



**TÜRKİYE’DE ELEKTRONİK DENETLEME SİSTEMLERİ İLE TESPİT
EDİLEN HIZ AŞIM ORANLARININ İNCELENMESİ**

Seyit Meriç SEZGİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2022

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.

Seyit Meriç SEZGİN

14/02/2022

TÜRKİYE’DE ELEKTRONİK DENETLEME SİSTEMLERİ İLE TESPİT EDİLEN HIZ AŞIM ORANLARININ İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Seyit Meriç SEZGİN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2022

ÖZET

Günümüzde kentsel alanlardaki nüfus artmaktadır. Bu nüfus artışı ile birlikte hareketlilik artmakta ve dinamik bir yaşam biçimi karşımıza çıkmaktadır. Artan bu hareketlilik, trafik sıkışıklığı, gecikme ve beklemeler, trafik kazaları, çevresel kirlilik gibi problemleri beraberinde getirmektedir. Teknolojik gelişmeler hayatın her alanında olduğu gibi ulaşımda da hızlı bir ilerleme içerisinde. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS); yolculuk sürelerinin azaltılması, trafik güvenliğinin artırılması, mevcut yol kapasitelerinin etkin ve verimli kullanılması, enerji verimliliğinin sağlanması ve çevreye verilen zararın azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilen kullanıcı-araç-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi ile izleme, ölçme, analiz ve kontrol mekanizmaları içeren sistemlerdir. Bu çalışmada, akıllı ulaşım sistemlerinin bir alt bileşeni olan ve Türkiye’de 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu’nun Ek 16’ncı maddesi kapsamında kurulan Elektronik Denetleme Sistemleri’nin (EDS) imalat sürecinden son kullanıcı seviyesine kadarki prosedürleri incelenmekte, EDS’lerin hız ihlallerine yönelik etkisi ortaya konulmakta ve İstanbul ili Küçükçekmece ilçesi EDS verileri analiz edilmektedir. Çalışmada sabit veri aktarım noktalarından elde edilen verilerle tespit edilen hız aşım oranlarının araç türlerine göre dağılımı incelenerek, araç kullanım amacına ve haftanın günlerine göre etkisi incelenmiştir.

Bilim Kodu : 91124
Anahtar Kelimeler : Ulaşım, Elektronik denetleme, Akıllı Ulaşım, EDS, AUS
Sayfa Adedi : 131
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

INVESTIGATION OF OVERSPEED RATIOS DETERMINED BY ELECTRONIC
DETECTION SYSTEMS IN TURKEY

(M. Sc. Thesis)

Seyit Meriç SEZGİN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2022

ABSTRACT

In these days, the population is increasing in urban areas. With this population growth, the mobility increases and a dynamic way of life emerges. This mobility causes problems such as traffic congestion, delays, traffic accidents, environmental pollution. Technological developments are making rapid progress in transportation as in all areas of life. Intelligent Transportation Systems (ITS) include monitoring, measuring, analyzing and controlling mechanisms with versatile data exchange between user-vehicle-infrastructure-center. The System has been developed for purposes such as reducing journey times, improving traffic safety, using existing road capacities effectively and efficiently, ensuring energy efficiency and reducing environmental damage. In this study, the procedures of Electronic Detection Systems from manufacturing process to end-user operations are examined. Electronic Detection System is a component of intelligent transportation systems and the system is established in Turkey within the scope of Article 16 of the Highway Traffic Law No. 2918. The data obtained from İstanbul – Küçükçekmece district and the effect of EDS on speed violation have been analyzed. In the study, the distribution of vehicle types with overspeed rates were examined according to vehicle types, vehicle usage purposes and days of the week.

Science Code : 91124

Key Words : Transportation, Electronic detection, Intelligent transportation, EDS, ITS

Page Number : 131

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez aşamaları boyunca çalışmalarımı titizlikle takip eden ve desteklerini asla esirgemeyen tez danışmanım, değerli hocam Sn. Dr. Öğr. Üyesi Ebru ARIKAN ÖZTÜRK'e emekleri için sonsuz teşekkürlerimi arz ederim. Ayrıca tüm hayatım boyunca, benden desteklerini esirgemeyen sevgili aileme en içten şükranlarımı sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ (AUS).....	15
2.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri Nedir.....	15
2.2. Türkiye ve Dünyada AUS Uygulamaları	20
2.2.1. Türkiye’de kullanılan AUS uygulamaları	20
2.2.2. Avrupa ülkelerinde kullanılan AUS uygulamaları.....	24
2.2.3. Japonya AUS uygulamaları.....	28
2.2.4. Güney Kore AUS uygulamaları	30
2.2.5. ABD AUS uygulamaları	32
2.2.6. Singapur AUS uygulamaları	36
2.3. AUS Uygulamalarında Kullanılan Teknolojiler	38
2.3.1. Hücresel haberleşme ağları	38
2.3.2. Yakın alan haberleşmesi (NFC)	38
2.3.3. Küresel konum belirleme sistemi (GNSS).....	39
2.3.4. Radyo frekansıyla tanımlama (RFID)	39
2.3.5. Tahsis Edilmiş Kısa Mesafe Haberleşme (DSRC).....	40

	Sayfa
2.3.6. Kablosuz ağlar.....	40
2.3.7. Plaka tanıma teknolojisi	40
2.3.8. Fiber optik haberleşme sistemleri	40
3. TRAFİK GÜVENLİĞİ	43
3.1. Türkiye’de Trafik Güvenliğini Etkileyen Unsurlar.....	50
3.1.1. İnsan faktörü.....	50
3.1.2. Taşıt faktörü	52
3.1.3. Yol faktörü	53
3.1.4. Çevre	55
3.2. Trafik Güvenliği Hız İlişkisi	55
4. ELEKTRONİK DENETLEME SİSTEMLERİ	61
4.1. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Türkiye’deki Gelişimi.....	61
4.2. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Gelişimi	64
4.3. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Amacı.....	65
4.4. Elektronik Denetleme Sistemlerinin İşleyişi.....	68
4.4.1. Sabit plaka tanıma sistemleri.....	69
4.5. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Çeşitleri.....	95
4.5.1. Kırmızı ışık ihlal tespit sistemi (Red light violation detection)	95
4.5.2. Emniyet şeridi ihlal tespit sistemi	97
4.5.3. Anlık hız ihlal tespit sistemi.....	97
4.5.4. Koridor hız ihlal tespit sistemi	98
4.5.5. Ters yön ihlal tespit sistemi.....	99
4.5.6. Park ihlal tespit sistemi	100
4.5.7. Mobil elektronik denetleme sistemleri	101
4.5.8. Gabari ölçüm elektronik denetleme sistemi	102
4.5.9. Yaya yolu ihlal tespit sistemi	103

	Sayfa
4.5.10. Ofset tarama ihlal tespit sistemi	103
4.5.11. Tramvay yolu ihlal tespit sistemi	104
4.5.12. Dönüş yasağı ihlal tespit sistemi	104
4.5.13. Türkiye’deki EDS durumu	104
4.6. Ceza Oluşturma	106
5. ALAN ÇALIŞMASI.....	109
5.1. Çalışmanın Amacı	109
5.2. Çalışma Kapsamı	109
5.3. Yöntem	110
5.4. Bulgular	110
5.4.1. Araç kullanım sınıfına göre bulgular	110
5.4.2. Hususi araç kasa tipine göre bulgular	115
5.4.3. Ticari araç kasa tipine göre bulgular	116
5.4.4. Hafta içi/sonu verilerine ait bulgular	117
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	119
KAYNAKLAR	123
ÖZGEÇMİŞ	131

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Öncü ülkeler ve Türkiye’deki AUS uygulamalarının karşılaştırılması.....	6
Çizelge 1.2. ETSC üyesi ülkelerde EDS ile yazılan cezalarının 1000 kişilik nüfusa oranı.....	10
Çizelge 2.1. AUS uygulamalarının faydaları.....	19
Çizelge 3.1. AB ülkelerinde trafik kazalarında ölen kişi sayıları	48
Çizelge 3.2. 2009-2020 yılları arası trafik kaza istatistikleri	49
Çizelge 3.3. Ölümlü yaralanmalı trafik kazasına neden olan kusur sayısı (2009-2020).....	51
Çizelge 3.4. 2020 yılı ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarına etken yolcu kusurları ...	52
Çizelge 3.5. Trafiğe kayıtlı araç, kaza, ölü ve yaralı sayısı (2009-2020)	53
Çizelge 3.6. Avrupa ülkeleri ve Türkiye hız limitleri	57
Çizelge 3.7. 2020 yılı trafik kazaları sürücü kusurları.....	59
Çizelge 4.1. 2021 yılında aktif olarak bulunan EDS’lerin illere göre dağılımları.....	105
Çizelge 5.1. Araç sınıfı–hız aşım oranları karşılaştırması	110
Çizelge 5.2. 2020 yılı Türkiye ve İstanbul ili motorlu kara taşıt dağılımları.....	112
Çizelge 5.3. Yıllara göre motorlu kara taşıtları sayısı	114
Çizelge 5.4. Hususi araç kasa tipi–hız aşım oranları karşılaştırması.....	115
Çizelge 5.5. Ticari araç kasa tipi – hız aşım oranları.....	116
Çizelge 5.6. Araç sınıflarına göre hız aşım oranları (hafta sonu)	117
Çizelge 5.7. Araç sınıflarına göre hız aşım oranları (hafta içi).....	117

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. AUS sistem mekanizması	17
Şekil 2.2. AUS uygulamaları	17
Şekil 2.3. Akıllı ulaşım sistemleri tarihçesi	20
Şekil 2.4. Japonya AUS çalışmalarının evreleri	29
Şekil 2.5. Bağlantılı araç haberleşme sistemleri	30
Şekil 2.6. U.S.DOT organizasyon şeması.....	33
Şekil 2.7. AUS faaliyetlerinin tarihsel gelişimi	35
Şekil 3.1. 2020 yılı yol kusurlarına bağlı kaza sayıları.....	54
Şekil 4.1. Toplam denetim sayısı ve toplam ölü sayısı.....	67
Şekil 4.2. Sabit plaka tanıma sistemi	69
Şekil 4.3. Sabit plaka tanıma kamerası	71
Şekil 4.4. Kazı şablonu	72
Şekil 4.5. Tip1 görüntüleme direği	74
Şekil 4.6. Direk üst kesit görünüş	75
Şekil 4.7. Tip2 görüntüleme direği	76
Şekil 4.8. Bıçaklı tel.....	77
Şekil 4.9. N tipi direk montajı.....	77
Şekil 4.10. T tipi direk	78
Şekil 4.11. Saha dolabı.....	79
Şekil 4.12. IP yalıtım standartları	80
Şekil 4.13. CCD sensör.....	84
Şekil 4.14. CMOS sensör.....	85
Şekil 4.15. Unicast gönderim şeması.....	87
Şekil 4.16. Multicast gönderim şeması	88
Şekil 4.17. Plaka tanıma kamerası	88

Şekil	Sayfa
Şekil 4.18. Sunucu ön görünüm.....	91
Şekil 4.19. Sunucu arka görünüm.....	91
Şekil 4.20. İş istasyonu ön görünüm.....	92
Şekil 4.21. Platurk ana gösterge paneli.....	93
Şekil 4.22. Arşiv ekranı	94
Şekil 4.23. Araç alarm ekranı	95
Şekil 4.24. Kırmızı ışık ihlal tespit sistemi kamera görüntüsü	96
Şekil 4.25. Türkiye’de KIİTS kurulu noktalar.....	97
Şekil 4.26. Koridor hız ihlal tespit sistemi.....	98
Şekil 4.27. Ortalama hız koridorlarının bulunduğu noktalar	99
Şekil 4.28. Ters yön ihlal tespit sistemi	100
Şekil 4.29. Park ihlal tespit sistemi.....	101
Şekil 4.30. Mobil elektronik denetleme sistemi.....	102
Şekil 4.31. Gabari ölçüm elektronik denetleme sistemi	103
Şekil 4.32. Araç tipine göre hızlar ekranı	106
Şekil 4.33. İhlal tespit ekranı	107

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Fransa otomatik sabit radar haritası	12

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABS	Anti-lock Braking System
AR-GE	Araştırma ve Geliştirme
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
BM	Birleşmiş Milletler
BMAEK	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
DSRC	Dedicated Short Range Communications
EDS	Elektronik Denetleme Sistemleri
ETSC	European Transport Safety Council
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GSM	Global System for Mobile Communications
HGS	Hızlı Geçiş Sistemi
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KGYS	Kent Güvenlik Yönetim Sistemi
KKBS	Küresel Konum Belirleme Sistemi
NFC	Near Field Communication
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OGS	Otoyol Geçiş Sistemi
PTS	Plaka Tanıma Sistemi
RFID	Radio Frequency Identification
UAB	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle ortalama insan ömrü, gelişmiş ülkelerde 80’li yaşların ortalarına kadar çıkmış, yeni doğumlarla birlikte nüfus hiç olmadığı kadar yüksek bir düzeye ulaşmıştır. 1950’de dünya nüfusunun %30’u kentlerde yaşarken, 2010’da bu oran %50’yi aşmış olup yaklaşık 3,3 milyar insan yaşamını kentlerde sürdürmekteydi. 2030’da nüfusun %60’ının, 2050’de ise %70’inin kentsel alanlarda yaşayacağı tahmin edilmektedir. Yani 2030’da dünyada 5 milyardan fazla kişinin kentlerde yaşaması öngörülmektedir. Kent nüfusunun %18’den %39’a çıkma süreci Çin’de 22 yıl gibi kısa bir sürede yaşanırken, aynı dönem İngiltere’de 120 yıl, ABD’de 80 yıl sürmüştür. Bu derece hızlı bir kentleşme kaçınılmaz olarak altyapı ve kirlilik açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır (Danış, 2020).

Kentlerde yapılaşmayla beraber gerçekleşen hızlı nüfus artışı, kent merkezlerinin geniş alanlara yayılmasını ve ulaşım araçlarını kullanma zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Ancak kentsel yaşamın hızlı gelişimi ile ulaşım sistemlerinin erişilebilirliği doğru orantılı olarak gelişim gösterememiştir. Bu süreç kent sakinleri için artarak devam eden bir trafik sorununu gözler önüne sermektedir (Akbulut, 2016, s. 337).

Kentleşme oranının hızlı yükselişiyle yerleşim yerlerinde ihtiyaç duyulan altyapı çalışmalarının doğru ve planlı bir şekilde uygulanamaması kent içi yol kapasite sorununu ortaya çıkarmıştır. Eskiden kullanıcılarına yeten kent içi yollar, ağır bir trafik yüküyle karşı karşıya kalmış ve bu yoğunluğa bağlı olarak; yol kullanıcılarının seyahat süreleri artmış, daha fazla karbon salınımıyla çevreye verilen zarar, küresel ısınmanın dünyaya daha çok etki etmesine neden olmuştur. Ulaşım insanların en doğal hakkı olmakla birlikte, toplumların zaman içindeki kullanım tercihleri imkanlar dahilinde değişebilmektedir. Kimi zaman çevre ve ülke ekonomisi düşünülerek halkın ulaşımında toplu taşımayı kullanması desteklenirken, salgın hastalıkların dönemsel etkisiyle bireysel araç kullanımına bir anda geçiş yapılabilmektedir. Dönemsel bu değişikliklere ulaşım sistemleri de aynı hızda ayak uydurabilmelidir.

Günümüzde bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimiyle insanların ulaşım tercihleri değişiklik göstermiş ve buna bağlı olarak yeni teknolojilerin ulaşım sektöründe kullanılması ihtiyaç haline gelmiştir. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) insanların ulaşım tercihlerine göre şekil alabilen; trafik güvenliğinin artırılması, seyahat sürelerinin azaltılması, mevcut yol

kapasitelerinin efektif kullanımı, hareketliliğin ve erişilebilirliğin kaliteli bir hale getirilmesi, enerji verimliliğinin sağlanması ve çevreye verilen zararın azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilen kullanıcı-araç-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi ile izleme, ölçme, analiz ve kontrol içeren sistemlerdir (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi 2014-2023 Güncellemesi ve 2020-2023 Eylem Planı Hazırlama Projesi).

Ulaşım, insanlığın tarihçesinde yaşamı etkileyen en önemli konuların başında gelmektedir. AUS farklı disiplinlerle olan ilişkisi ve dünya genelinde sahip olduğu hayati rol ile geçmişte olduğu gibi bugünün ve geleceğin en önemli araştırma alanlarından biridir. Özellikle ulaşımında trafiğe çıkan araç sayısının günden güne artmasıyla trafikteki risklerin, kaza oranlarının, trafik sıkışıklığının, karbon emisyonunun, hava kirliliğinin azaltılması ve güvenliğin, sürdürülebilirlik ve güvenilirliğin, trafik akışının ve yolcu tatmininin artırılması açısından AUS çok hayati bir öneme sahiptir (Qureshi & Abdullah, 2013).

Başlangıçta AUS, karayollarındaki yoğunluğu azaltmak ve güzergahta oluşan kazalardan aynı yolu kullanacak sürücülerin bilgi sahibi olmasını sağlamak gibi işleme yönelik kolaylık ve hizmet sunmak amacıyla kullanılmaktaydı. Zaman içerisinde farklı ulaştırma türlerini içine alan çalışmalarla zengin bir uygulama ortamı elde edilmiştir. Akıllı kavşaklar, trafik ölçüm sistemleri, yaya ve sürücü bilgilendirme sistemleri, metro ve liman bilgilendirme sistemleri, filo yönetim sistemleri, akıllı duraklar gibi zaman içinde farklı alanlarda yeni uygulamalar hayata geçirilmiştir.

Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de çeşitli akıllı ulaşım uygulamalarıyla karayolu trafik güvenliği ve denetimi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda trafik güvenliğine etki eden unsurlar incelenerek kazaları ve ölümleri yüksek oranda etkileyen konulara yoğunlaşmış ve karayolu trafik kazaları kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Türkiye’de 2020 yılında yaşanan trafik kazalarının %88,3’ünün sürücü, %7,0’ının yaya, %1,4’ünün yolcu (toplam insan kusurları %96,7), %2,7’sinin taşıt ve %0,5’inin yol kusuru kaynaklı olduğu görülmektedir (TÜİK, 2021). Bu verilere göre trafik kazalarında taşıt ve özellikle yola ait kusurların çok düşük oranda olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun; kaza tespit tutanağını dolduran sürücü, polis ve jandarma birimlerinde görevli personelin, yol ve taşıta ait kusurları değerlendirebilecek yeterli düzeyde eğitimlerinin olmamasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Mevcut veriler dikkate alındığında, özellikle sürücülere yönelik denetimin yoğunlaştırılması amacıyla, Elektronik Denetleme Sistemleri’nin kullanımının yaygınlaştığı

görülmektedir. Birleşmiş Milletler ve Avrupa Birliği'nin 2000'li yılların başında geleneksel denetim organizasyonları yerine kullanımını tavsiye ettiği EDS ile Bullock, 2009), denetim mekanizması sürekli hale gelebilmekte ve bu durum trafik güvenliğini önemli oranda etkileyen insan faktörü üzerinde ciddi bir kontrol mekanizması oluşturmaktadır.

20. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan ABD, Avrupa ve Japonya kaynaklı çalışma ve atılımlar ileri düzeydeki karayolu ağlarının temelini oluşturmaktadır. Yüksek kalite standartlarında inşa edilen bu yollar zaman içerisinde diğer alandaki gelişmelerin yaşanmasıyla aşırı hız gibi çeşitli olumsuz ve çözülmesi gereken problemlerin ortaya çıkmasına öncü olmuştur. Yolların otomotiv sektörüyle karşılıklı ilişkisi sonucunda artan taşıt trafiği hacmi, seyahat süresi, gecikme, fosil kaynakların tüketimiyle doğan çevre problemleri ve kaza sayısındaki artışlar hızlı bir şekilde hayatımızda yer almaya başlamıştır. Ulaşım hareketinin daha yüksek sayıdaki kitlelere hitap etmesiyle karşımıza çıkan bu problemleri azaltmak, en azından kontrol altına almak adına, sistemin daha güvenli, ekonomik ve verimli şekilde inşası ve işletilmesi için AUS uygulamaları tüm ulaşım türlerinde kullanılmaya başlanmıştır (Yardım&Akyıldız, 2018).

Güçlü teknolojik altyapı desteği sağlanan AUS uygulamalarıyla denetim işlevi de artık elektronik ortamda yapılabilmektedir. Karayolu trafik güvenliğinin sağlanması amacıyla yapılan çalışmalar kapsamında 2009 ve 2020 yılları arasında ölümlü yaralanmalı trafik kazalarına neden olan kusurlar üzerinde yapılan incelemede;

- Taşıt kusurlarının payının %2,67,
- Yol kusurlarının payının %0,5,
- Sürücü kusurlarının payının %88,34,
- Yaya kusurlarının payının %7,04,
- Yolcu kusurunun payının %1,45 olduğu dikkate alındığında,

trafik kazalarının %96,83'ünün insan kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır. Trafik güvenliğinin sağlanmasında temel bir fonksiyon olan “Denetim” faaliyetlerinin uygulama alanlarından birini Elektronik Trafik Denetleme Sistemleri teşkil etmektedir (Yaprak&Akbulut, 2019).

AB, DSÖ ve BM tarafından trafik denetimlerinde kullanılmaları tavsiye edilen (Bullock, 2009) ve 2000’li yılların başından itibaren gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaya başlanan EDS, son yıllarda Türkiye’de de trafik denetimlerinde kullanılmaya başlanılmıştır.

