetler yaşatacağı belirlenmiştir. Yine yapılan incelemelerden bu tür sistemlerin kurulumundaki en önemli noktaların kullanılan kameraların çözünürlük kalitesinin yüksek olması, sahadan merkeze veri aktarımını sağlayan ağ alt yapısının hızlı ve kesintisiz olması ve geliştirilen sistem yazılımının kapsamlı analiz imkânına sahip olması olarak tespit edilmiştir. Bu üç önemli husustan birisinde bile aksama olması durumunda tüm sistemin işlevini yitireceği ve bu durumun hem sürücüler hem de işletmeciler açısından kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca çalışma kapsamında yapılan inceleme ve analizlerden, bu sistem için geliştirilen ve kullanılan yazılımın sadece görüntü işleme ile plaka okuma değil, bunun yanı sıra yine görüntü işleme tekniği ile ön koltuktaki sürücü ve yolcu yüz tarama, peş peşe hareket eden araçları tespit etme, koridor boyunca olağan dışı ve sürekli görülen araçları tespit etme vb. birçok durumu belirleyerek emniyet güçlerine güvenlik açısından da katkı sağlayabileceği görülmüştür. Tüm bu hususlar dikkate alındığında sistemin başarılı bir şekilde çalışmasında iyi bir yazılım ve iyi bir teknolojik altyapının olması ve uzman bir ekip tarafından kurulmasının sistemin performansı açısından oldukça önemli olduğu yadsınamaz bir gerçektir.

Teşekkür

Yazarlar çalışmaya olan desteklerinden dolayı Tekbiz Teknoloji Ürünleri ve Elektronik San. Tic. Ltd. Şti’ye teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

AASHTO, 2010. Highway Safety Manual, first ed. Washington, DC. AASHTO, 2011. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, sixth ed. Washington, DC.

Aydın, M.M., 2017. Şehiriçi kavşaklardaki geometrik disiplinsizliğin optimize edilerek irdelenmesi,

Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

- Aydın, M. M., Köfteci, S., Akgöl, K. and Yıldırım, M. S., 2017. Utilization of a new methodology on performance measurements of red light violations detection systems, *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(1), 32–41.
- Bella, F., 2013. Driver perception of roadside configurations on two-lane rural roads: Effects on speed and lateral placement. *Accident Analysis & Prevention*, 50(2013), 251–262.
- Cameron M., Delaney A. and Diamantopoulou, K., 2003. Scientific basis for the strategic directions of the safety camera program in Victoria. Melbourne: Monash University Accident Research Centre Reports, 202, 78.
- Collins, G. and McConnell, D., 2008. Speed harmonisation with average speed enforcement. *Traffic Eng. Control*, 49(1), 6–9.
- De Pauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E. and Wets, G., 2014. Behavioural effects of fixed speed cameras on motorways: overall improved speed compliance or kangaroo jumps?. *Accid. Anal. Prev.*, 73(2014), 132–140.
- Donnell, E.T., Himes, S.C., Mahoney, K.M. and Porter, R.J., 2009. Understanding speed concepts: key definitions and case study examples. *Transport. Res. Rec.*, 2120(2009), 3–11.
- Duran, F. and Teke, M., 2019. Akıllı yol durum sensörü tasarımı, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(1), 396–401.
- Egele, C., 2013. Section Control (Abschnittsgeschwindigkeitskontrolle). *Polizeitechnik im Wandel*, Münster, Germany.
- Emniyet Genel Müdürlüğü 2018., 2018 Yılı Trafik Kaza İstatistikleri, [Erişim Tarihi: 20 Ocak 2019]. <http://www.trafik.gov.tr/sayfalar/istatistikler.aspx>
- Google 2019a., Google Maps. Retrieved from <http://earth.google.com/S> [Access Date: 20 January 2019].
- Google 2019b., Google Maps. Retrieved from <http://maps.google.com/S> [Access Date: 20 January 2019].
- Høye, A., 2015. Safety effects of section control – an empirical Bayes evaluation, *Accid. Anal. Prev.*, 74(2015), 169–178.
- Hu, W. and McCartt, A. T., 2016. Effects of automated speed enforcement in Montgomery County, Maryland, on vehicle speeds, public opinion, and crashes, *Traffic Injury Prevention*, 17(sup1), 53–58.
- Ilgaz, A. and Saltan, M., 2017. Ortalama hız tespit sistemi ve yol güvenliği etkileri üzerine bir literatür taraması, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 457–472.