Türkiye’de EGM tarafından Otoyol Elektronik Denetleme Sistemleri ve 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu’nun Ek 16’ncı maddesi kapsamında kurulan EDS’ler ile yedi gün yirmi dört saat esasına uygun olarak denetim faaliyetleri yerine getirilmektedir. Geçmiş yıllarda teknolojik gelişmelerden herhangi bir fayda almadan yapılan trafik yönlendirmeleri ve geleneksel denetimler, toplumda boşluk ve güvensizlik hissi yaratabilmekteydi. Bugünün koşullarında denetim ve yönlendirmelere sağlanan teknolojik imkanlarla karayolu ulaşımında trafik güvenliği sorunlarının ortadan kaldırılması için önemli çalışmalar yapılmaktadır (EGM, 2020).

Bu çalışmada, öncelikle EDS’lerin imalat sürecinden son kullanıcı seviyesine kadar olan prosedürler ile kurulum ve kullanım aşamaları incelenmiş, EDS’lerin hız ihlallerine ve trafik güvenliğine etkisi irdelenmiş ve 1 Şubat 2020 ile 17 Şubat 2020 tarihleri arasındaki İstanbul ili Küçükçekmece ilçesi EDS verileri ile hız aşımı yapan araçların kullanım türü, araç tipi ve gün durumuna göre değişimleri incelenmiştir. EDS’lerden elde edilen veriler büyük hacimli verilerdir. Çalışma kapsamında 6 adet veri sağlayıcısından elde edilen 2.250.000.000 veri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarının, trafik güvenliğinin sağlanması/artırılmasında görev ve sorumluluğu olan karar verici ve uygulayıcılara fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma altı bölümden oluşmakta olup çalışmanın birinci bölümünde AUS tanımlanarak kullanım amaçlarından bahsedilmiş, ikinci bölümde Türkiye ve Dünya’da uygulanan AUS uygulamaları incelenerek AUS uygulamalarında kullanılan teknolojiler açıklanmış, üçüncü bölümde trafik güvenliğini etkileyen faktörler ve hız-trafik güvenliği ilişkisi ortaya konulmuş, dördüncü bölümde EDS’lerin amacı, çeşitleri, çalışma prensibi, kurulum ve kullanım aşamaları açıklanmış, hız ihlallerine ve trafik güvenliğine etkisi irdelenmiş ve Türkiye’de EDS’lerin tarihsel gelişimi aktarılmış, beşinci bölümde 6 adet veri sağlayıcısından elde edilen hız ihlal verileri analiz edilmiş ve 6. son bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler açıklanmıştır.

Literatür araştırması

Teknolojide yaşanan gelişmeler bilgi ve iletişim gereksiniminin etkisi etrafında yoğunlaşmış, toplumun ulaşım anlayışında yeni eğilimlerin ortaya çıkmasına ve beklentilerin oluşmasına neden olmuştur. Ortaya çıkan eğilim ve beklentilerin karşılanmasında AUS'un önemli bir rol oynamasıyla beraber ulaşımın izlenmesi, analizi ve yönetimi için bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Günümüz teknolojisinde yaşanan ilerlemeler doğrudan AUS'u etkilemekte ve yeni AUS uygulamalarının ortaya çıkmasına imkân sağlamaktadır.

AUS ve EDS ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalar şöyle özetlenebilir:

Hasan TUFAN'ın 2014 yılında hazırlamış olduğu Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye İçin Bir Aus Mimarisi Önerisi adlı çalışmada Türkiye'nin 2023 ve 2035 ulaştırma vizyonu kapsamında, ulaştırma, haberleşme altyapı ve hizmetlerinin ticari, ekonomik, sosyal ihtiyaçları karşılayacak şekilde geliştirilmesi ve son kullanıcıya ulaştırılması hedeflenmekte olduğu bildirilmektedir. Uygulamalarla gelişimi destekleyici, teknolojik yeniliklere uygun politikalar oluşturmak ve planlamak amacıyla hizmet kalitesinin artırılıp maliyetlerin azaltılmasına yardımcı olması amacıyla AUS uygulamalarının yaygınlaştırılması gerektiği ortaya konulmuştur. Çalışmada AUS uygulamalarının günlük hayata karışabilmesi için tüm çalışma ve programlara şehir kullanıcılarının kolaylıkla ulaşabildiği gibi kırsal kesimin de bu uygulamalara erişiminin öneminden bahsedilmiştir. Böylece toplumun çok büyük bir kesimine hitap edebilecek bu uygulamaların kabiliyetinden de yararlanılarak kolay ulaşımın hayata geçirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Karayolu trafik güvenliği açısından yapılan incelemelerde ise dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de trafik kazalarının başlıca sebebi olarak insan kaynaklı kazaların en aza indirilebilmesi amacıyla çalışma ve uygulamaların ortaya çıkarılması, yalnızca bu alanda değil diğer AUS uygulamalarında insanı merkeze alan sistemlerin geliştirilmesi de kritik değere sahip bir konu olduğu belirtilmiştir (Tufan, 2014).

Özhan YILMAZ'ın akıllı ulaştırma sistemleri konusunda 2012 yılında hazırlamış olduğu çalışmada AUS uygulamalarında başarılı olan ülkelerin, bu uygulamaları ulusal düzeydeki programlarla yürütmekte olduğunu ve başarılı AUS uygulama örneklerinin, şehiriçi ve şehirler arası yol ayırımına gidilmeden bütünleşik bir şekilde ele alındığı bildirilmektedir.

Yine aynı çalışmada AUS'un ülkemizde yaygın bir şekilde kullanımıyla karayolu ulaşımı kaynaklı yakıt, araç yıpranma, zaman, kaza ve çevre maliyetlerinin yıllık toplamının yaklaşık olarak 33 milyar TL azatmasının mümkün olduğu belirtilmiştir. Küresel AUS pazarının hızla genişleyen bir pazar niteliğinde olmasının yanısıra ülkemizin bu pazar içindeki esas rolünü üretici ve kullanıcı olarak konumlandırabilmesi amacıyla, bu uygulamaların ülkemizde yerli sanayi ve teknoloji ile üretilmesini sağlayacak teşvik mekanizmaları ile nitelikli insan kaynağına ihtiyaç duyulacağı ortaya konmuştur (Yılmaz, 2012).

Katanalp vd. Akıllı Ulaşım Sistemleri Üzerine Bir Değerlendirme isimli çalışmasında Türkiye'deki AUS uygulamalarının ilkinin trafik yönetim sistemleri başlığı altında 1984 yılında yapıldığını ve İstanbul ilinde günün belirli saatlerinde ana arterler üzerindeki sinyalize kavşakların sinyal sürelerinin düzenlenmesi amacıyla ortaya çıktığı belirtilmiştir. Sonrasındaki AUS çalışmalarının 1990'lı yılların başında elektronik ücret toplama sistemi uygulamalarıyla devam ettiği bildirilmiştir. Japonya, Birleşik Krallık ve ABD gibi AUS'a öncülük eden ülkelerin ve Türkiye'nin AUS konusundaki tarihsel gelişim sürecinin değerlendirilmesinde, ülkemizde bu alanda kullanıcı hizmetine sunulan uygulamaların sınırlı sayıda olduğu sonucuna varılmıştır. Bazı AUS uygulamalarının Türkiye'de kullanımının Dünya öncü ülkelere göre (Japonya, İngiltere, ABD) yıllar sonra kullanılmaya başlandığı ortaya konulmuştur (Katanalp vd., 2018). Karşılaştırma ise Çizelge 1.1'de görülmektedir.

Çizelge 1.1. Öncü ülkeler ve Türkiye'deki AUS uygulamalarının karşılaştırılması

AUS UYGULAMASI	KULLANIMA BAŞLAMA TARİHİ	
	Öncü Ülkeler	Türkiye
Değişken Mesaj	1960-1970	1999
Trafik Yönetimi	1980-1990	1995
Elektronik Denetleme	1980-1985	2005
Yolcu Bilgilendirme	1980-1985	2000-2005
Acil Durum Yönetimi	2000-2010	2013-2014
Otomatik Araç Sayımı	1970-1980	2005-2010

Kaynak: (Katanalp, Yıldırım, Eren ve Uz, 2018)

AUS hakkında genel bilgilerden bahseden Yardım & Akyıldız (2004), konunun Türkiye açısından önemini belirtmiş ve oluşturulabilecek yeni çalışma alanlarına dikkat çekmiştir. Bu çalışmada AUS tarihi gelişim sürecine kısaca değinildikten sonra konunun teknik

altyapısı, Dünya’da ve Türkiye’de kullanılan çeşitli uygulamalar örneklendirilmiştir. Sonuç bölümünde Türkiye’deki AUS’un gelişimi için bazı önerilerde bulunulmuştur (Yardım&Yıldız, 2004).

Qureshi & Abdullah’ın 2013 yılında hazırladığı çalışmada AUS konu başlığı altında yer alan uygulama ve kullanılan teknolojilerden bahsedilmiştir. Farklı kaynaklar üzerinden elde edilen veriler ortaya konmuş AUS sistemlerinin geleneksel yöntemlere göre daha güvenilir ve verimli oldukları belirtilmiştir. Ek olarak AUS sistemlerinin kollektif sistemler olduğu ortaya konarak farklı haberleşme yöntemleriyle birbirleri arasında iletişim kurabildikleri ortaya konulmuştur (Qureshi & Abdullah, 2013).

Ilıcalı vd. (2013), çalışmalarında Dünya’dan ve Türkiye’den örneklerle çeşitli AUS uygulamaları incelenmiş ve aynı ülkelerdeki kaza istatistikleri irdelenmiştir. Türkiye’nin AB ülkeleri arasında en yüksek kaza sayısına ve en az yıllık kaza düşüş oranına sahip ülkelerden biri olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, ancak AUS kurulumlarıyla ulaşımın etkili ve sürdürülebilir olmasının sağlanabileceği aktarılmıştır. Planlı ve ülkenin tamamına yayılmış AUS ağıyla trafik güvenliğinin sağlanacağı şeklinde bir değerlendirme yapılmış ve çeşitli önerilerde bulunulmuştur (Ilıcalı vd., 2013).

Çapalı’nın 2009 yılında Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Türkiye’deki Uygulamaları adıyla ortaya koyduğu çalışmada; AUS başlığı altında bilgi ve iletişim teknolojisine dayalı sistemlerin ortaya çıktığı ifade edilmektedir. AUS’un hedeflerinden bahseden bu çalışma, karayolu kapasitesini artırırken, trafik güvenliğinin sağlanma amacını en üst düzeyde tutarak çevreye verilen zararı ve yolda geçen süreyi azaltmanın öneminden bahsetmektedir. Çalışmada AUS hakkında bilgi ve gelişimine yönelik Türkiye’de yapılması gereken çalışmalar ifade edilmiştir (Çapalı, 2009).

Bodur, (2013) tarafından yapılan Akıllı Ulaşım Sistemleri adlı çalışmada ABD ve Japonya gibi ülkelerin AUS mimarilerinden bahsedilmiş ve Türkiye’de kullanılan AUS uygulamaları detaylarıyla yer almıştır. Çalışmanın sonunda Bodur, çeşitli ülke mimarilerinden yapmış olduğu derleme sonucunda Türkiye’de oluşturulması gereken AUS mimarisine dair önerilerini ortaya koymuştur (Bodur, 2013).

İlcalı vd. 2016 yılında hazırlamış oldukları Akıcı-Güvenli Trafik İçin Akıllı Ulaşım Sistemleri adlı çalışmada trafik sorunlarının ek şeritler ve katlı kavşak inşa etmek gibi geleneksel çözümlerle ortadan kaldırmanın mümkün olmayacağı belirtilmiştir. Trafik sistemlerine ek kapasite sağlamak için ancak bilgi ve iletişim sistemlerinin senteziyle ortaya çıkan AUS uygulamalarının daha çok kullanımıyla mümkün olabileceği ortaya konmaktadır. Aynı çalışmada; ülkelerin ekonomik büyümeleriyle ulaştırma sistemlerinin doğru orantılı olduğu belirtilmektedir. Türkiye'deki trafik güvenliği ve ulaşımın problemlerin AUS gibi sürdürülebilir ve çevreci teknolojik uygulamalardan faydalanılarak çözümlenebileceği ortaya konmuştur (İlcalı vd., 2016).

Güngör (2017) ise akıllı kart alanındaki teknoloji ve gelişmelere dikkat çekmiştir. Yakın alan haberleşme teknolojilerinden bahsedilen çalışmada gelişmiş ülkelerin farklı ulaşım sistemlerinde ortak ulaşım altyapısı ve ödeme yöntemlerini kullanmasının teşvik konusunda katkı sağladığı belirtilmiştir. Akıllı kart sistemlerinin ulaşım sektöründe kullanımının yaygınlaştırılması gerektiğini ifade etmiştir (Güngör, 2017).

Necla TEKTAŞ ve Mehmet TEKTAŞ'ın Dünyada Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Gelecek Hedefleri Japonya Örneğinin İncelenmesi isimli çalışmasında AUS uygulamalarının aşağıdaki başlıklar çerçevesinde gelişeceği belirtilmiştir.

1. Akıllı Araçlar
2. Akıllı Yollar
3. Akıllı Şehirler
4. Ekonomi ve Çevre
5. Entegrasyon Sistemleri
6. Bilişim ve Güvenlik

Bu başlıklar altında gelişme göstereceği belirtilen AUS uygulamalarının inşaat, bilişim, haberleşme, otomotiv, ulaştırma, enerji, sanayi, sağlık ve eğitim sektörlerini etkileyeceği ortaya konmuş bu sektörlerle etkisi ve faydaların bazıları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır. (Tektaş&Tektaş, 2019).

1. AUS uygulamalarıyla mobilite arttırılmakta ve toplum psikolojisine olumlu yönde sağladığı kaykıyla hem ulaştırma hem de sağlık sektörüne fayda sağlamaktadır.

2. Trafik kazalarını azaltan ve buna bağlı ölüm ve yaralanmaları azaltması literatürde belirtilen pek çok çalışmada ortaya konulmuştur. Bu nedenle, toplumsal değerlere ve sağlık sektörüne fayda sağlamaktadır.
3. Trafikte geçen zamanının azalmasıyla yakıt tasarrufu sağlanacak ve bunun sonucu olarak karbon salınımı azalacak, daha az trafikte kullanılan aracın yıpranma süresinin kısılacak olması literatürde belirtilen pek çok çalışmada ortaya konulmuştur. Yaşanan bu gelişmelerle ulaştırma, enerji ve otomotiv sektörüne fayda sağlanmasıyla birlikte çevreye verilen karbon azalarak çevre ve sağlık sektörüne olumlu şekilde yansımaları olacaktır.
4. Acil yönetim sistemleri ile sağlık sektörüne fayda sağlamaktadır.
5. Trafik güvenliğine ve toplu ulaşımında kullanılan Web-mobil tabanlı yazılımlar ile bilişim ve yazılım sektörlerine fayda sağlar.
6. Görüntüleme noktalarında bulunan kameralara ve plaka tanıma sistemleri gibi uygulamalardan elde edilen verilerle suçluların ve suçun tespiti yapılarak toplumun huzuru ve güvenliğine fayda sağlamaktadır.

AUS ve bileşenlerinden biri olan EDS ile ilgili güncel ulusal çalışmalardan biri olan Zeki BAL'ın Avrupa Birliği Ulaşım Konseyi (European Transport Safety Council) tarafından yayınlanan rapora göre hazırlamış olduğu Avrupa ülkeleri arasında EDS ile kesilen hız cezalarının 1000 kişilik nüfusa oranları Çizelge 1.2'de görülmektedir.

Çizelge 1.2'den anlaşılabacağı üzere Hollanda'da her 1000 kişi başına düşen hız ceza sayısı 393'tür. EDS ile yazılan hız cezalarının toplam hız cezalarına oranıysa %99,6 gibi yüksek bir düzeyde olup neredeyse tüm hız ihlalleri EDS üzerinden tespit edilip cezaya dönüştürülmüştür. En yüksek ikinci oransa 98'lik oranla Litvanya'dadır. Fransa'da %94, Fransayı takip eden İspanya ve Danimarka'da %91, Birleşik Krallık'ta ise %90 gibi yüksek oranlarda EDS üzerinden ceza kesim işlemi yapılmaktadır. Buna karşılık olarak Romanya gibi bir başka Avrupa ülkesinde tüm hız cezalarının ancak %1'i EDS üzerinden cezaya dönüştürülmüştür. Avrupa kıtasının gelişmekte olan ülkelerinden Polonya'daki oransa %17 gibi düşük seyretmektedir. Yine aynı çalışmada belirtilen ve ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından yayınlanan 2008 tarihli "Hız Denetimi Kamera Sistemleri Operasyonel Kılavuz ilkeleri" başlıklı çalışmaya göre; EDS'nin hız ihlallerini yüksek oranda tespit etmesi, EDS'yi idare eden personelin ve sürücülerin denetimden kaynaklanan can güvenliği sorununu

ortadan kaldırdığını, EDS'lerin görsel bir kanıt ortaya koyduğunu ve EDS ile kaynakların verimli kullanılması gibi faydalar sağlandığı belirtilmiştir (Bal, 2020).

Çizelge 1.2. ETSC üyesi ülkelerde EDS ile yazılan cezalarının 1000 kişilik nüfusa oranı

Yıllar / Ülke	2015		2014		2013		2012		2011		2010	
	1000 kişide	EDS (%)	1000 kişide	EDS (%)	1000 kişide	EDS (%)	1000 kişide	EDS (%)	1000 kişide	EDS (%)	1000 kişide	EDS (%)
Hollanda	393	99.6	400	99.1	503	99.2	454	99.2	445	98.8	501	98.5
Belçika			300	-	285	-	271	-	296	-	259	-
Fransa	205	93.5	195	93.0	176	91.9	193	91.8	165	89.8	156	89.7
Gkry	108	29.2	89	13.9	84	-	133	-	112	-	103	-
Estonya	102	65.7	95	65.1	76	57.5	71	46.7	81	54.3	58	39.8
Finlandiya	93	80.4	76	81.4	83	72.9	80	79.2	98	77.3	100	74.8
Danimarka	73	90.9	47	80.3	59	87.2	47	83.8	51	84.8	50	85.4
Macaristan	66	-	62	-	51	-	51	-	52	-	48	-
Polonya	50	17.1	55	20.3	46	15.0	43	7.7	41	2.3	35	-
Letonya	50	98.2	51	98.3	40	98.1	30	97.7	29	98.1	38	98.9
Romanya	38	-	39	0.6	43	2.4	38	2.5	53	3.0	46	2.7
Rusya	37	-	25	-	19	-	16	-	15	-	20	-
İsveç	17	48.1	19	35.9	21	30.5	22	33.7	22	24.1	24	24.0
İtalya	-	13	85.2	12	81.9	12	82.0	14	82.1	17	84.2	16
Birleşik Kr.	-	94.9	-	89.9	-	86.0	-	83.5	-	81.2	-	79.4
Yunanistan	-	-	14	-	16	-	17	-	21	-	24	-

Kaynak: (Bal, 2020)

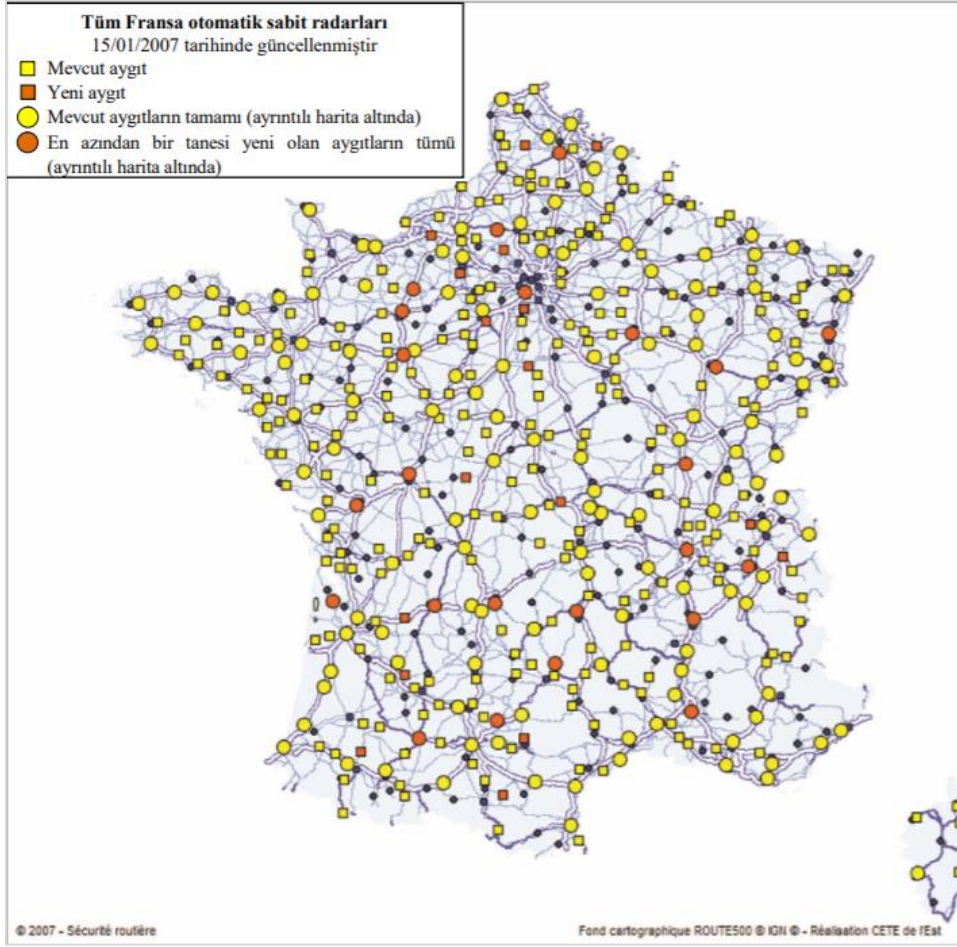
Durmuş İNCESU'ya ait Kameralı Kırmızı Işık Denetleme Sistemlerinin Trafik İhlalleri ve Çarpışmaları Üzerindeki Etkisi: Ankara İli Örneği isimli tezde; trafik denetimlerinde amacın sürücülerin davranışlarını etkilemek ve algılanan yakalanma riskini en üst düzeyde tutmak adına sürücülerin her zaman ve her yerde denetlendiklerinin izleniminin yaratılması gerektiği ve bu sebeple mobil EDS'nin geliştirildiği belirtilmiştir. Trafik denetimlerinde KGYS projesi kapsamında kullanılan teknolojik cihazlarla birlikte trafik polisinin ulaşamadığı noktaların da kontrol altına alınmasının sağlandığı böylelikle denetim etkinliğinin sağlanmış olduğu belirtilmiştir (İncesu, 2014).

Dünya Sağlık Örgütü'nün Strengthening Road Safety raporunda belirtildiği üzere İngiltere'de sürücülerin hız yaptığı lokasyonlar belirlenerek 4100 adet hız ölçüm kamerası bu noktalara sabitlenmiştir. 2001 yılında başlanan ve 2004 yılına kadar süren kurulum çalışmalarıyla bu sistemlerin trafik güvenliğine yaptığı etkiyi tespit etmek için yapılan değerlendirme sonucunda elektronik denetleme sistemlerinin hız aşımalarını ve ölümcül

kazaları önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada sistemlerin kurulu olduğu yollarda hız aşımı yapan araç sayısında %70’lik düşüş tespit edilmiş yol üzerinde gerçekleşen ortalama hızlarsa %6 düşmüştür (DSÖ, 2008).

ETSC’nin yayınlamış olduğu “Hız Gerçekleri” raporunda İngiltere’nin Nottinghamshire kentinde 2000 yılı itibariyle kullanılmaya başlanan ortalama hız tespit sistemleriyle ölümlü ve ağır yaralanmalı kazalar %65 oranında düştüğü belirtilmiştir. 2001 yılında kullanıma geçen Northamptonshire’deki A43 Lumbertubs yolu üzerindeki ortalama hız koridoruyla kazalarda %60 düşüş yaşanmış yine aynı kentte bulunan A428 otoyolunda kullanılan ortalama hız tespit sistemiyle kaza oranı %85 düşüş göstermiştir (ETSC, 2004).

Resim 1.1’de görüldüğü üzere Fransa’da yapılan ve ülke genelini kapsayan çoğu kara nokta olmak üzere 1000 adet sabit 500 adet mobil denetim sistemi kurulumu yapılmıştır. Sonuç olarak hız aşımalarında ve buna bağlı kaza sayılarında etkili şekilde düşüş yaşanmıştır. Kameraların nereye yerleştirileceğine kazaların en fazla meydana geldiği yerler göz önünde bulundurularak karar verilmiştir. Uygulamanın koordinasyonu amacıyla bakanlıklar arasında bir gözetim merkezi olarak Ulusal Bakanlıklar Arası Yol Güvenliği Gözetim Merkezi oluşturulmuştur (OECD, 2006).



Resim 1.1. Fransa otomatik sabit radar haritası

DSÖ'nün Strengthening Road Safety raporuna göre İspanya Bilbao çevresinde bulunan 500 km uzunluğundaki yola 143 adet sabit denetim sistemi kurulumu yapılmıştır. Bu sistemin sürücüler ve trafik güvenliğine etkisi incelendiğinde araçların hızlarında oldukça önemli miktarda düşüş yaşanmış olup yaralanmalı kaza sayılarında önemli bir azalma gözlemlenmiştir. (DSÖ, 2008)

Finlandiya'da şehirlerarası yollar üzerine kurulan 154 hız kamerasıyla yol üzerinde hız ve kaza miktarlarında önemli düşüş yapıldığı bildirilmiştir. Norveçteyse elektronik denetleme sistemlerinin kullanımı 1988 yılı itibarıyla başlamıştır. Bin kilometrelik yol üzerinde 300 civarı sabit hız ölçüm kamerasıyla başlanan çalışmalar zamanla alınan faydanın görülmesiyle artırılmıştır. Sadece cezalardan alınan parayla bile yeni sistemler kurulabilirken kazaların önlenmesiyle de ekonomik olarak boşa giden paralarla da bu sistemi geliştirme çalışmalarına devam edilmiştir. Ayrıca şu an Türkiye'de de kullanılan ve görsel olarak sürücülerin yavaşlamasını sağlayan kartonlar Norveç yolları üzerinde de 2000'lerin

başından itibaren kullanılmaktaydı. Kamera dış kutuları sayesinde içinde kameranın varlığı anlaşılmamakta ve sürücüler ister istemez yavaşlamak durumunda kalmaktaydılar. Norveç bu oranı 1/5 şeklinde kullanarak 5 adet kamera kutusunun montajını yollara yapmış yalnızca bunlardan 1 tanesinde hız ölçüm kamerası olacak şekilde bölgelere dağıtımını yapmıştır. Avusturya’da ise inşaat alanlarında, otoyollarda, tünellerde ve yüksek riskli yol kesimlerinde yol kesimi hız kontrolü yapılmasıyla tünellerde yapılan hızın eskiye göre yaklaşık 10 km/s’den fazla azalma gözlemlenmiş yaralanmalı kaza sayısında %33 azalma, ölümlü ve ciddi yaralanmalı trafik kazalarında %49’luk azalma yaşandığı raporlanmıştır. Malta örneğinde 5 kilometrelik uzunluktaki 6 farklı yolda yapılan toplamda 215 sabit hız ölçüm istasyonunun kurulmasıyla denetim yapılan yollarda kaza sayılarının düştüğü belirtilse de bu sistemler kısıtlı bir alanda kurulu olduğu için bölgeden çıkan araçların hız artış ve kaza oranlarıyla ilgili sağlıklı veri elde edilememektedir (OECD, 2006).

Tüm bu çalışmalara ek olarak trafikte sıfır can kaybı (vizyon sıfır) yaklaşımıyla hazırlanan 2021-2030 Karayolu Trafik Güvenliği Strateji Belgesi ve 2021-2023 Karayolu Trafik Güvenliği Eylem Planı’yla Dünya’daki trafik güvenliğine yönelik eğitim ve denetim faaliyetleri incelenmiş Türkiye için alınan ve alınması gereken önlemler ortaya konmuştur. Trafik güvenliğinde öncelikli alanların belirlenmesi, trafik güvenliği yönetimi başta olmak üzere, karayolu altyapısı ve yol çevresi, eğitim, araçlar, denetim ve kaza sonrası alınacak aksiyonların bulunduğu konu başlıklarında yapılan araştırmalarla Türkiye’deki trafik güvenliğinin sağlanması için alınması gereken önlemler ortaya konulmuştur.

2. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ (AUS)

2.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri Nedir

Teknolojinin ilerlemesiyle sağlık imkânları iyileşmiş, yaşam kalitesi artmış ve buna bağlı olarak ölümlerin azalmasıyla dünya nüfusu gün geçtikçe artmıştır. Artan nüfus özellikle kentsel allanlarda hareketliliğin artmasına yol açmıştır. Nüfus artışıyla beraber ulaşım ihtiyacının bir sonucu olarak trafikteki taşıt sayısı da her geçen gün artmaktadır. Taşıt kullanımının artmasıyla birlikte, özellikle büyükşehirlerde yoğun trafiğin ortaya çıkardığı birçok sorun acilen önlem alınmasını gerektirmektedir. İnsanların en doğal hakkı olan güvenli, ekonomik, hızlı ve konforlu ulaşılabilirlik, artık sadece metropoller için değil daha küçük yerleşim birimleri için bile sorun haline gelmiştir.

Ulaşımı daha güvenli ve sürdürülebilir kılmak amacıyla sürücü, yolcu ve yayaların trafik yönetim sistemlerinden etkin bir şekilde faydalanabileceği, yol durumunu ve trafik akışıyla ilgili güncel veriyi ihtiyaç duyduğu zaman ulaşabilecekleri trafik denetim mekanizmalarının daha etkin şekilde kullanılabilirdiği teknolojik altyapının geliştirilmesi/iyileştirilmesi gereklidir. Günümüzde hızla gelişen bilişim teknolojileri, böyle bir teknolojik altyapının oluşturulması için önemli fırsatlar sunmaktadır. (Keser Berber, 2017).

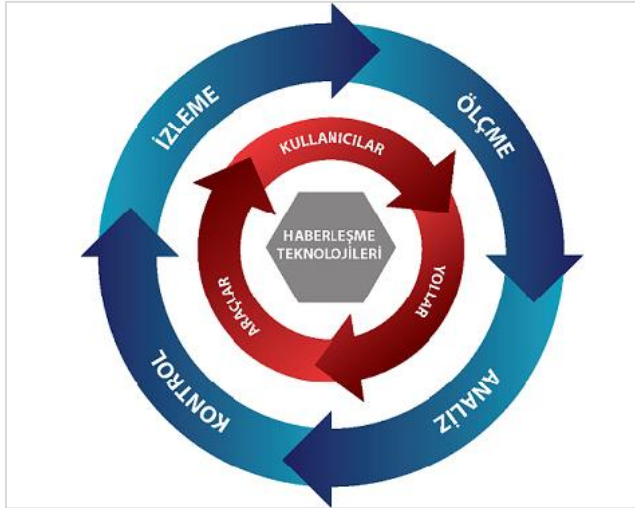
Ulaşım sistemlerinin çevreye ve insan hayatına verdiği olumsuz sonuçları azaltmak ya da kontrol altına alabilmek adına ulaşım başlığı altında yer alan tüm sistemlerin daha etkin, güvenli ve ekonomik bir şekilde üretimi ve işletilmesi amacıyla akıllı ulaşım sistemleri kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram günümüzde haberleşme, bilgisayar ve elektronik gibi çeşitli alanlardan destek alarak, gerçek zamanlı ve güncel veri tabanlarını kullanan, etkinliği, güvenliği ve hizmet kalitesini geliştirmek amacıyla daha çok işletme, kontrol ve yönetim problemlerinin çözümüne yönelik hizmet veren sistemlerin ortak adıdır. Ulaşım sistemlerinin etkin olarak çalışmasıyla birlikte nesneler arası iletişimle elde edilen verilerin tutulması ve bu verilerin kontrol ve analizinin sağlanması kavram içinde yer alan akıllı ibaresinin bir çıktısı olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra bir yerden başka bir yere hareket eden nesnelerin teknolojik ve kurumsal tüm ulaştırma sistemlerinin entegrasyonu da akıllı ulaştırma sistemi kavramının içinde değerlendirilmektedir (Ünal, 1999).

Literatürde AUS kavramına dair birçok tanım bulunmaktadır. Eicher'e göre AUS, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla trafik verilerini toplama, işleme, aktarma ve değiş tokuşunu gerçekleştiren uygulamalardır (Eicher, 2015). Shaheen ve Finson'a göre ise AUS; güvenliği, verimliliği ve tüm ulaşım ağını rahatlatmayı amaçlayan elektronik, bilgi işlem, kablosuz ağlar gibi geniş çaplı teknolojilerden meydana gelen sistemin bütünü şeklinde tanımlamıştır (Shaheen ve Finson, 2013). Ramos vd. göre ise AUS, güvenliği ve hareketliliği arttıran, trafik yoğunluğu ve trafiğin ortaya çıkardığı negatif çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayan sistemlerden oluşmaktadır (Ramos vd., 2012).

Şehir içi ulaşımında, trafik akımının yönetimi, güzergâh durumunun sürücü ve yolculara anlık olarak aktarılması, yol ve trafik güvenliğinin sağlanması konusunda çalışılmaktadır. Ayrıca seyahat etmek isteyen sürücü ve yolcuların yeni nesil teknolojileri kullanarak yönlendirilmelerinin sağlanması ve bu konuda alanında yapılan çalışmalar bütünü Akıllı Ulaşım Sistemleri'ni meydana getirmektedir (Yardım ve Erel, 2003).

AUS, trafiğin yönetimi ve denetimi için stratejik bir altyapı oluşturmaktadır. AUS uygulamalarıyla, mevcut yol kapasitesinin artırılması, ulaşım altyapısının en etkin şekilde kullanılması, trafik kazalarının azaltılması, trafikte harcanan zamandan tasarruf edilmesi (yolculuk süresinin azaltılması), yakıt tüketiminin azaltılması, hava kirliliğinin ve gürültünün azaltılması ve maddi kayıpların önüne geçilerek milli ekonomiye katkıda bulunulması hedeflenmektedir (Yılmaz, 2012).

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi, haberleşme teknolojileri kullanılarak araç, yol ve kullanıcılardan alınan anlık verilerle gerçekleştirilen kontrol, izleme, ölçme ve analiz çalışmaları AUS sisteminin temel mekanizmasını oluşturmaktadır.



Şekil 2.1. AUS sistem mekanizması (<https://hgm.uab.gov.tr/>)

Teknolojik altyapıdan aldığı güçle geçmişten günümüze hayata geçirilen AUS uygulamaları 6 ana başlık altında incelenebilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. AUS uygulamaları (<https://hgm.uab.gov.tr/>)

Artan hareketliliğin olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak, en azından azaltacak ve aynı zamanda gelişmeye destek verecek “sürdürülebilir ulaşım” bütün toplumların ortak hedefi durumundadır. Ulaştırma sistemlerinin ölçek ve karmaşıklığı dikkate alındığında bu hedefin teknoloji destekli ciddi bir planlama ve yönetim yapısı olmaksızın sağlanabilmesi güçtür. Çözüm olarak, başta bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler olmak üzere, ekonomi, çevre, sağlık gibi çeşitli sektörler göz önüne alınarak Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) geliştirilmesi yoluna gidilmiştir (Yanar, 2021).

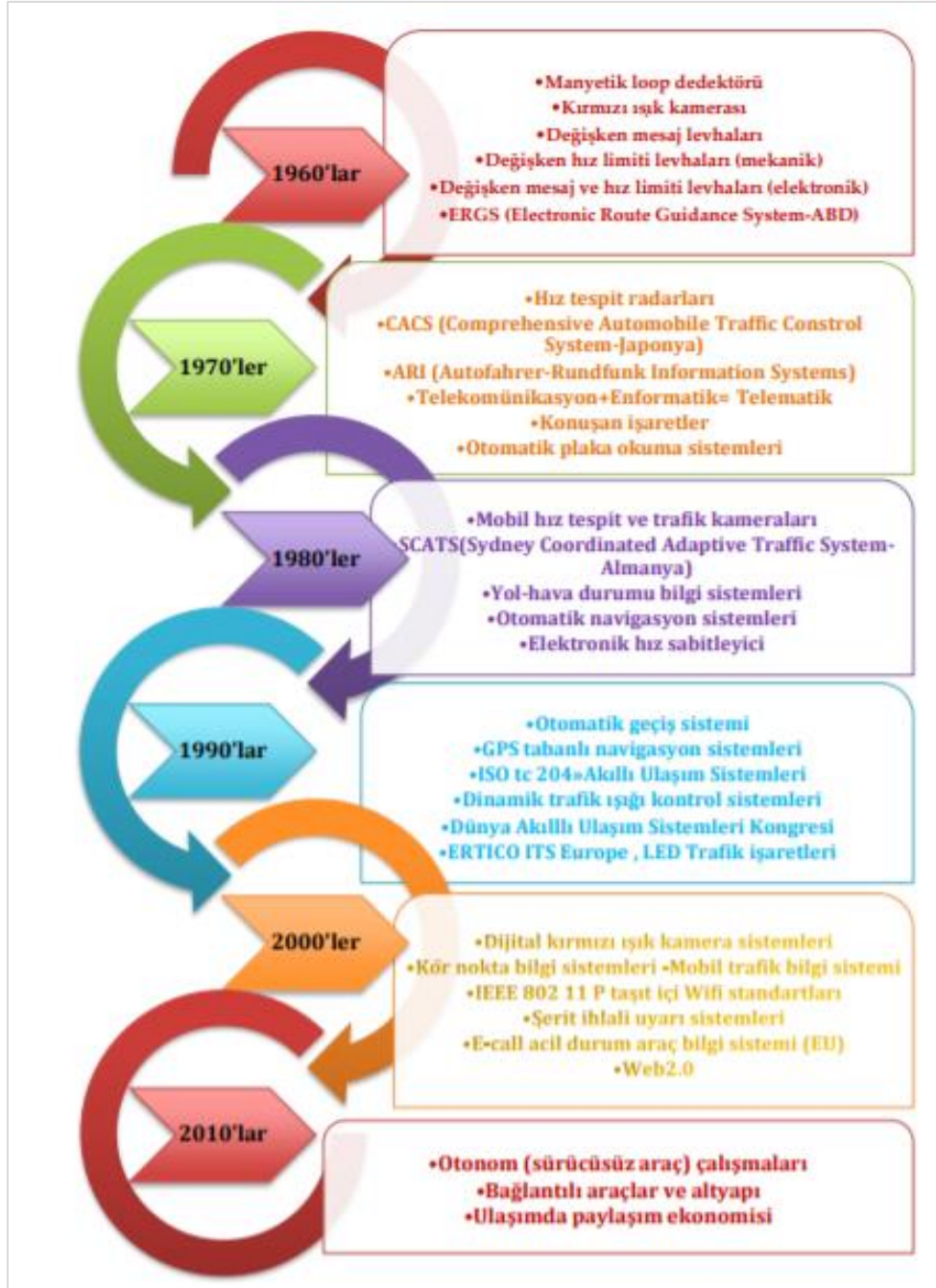
AUS, birçok farklı sektöre doğrudan veya dolaylı olarak fayda sağlamaktadır. Belirli bir algoritma veya yapay zekaya dayalı çalışan sistemler aracılığıyla kaza riski olan yerlerde yüksek hız sebebiyle meydana gelen kazaların önüne geçerek trafik kazalarının ve buna bağlı ölüm ve yaralanmaların azalmasını sağlamaktadır. Araçlarda bulunan sürücü destek sistemleriyle kaza öncesinde otomatik frenleme ve limitör gibi teknolojilerin yanı sıra kaza sonrası kaza yerinin koordinatlarını sağlık ve emniyet birimleriyle paylaşarak kazazedelere erken müdahale edilebilmesini sağlamaktadır. Ek olarak yol üstü ve mobil uygulamalarla da acil yönetim sistemlerini sürücülerle buluşturarak sağlık sektörüne doğrudan etkisi söz konusudur. Akıllı ulaşım sistemlerinin yapay zekâ kullanılarak yoğunluk durumuna göre trafiği yönlendirmesi, yakıt tüketiminde ağırlıklı fosil yakıt kullanan araçların, doğaya salınan karbon salınımını minimize ederek çevrenin daha az zarar görmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda bu sistemlerle ticari araçların yolculuk süresi kısaltmakta ve doğrudan araçların işletme maliyetleri düşmektedir. Düşen ulaşım maliyetleriyle yerel ürünlerin dünya pazarında rekabet edebilmesi sağlanabilmektedir. Özetlemek gerekirse sektörel bazda sağlanan bazı faydalar çizelge 2.1’de belirtilmektedir.

Çizelge 2.1. AUS uygulamalarının faydaları

SEKTÖR	AUS UYGULAMALARININ FAYDALARI
Sağlık	Trafik kazalarının ve buna bağlı ölüm ve yaralanmaların azaltılması
Güvenlik	7/24 esasına göre çalışan görüntüleme kameralarından elde edilen verilerle adli vakaların tespiti yapılması
Yazılım	Çeşitli sensör ve kameralar aracılığıyla araç, çevre ve altyapıdan elde edilen big datanın güvenliği
Enerji	Elektrikli ve hybrid araçların artışı ile akıllı enerji sistemlerine geçiş
Yazılım	Trafik güvenliğine ve toplu ulaşım katkı sağlayan yazılımlar
Ulaştırma	Haberleşme sistemleri ile seyahat süresini azaltıp ulaşım kolaylığı sunması
Yazılım	
Sağlık	Acil yönetim sistemleri
Ulaştırma	
Enerji	Akıllı yollar, kavşaklar ve en sonunda akıllı kentler ile inşaat sektörünü canlandırıp istihdamı artırması
Haberleşme	
Enerji	Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ile elektrikli araçların sayısı artacak ve petrol tüketimi buna bağlı olarak azalacaktır. Enerji ithal eden ülkemizde bütçe açığının bu azalmaya bağlı olarak azalması
Çevre	
Sağlık	Çevre kirliliğini azaltması
Ulaştırma	Ulaşım zamanının azalmasıyla yakıt tasarrufu sağlanması, karbon salınımının azaltılması ve araç yıpranma süresine katkı sağlanması
Enerji	
Ulaştırma	
Sağlık	Mobilitiyi artırması ve toplum psikolojisine katkı sağlanması

Kaynak: (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı)

Şekil 2.3’de 1960’dan günümüze, kendi dönemlerine iz bırakan ve dönüm noktası olarak nitelendirilebilecek AUS uygulama ve teknolojilerine ait başlıklar yer almaktadır. Günümüzde sürücü mesaj ekranlarının atası olarak nitelendirebileceğimiz değişken mesaj levhalarının kullanımına 1960 yılında başlanmıştır. 1970’lerde hız tespit kameraları dönemin yıkıcı teknolojileri arasında yerini almıştır. 1980’li yıllarda yol-hava durumu bilgi sistemleri teknolojileriyle mobil hız ölçüm kameraları ekosisteme dahil edilmiştir. 90’lar sonrasında dijitalleşmeye önem verilmiş daha önceden kullanılan levha gibi sistem verilerinin dijital ortama geçişi sağlanmış ve son yıllarda otonom araç sistemleri de dahil olmak üzere teknolojinin getirdiği tüm faydalar ulaşım sistemlerinde de kullanılmaya başlamıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Akıllı ulaşım sistemleri tarihçesi (Tektaş ve Tektaş, 2017)

2.2. Türkiye ve Dünyada AUS Uygulamaları

2.2.1. Türkiye’de kullanılan AUS uygulamaları

AUS uygulamaları tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu gelişimin Türkiye için kilometre taşlarından bahsetmek gerekirse 1973 yılında Türkiye için ilk ücretli yol uygulaması Boğaziçi Köprüsüyle hayat geçmiştir.