- Insurance Institute for Highway Safety, 2016. Fatality Facts: Yearly Update, 2014. Arlington, VA, USA.
- ISBAK 2019., Akıllı ulaşım sistemleri elektronik denetleme sistemi. [Erişim Tarihi: 20 Ocak 2019], <http://isbak.istanbul/akilli-ulasim-sistemleri/elektronik-denetleme-sistemi/hiz-koridor-ihlal-tespit-sistemi/>.
- ISSD 2019., Koridor Hızı İhlal Tespit Sistemi, [Erişim Tarihi: 20 Ocak 2019]. <http://www.issd.com.tr/tr/18924/Koridor-Hizi-Ihlal-Tespit-Sistemi>.
- Kapsch, 2010., Section Speed Enforcement: for road safety. [Access Date: 20 January 2019]. https://www.kapsch.net/ktc/downloads/brochures/Kapsch-KTC-DS-Section_Speed_Enforcement-EN-WEB?lang=en-US.
- Kistler 2019., Sensor technology. [Access Date: 20 January 2019]. <https://www.kistler.com/en/applications/sensor-technology/weigh-in-motion/>.
- Lynch, M., 2010. Forward design study: introduction of point to point speed cameras in the act., AECOM Australia, Canberra.
- Lynch, M., White, M. and Napier, R., 2011. Investigation into the use of point-to-point speed cameras: NZ Transport Agency Research Report 465
- Meriç, E. B., 2018. Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) ve kalkınma ajansları, In International Conference on Intelligent Transportation Systems (BANU-ITSC'18), Bandırma, p.21.
- Montella, A., Aria, M., D'Ambrosio, A., Galante, F., Mauriello, F. and Perneti, M., 2010. Perceptual measures to influence operating speeds and reduce crashes at rural intersections: driving simulator experiment, *Transport. Res. Rec.*, 2149(2010), 11–20.
- Montella, A., Imbriani, L.L., Marzano, V. and Mauriello, F., 2015. Effects on speed and safety of point-to-point speed enforcement systems: evaluation on the urban motorway A56, *Tangenziale di Napoli. Accid. Anal. Prev.*, 75 (2015), 164–178.
- Montella, A., Persaud, B., D'Apuzzo, M. and Imbriani, L.L., 2012. Safety evaluation of an automated section speed enforcement system, *Transport. Res. Rec.*, 2281(2012), 16–25.
- Moxa, 2019., Intelligent transportation. [Access Date: 20 January 2019]. <https://www.moxa.com/en/solutions/industry-focus/intelligent-transportation>.
- Ng, C. F. and Small, K. A., 2012. Tradeoffs among free-flow speed, capacity, cost, and environmental footprint in highway design, *Transportation*, 39(6), 1259–1280.
- Persaud, B. and Lyon, C. 2007., Empirical bayes before–after studies: lessons learned from two decades of experience and future directions, *Accid. Anal. Prev.* 39(2007), 546–555.
- Platar 2019., Trafik elektronik denetim sistemi. [Erişim Tarihi: 20 Ocak 2019]. <http://www.platar.com.tr/tedes/>.
- Soole, D.W., Watson, B.C. and Fleiter, J.J., 2012. Point-to-Point Speed Enforcement, *Austrroads Report AP-R415-12*, Sydney.
- Soole, D.W., Watson, B.C. and Fleiter, J.J., 2013. Effects of average speed enforcement on speed compliance and crashes: a review of the literature, *Accid. Anal. Prev.*, 54(2013), 46–56.
- Stefan, C., 2006. Section Control – Automatic Speed Enforcement in the Kaisermühlen Tunnel (Vienna, A22 Motorway). Austrian Road Safety Board (KvF), Vienna.
- Taç, Ş. G., 2018. Karayolu ulaşımında meydana gelen trafik kazalarının önlenmesinde akıllı ulaşım sistemlerinin etkisi, *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1(2), 12-22.
- Tedesbilgi 2019., Hız koridoru. [Erişim Tarihi: 20 Ocak 2019]. <http://www.tedesbilgi.com/cozumlerimiz/hiz-koridoru/>.
- Traffic Data Systems (TDS) 2019., Average speed enforcement, [Access Date: 20 January 2019], <https://www.traffic-data-systems.net/>.
- Ünal, A., Aydın, M.M. ve Saplıoğlu, M., 2018. Türk sürücülerin facebook sosyal paylaşım sitesini trafik bilgilendirme amacıyla kullanımı üzerine bir araştırma, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(2), 354-364.
- Vaitkus, A., Čygas, D., Jasiūnienė, V., Jateikienė, L., Andriejauskas, T., Skrodenis, D. and Ratkevičiūtė, K., 2017. Traffic calming measures: an evaluation of the effect on driving speed, *Promet-Traffic&Transportation*, 29(3), 275-285.
- Vendeka 2019., Akıllı ulaşım sistemleri, [Erişim Tarihi: 20 Ocak 2019], <http://www.vendeka.com.tr/en/oursolutions/42-its-akll-ulam-sist>.
- WHO 2018., Global status report on road safety 2018. [Access Date: 20 January 2019], https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/.
- Zainuddin, N. I., Adnan, M. A. and Md Diah, J., 2013. Optimization of speed hump geometric design: Case study on residential streets in Malaysia. *Journal of Transportation Engineering*, 140(3), 05013002.