Avrupa-Asya istikametine hareket eden araçlar için yapılan ücret toplama uygulaması bu bölge çıkışına yapılan ücret toplama gişeleriyle yapılmaktaydı. Bu alanlarda yapılan ücret toplama işlemleri haberleşme hattı üzerinden işletme binası içerisindeki gişe kontrol merkezine iletilmekte ve bu alanda kaydedilmekteydi. Bu uygulamanın ardından 1992 yılında Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen operatör bazlı çalışan sistemle otoyol üzerinde gidilen mesafeye ve araç sınıfına göre ücret toplama uygulaması hayata geçmiştir. Yine bu güzergâh üzerinde hareket eden araçların herhangi bir problem yaşaması halinde acil durum destek uygulaması olarak aynı sene içerisinde KGM Acil Durum Yönetim Sistemi uygulaması kullanılmıştır. Yol kenarlarına yerleştirilen telefon üniteleri aracılığıyla her an ilgili Otoyol Bakım İşletme Merkeziyle iletişim kurulabilmekteydi (Tufan, 2014).

AUS uygulamaları 1994 yılında nakliye firmaları için geliştirilen Uydu Araç Takip ve Şöför İletişim Sistemleriyle devam etti. 1995 yılında İBB tarafından hayata geçirilen İstanbul genelinde tüm toplu taşıma araçlarında kullanılabilen ücret toplama sistemleri kuruldu. Bu sistem 2009 yılına kadar AKBİL olarak hayatımızda yer alırken bu tarihten sonra İstanbul Kart olarak işlevlerini genişleterek hayatımızda olmaya devam etti. 1995 yılında manyetik biletlerin uygulamalarda yer almasıyla Otoyol Nakit Ücret Toplama Sistemi kullanıma geçti. Bu sistemle ücretli yolların girişinde lokasyon bilgisine sahip manyetik kart sayesinde çıkış yapılan noktada ne kadarlık süre boyunca ücretli yolun kullanıldığını sisteme aktarıp buna göre ücretlendirilmesi yapılmaktaydı. 1998 yılında Trafik sistemlerinin yaygınlaşmasıyla trafik akış sürekliliğinin sağlanması, 7/24 esasına göre çalışan kameralarla trafiğin takip edilmesi, kontrol ve yönetimi amacıyla İstanbul İstiklal Caddesinde İl Trafik Kontrol Merkezi kuruldu (Aydın – Volkan, 2019).

1999 yılında manuel olarak yapılan para toplama sistemleri araç sayısının artışıyla yerini etiketlere bırakıyordu. KGM'nin ilk defa Fatih Sultan Mehmet Köprüsü üzerinde hayata geçirdiği Otomatik Geçiş Sistemi uygulamasıyla nakit para toplama işleminden doğan bekleme süresi ortadan kalkmış oldu. İzmir Büyükşehir Belediyesi 1999 yılında kentkart uygulamasını ilk kez hayata geçirerek otobüs, metro ve feribot hatları için tek kart ile ödeme yapılması imkanını sağlamış oldu (Yılmaz, 2012).

2000 yılında hayata geçen bir başka uygulamaysa Bolu Dağı Bilgilendirme Sistemi'dir. 12 km'lik sürüş mesafesi boyunca ortamda bulunan sensörler aracılığıyla hava, yol ve trafik yoğunluk durumları elektronik panolar aracılığıyla sürücülere iletilmiştir (Ener, 2014)

2003 yılında İBB tarafından anlık veri bilgisinin internet tabanlı olarak paylaşılabileceği İstanbul Trafik Yoğunluk Haritası hayata geçmiştir. 2004 yılında OGS etiketlerinden toplanan bilgilerden faydalanarak oluşturulan Otoyol Trafik Yönetim Sistemiyle araçların giriş ve çıkış saatlerine göre trafik durumu ve seyahat süresi bilgisi elde edilmekteydi (uym.ibt.gov.tr, 2021).

2005 yılında trafik ışıklarına takılan algılayıcı kameralarla başlayan kırmızı ışık ihlal tespit sistemi günümüzde çok daha gelişmiş bir şekilde amacına uygun şekilde çalışmaktadır. Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından 2006 yılında ilk olarak İstanbul'a kurulan MOBESE'ler elektronik ve yazılımın entegrasyonu sonrası hayata geçen günümüzde dahi işlevsel olarak kullanılan en önemli uygulamalardandır. 2006 yılında ise İBB tarafından ilk Cep Trafik Uygulaması hayata geçirilmiştir. 2007 yılında kullanıma geçen Bolu Dağı tüneyle plaka tanıma ve trafik kontrol sistemlerinin yanı sıra acil haberleşme, buzlanma algılama ve önleme, elektronik bilgilendirme panoları, yangın algılama ve söndürme, kamu anons, havalandırma ve otoyol aydınlatma gibi zamanın ileri teknolojileri kullanılmıştır (Tufan, 2014).

2009 yılındaysa ilk kez ulusal çapta araç ve plaka tanıma sistemi kullanılmaya başlanmıştır. Daha çok şehirlerarası yollarda bulunan bu sistemlerle araçların renk, marka ve model gibi bilgileri kamera üzerinden alınıp ruhsat bilgileriyle karşılaştırılabilmekteydi. Bu şekilde çalıntı plaka, ikiz plaka gibi suç unsuru barındıran durumlar emniyet birimlerince farkedilecekti.

İlk akıllı durak uygulaması 2009 yılında Antalya'da faaliyet göstermeye başladı. Bu akıllı durak otobüs saatlerini ve otobüslerin durağa olan uzaklıklarını yolcularla LCD ekranlarla ve istenildiğinde SMS olarak paylaşan bir sistemdir. 2011 yılında araştırma kuruluşları tarafından LİDAR cihaz kullanılarak çalışmalarına başlanan otonom araçlar günümüzde de halen üzerinde çalışılan sistemler arasında yer almaktadır.

2012 yılında TÜRKSAT tarafından ilk “Ulusal Ulaşım Portalı” çalışması gerçekleştirilmiştir (KGM, 2014). Yine 2012 yılında dünyada sınırlı sayıda şehirde uygulanan “Adaptif Sinyalizasyon Sistemi” yerli olarak geliştirilmiştir (İSBAK, 2021).

Hızlı Geçiş Sistemi (HGS) olarak 2012 yılında hayatımıza başka bir boyut kazandıran RFID teknolojisiyle otoyollardaki bekleme süreleri de azalmıştır. 2014 yılındaysa bu sistemle beraber plaka okuma teknolojisinden yararlanılarak geliştirilen Serbest Geçiş Ücret Toplama Sistemi (SGS) trafik yoğunluğunun olduğu köprü gibi güzergahlara yerleştirilmiştir. Bu sayede herhangi bir gişeye gerek duyulmadan bu araçların geçişleri ve ücret toplama işlemi sağlanmış oldu. 2014 yılında Karayolu Ağı Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi tamamlanmıştır (KGM, 2014).

2017 yılında Türkiye’nin ilk sürücüsüz çalışan metrosu olan ve Üsküdar–Ümraniye-Sancaktepe hattında uygulanan sistemde normal makinist tarafından gerçekleştirilen her türlü eylem kumanda merkezi tarafından yürütülmektedir. Dünya’da da sadece 6 adet örneği olan bu uygulamayla artan düşük sefer aralığı ihtiyacı, insan hatasının etkisinin azaltılması, insani kazanımlar, zaman ve enerji tasarrufu hedeflenmektedir (Uysal, 2017).

31 Mart 2018 tarihinde tüm AB üyesi ülkelerle eş zamanlı olarak hayata geçirilen e-Call uygulamasıyla araçların kaza yapması halinde acil durum numaraları otomatik olarak aranacak ve aracın konum bilgilerini iletecektir (turkonfed.org, 2021).

2019 yılında hayata geçen Gebze-İzmir Otoyolu AUS yardımıyla trafik kontrol, hava durumu, olay algılama, otoyol aydınlatma, CCTV, ağırlık ölçümü, otoyol anons ve elektronik ücret toplama sistemleriyle birçok köprü ve tünelin elektromekanik sistemleri entegre şekilde yönetilebilmektedir (isletme.otoyolas.com.tr, 2021).

2014 yılından sonra daha çok büyükşehirlerde yaygınlaşan Kamera Tabanlı Sinyalizasyon Sistemlerinin yanısıra karayollarına kurulumları yapılan değişken mesaj sistemleriyle trafik kontrol merkezleri ve elektronik denetleme sistemleri sayısı gün geçtikçe artmıştır. AUS uygulamalarının son örneği 2020 yılında hizmete sunulan Ankara-Niğde Otoyolu Projesi’nde gerçekleştirilmiştir. Bu sistemleri içerisinde barındıran otoyol Türkiye’nin en akıllı otoyolu olarak anılmaktadır (UAB, 2020b).

Türkiye’de kullanılan bazı AUS uygulamaları şöyle özetlenebilir;

- Bilgilendirme Sistemleri
- Trafik Yönetim Sistemleri
- Toplu Taşıma Sistemleri
- Elektronik Ödeme Sistemleri
- Yük ve Filo Sistemleri
- Sürücü Destek ve Güvenlik Sistemleri
- Kaza ve Acil Durum Sistemleri
- Demiryolları İşletim ve Yönetim Sistemleri
- Transit Sinyali Önceliği
- Gezgin Bilgi Sistemleri
- Kırmızı Işık Kameraları
- Rampa Ölçer
- Kooperatif Kavşak Çarpışma Önleme Sistemleri
- Entegre Araç Tabanlı Güvenlik Sistemleri
- Acil Ulaşım Operasyonları

2.2.2. Avrupa ülkelerinde kullanılan AUS uygulamaları

AB’nin AUS uygulamalarının üretilip geliştirilmesi hususunda önemli çalışmaları bulunmaktadır. AB, bilgi ve iletişim teknolojisi ile otomotiv sektöründe yeni nesil ürünlerin geliştirilmesinde her zaman ön saflarda yer almıştır. 1970-1980 yılları, Avrupa'daki ilk AUS araştırmaların başladığı tarih aralığıdır. İlk AUS çalışması 1974 yılında Almanya tarafından frekans modülasyonu kullanarak otobandaki trafik sıklığının azaltılmasını amaçlayan Sürücü Radyo Yayını Bilgi Sistemi (Autofahrer Rundfunk Informations System-ARI) otoyol radyo sistemi olmuştur. Sürücülere yol durumuyla ilgili çeşitli bilgilerin aktarılması sağlanmış olup, dönemin en önemli AUS çalışması olarak tarihe geçmiştir. AUS tarihinin ikinci aşaması olarak nitelendirilen 1981-1994 yılları arası, AUS'ların geliştirildiği dönem olmuştur. Bu dönemde Avrupa’da önemli çalışmalar ortaya çıkmıştır. 1986-1994 yıllarını kapsayan ve otomotiv üreticileri tarafından da desteklenen Avrupa Etkin ve Güvenli Trafik Programı olan PROMETHEUS, bilgi, iletişim ve ulaştırma teknolojilerin geliştirilmesini, yeni nesil teknolojilerin teşvik edilmesini ve Avrupa'yı rekabette lider pozisyonuna

taşınmasını hedefleyen bir proje olmuştur. 1989-1994 yıllarında ise DRIVE I ve DRIVE II adı verilen Araç Emniyeti için Karayolu Altyapısı Projeleri yürütülmüştür. Bu projelerin amaçları ise iletişim teknolojileri geliştirilerek verimli bir altyapının oluşturulması, trafik emniyetinin ve yönetiminin artırılması olmuştur (Nowacki, 2012).

Avrupa Komisyonu'nun rehber kitap olması amacıyla 2001 yılında hazırladığı beyaz kitapta, AUS'ların aktif kullanımıyla seyahat emniyeti %10-15 arasında, seyahat süresi %20 ve trafik tıkanıklığı ise %15 oranında iyileşme sağladığı tespit edilmiştir (Landolfi, 2006).

2007 yılında Avrupa Komisyonu desteğiyle hayata geçirilen ve etkileri tüm Avrupa karayollarında görülen SUPREME Projesi'yle elde edilen veriler Üye Ülkeler Yol Güvenliğinde En İyi Uygulamalar Raporu'nda kamuoyuyla paylaşılmıştır. Yayınlanan verilere göre Birleşik Krallık'ta EDS'lerin kurulumları sonrası ölümlü kazalarda %32, yaralanmalı kazalarda %42 oranında azalma sağlanmıştır. Aynı yayında iletilen verilere göre Fransa'da EDS'lerin kullanımı sonrası ölüm oranlarında %30 düşüş sağlandığı görülmektedir (Avrupa Komisyonu, 2007).

AUS konusunda öncü ülkeler arasında bulunan Birleşik Krallık'ta merkezi bir sistem mimarisi oluşturulmamıştır. AB üyesi olduğu dönemde AB'nin çeşitli yönergelerini takip eden Birleşik Krallık trafik güvenliğinin sağlanması için ulusal trafik kontrol merkezi üzerinden otoban yönetimi ve sürücü bilgi sistemlerine öncelik vermiştir. Kent içi trafik yönetim ve kontrol sistemlerini 1997 yılında hayata geçirerek trafik ve hava durumu kanallarını ortak bir merkezde toplayarak veri merkezi oluşturmak amaçlanmıştır. Trafik ve hava durum verilerine ek olarak ileriki dönemde plaka tanıma, otopark ve VMS'leri de bu sisteme entegre eden Birleşik Krallık ortak veri merkezini daha işlevsel hale getirmiştir. Peşpeşe bulunan plaka tanıma sistemlerinden ortalama hız tespiti yaparak aynı yolu kullanacak sürücülere ortalama süre bilgisini sağlayan sistemler geliştirmişlerdir. Otopark doluluk oranını ve hava durumunu binlerce noktaya kurulan VMS'ler aracılığıyla sürücülere ileten bu sistem 7 farklı kontrol merkezinden yönetilebilmektedir. Ulusal trafik kontrol merkeziyle sürücülere trafik güvenliğine etki edecek yoğunluk ve yol bakım onarım çalışmaları gibi durumları anlık olarak iletmek amaçlanmıştır. Bu şekilde sürücüler daha az yoğun olan güzergahlara sevk edilerek sıkışıklığın önlenmesi sağlanmaktadır. Birleşik Krallık genelinde karayolları üzerine kurulu canlı izleme kameraları bulunmaktadır. Bu

kameralar ve trafik kontrol merkezleri fiber optik ağlar üzerinden birbirleriyle iletişim halindedir (Department for Transport, 2012).

Birleşik Krallık'ta trafik akışının sağlanması ve yük yönetim hizmetlerinin kolaylaştırılması konusunda akıllı ve entegre bilet sistemiyle anlık bilgi grubu gibi uygulamalarla destek verilmiştir. Yolcu taşımacılığı yapan özel ve kamu kuruluşlarının ortak bilet kullanımı için kullanıma sunduğu akıllı kart uygulaması Ulaşım Akıllı Kart Teşkilatı tarafından kullanıma sunulmuştur. Toplu taşıma yapan kurumlar ve tedarikçilerden oluşan anlık bilgi grubu, ülke genelinde kullanılan toplu taşıma araçları için standart belirleme görevini üstlenir. Bu grubun çalışmalarından biri olan projede trafik ışıklarının toplu taşıma yapan araçlara öncelik sağlaması amaçlanmıştır. Londra genelinde 8 bin toplu taşıma aracı bu sisteme dahil olmuştur. Ayrıca yük taşımacılığı yapan araçlara dair de çeşitli takip uygulamaları hayata geçirilmiştir. Trafik güvenliği alanında da çeşitli uygulamalar hayata geçirilmiştir. Birleşik Krallık'ta AB genelinde kullanılan eCall uygulamaları etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca özellikle ağır vasıtalar için geliştirilmiş güvenli otopark yer bilgisi uygulamaları ve insan-makine iletişimi konusunda geliştirilmiş çeşitli uygulamalar mevcuttur (Department for Transport, 2012).

Hollanda AUS uygulamalarında yıllardır süre gelen çalışmalarıyla ulaştırma altyapısına dair güçlü politikalar izlemektedir. Ülkedeki mevcut yol ağının yüksek oranda bireysel araç kullanımına yetmeyeceği, bu sürecin ancak AUS uygulamalarıyla yönetilebilirliğinin farkında bir yönetim anlayışıyla çeşitli AUS uygulamaları hayata geçirilmiştir. İlk olarak 1930'lu yıllarda trafik ışıklandırma çalışmaları Avrupa'da ilk kez Amsterdam ve Eindhoven şehirlerinde kullanıma başlamıştır. Avrupa ülkelerinin genelinde gözlemlenen VMS uygulamaları 1980'li yıllarda Hollanda kara yollarında da kullanılmaya başlanmıştır. 1994 yılında radyo veri sistemi ve trafik mesaj kanalı uygulamasıyla yol durum bilgilerini sürücülerle paylaşan uygulamalar hayata geçirilmiştir. 2012 yılında Hollanda otoyollarının yarısına yakın bölümünde çeşitli AUS uygulamaları kullanılmakta olup 200'den fazla VMS ve 15 binden fazla elektronik hız levhası yol üstü sistem olarak kullanılmaktaydı. Özel sektörün de AUS uygulamalarına yöneliminin teşvik edilmesiyle araç navigasyon sistemleri geliştirilmiş ve anlık trafik verilerinin merkez ve sürücülerle paylaşma uygulamaları yüksek oranda kullanıma başlanmıştır (Ministry of Infrastructure and Environment, 2011). Hollanda'nın OSS kentinde ilk akıllı yol projesi 2018 yılında hayata geçirilmiştir. N329 otoyolunda özel bir teknoloji kullanılarak çizilen yol çizgileri gündüz güneş enerjisini

depolayarak gece yol üstü aydınlatma olarak karayollarında 10 saate kadar aydınlatıcı bir renkte kalabilmektedir. Bu sayede gece güzergahı kullanan sürücüler aydınlatılmış bir yolda seyahat edebilmekteydi. Bu da trafik kazalarını azaltarak trafik güvenliğine katkı sağlamaktadır. Depoladığı enerjiyle yolları aydınlatan bu sistem sayesinde yol üstünde herhangi bir aydınlatmaya ihtiyaç kalmamakta ve böylece enerji tasarrufu sağlanmaktadır (ebelediye.info, 2021). Günümüzde Avrupa'nın Danimarka ile birlikte en çok bisiklet kullanılan ülkesi olan Hollanda'da iş-ev arası ulaşımında bisiklet yaygın olarak tercih edilmektedir. Araç sayısından çok bisikleti olan bu ülkede akıllı ulaşım teknolojilerinden faydalanarak bisiklet kullanan kişilere toplu taşımada çeşitli avantajlar sunulmaktadır. Ulusal bisiklet politikası izleyen Hollanda'daki kentleşme ve altyapı çalışmaları bisiklet kullanıcılarına özel olarak gelişim göstermektedir. Bisiklet park uygulamaları ve bisikletliler için toplu taşımadaki anlık yer bilgi sistemleri bu politika sonucu ortaya çıkan AUS uygulamalarındandır (hotcourses-turkey.com, 2021).

1990 yılı itibariyle Hollanda'da ortalama hız koridor çalışmaları ağırlık kazanmış bu sistemlerle trafik kazalarının önleme, trafik yoğunluğunun azaltılması ve çevreye verilen gürültü kirliliğin azaltılması amaçlanmaktaydı. 1997 yılında Maarssen ve Breukelen arasındaki A2 otoyolund 3 km uzunluktaki bir bölümünde oluşturulan ortalama hız tespit sistemleriyle yol üzerindeki kazalarda azalma görülmüş ve bu sistemin farklı yollar üzerinde de kullanılması kararı alınmıştır. 2012 yılına kadar sistem sağlıklı çalışmalara ülke içindeki çeşitli yollarda devam etmekteydi. 2012 yılı itibariyle Hollanda'nın nüfusu yoğun şehirlerinden Utrecht, Amsterdam, Flevoland, Lahey, Emmen ve Groningen arasındaki karayolu güzergahlarını kapsayacak şekilde, anlık hava durumu ve yol kaza durum bilgilerine ulaşabilecek bir sistem üzerinden bu değişikliklere göre değişen hız düzenlemeleri uygulamaya geçirilmiştir. Yolda oluşan değişikliklere göre trafiğin uyum göstermesini sağlayan bu sistemle değişen hız sınırı dijital bilgilendirme levhaları ile sürücülere iletilmekte ve yol üstü bilgilendirmelerinde belirtilen azami hız kurallarına uygun hareket etmeyen sürücüler, elektronik denetleme sistemi tarafından tespit edilip azami hızı aşan sürücüler cezalandırılmaktaydı (Austroads, 2012).

Akıllı ulaşım konusunda İspanya'nın Santander şehri bu konuda yoğun bir şekilde çalışmalar yapan bir kenttir. Şehirde, binlerce kamera, yüz binlerce sensör ve ölçüm cihazı çalışır durumdadır. Şehirdeki bu cihazlar tarafından toplanan veriler, anlık olarak insansız – robotik bir veri merkezine iletilerek analiz süreçleri bu veriler üzerinden değerlendirilmektedir.

Santander, trafik yoğunluğundan, araçların hareketlerine, havanın nem ve ısı oranlarına, bölgedeki nitrik oksit ve kirlilik miktarına kadar şehrin tüm detaylarına anında erişim sağlayan bir teknolojiye sahiptir. Bu bilgiyi Santander halkı ile paylan bir de akıllı telefon uygulaması bulunmaktadır. Uygulamayı indiren herkes şehir hakkındaki verilere anında erişim sağlayabilmektedir. İspanya'nın Barcelona kentindeyse, kentte bulunan tüm otobüsler ve sinyalizasyon merkezi enerji ve zaman tasarrufu için yeniden düzenlenmiştir. Hatlar yeniden tespit edildi, otobüs duraklarına varış bilgi sistemi kuruldu ve aktarma bilgileri yolculara verildi. Otobüsler durağa yaklaştığında trafik ışıkları yeşile dönerek sefer süreleri kısaltılmıştır (hotcourses-turkey.com, 2021).

2.2.3. Japonya AUS uygulamaları

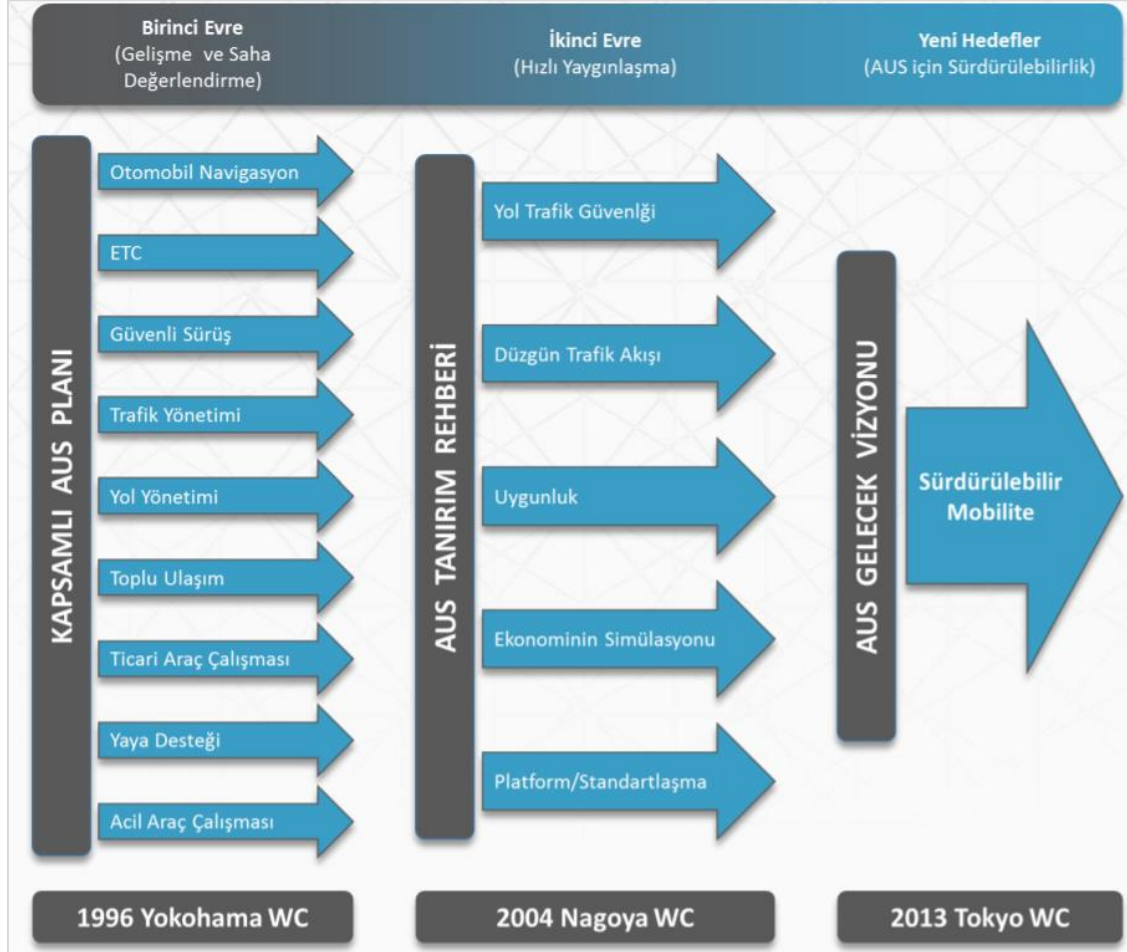
Japonya'nın AUS uygulamaları üzerindeki çalışmaları AUS'un tarihini oluşturabilecek kadar eskiden gelmekte ve bu konudaki birikimlerinin mutlaka incelenmesi gerekmektedir. Japonya, II. Dünya Savaşından sonra Dünya Bankası kredisi kullanarak önemli şehirleri paralı otoyol altyapıları ile donatmış, o günden bugüne kadar elektronik geçiş sistemlerin gelişmesinde önemli katkılar sağlamıştır (Makino vd., 2018).

Dünyadaki ilk AUS uygulamalarını hayata geçiren Japonya, AUS konusunda yapılan tüm AR-GE faaliyetlerinin ve yatırımlarının organizasyonu ülkedeki özerk bir kuruluş olan AUS Japonya (ITS Japan) tarafından gerçekleştirilmektedir. Japonya'daki AUS çalışmaları aşağıdaki tablodan anlaşılacağı üzere 3 aşamalı olarak 1996 yılında başlatılmıştır. Çeşitli AUS uygulamaları 1996 yılında Yokohoma'da, 2004 yılında Nagoya'da ve 2013 yılında Tokyo'da uygulamaya başlanmıştır. Haberleşme teknolojilerinin de gelişmesiyle 1996-2007 yılları arasında aşağıdaki başlıklarda AUS uygulamaları Yokohoma'da devreye alınmıştır.

1. Araç Navigasyonu
2. Elektronik Ücret Toplama
3. Sürüş Güvenliği
4. Trafik Yönetimi
5. Yol Yönetimi
6. Toplu Ulaşım
7. Ticari Araç Uygulamaları

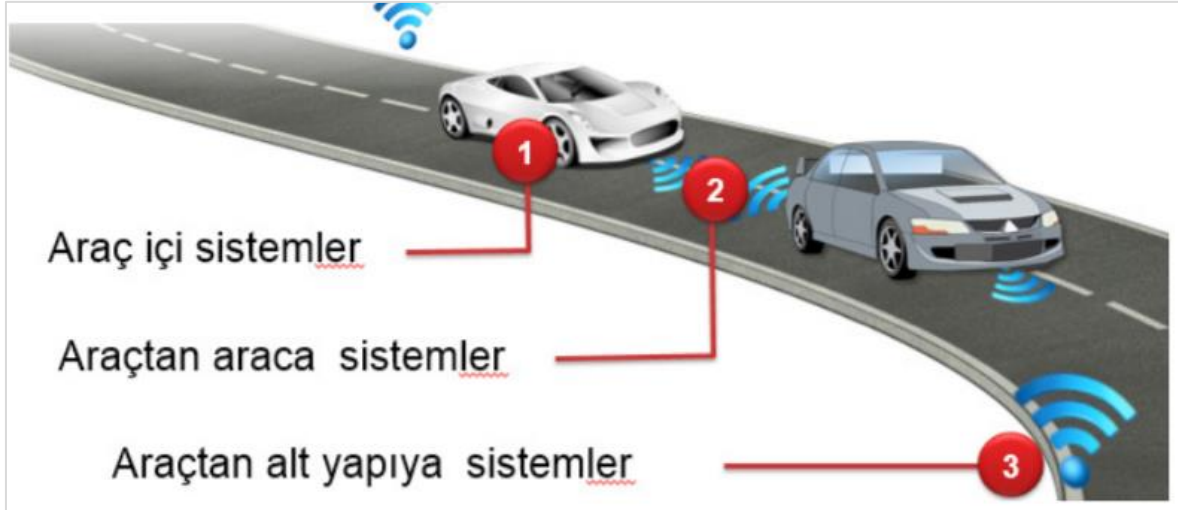
8. Yaya Destek veren Uygulamalar

9. Acil Durum Araç Uygulamaları



Şekil 2.4. Japonya AUS çalışmalarının evreleri (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı)

İkinci aşama olarak adlandırılan Nagoya dönemiyle haberleşme sistemlerinin gelişmesiyle mobil veri transfer teknolojisinin kullanımı aktif rol oynamıştır. Gerçek zamanlı bilginin haberleşme sistemleriyle araç sürücülerine ve ulaşım araçlarını kullanan yolculara aktarımı gibi bilgi sağlama işlemleri bu dönemde hayata geçirilmiştir. Üçüncü aşamada ise AUS'un gelecek planları için vizyon oluşturulmuş ve sürdürülebilir mobillite anahtarıyla çeşitli stratejik eylem planları oluşturulmuştur. Yine bu dönemde veri toplama, Big Data gibi daha büyük çapta projeler için çeşitli projeler oluşturulmuştur. Araç bilgi ve haberleşme sistemiyle başlayan Japonya'nın AUS serüveni 2004 yılında akıllı yol projesi kapsamında çalışmalara başlayıp 2007 yılında araç içi ve yol kenarı ekipmanlarıyla ilgili çeşitli standartların belirlenmesi sağlanmıştır (An&Lee&Shin, 2011).



Şekil 2.5. Bağlantılı araç haberleşme sistemleri (Kikuo, 2013)

Şekil 2.5’de teknik altyapısı çizilen sistemle 2011 yılında ülke içinde SPOT sistemi yaygınlaştırıldı. Bu sistemle araçlar yol kenarlarında bulunan cihazlarla haberleşerek trafik durumu, elektronik ücret toplama, navigasyon gibi hizmetleri sürücülerle buluşturmaya başladı. Yol kenarlarına kurulan bin 600’e yakın AUS Spot cihazı sayesinde trafiğin tıkalı olduğu yollar önceden sürücülere haber verebilmeye başladı. Bağlantılı araçların 2012 itibariyle tüm araçlara oranla %11’lik bölümü teşkil ederken 2017’de bu oranın %60’ a ulaşacağı tahmin edilmekteydi (Kikuo, 2013). 2016 yılına gelindiğinde, ülkedeki %87’lik bölümü oluşturan 39 milyon araç aktif olarak ikinci nesil elektronik ücret toplama sistemlerini kullanmaktaydı. Bu sistemler sayesinde otoyol ücret toplama aşamasında oluşan trafik sıkışıklığı 2016 yılında %30 oranında azalmıştır. Ödeme sistemleri kolaylaştırılacak ve tüm sürüş 2025 yılından itibaren otomatik hale gelmesi beklenmektedir (PM of Japan and His Cabinet, 2018).

2.2.4. Güney Kore AUS uygulamaları

Güney Kore dünyanın en önde gelen teknoloji ve otomotiv üreticisi olmasıyla beraber gelen hızlı sanayileşme süreciyle AUS sektöründe dünyanın en önde gelen ülkeleri arasında yer almaktadır. Japonya örneğindeki gibi AUS Güney Kore, AUS uygulama ve politikalarının gelişmesinde koordinasyon sürecini yöneten kurumdur. 1999 yılında kurulan bu kurumla Güney Kore ileri toplu ulaşım bilgi sistemleri, gerçek zamanlı trafik bilgileri sağlama ve elektronik ücret toplama çalışmalarıyla dünyadaki lider ülkelerden birisi haline gelmiştir. 2009 yılında başlayan veri toplama çalışmalarıyla trafik tıkanıklığı azaltılmaya çalışılmış ve

bu çalışmayla 11 milyar dolarlık tasarruf elde edilmiştir. T-Money adı verilen temassız ödeme sistemiyle toplu taşımada günlük 30 milyon'dan fazla işlem yapılmaktadır. Yine Türkiye'de de karşılaştığımız OGS-HGS gibi bir sistem olan Hi-Pass sistemiyle otoyol geçiş ücretleri toplanmaktadır.

Seul Ulaştırma İşletme ve Bilgi Hizmetleri (Seul TOPIS), Seul şehir içi trafiğinin işletilmesi, yönetilmesi ve bilgi toplanmasından, AUS'ların planlanması, uygulanması ve yönetilmesinden sorumlu trafik yönetim merkezidir (Ko ve Lee, 2018).

Seul TOPIS'in amaçlarıysa şu şekildedir (Ko ve Lee, 2018):

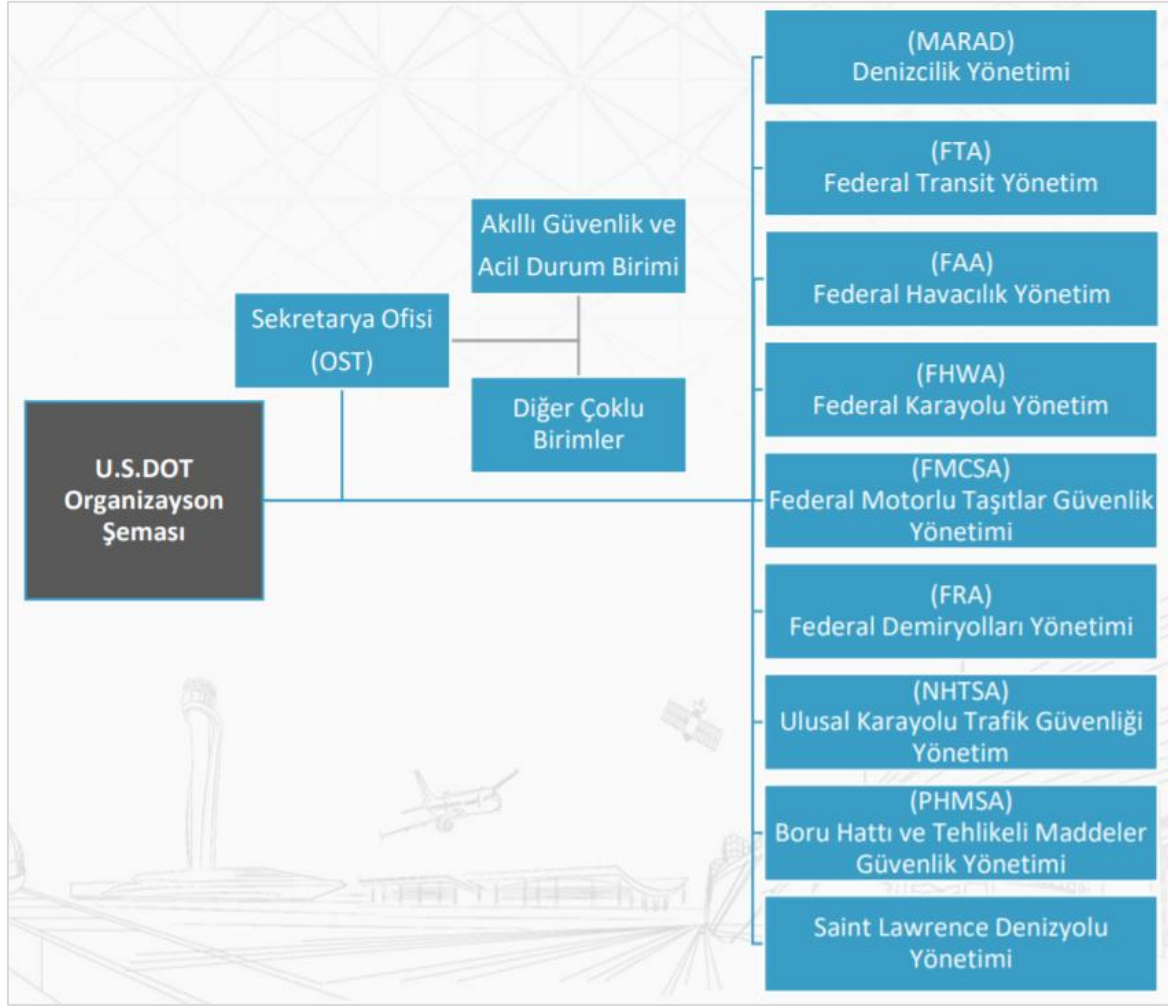
- Trafik tıkanıklarını azaltarak trafik akış hızının artırılması,
- Kazaların azaltılması,
- Beklenmedik trafik olaylarının azaltılması,
- Trafik durumlarının analiz edilmesi ve trafik politikalarının desteklenmesi,
- Trafik bilgilerinin paylaşılması,
- Otonom sistemlerin ve otopark sistemlerinin uygulanması,
- Ceza sistemlerinin geliştirilmesi ve gelirin otopark yapımında kullanılması.

Otobüslerin hareket programı, anlık lokasyon ve hız bilgileri, kullanımda bulunan yolcu bilgileri, otobüslerin anlık durma ve hızlanma durumları gibi faydalı olabilecek her bilginin toplanması görevi Seul TOPIS Otobüs Yönetim Sistemi tarafından icra edilmektedir. Uygulama sayesinde toplanan otobüs kullanım verilerinin paydaşlarla (merkezi idare, şirketler, görevliler ve vatandaşlar) paylaşılması, yolcuların güvenliğini tehlikeye atacak davranışların olduğu taktirde incelenmesi, otobüs işletiminin iyileştirilmesi, sürücü ve yolcuların bilinçlendirilmesi, toplu taşımada AUS'ların geliştirilmesi ve otobüs kullanımının teşvik edilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, tüm toplu taşıma araçlarında kullanılabilen akıllı kartlarla birlikte yolcuların toplu taşımayı tercih eden yolcuların ödeme işlemlerini daha konforlu şekilde yürütmeleri sağlanmıştır. Öncesinde sadece Seul'da kullanılabilen bu akıllı kart, şimdilerde ülkenin birçok uygulamasında kullanılabilir durumdadır. Alışveriş merkezleri, müze ve restoranlarda kredi kartı işlevi gören akıllı kart, mobil uygulama sayesinde cep telefonu aracılığıyla da ücret ödemesi yapılmaktadır. Ayrıca Singapur'da da mobil ödeme imkânı sağlanmakta, Hong Kong, Japonya, Tayland ve Malezya gibi ülkelerde uygulanabilmesi için de planlanmalar yapılmaktadır (Ko ve Lee, 2018).

Güney Kore, AUS sistemlerini geliştirerek özellikle güçlü olduğu Trafik Yönetim Sistemlerini, Elektronik Ödeme ve Toplu Taşıma Sistemlerini, çoğunlukla gelişmekte olan ülkelere ihraç etmektedir. Örneğin, 2008 yılında Bakü'ye (Azerbaycan) Trafik Yönetim Sistemlerini, 2011 yılında Bogota'ya (Kolombiya) Otobüs Bilgi ve Elektronik Ödeme Sistemlerini, 2014 yılında Atina'ya (Yunanistan) Elektronik Ödeme Sistemlerini ve bunlar gibi birçok ülkeye AUS sistemlerini ihracat etmiştir. Genel olarak varlığını en çok Asya ve Güney Amerika'da hissettiren Güney Kore, AUS sistemleri ihracatıyla 2006 yılından 2016 yılına kadar ekonomiye yaklaşık 1,1 milyar dolar gelir getirmiştir (MOLIT, 2016).

2.2.5. ABD AUS uygulamaları

ABD, AUS uygulamaları konusunda 1967 yılında ulaştırma bakanlığının kurulmasıyla hız kazanıp, günümüzde pazar liderliği için ciddi yatırımlar yapmaya devam ederek vatandaşlarının refah seviyesini arttıran uygulamaları hayata geçirmiştir. Günümüzde AUS Ortak Program Ofisi'yle yapmış olduğu ortak çalışmalarla yeni ulaşım sistemleri ve kullanıcı ihtiyaçlarına hassasiyet gösteren kamu özel sektör iş birlikleriyle katkı sağlamaktadır (USDot, 2020).



Şekil 2.6. U.S.DOT organizasyon şeması (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı)

1967 yılında US DOT'un (Ulaştırma Bakanlığı) kurulmasıyla başlayan AUS serüveni 1980'ler öncesinde trafik yönetim merkezinin kurulması, yol yardım sistemlerinde ilk yardım ve otomatik araçlarıda gelişimin başlamasıyla hız kazanmıştır. Trafik güvenliğini, yönetimini ve akışını iyileştirmek amacıyla AUS uygulamalarının üretilmesi, AUS konusunda araştırmaların yapılması, standartların geliştirilmesi, bilgi paylaşımında bulunulması ve AUS'ların ulusal platforma taşınması için 1991 yılında, şimdilerde ITS America olarak adlandırılan IVHS America kurulmuştur (Dinç, 2019).

Haberleşme ve iletişim sektörünün önemli yapı taşlarından olan GPS sistemleri, soğuk Savaş döneminde askeri kullanım amacıyla tasarlanmış olsada, 1980 yılında halkın yararına kullanılması için geliştirilmeye çalışılmıştır. Özellikle 90'lı yıllarda büyük lojistik firmaları tarafından konum izleme amacıyla benimsenen uygulamalar, günümüze kadar geliştirilerek

sürücülere en uygun güzergâhın bulunması konusunda yardımcı olan navigasyon uygulamalarının gelişmesini sağlamıştır. GPS sistemiyle ulaşım sektöründe; karada ve denizde vatandaşların ihtiyaç duyduğu güzergâhın bulunması, araç ve mal takibinin sağlanması, görevliler tarafından trafiğin denetlenmesi ve analizlerin sonunda ulaşım sisteminin iyileştirilmesi gibi birçok sorunun çözümü amaçlanmaktadır (Auer vd., 2016).

1993 yılında E-ZPass isminde yeni bir AUS uygulamasının geliştirilmesiyle hızlı geçiş sistemi kullanılmaya başlanmış ve ülke çapındaki geçiş sistemlerinin tek çatı altında toplanmasıyla yönetim sistemleri iyileştirilmiştir. (Auer vd.,2016).

ABD, güçlü markalarıyla önemli teknolojiler üretmektedir. 2009 yılında Google, otonom araç projesini başlatmış ve sürekli geliştirmiştir. Google, otomasyon araçlardaki en büyük problem olarak gösterilen şehir içinde kullanımına odaklanmaktadır. Şehir haritaları kullanarak tüm olasılıkları hesaba katacak bir otonom araç üzerinde durmaktadır (Auer vd., 2016).

2016 yılında Waymo adını alan proje, araç üzerinde bulunan sensörler, lazerler ve kameralar yardımıyla 360 derecelik ve üç futbol sahası genişlikteki algılama alanı kazandırılarak tehlikelerin önüne geçmeyi ve mobil cihaz ile uyumlu hale getirilerek insanlara ulaşmanın kolaylaştırılması amaçlanmaktadır (Waymo, 2018).

Google'ın yürüttüğü otonom araç geliştirme çalışmaları diğer yapılan çalışmaların aksine sürücünün araç kullanımında herhangi bir işlevinin olmaması için direksiyonu ortadan kaldırmayı ve sürüşten sadece aracın sorumlu olmasına yönelik çalışmalarını sürdürmektedir. İnsanların güvenli seyahat etmelerini sağlamak isteyen bu otonom araç projesi, gelecekte geliştirilerek uygulama alanını genişletmesi ve taşımacılık alanında önemli işler başarması beklenmektedir (Auer vd., 2016; Waymo, 2018).

USA elektrikli araçların üretimi ve kullanımının yaygınlaştırılmasında da liderliği elinde tutmaktadır. Bağlantılı Araç Teknolojisi için, Tahsis Edilmiş Kısa Mesafe Haberleşme (DSRC) teknolojisi geliştirilmiş, bu teknolojiyle, araçların birbiriyle ve yol altyapısı müsaade ettiği taktirde çeşitli yol kenarı iletişim sistemleriyle veri alışverişini sağlayarak güvenli ve zaman tasarrufu sağlayan sürüş gerçekleştirilmektedir. Çarpışma önleyici teknolojilerle kaza sayıları azalmakta, yol kullanıcılarının yaralanma ve ölüm sayılarında

%57'lik düşüş görülmüştür. Son yirmi yılda kullanılan değişken hız sınırı (VSL) sistemleri, çarpma potansiyelini %8-30 oranında azaltmıştır. Dinamik şerit birleştirme sistemleri (DLMS- Dynamic lane merge systems) otoyol performansını artırmakta ve agresif sürüş manevralarını azaltmaktadır. ABD'de kullanılan Kamyon Park Bilgi Sistemi uygulaması (TPIS- Truck Parking Information and Systems) 4.2 ila 7 arasında değişen fayda/maliyet oranına sahiptir (AUS Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı).

Kronolojik olarak sistemin ilerleyişine bakacak olursak;

1980'ler	- Trafik gözetleme sistemleri kuruldu - Otonom araç tanımlama - Otomatik yol kontrolü - Otomatik ücret toplama - Mobilite 2000 oluşturuldu
1990'lar	- Akıllı araç otoban topluluğu kuruldu (IVHS America) - İlk elektronik ücret toplama sistemi kuruldu - Araç devrilme uyarıları geliştirildi - E-ZPass(HGS) New York'ta geliştirildi - IVHS Amerika AUS-Amerika Derneğine katıldı - U.S.DOT AUS standartları programı kuruldu - Ticari araç bilgi sistemleri geliştirildi
2000'ler	- Federal Motorlu Taşıtlar Yönetimi kuruldu - U.S.DOT 10 yıllık ulusal AUS programı planını hazırladı - U.S.DOT araç-alt yapı-entegrasyon programına odaklandı - Mobilite hizmetleri tüm ülkede başlatıldı - Araçtan araca iletişim çalışmalarına başlandı(V2V) - Google'in Self-Driving Araç projesi başladı
2010'lar	18. AUS Dünya kongresinde bağlantılı araç tanıtıldı. - MAP-21 - U.S.DOT V2V pilot uygulama - General Motors V2V özellikli aracı 2017 yılı için planladı - AUS-JPO 2015-2019 stratejik plan hazırlandı - Akıllı şehirler yarışması yapıldı - U.S.DOT akıllı şehir planlaması için 7 finalist belirledi

Şekil 2.7. AUS faaliyetlerinin tarihsel gelişimi (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı)

2.2.6. Singapur AUS uygulamaları

Singapur’da karayolu minvalinde gelişim gösteren AUS çalışmaları yol üstü köprü ve tüneller üzerinde etkin rol oynamaktadır. Trafik bileşenlerini işleten sistemin kalbi olarak görülen AUS, Singapur Ulaştırma Bakanlığı’na bağlı olarak Singapur Kara Ulaştırması İdaresi tarafından yönetilmektedir. Ülkedeki AUS uygulamalarını özel sektör ile birlikte planlayan ve hayata geçiren Singapur Kara Ulaştırması İdaresi arazi açısından küçük bir ülke olan Singapur’da toplam 161 km’den oluşan Kallang-Paya Lebar Otoyolu, Merkezi Otoyol ve Fort Canning Tüneli boyunca AUS uygulamaları mevcuttur. “iTransport” adında merkezi bir platform kurularak tüm devlet yollarında güvenli ve zaman kaybının yaşanmaması için özen gösterilen bir trafik akışı oluşturmak amaçlanmıştır. Bu platformla trafik ışıklarının sinyalizasyonu, otoyol takip sistemleri, trafik kontrolü, kaza yönetimi, tünellerin ve trafik oluşturacak anlık verilerin kullanıcılara aktarılması amaçlanmış ve hayata geçirilmiştir. Bu platformun yönetim merkezi olarak kurulan AUS operasyon kontrol merkezi 7/24 esasına uygun olarak tüm yıl boyunca ülke vatandaşlarına hizmet vermektedir (Land Transport Authority, 2014a).

Platform izleme, iletim ve veri depolama gibi birçok farklı sistemden oluşmaktadır. Bu sistemlerden bir tanesi de EMAS adı verilen otoyol takip danışma sistemidir. Otoyol üzerinde aksamaya neden olabilecek kaza, duraklama ve beklenmeyen araç arızalarına karşı trafik yoğunluğunu tespit ederek gerekli yönlendirmelerle trafik akışının eski haline gelmesini sağlamaktadır. Sistem otomatik olarak trafiğin aksamasına neden olan problemin kaynağını tespit ederek çözümü sağlayacak ekiplere bilgi vermektedir. Bu durum araç arızası gibi kısa süreli duraklamalar veya trafik kazası gibi uzun süreli trafik akışını etkileyecek olaylar olabilir. Örneğini Bolu Dağı tüneline de görebileceğimiz bu sistemlerle yaşanan olumsuz durumlar hemen yol üzerinde bulunan elektronik tabelalar ve yol işaretleriyle “TrafficWatch” isimli radyo anons sistemi desteğiyle tüm sürücülere iletilmektedir. Bu şekilde trafik akım hızı düşürülerek yeni olumsuz durumların yaşanmasının önüne geçilecek ve sürücüler imkân dahilinde farklı yollara yönlendirilebilecektir. Sistemin ülkedeki tüm yollarda yaygın bir şekilde kullanılması amaçlanmıştır (Land Transport Authority, 2014b).

EMAS platformunda yer alan bir başka sistemse trafik ışık denetimi görevi yapan GLIDE (Yeşil Hat Belirleme Sistemi). GLIDE ile Singapur’da bulunan tüm trafik ışıkları araçların kontrollü hızlarda mümkün olan en az dur kalk yaptırılarak seyahat etmelerini

amaçlanmıştır. Bu sistem sensörler sayesinde trafik yoğunluğu olan yolları tespit ederek bölgedeki yoğunluğu ışık sürelerinde değişiklik yaparak azaltmayı amaçlamaktadır (Land Transport Authority, 2014d).

AUS uygulamalarının bir diğeriye “J-Eyes” adında yoğun kavşaklarda trafik takibi yapan kamera sistemleridir. 315 noktadan fazla ağı yayılan bu sistemler yıldan yıla sayıları artarak trafik takibine yardımcı olmaktadır (Land Transport Authority, 2014c).

Singapur’da 2012 yılı itibariyle 256 noktada hayata geçirilen “Green Man” isimli AUS uygulamasıyla engelli veya yaşlı yayaların trafik ışıklarında normal süre olan 13 saniyeden fazla süre tanınması sağlamaktadır (Land Transport Authority, 2014).

Platformda bulunan TrafficScan sistemiyle ülkedeki taksilere yerleştirilen GPS sistemiyle taksilerin anlık olarak yerleri ve buna bağlı olarak yer değişim hızları kontrol edilebilmekte ve böylece trafik yoğunluğuna dair ön bilgi oluşturulabilmekteydi. Böylece aynı güzergahı kullanacak sürücülerin rotalarını yoğunluk durumuna bağlı olarak değiştirebilmesi sağlanmaktadır (Land Transport Authority, 2014e).

2008 yılında hayata geçen Otopark Klavuz Sistemiyle otopark noktalarındaki yoğunluk anlık veri iletimi sayesinde platform merkezinde toplanabiliyordu. Yol üstü tabelalarla bilgi aktarımı yapılabildiği gibi internet üzerinden veya cep telefonlarında bulunan mobil uygulamalarla bu bilgiler sürücülere aktarılabilir (Land Transport Authority, 2014a).

Dünya’da ilk kez 1998 yılında Singapur’da çalışmalarına başlanan ve 2012 yılında belirli saatlerde trafiğin yoğun olduğu seksen noktaya kurulumu yapılan elektronik yol ücretlendirme sistemiyle sürücülerin belirli saatlerde trafiğe çıkışı caydırılmak istenmiştir. Araç plakalarının köşelerinde bulunan ön ödemeli kartlarla çalışan bu sistem aracında bu kart sistemi bulunmayan araçlara ise ek cezalar kesmekteydi. Platform içerisindeki diğer AUS uygulamalarıyla entegre olarak çalışan sistem belirli yolları kullanmak durumunda olan araçlardan yol üzerindeki yoğunluğa göre daha fazla ya da daha az ücret almaktaydı (Land Transport Authority, 2014).

Singapur’un AUS konusundaki çalışmaları 2013 yılında AUS ödülü almasını da sağlamıştır. Ülke trafiği; çeşitli lokasyonlara yerleştirilen ve yüksek verimle çalışan AUS uygulamaları

sayesinde dünyadaki en düşük trafik tıkanıklığı oranlarından birine ulaşmıştır (C40 Cities Siemens, 2014).

2.3. AUS Uygulamalarında Kullanılan Teknolojiler

AUS uygulamaları, haberleşme ve haritalama gibi sistemlerle entegre bir şekilde çalışarak sistemler arasında anlık bilgi paylaşımıyla teknolojik altyapı oluşmaktadır. Günümüzde AUS kendi veri yolu ve yerel haberleşme ağları (LAN) üzerinden çalışabilmekle beraber geniş anlamda bakıldığında ise internet (WAN) üzerinden ulaşılabilen hizmetler olma yolunda gelişim göstermektedir. Bu sistemler mobil telefonlarda çeşitli uygulamalar aracılığıyla kullanıma sunulmaktadır.

2.3.1. Hücresel haberleşme ağları

Mobil uygulamaların veri güncelliğini koruyabilmesi için gerekli olan en önemli iletişim ağı hücresel haberleşme ağlarıdır. 2G, 3G, 4G, 4,5G ve yakında da 5G'nin hayatımıza girmesiyle bilgiye ulaşma hızımız kat ve kat artacaktır. Mobil haberleşme teknolojileriyle navigasyon ve araç içi bilgilendirme sistemleri gibi uygulamalar küresel çapta bilgi alışverişini sağlayabilmektedir. Veri transfer hızının günden güne hız kazanmasıyla da AUS uygulamalarının anlık olarak güncel kalması, ulaşım ihtiyacını karşılayan bireyler arasında kullanım oranını arttıracaktır (UAUS Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı, 2020).

2.3.2. Yakın alan haberleşmesi (NFC)

NFC isminden de anlaşılacağı üzere birkaç santim gibi kısa mesafeler için sistemler arasında bilgi paylaşımını sağlayan kablosuz haberleşme teknolojisidir. RFID teknolojisinin devamı olarak görülen bu teknoloji AUS uygulamalarında bilgi paylaşımı, hayatımızda sıkça kullanılan telefon, saat ve elektronik kartla temassız ödeme gibi alanlarda kullanılmaktadır.

NFC hız, güvenlik ve kolaylık sunan kısmen yeni bir teknolojidir. Uzak doğu ülkeleri bu teknolojiyi daha aktif kullanırken, Avrupa bu konuda biraz geride kalmıştır. Ülkemizde de bu teknolojiyi GSM şirketleri ve bankalar aktif kullanmakta ve değişik projeler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Mobil ödeme, e-bilet ve e-cüzdan gibi alanlarda uygulamalar geliştirilmektedir. Özellikle ulaşım alanında akıllı temassız ve temassız kartların kullanımı ile bu alandaki gelişmeler hız kazanmıştır (Göl, 2019).

2.3.3. Küresel konum belirleme sistemi (GNSS)

Uydu sinyalleri sayesinde, hava durumu, yer ve zaman koşulları fark etmeksizin global koordinat sisteminde, istenilen herhangi bir an için yüksek duyarlılıkta ve sürekli olarak, konum, hız ve zaman belirlemeye yarayan navigasyon sistemi teknolojisi Küresel Navigasyon ve Uydu Sistemleri (GNSS) teknolojisi olarak adlandırılmaktadır (Yalvaç, 2017).

GNSS (Global Navigation Satellite System) Küresel konum belirleme sistemleri aracılığıyla uzaydan yollanan dalgalarla yeryüzünde sabit bir biçimde duran elektronik alıcılar bulundukları noktanın veya yakın çevresinin enlem, boylam, yüksekliğini ve bulunduğu noktada yerel saatin kaç olduğunu tam olarak hesaplayabilir. Bilimsel çalışma ve deneylerde bu veriler büyük kolaylıklar sağlamaktadır. KKBS için kullanılan sabit istasyonlar 2020 yılı itibariyle 158 sayısına ulaşmıştır. Bu istasyonların çeşitli uygulamalarla entegrasyonu sonucunda kara, deniz ve hava araçlarının navigasyon sistemleri, kadastro ölçümleri, araç takip sistemleri ve çeşitli askeri amaçlar doğrultusunda yüksek doğrulukta fayda sağlanmaktadır. Küresel konum belirleme servisleri AUS uygulamalarında araç izleme, konum belirleme, navigasyon sistemleri ve eğlence sistemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır (Wikipedia.org, 2021).

2.3.4. Radyo frekansı ile tanımlama (RFID)

RFID radyo frekansı kullanarak nesneleri tekil ve otomatik olarak tanıma teknolojisidir. İngilizce Radio Frequency Identification tanımının baş harflerinden oluşmakta, hareketli veya sabit varlıkların kablosuz bir şekilde tanımlanması ve takip edilmesi bu teknolojiyle sağlanabilmektedir. Sistem temel olarak etiket ve okuyucu cihaz olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Etiket üzerinden gerekli bilgiler okuyucu aracılığıyla sisteme aktarılır. RFID teknolojisi üzerindeki güç kaynağı ve okuyucu sisteme cevap verme özellikleri göz önüne alınarak aktif, yarı aktif ve pasif olarak 3 gruba ayrılır (Abdulfattah, 2011). Türkiye’de ücret toplama operasyonlarında kullanılan HGS etiketleri pasif RFID teknolojisi kullanılarak AUS uygulamalarında karşımıza çıkmaktadır.

2.3.5. Tahsis Edilmiş Kısa Mesafe Haberleşme (DSRC)

Tahsis Edilmiş Kısa Mesafe Haberleşme (Dedicated short range communication) teknolojisi 5.9 GHz frekans bandını kullanan herhangi bir hücresel altyapıya ihtiyaç duymadan kısa mesafeli yüksek hızlı iletişimi sağlayan kablosuz iletişim teknolojisidir. AUS'da V2X (vehicte-to-everything) uygulamalarında kullanılan bu sistemle araçtan çevresindeki herhangi bir akıllı cihaza bilgi aktarmasını ve yine aynı şekilde çevreden aracı etkileyebilecek herhangi bir bilginin araca aktarılması konusunda kullanışlı bir uygulamadır (Khilar ve Bhoi, 2014). Sistem Türkiye'de OGS adıyla ilk olarak 1999 yılında ücret toplama amaçlı kullanılmış olsa da 2017 yılında General Motor Cadillac CTS model aracında Araç-Araç (V2V) iletişimi anlamında bu sistemi ilk kullanan otomobil üreticisi olmuştur.

2.3.6. Kablosuz ağlar

Çeşitli ortamlarda internet hizmetinin dağıtılması amacıyla kullanılan Wi-Fi cihazlarının kapsama alanı olarak daha geniş bir alan sunan Wi-Max cihazlarıyla sağlanan iletişim ağıdır. Sistemin kapsama alanı ortamın engebe durumuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Daha çok ardışık araçlar için kullanılması amaçlanan bu sistemden elde edilen veriler, yol kenarı ekipmanları kullanılarak kilometrelerce uzaktaki bir düğüme bilgi aktarımı sağlanabilir (Akyildiz vd., 2001).

2.3.7. Plaka tanıma teknolojisi

OCR (Optical Character Recognition) teknolojisine dayalı bu kameralar ek olarak geliştirilmiş yoğunluk algılama teknolojisiyle yol üzerindeki trafik yoğunluğunu ölçerek ana sisteme bu durumu rapor eder ve aynı güzergâh üzerinde bulunan araçları farklı güzergahlara yönlterek trafik yoğunluğunu dağıtmaya çalışır. Bu sistemlerin yapay zekâ teknolojileriyle entegrasyonu sağlanarak gelecek AUS mimarisinde önemli rol oynayacağı düşünülmektedir (uym.ibt.gov.tr, 2021).

2.3.8. Fiber optik haberleşme sistemleri

Optik lif boyunca ışık sinyalleri göndererek bilginin bir yerden başka bir yere iletilmesi metoduna Fiber Optik Haberleşme Sistemleri denir. Bu haberleşme tekniğinde ışık, bilgi taşımak için yönlendirilmiş elektromanyetik taşıyıcı dalga görevi görmekte ve son kullanıcı

olan taşıtlara merkezi veri sisteminden bilgi aktarımı sağlayabilmektedir. Bu tam ters şekilde, yolla ilgili sabit kullanımı olan tüm cihazların belirli bir sunucuya milisaniyeler içerisinde aktarılması şeklinde de olabilir ve fiber optik kablolar bu işlemde önemli rol oynar. Bu şekilde yol kenarından veya yol üzerindeki cihazlardan alınan bilgi ana sunucuya aktarılarak kilometrelerce öteden aynı yolu kullanacak yolculara yolun durumuyla ilgili bilgi verilebilir. Güvenlik amacıyla kullanılan tüm sistemlerde dışarıdan erişime diğer kablosuz ağlara nazaran daha kısıtlı olması sebebiyle kullanım açısından tercih sebebi olmaktadır. Türkiye’de güvenlik birimleri tarafından bir süredir kablosuz veri iletişimi yapan sistemlerin mümkün olan lokasyonlarda fiber optik haberleşme sistemlerine dönüşümü için önemli çalışmalar yapmaktadırlar (EGM, 2018).

3. TRAFİK GÜVENLİĞİ

Ulaşım, tarihin başlangıcından günümüze kadar önemli bir yer işgal etmekte, çeşitli sebeplerle bir yerden farklı bir yere seyahat etme durumu insanlığın istisnasız her döneminde bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmıştır. Zorunluluklar karşısında kavimler göçüyle başlayan ulaşım günümüzde de toplu ve bireysel ulaşım taşıtlarıyla insanların çeşitli ihtiyaçlarına çözüm getirmektedir. Ulaşım ihtiyacını karşılayan çeşitli araçların güçlerinin artışıyla ortaya çıkan hareket hızı yüksek araçlar ve bu araçların toplu olarak hareket etme isteğiyle birlikte ulaşım içerisinde trafik gibi bir sorun ortaya çıkmaktadır.

Güvenlik kavramı, bir bireyin suç, zarar, kaza gibi tehlikelerden uzak kalabilmesini ifade eder. Bireylerin toplumsal düzen içerisinde emniyetli bir biçimde yaşamlarını sürdürebilmeleri, onların güvenlik ihtiyaçlarının karşılanması anlamına gelir. Bireylerin ulaşım gereksinimlerini karşılama noktasında suç, zarar, kaza ve diğer tehlikelerden uzak kalabilmeleri, trafik güvenliğinin sağlanması ile ilgilidir. Trafik güvenliği kavramı hem meskûn hem de meskûn olmayan alanlarda, trafik kazalarının bir sonucu olarak ortaya çıkan can kaybı, mal kaybı veya yaralanmaların mümkün olan en az düzeye indirilmesini amaçlamaktadır (Anbari, 2020).

DSÖ ile Dünya Bankası Sağlık Ölçütleri ve Değerlendirme Enstitüsü'nün yayınlamış olduğu rapora göre trafik kazalarında her yıl yaklaşık 1 milyon 350 bin kişi hayatını kaybetmektedir. Ölümlü kazaların dışında kurbanlarda kalıcı etki bırakan yaralamalı kazalarda ise 78 milyona yakın kişi uzun süreli sakatlıklara maruz kalmaktadır. Bunun yanı sıra, karbon salınım yoluyla çalışan motorlu taşıtların doğaya vermiş olduğu zararlar oluşan hava kirliliği çeşitli sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Motorlu ulaşım ile doğrudan ilişkilendirilemeyen can kayıpları da yaşanmaktadır. Bu durumun sonucunda, yıllık 200 bin can kaybının da doğrudan ölüm sayısı olan 1 milyon 350 bine eklenmesiyle birlikte çok daha yüksek sayıda ölümlerin yaşandığı anlaşılmaktadır. Ayrıca trafik kazaları neticesinde miktarı ciddi boyutlara ulaşan ekonomik kayıplar da söz konusudur (DSÖ, 2018).

Kazaların yaşandığı karayolu ulaşımını cazip kılan özellikler arasında insanların ulaşımı kapsamında her yönde hareketlerine uygun olması, eşyaların ve malların bir coğrafyadan başka bir coğrafyaya naklinde başka bir vasıtaya ihtiyaç duyulmaksızın taşınmasına imkân vermesi, taşıma kapasitesinin esnek olması, güzergâh seçiminde alternatiflere açık olması,

yüklerin daha kolay ve hızlı taşınabilmesi başta gelmektedir. 2017 yılı rakamlarına göre, yük taşımacılığının %90,2'sinin, yolcu taşımacılığının ise %89'unun gerçekleştirildiği karayolu taşımacılığının güvenli olarak gerçekleştirilmesi sosyal, siyasal, ekonomik, askeri ve stratejik açılardan önem taşımaktadır (Bal, 2020).

Kazaların azalması için karayollarındaki hareketliliğin güvenle yapılması şarttır. Trafik güvenliği kavramı uluslararası yazında “*Yol kullanıcılarının can kaybı veya ciddi yaralanma risklerinin ortadan kaldırılması amacıyla başvuru metotları ve alınan tedbirler*” olarak tanımlanmıştır (Cossale&Elliott, 2013). Bu kavram mevzuatımıza 02.07.2018 tarihli ve 703 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kaldırılan ve görevleri Cumhurbaşkanlığı Güvenlik ve Dış Politikalar Kurulu'na verilen Karayolu Güvenliği Yüksek Kurulu Kuruluş, Görev ve Çalışma Yönetmeliği'yle girmiştir. İlgili yönetmelikte trafik güvenliğinin tanımı “*Can ve mal kaybı ve trafik kazalarını önlemek amacıyla; yaya, hayvanların ve araçların karayolları üzerindeki hal ve hareketlerinin tanzimi ile bu konuda verilerin toplanması ve değerlendirilmesi*” şeklinde yapılmıştır. Türkiye’de 1953 yılında kanunlaşan ve yürürlüğe giren 6085 sayılı Karayolları Trafik Kanunu ile başlanmış olan trafik güvenliği çalışmaları, değişen ve gelişen koşullara bağlı olarak 1983 yılında yayımlanan 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu ile hali hazırda yürütülmekte olan karayolu trafik düzeninin yasal dayanağı oluşturulmuştur. 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu’nun 13’üncü maddesinde de karayolunun yapımı, bakımı, işletilmesinde görevlendirilen ve sorumluluk verilen tüm kuruluşların, karayolunun yapısını trafik güvenliğini sağlayacak durumda bulundurmakla görevli oldukları belirtilmiştir (Resmî Gazete, 2021/2 s.31384).

Dünya’da ve Türkiye’de trafik güvenliğinin sağlanmasına yönelik çeşitli çalışmalar ortaya konulmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü’nün başlattığı ve evrensel bir görüş haline gelen 4E faktörüyle trafik güvenliğinin artırılacağı görüşü ortaya konulmuştur (Merkepçi, 2021).

4E’yi oluşturan başlıklar şu şekilde açıklanabilir;

1. Education (eğitim faaliyetleri)
2. Engineering (mühendislik ve altyapı iyileştirmeleri)
3. Enforcement (yasal mevzuat düzenlemeleri ve denetimler)
4. Emergency and First Aid (ilk ve acil yardım iyileştirmeleri)

Gelişmiş ülkelerle gelişmekte olan ülkelerin mevcut durumları kıyaslandığında eğitim seviyesinin kazalara etki ettiği ortaya çıkmaktadır. Örgün eğitimde küçük yaşlarda verilecek trafik güvenliği eğitiminin yanı sıra sürücü kurslarındaki eğitim kalitesinin artırılması ve güncel trafik güvenliği seminer ve konferanslarının ulaşılabilir olması eğitim kalitesini etkileyen unsurlardandır (EGM, 2010).

Trafik güvenliğini sağlamak sadece trafik içerisinde yer alan unsurların can ve mal güvenliğini sağlamakla kalmamakta, ekonominin devamlılığının sağlanması, sosyo-kültürel ilişkilerin ve bağların kurularak güçlendirilmesi, şehirleşmenin ve ortak yaşam kültürünün oluşturulması gibi birçok alanda azımsanamayacak katkıları bulunmaktadır. Trafik sistemlerinin en temel unsuru olan yol, mühendislik bilimiyle incelenerek geliştirilmek durumundadır aksi takdirde tedbirli ve bilinçli sürücüler yetişse dahi düşük hareket hızlarıyla trafik kazalarına karışılabilir.

Altyapıya ait bazı kusurlarsa şöyle sıralanabilir:

- Geometrik tasarım hataları
- Yanlış deyer uygulamaları
- Yetersiz yatay ve düşey işaretlemeler
- Yol genişliği ve şerit sayısı yetersizliği
- Yetersiz aydınlatma
- Bakım/onarım yetersizliği

Eğitim ve yol mühendisliğinin uygun şekilde sağlanması sonrası trafik güvenliği, 3.E olan denetim ve yasalarla koruma altına alınmalıdır. Karayolları Trafik Yönetmeliği 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu uyarınca, can ve mal güvenliği yönünden; karayollarında trafik düzeninin sağlanması ve trafik güvenliğini ilgilendiren hususlarda alınacak tedbirler ile ilgili olarak, Yönetmelikte düzenlenmesi işaret edilen ve gerekli görülen diğer hükümleri ve bunların uygulanmasına ait esas ve usulleri belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Bu yönetmelikle trafikte bulunan çeşitli kişi, nesne ve durumlar açık bir şekilde anlatılmıştır. Ayrıca ek trafik kanunlarıyla trafik güvenliğini tehlikeye sokacak olumsuz hareket ve davranışlar cezalandırılmaktadır. Bu cezalarla sürücülerin trafik güvenliğini tehlikeye atmasının önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

DSÖ tarafından 4.E olarak acil durum ve ilk yardımın doğru yapılması konusuna değinilmiştir. Trafik kazasına karışan insanlara en kısa sürede ve uygun donanıma sahip sağlık personeli ile ilk yardım hizmeti verilmelidir. Aksi takdirde kazazedelere yapılan yanlış müdahaleler sonucu ömür boyu sakat kalma veya ölüm gibi kötü sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.

BM'nin 2018 rakamlarına göre, 7.632 milyar olan dünya nüfusunun 632 milyonluk bölümünün Güney Amerika ve Karayipler'de, 4.545 milyarlık bölümünün Asya'da, 1.288 milyarlık bölümüyse Afrika'da yaşamaktadır. Geriye kalan 1.107 milyarlık nüfus ise çeşitli alanlarda daha gelişmiş olan Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaşadığı görülmektedir. Trafik kazaları sonucu yüksek gelir düzeyine sahip ülkeler 100.000 kişide 11.8 gibi bir ölüm oranıyla karşılaşırken, düşük ve orta gelir seviyesindeki ülkelerde bu oran 18.3 seviyesindedir (WHO, 2018).

Trafik kazalarının yaşanmasında ve ölüm oranlarının bu denli değişkenlik göstermesinde ülkelerin izlediği politikalar etkin rol oynamaktadır. Sorumluluğu sadece yol kullanıcısı olan insanlara yüklemek yerine tüm paydaşların ortak sorumluluğu olarak gören ülkelerin izlediği güvenli sistem yaklaşımı 1990 yılında Hollanda ve İsveç'in önderliğinde ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşıma göre kaza anında yaralanma şiddetini en aza indirecek ve kaza yaşanma riskini en aza indirecek güvenli yollar tasarlanmalı, bu yollarda meydana gelebilecek herhangi bir kaza halinde araçların yapabilecekleri hız miktarı güvenli seviyeye çekilmelidir. Kaza anında araçların seyrettiği hızlar insan vücudunun dayanabileceği şiddette olması için çeşitli önlemler alınmaktadır. Paylaşımlardan bir diğeri olan taşıt ayağının üretim vizyonu güvenlik olmalı ve bu yaklaşıma göre araçlar kazaların oluşmasını ve sonuçlarını en az olumsuzlukla sonlandıracak şekilde tasarlanmalıdır. Ülkelerin farklı çeşit ve kalitedeki yollarına uyum sağlayabilecek araçların sürücü desteğiyle bezenmiş olması önem arz etmektedir. Paydaşlardan bir diğeri devletin sağlaması gereken güvenli yol kullanımıyla yol kullanıcıları hiçbir tereddüt yaşamadan özgürce ve güvende olduklarını bilerek trafiğe katılabilmelilerdir. Güvenli sistem yaklaşımı bu temel unsurlar üzerine kurulmuştur. Bu yaklaşıma göre hızlı ve alkollü araç kullanma, emniyet kemeri takmama, koruyucu başlık kullanmama, araç içi çocuk koruma donanımlarının kullanılmaması trafik güvenliğinin sağlanmasına engel olan 5 risk faktörü olarak görülmektedir (WHO, 2017).

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu tarafından yapılan analizlere göre, gelişmiş ülkelerde trafik güvenliğine yönelik alınan tedbirlerle, araç sayısında artış olmasına rağmen, yaşanan trafik kazalarındaki ölüm oranı 1970-1980 yılları arasında azalma eğilimi göstermektedir. Ağır yük taşımacılığı için kullanılan araçların ve bireysel otomobil kullanımının 90'lı yıllar itibariyle arttığı düşük ve orta gelirli ülkelerde ise trafik kazalarındaki ölüm oranında büyük oranda artış yaşandığı anlaşılmaktadır (BMAEK, 2018).

Cenevre'de 2004 yılında DSÖ ve Dünya Bankası bilgi ve birikimleriyle yayınlanan Karayolu Trafik Yaralanmalarının Önlenmesi Dünya Raporu isimli çalışma, trafik güvenliği tedbirlerinin hızlı bir şekilde hayata geçirilmesinde öncü bir rapor olarak BM ülkelerince temel alınmıştır. Çeşitli bilim ve teknolojik altyapıdan elde edilecek kazanımlarla trafik kazalarının önüne geçebilmenin yanı sıra ihtimal dahilinde olan trafik kazalarının önlenmesi ve yaşanabilecek kaza durumlarından sonra izlenmesi gereken yolla alakalı değerlendirme ve çalışmalar ortaya koyulmuştur. BM çeşitli komisyon ve örgütleri vasıtasıyla küresel anlamda eğitimden konferansa, yayından yol yapımı için kredi desteğine, çeşitli enstrümanlarla trafik güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (BM, 2018).

Avrupa Ulaşım Güvenliği Konseyi (ETSC) raporuna göre hazırlanan çizelge 3.1'de 2010 ile 2020 yılları arasındaki AB üye ülkelerinde meydana gelen trafik kazalarına bağlı ölüm sayıları verilmektedir. Veriler incelendiğinde 2010 – 2020 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarındaki ölüm sayıları süreç boyunca %36,53 oranında azalmıştır. AB genelinde 2010 yılında 29.691 kişi trafik kazalarında hayatını kaybetmiştir. Bu sayı 2001 yılında 55 binin üzerindeydi. 2020 yılına gelindiğinde %36,53'lük azalma oranıyla 18.844 kişi hayatını kaybetmiştir. Avrupa komisyonu 2020 ile 2030 yılları arasında yaşanan yaralamalı ve ölümlü trafik kaza oranını %50 oranında azaltmayı hedeflemektedir (ETSC, 2021).

Çizelge 3.1. AB ülkelerinde trafik kazalarında ölen kişi sayıları

Yıl	Ölen Kişi Sayısı	Bir Önceki Yıla Göre Değişim
2010	29,691	-
2011	28,866	2,78%
2012	26,538	8,06%
2013	24,296	8,45%
2014	24,184	0,46%
2015	24,416	-0,96%
2016	23,88	2,20%
2017	23,455	1,78%
2018	23,363	0,39%
2019	22,763	2,57%
2020	18,844	17,22%
Toplam	270,296	36,53%

Kaynak: (ETSC, 2021)

AB üye ülkeleriyle Türkiye kıyaslanacak olursa; 2010'ların başı itibariyle Türkiye, trafik kazalarında Dünya'da ölen tüm insanların yarısını oluşturan 10 ülke arasında yer almaktaydı. 2010 yılında Türkiye'de yaşanan trafik kazalarında 8.090 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu sayı aynı tarihte AB üye ülkelerinde trafik kazalarında ölenlerin %27'sinden fazlasına denk gelmektedir. 2020 yılındaysa Türkiye'deki ölü sayısı 7.063'e gerilemesine rağmen aynı dönemde AB üye ülkelerinde gerçekleşen ölümlerin %37,5'ine denk gelmektedir. 10 yıllık değişim göz önüne alındığında hem AB üye ülkelerindeki hem Türkiye'deki ölüm sayıları düşmüş olsa da AB üye ülkelerinde trafik güvenliğine dair alınan önlem ve çalışmalar Türkiye'deki çalışmalara kıyasla daha fazla etkisini gösterdiği anlaşılmaktadır. İnsan psikolojisinde bırakmış olduğu etki ve ekonomik sonuçları sebebiyle trafik kazalarının önlenmesine dair kazaları önleyici sistemlere yatırım ve halkın eğitimi gibi çalışmalar her geçen gün tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de devam etmektedir. Kaza istatistiklerine göre insan, çevre ve araç üçgeninde yaşanan olayların %97,5'i insan kusuruna dayanmakta olduğu anlaşılmaktadır. İnsan faktöründe yer alan sürücü bu oranın %88'ini kendi başına üstlenmektedir (TUİK, 2021).

Karayolu kullanımındaki talep ve kullanıcı sayısının artmasıyla hafif taşıtlar gibi ivmeli bir şekilde artış gösteren toplu taşıma ve ağır yük taşımacılığı yapan araçların ortaya çıkarttığı trafik güvenliği sorunu tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir konu başlığı haline gelmiştir. Teknolojideki hızlı gelişmeyle motorlu taşıtların güç ve hızlarının artışı

trafik kazalarında da ciddi oranda artışa sebebiyet vermektedir. Geçmiş yıllardan süre gelen trafik kazalarındaki ölüm sayılarının fazlalığı Türkiye’de de gündemden düşmemektedir (EGM, 2020).

Çizelge 3.2. 2009-2020 yılları arası trafik kaza istatistikleri

Trafikte kayıtlı araç, kaza, ölü ve yaralı sayısı, 2009-2020							
Yıl	Toplam kaza sayısı	Ölümlü yaralanmalı kaza sayısı	Maddi hasarlı kaza sayısı	Ölü sayısı			Yaralı sayısı
				Toplam	Kaza yerinde	Kaza sonrası	
2009	1 053 346	111 121	942 225	4 324	4 324	-	201 380
2010	1 106 201	116 804	989 397	4 045	4 045	-	211 496
2011	1 228 928	131 845	1 097 083	3 835	3 835	-	238 074
2012	1 296 634	153 552	1 143 082	3 750	3 750	-	268 079
2013	1 207 354	161 306	1 046 048	3 685	3 685	-	274 829
2014	1 199 010	168 512	1 030 498	3 524	3 524	-	285 059
2015	1 313 359	183 011	1 130 348	7 530	3 831	3 699	304 421
2016	1 182 491	185 128	997 363	7 300	3 493	3 807	303 812
2017	1 202 716	182 669	1 020 047	7 427	3 534	3 893	300 383
2018	1 229 364	186 532	1 042 832	6 675	3 368	3 307	307 071
2019	1 168 144	174 896	993 248	5 473	2 524	2 949	283 234
2020	983 808	150 275	833 533	4 866	2 197	2 669	226 266

Kaynak: (TÜİK, 2021)

Çizelge 3.2’de belirtilen son 12 yıllık kaza istatistik verilerine bakıldığında yıllara göre artış ve azalışlar gözlemlenmiş ancak son yıllardaki düşüş trendiyle 2009 yılına göre %6,6’lık bir nihai düşüş meydana gelmiştir. Belirtildiği üzere ülke genelinde 2020 yılında 983.808 adet trafik kazası meydana gelmiş ve bu kazalarda 2.197’si kaza yerinde, 2.669’u kaza sonrası olmak üzere toplam 4.866 kişi hayatını kaybetmiştir. Yine bu kazalarda yaralananların sayısı 226.266’dır. Kaza sonrası ölüm verilerinin de tutulduğu 2015 yılıyla kıyaslayacak olursak; 2015 yılında toplam 1.313.359 trafik kazası meydana gelmiş ve bu kazalarda 3.831’i kaza yerinde, 3.699’u kaza sonrası olmak üzere 7.530 kişi hayatını kaybetmiştir. Toplam yaralı sayısıysa 304.421’dir. Son 5 yıl kıyaslandığında kaza, ölüm ve yaralı sayılarında ciddi düşüşler gözlemlenmiştir. Kaza sayılarındaki düşüş oranlarıyla, ölen kazazedelerin düşüş oranları aynı değildir. Bu durum taşıt güvenlik sistemlerinin gelişmesi, eğitim ve denetimlerin kalitesinin ve sürekliliğinin artırılması gibi nedenlere bağlı olabilmektedir.

Günümüzde trafik güvenliği ile ilgili sorunlara iyileştirici ve kolaylaştırıcı çözümler üretilmektedir. Bunların başında hatayı en aza indirmek ve kaynakların daha verimli kullanılabilmesi adına AUS’un trafik güvenliğini ön planda tutarak geliştirilmesi ve EDS’nin trafik kazalarının azaltılması çalışmalarında kullanılması sayılabilir. Ayrıca, drone ile trafik

denetimi, alcoholoc türü alkol kilitleri, uyuşturucu test kiti, akıllı plaka sistemleri gibi pek çok teknolojik ekipmanın trafik güvenliği alanında kullanılmaya başlanması ile trafik güvenliğinde inovasyon dönemi başlamıştır (Bal, 2020).

Türkiye’de başta aşırı hız olmak üzere, seyir halinde cep telefonu ile konuşma, emniyet kemeri kullanmama, alkol ve uyuşturucu gibi kural ihlallerinin önüne geçebilmek adına polis ve jandarma ekiplerince geleneksel denetim faaliyetleri yürütülmektedir. Buna ek olarak trafik güvenliği bilincini artırmak amacıyla yol kullanıcılarına (sürücü, yolcu ve yaya);

- Trafik Dedektifleri projesi kapsamında trafik eğitim parkları ve mobil trafik eğitim turları aracılığıyla özellikle çocuklara yönelik uygulamalı eğitim faaliyetleri,
- Öğretmenlere ve servis sürücülerine yönelik güvenli sürüş kuralları eğitimleri,
- En çok kaza yapan sürücülere yönelik güvenli sürüş eğitimleri,
- Karayolu güzergâhlarında sürücülerin “Yaşam İçin Kısa Bir Mola” vermesi sağlanarak “Yaşam Tüneli” eğitimleri düzenlenmektedir (EGM, 2020).

3.1. Türkiye’de Trafik Güvenliğini Etkileyen Unsurlar

3.1.1. İnsan faktörü

Trafik güvenliğine etkileyen unsurlar insan, taşıt, yol ve çevre olarak 4 başlıkta incelenebilir. İnsan faktörü trafikte sürücü, yolcu ve yaya olarak karşımıza çıkmaktadır. TUİK verilerine göre bu unsurlar içerisinde trafik güvenliğini en fazla etkileyen bölümü sürücüler oluşturmaktadır. Çizelge 3.3’de görüldüğü üzere Türkiye’de 2020 yılında ölümlü yaralanmalı trafik kazasına neden olan toplam 177 bin 867 kusura bakıldığında kusurların %88,3’ünün sürücü, %7,0’ının yaya, %2,7’sinin taşıt, %1,4’ünün yolcu ve %0,5’inin yol kaynaklı olduğu görülmüştür (TUİK,2021).

Çizelge 3.3. Ölümlü yaralanmalı trafik kazasına neden olan kusur sayısı (2009-2020)

Ölümlü yaralanmalı trafik kazasına neden olan kusur sayısı, 2009-2020

Yıl	Toplam kusur / %		Sürücü kusuru / %		Yolcu kusuru / %		Yaya kusuru / %		Yol kusuru / %		Taşıt kusuru / %	
2009	155 982	100	139 758	89,6	640	0,4	14 181	9,1	958	0,6	445	0,3
2010	157 970	100	141 728	89,7	564	0,4	14 171	9,0	992	0,6	515	0,3
2011	174 605	100	157 494	90,2	677	0,4	14 860	8,5	1 044	0,6	530	0,3
2012	181 266	100	161 076	88,9	797	0,4	17 672	9,7	1 124	0,6	597	0,3
2013	183 030	100	162 327	88,7	774	0,4	16 458	9,0	1 913	1,0	1 558	0,9
2014	193 215	100	171 236	88,6	901	0,5	18 115	9,4	1 841	1,0	1 122	0,6
2015	210 498	100	187 980	89,3	915	0,4	18 522	8,8	1 916	0,9	1 165	0,6
2016	213 149	100	190 954	89,6	869	0,4	18 612	8,7	1 717	0,8	997	0,5
2017	213 325	100	191 717	89,9	782	0,4	18 095	8,5	1 619	0,7	1 112	0,5
2018	217 898	100	194 928	89,5	1 916	0,9	18 394	8,4	1 300	0,6	1 360	0,6
2019	204 538	100	180 042	88,0	2 572	1,3	16 726	8,2	1 045	0,5	4 153	2,0
2020	177 867	100	157 128	88,3	2 577	1,4	12 520	7,0	897	0,5	4 745	2,7

Kaynak: (TUIK, 2021)

Yaya yollarının taşıt yollarıyla kesişimindeki işaret ve tabelalara uygun hareket etmeyen ve karayollarında uygun olmayan yerlerden karşıdan karşıya geçmek gibi davranışlarda bulunan yayalar kazalara sebebiyet verebilmektedirler. 2020 yılında yayaların etken olduğu ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı 12.577'dir. Bu kazaların %29,63'ü yayaların da trafikteki diğer tüm elemanların uyması gerektiği gibi trafik ışık ve işaretlerine uymamasından kaynaklanmaktadır (TUIK, 2021).

Taşıt seyir halindeyken şoförün bilgisi dahilinde olmayan iniş ve binişler, taşıtlarda uygun olmayan yerlerde seyahat etmek, taşıt üzerinden sarkmak gibi hareketlerle yolcular kazaya sebebiyet verebilmektedirler. Çizelge 3.4'te belirtildiği üzere 2020 yılında yolcu etkenli yaşanan ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının 1608 adedi yerleşim yerinde 1036 adedi yerleşim yeri dışında olmak üzere 2644 adet kaza meydana gelmiştir. Bu kazaların %10,89'luk bölümünü taşıt dışında gayri nizami seyahat etme kusuru oluşturmaktadır. Yolcuların taşıtlarda kask veya emniyet kemeri kullanmamasından kaynaklı oluşan kazaların oranıyla %9,83'tür (TUIK, 2021). Yayaların da sürücüler kadar trafik kurallarına uyarak seyahatlerini gerçekleştirmeleri trafik güvenliği için önem arz etmektedir.

Çizelge 3.4. 2020 yılı ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarına etken yolcu kusurları

Yolcu Kusurları	Yerleşim Yeri	Yerleşim Yeri Dışı	TOPLAM
Taşıt dışında (çamurluk v.s) gayri nizami seyahat etmek	131	157	288
Taşıtlarda kask veya emniyet kemeri kullanmamak	139	121	260
Hareket halindeki taşıtlardan yere atlamak	123	11	134
Taşıt içinde gayri nizami hareket etmek	85	20	105
Açık yük üzerinde gayri nizami ve tehlikeli şekilde seyahat etmek	13	66	79
Taşıttan sarkmak	29	9	38
Habersiz taşıta binmek ya da taşıttan inmek	33	4	37
Diğer	1055	648	1703
TOPLAM	1608	1036	2644

Kaynak: (TÜİK, 2021)

3.1.2. Taşıt faktörü

Trafik güvenliğini düşük oranda da olsa etkileyen unsurlardan bir tanesi de taşıt faktörüdür. Otomotiv üreticileri daha güvenli taşıt üretme çabasıyla ortaya çıkan yüksek rekabetle, sürücü ve yolcuların güvenliğine gün geçtikçe daha fazla önem vererek daha güvenli taşıtları piyasaya sürmektedirler. Otomotiv üreticileri, taşıt tasarımlarını trafik güvenliğinin sağlanması için ilk unsur olan sürücüye uygun şekilde dizayn etmesi gerekmektedir. Otomotivler sürücünün dikkat algısını dağıtmayacak şekilde ve her daim yola odaklanabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Sürücünün dikkatinin dağılmaması kadar önemli olan yola uygunluk felsefesi de yine otomotiv üreticileri için dikkat edilmesi gereken unsurlardan bir tanesidir. Ülke yollarının teknik özelliklerine uygun ve güvenilir araçların üretilmesi trafikteki kaza oranlarının da düşüşünü sağlayacaktır. Frenlemede kayak etkisini engelleyen sistemler (ABS), araçların devrilmesini önleyen sistemler (Roll Over Protection System) üreticiler tarafından kullanılan güvenlik sistemlerinden bazılarıdır.

Çizelge 3.5. Trafîğe kayıtlı araç, kaza, ölü ve yaralı sayısı (2009-2020)

Trafîğe Kayıtlı Araç, Kaza, Ölü ve Yaralı Sayısı, 2009-2020				
Yıl	Trafîğe Kayıtlı Araç Sayısı	Toplam Kaza Sayısı	Toplam Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
2009	14 316 700	1 053 346	4 324	201 380
2010	15 095 603	1 106 201	4 045	211 496
2011	16 089 528	1 228 928	3 835	238 074
2012	17 033 413	1 296 634	3 750	268 079
2013	17 939 447	1 207 354	3 685	274 829
2014	18 828 721	1 199 010	3 524	285 059
2015	19 994 472	1 313 359	7 530	304 421
2016	21 090 424	1 182 491	7 300	303 812
2017	22 218 945	1 202 716	7 427	300 383
2018	22 865 921	1 229 364	6 675	307 071
2019	23 156 975	1 168 144	5 473	283 234
2020	24 144 857	983 808	4 866	226 266

Kaynak: 1) TUIK karayolu trafik kaza istatistikleri, 2020, 2) Trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşuna sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle 30 gün içinde ölenleri kapsamamaktadır.

Çizelge 3.5'te görüldüğü üzere trafikteki motorlu taşıt sayısı her yıl artmasına rağmen kaza ve ölü sayısındaki artış aynı oranda yükselmemektedir. Yol ve araç güvenlik seviyesinin son yıllarda gelişim göstermesi, mobil ve sabit denetleme sistemlerinin etkin kullanımıyla şehiriçi ve şehirlerarası yollardaki hız ve güvenlik kontrolünün sürekli sağlanabilmesi gibi olumlu etkenler trafik güvenliğinin sağlanmasında etkin rol oynamıştır. Her yeni günde trafiğe çıkış yapan çoğu araçta artık standart olarak bulunan çarpışma önleme, hız limitör, oto-pilot gibi günümüz akıllı sistemleri sayesinde kaza sayılarında azalma eğiliminin devam edeceği düşünülebilir.

3.1.3. Yol faktörü

Yolun istatistiksel olarak trafik güvenliğine etkisi diğer unsurlara göre daha az gözüktse de trafikte en önemli faktörlerden biri yolun geometrik yapısıdır. Hızlı nüfus artışıyla birlikte artan şehirleşme maalesef kent içi yollarda uygun planlamanın yapılamamasıyla ulaşım sorunu ortaya çıkmıştır. Yol yapımında dikkate alınması gereken kapasite, coğrafi özellikler gibi ana başlıkların dikkate alınmamasıyla inşaa edilen yollar ve karmaşık şehirleşmeyle birlikte yolda geçirilen zaman artmakta ve buna bağlı olarak sürücü ve taşıt faktörlerinin trafik güvenliğine negatif yönde yeni etkileri oluşmaktadır. Yol; şekil ve geometrik yapı olarak, yapım kalitesi ve kullanım süresince rutin bakımlarının yapılması sürücülerin güvenli

seyahat edebilemeleri açısından önemlidir. Yol üzerinde bulunan ve öncü bilgi vermesi amacıyla kullanılan trafik işaretlerinin doğruluğu ve yerleri yol faktörünün trafik güvenliğine etkisi üzerinde büyük rol oynamaktadır. Yol üzerinde bulunan geçit ve kavşakların kullanışlılığı ve trafik akımına uygunluğu trafik güvenliğinde sürücü ve taşıt performansını etkileyen faktörlerden bazılarıdır.

Kara nokta olarak tabir edilen trafik kazalarının sıklıkla meydana geldiği lokasyonlarda genellikle yol geometrik yapısının güvenli süreç elverişli olmamasından kaynaklı olarak kazalar meydana gelebilmektedir. Ancak bu tarz kazalar kaza tespit tutanaklarına sürücü hatası olarak kayıt altına alındığında; yol üzerindeki geometrik tasarım hataları göz ardı edilebilmektedir. Bu durumun önüne geçilebilmesi için kaza tespit tutanakları tüm kusurları ortaya koyacak şekilde tam ve eksiksiz olarak doldurulmalıdır.



Şekil 3.1. 2020 yılı yol kusurlarına bağlı kaza sayıları (TUİK, 2021)

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere 2020 yılında karayollarında yol kusurlarına bağlı olarak 897 ölüm ve yaralanmalı trafik kazası meydana gelmiştir. Bu kazaların büyük bir kısmı yol sahtında kullanılan gevşek malzeme olarak kayıtlara geçmiştir. Münferit çukur, şerit çökmesi, tekerlek izinde oturma gibi yol üstünde oluşan deformasyonlar da kazaların oluşumuna etki eden başlıca unsurlardandır (TUİK, 2021).

3.1.4. Çevre

Karayolları trafik güvenliğini etkileyen deprem dışında doğal problemler; sel, çığ, heyelan, kar, buzlanma ve sis olarak sıralanabilir. Bu problemlerin çoğu kış mevsiminde veya kar erime döneminde yaşanmaktadır. Bu doğa olayları yeri geldiğinde görüş mesafesini azaltmakla birlikte yol çizgilerinin ve uyarı tabelalarının görülmemesine sebep olabilmektedir. Kış döneminde; rüzgârın etkisiyle yollarda oluşan kar sivruntusunun birikmemesi amacıyla karayolları, kar sürüklenmesini önlemek amacıyla hâkim rüzgâr yönü ile karayolu arasında dikilmiş kar sivruntu kontrol ormanları ve yol sınır ve yönlendirme işaretleri koyarak sürücünün güvenli bir şekilde hareket etmesi için yardımcı olacak çalışmaları uygulayabilmektedir. Yaz döneminde oluşan normalin üzerinde sıcak ve nemli havaların sürücüye etkileri; sinir gerginliği, dikkatini toparlayamaması ve uyku hali, ani bastıran dolu ve sağanak yağışlarda görüş mesafesinin hızla azalması, aynı şekilde toz fırtınalarında görüş mesafesindeki anlık ve hızlı azalması, yerel olarak oluşan kuvvetli vadi rüzgarlarından dolayı özellikle köprülü geçitlerde hızla sivrulma ve direksiyon hakimiyetinin azalması, sabah erken ve akşam üstü gibi günün belli saatlerinde güneş ışınlarının direk sürücüye gelmesi sonucu görüşün kısıtlanması ve benzeri durumlar şeklinde sıralanabilir (Gürer, 2016).

3.2. Trafik Güvenliği Hız İlişkisi

Trafik kaza raporlarından elde edilen sonuca göre kazaların en başlıca sebebi olarak yol ve hava şartlarına uygun olmayan hız gösterilmektedir (TUİK, 2021). Seyahat halinde gidecek konuma motorlu araçlarla ulaşmaya çalışırken yasalarca belirlenen düzeyin üzerinde aşırı hız yapmak trafik kazalarına neden olmakta, aşırı hız sebebiyle meydana gelen trafik kazalarındaki ölüm riski, diğer tüm kaza çeşitlerinden daha yüksek orandadır. Bu nedenle sebebi ne olursa olsun aşırı hız yapmaktan kaçınmak ve yol yapısına uygun şekilde belirlenen hız limitlerine uymak trafik güvenliğinin sağlanması açısından büyük önem arz eder (WHO, 2018). Dünyada her yıl meydana gelen trafik kazalarının ortalama %13' ü aşırı hızdan ve hız kurallarını ihlalden kaynaklanmaktadır. Hız arttıkça durma mesafesi uzamakta, direksiyon hakimiyeti azalmakta, geçme hataları ve çarpışma şiddetleri ise artmaktadır. Aşırı hız sürüş güvenliğini ortadan kaldırır. Araç ve araç içi güvenliğinin artırılmasının sebebi daha fazla hız yapılmasına imkân sağlamak değil, kaza sonucunda meydana gelen yaralanma

ve ölümleri en aza indirmektir. Bununla birlikte araç ne kadar güvenli olursa olsun, fizik kuralları değişmemektedir (Çubuk&Hatipoğlu, 2005).

Araçla hareket eden bir sürücünün 35 km/s hız yapmasıyla sağlayacağı görüş alanı yaklaşık 104 derecedir. Bu açı hızı 65 km/s'e yükseldiğinde 70 dereceye düşmekte, 130 km/s'e yükseldiğinde ise 30 dereceye düşmektedir. 30 derecelik açının görünümü ancak tünel görüşü şeklinde anlaşılabilmektedir. Bu hızda sürücü sadece yolu görüp izleyebilir. Yolu ve görüş açısının çevresinde kalan kaldırım ve yol güzergahı kenarındaki olaylar ve hareketlere vakıf olamamaktadır. Yüksek hızlarda hareket halindeki sürücünün etrafından geçmeye çalışan yaya ve araçları görmesi mümkün değildir. Sürücünün araç kullanırken sadece yolu kontrol etmesi yeterli değildir. Yan yollardan çıkabilecek araçları, yola inebilecek yayaları, yolun iki tarafından fırlayabilecek insan ve hayvanları önceden görmesi ve ona göre tedbir alması gerekir (Acar, 2003).

Hız sebebiyle meydana gelen kazalar sonucunda birbirine veya bir yere çarpan araçlar ne kadar yüksek hızla seyrediyorsa çarpma anında oluşturacağı bu mekanik enerji de o kadar yükselmektedir. Kaza anında bu enerjinin transfer edildiği araç, aracın içinde bulunan sürücü ve yolcular veya aracın çarptığı yaya, araç ya da engel aynı şiddette zarar görmektedir. Saatte 80 km hızla seyreden bir araçta bulunan bir kişinin ölme ihtimali, saatte 30 km hızla giden bir araçta bulunan bir kişiye göre 20 kat daha fazladır. Yayalar ve bisikletliler gibi, daha savunmasız yol kullanıcıları söz konusu olduğunda kaza sonucu çok daha ağır olabilmektedir. Yayalar kendilerine 30 km/saat ya da daha düşük hızda giden bir araç çarptığı zaman hayatta kalma ihtimali %90 iken, aracın saatte 45 km hızda olması halinde hayatta kalma ihtimali %50'ye düşmektedir. Saatte 80 km hızda giden bir aracın çarpması halinde ise yayanın hayatta kalma ihtimali hemen hemen yok gibidir (Global Road Safety Partnership, 2008).

Kaza ihtimali ve kaza sonuçları ile ilişkisi nedeniyle hız, temel bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Aşırı hız, yasal hız sınırlarının üzerinde olması durumuyla tanımlanabilir. Uygun olmayan hız ise, hava, yol, trafik gibi çevresel koşullara göre yolda gidilmesi gereken hız sınırının üzerine çıkılması anlamına gelmektedir. Her iki durumda da meydana gelebilecek kazalar yasal hızda ya da uygun hızda oluşabilecek hasarın üzerinde olmaktadır.

Trafikte meydana gelen hız kaynaklı kazaların oranı ülkelerin gelir gruplarına göre farklılık göstermektedir. Yüksek gelir grubundaki ülkelerde meydana gelen trafik kazalarının %30'unun yüksek hız kaynaklı olduğu görülmüştür. Bu oran daha alt düzey gelir grubuna sahip düşük ve orta gelirli ülkelerde ise yaklaşık %50'sinde temel etkindir. Aracın hızını kontrol etmek, kazaları önleyebilir ve meydana gelebilecek kazalarda oluşabilecek zararı ve kayıpları azaltarak olumsuz etkiyi en aza indirebilir (Global Road Safety Partnership, 2008).

Hız limitlerinin belirlenmesinde yol ve sürücü kalitesi büyük öneme sahiptir. Bu limitlerin belirlenmesi ve denetimlerinin yapılması da limit koymanın ve belirleme çalışmalarının anlam ifade etmesi açısından önemlidir. Yol inşaatı yürürlükte bulunan yol geometrik standartlarına ve belirli bir proje hızına uygun şekilde yapılmaktadır. Avrupa'da olduğu gibi Türkiye'de de hız limitleri yol projesinin belirli bir kalitede seyri sayesinde Avrupa hız limitleriyle hemen hemen aynı düzeydedir. Çizelge 3.6'da Avrupa ülkeleri ve Türkiye'nin yol çeşitlerine göre hız limitleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.6. Avrupa ülkeleri ve Türkiye hız limitleri

ÜLKE	Şehir içi (km/saat)	Şehir dışı (km/saat)	Otoyol (km/saat)
Almanya	50	100	130
Austurya	50	100	130
Belarus	60	90	110
Belçika	50	90	120
Danimarka	50	80	110-130
Estonya	50	90	110
Finlandiya	50	80-100	120
Fransa	50	80-90	130
Hırvatistan	50	90	130
Hollanda	50	80	130
İngiltere	48	96	112
İrlanda	50	60-100	120
İspanya	50	90	120
İsveç	30-70	60-100	110
İtalya	50	90-110	130
Lüksemburg	50	90	130
Norveç	50	80	90-100
Portekiz	50	90-100	120
Sırbistan	50	80	120
Türkiye	50	80	120
Yunanistan	50	90-110	130

Kaynak: (acl.lu, 2021)

Çizelge 3.6’da verilen Avrupa ülkelerine ve Türkiye’ye ait hız limitleri, ülkelerin kendi yol, araç ve hava koşullarına uygun şekilde olması için çalışmalar yapılarak en uygun hız limiti yasalarca belirlenmiştir. Bu hızların yükseltilmesi veya düşürülmesi ortalama kaza sayılarını etkilediği görülmüştür. İsveç’te 1990 yılında yapılan çalışmada 110 km/saat olan yasa hız sınırı 90 km/saat’e düşürülmüştür. Bu sayede ölümlü kazalarda %21’lik düşüş sağlanmıştır. İngilterede bundan bir sene sonra yapılan çalışmada yasal hız sınırı 100km/saat’ten 80km/saat’e düşürülmüş ve kaza sayısında %14’lük düşüş görülmüştür. 1994 yılında İsviçre’de yasal hız sınırı 130 km/saat’ken 120 km/saat’e indirilmiş ve yaşanan ölümlü kazaların %12 olarak azaldığı gözlemlenmiştir. 1973 yılında Yeni Zelanda hükümeti şehirlerarası karayolunda hız sınırını saate 55 milden 50 mile (yaklaşık 89 km/saat’ten 80 km/saat’e) düşürdüğünde, bu yollar üzerinde gerçek hızlarda 8-10 km/s arası düşüşler sağlanmış, buna bağlı olarak, hız sınırının değişmesinden etkilenmeyen şehir içi yollarla kıyaslandığında ölüm ve yaralanmalarda önemli düşüşler elde edilmiştir. Şehirlerarası anayollarda ölüm %37, ciddi yaralanmalar %24, hafif yaralanmalar ise %22 azalmış, bu oranlar şehir içi alanlarda sırasıyla %15, %9 ve %4 olarak gerçekleşmiştir. Yapılan çalışmalar hız düşüşünün kaza oranını azalttığını gösterdiği gibi hız artışının da kaza sayılarında artış yaşattığına dair çalışmalar mevcuttur. 1987 – 1988 yılları arasında ABD’de 40 eyalette hız sınırı eyaletlerarası otoyollarda saate 55 milden 65 mile (yaklaşık 89 km/saat’ten 105 km/saat’e) yükseltilmiştir. Bu değişiklik gerçek hız ortalamasında yaklaşık saate 3 mil (5 km/saat) artışa yol açmış, belirtilen dönem boyunca bu yollarda ölümler %20-%25 oranında artmıştır. Amerika’da yapılan araştırmada eyaletlerarası otoyollarda hız sınırını saate 65 milden saate 70 ve 75 mile yükselten eyaletlerde ölümler, hız sınırını değiştirmeyen eyaletlerle kıyaslandığında, sırasıyla %38 ve %35 oranında artmıştır (EGM, 2021).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de karayolu trafik güvenliğinde öne çıkan sorunlardan biri hız yönetimidir. Çizelge 3.7’de görülebileceği üzere trafik kazalarında karşımıza çıkan en yüksek orandaki sürücü hatası araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamaktan kaynaklanan kazalardır. 2020 yılında hız sebebiyle meydana gelen kazaların tüm kazalar içindeki oranı %40,5’dir. Yüksek hız faktörü trafik güvenliği için etken rol oynadığı kadar yolun yapısına uygun olmayacak şekildeki hızlarla seyir halinde olmak da trafik güvenliğini riske atmaktadır. Bu güvenlik riskini en aza indirmek için kullanılan yöntemlerden, hız denetimi kazaların önüne geçilmesi anlamında önem taşımaktadır. Hız denetiminin temel amacı, sürücülerin aşırı hız nedeni ile kaza yaptığı

yol kesimlerinde, yüksek hızlarla hareket edilmesini önlemek ve bu bölgelerde kaza oluşumunun önüne geçmektir. Bu denetimlerle aşırı hızdan kaynaklanan kazaların olduğu lokasyonlarda kazaların azaltılması ve şehiriçi&şehirdışı yollarda sürücülerin hız sınırlarına uymalarını sağlamak hedef konulmuştur. Hız denetimleri sürücülerin daha güvenli sürüş için yönlendirilmelerine, kazaların azalmasına, ölü ve yaralı sayısının düşmesine ve maddi hasarın en aza inmesine yol açmaktadır. Hız denetiminin bir başka ekonomik etkisi de yakıt tasarrufunun sağlanarak ülke ekonomisinin milyonlarca dolar kazanmasıdır. ABD’de yapılan bir araştırma hız sınırlaması getirilmesinin yakıt tüketiminde %3 oranında tasarruf sağladığını ortaya çıkartmıştır. Araştırmada ayrıca hız limitlerinin düşürülmesiyle kaza sonrası ölümlerde %24 oranında azalma sağlanmıştır (Acar, 2003).

Çizelge 3.7. 2020 yılı trafik kazaları sürücü kusurları

Kusurlar	Toplam	Yüzde
Alkollü araç kullanmak	1 869	1,2%
Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak	62 055	39,5%
Arkadan çarpmak	10 848	6,9%
Aşırı hızla araç kullanmak	1 595	1,0%
Doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamak	10 163	6,5%
Geçme yasağı olan yerlerden geçmek	950	0,6%
Kavşaklarda geçiş önceliğine uymamak	20 056	12,8%
Kırmızı ışık veya görevlinin dur işaretine uymamak	3 733	2,4%
Kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpmak	2 599	1,7%
Manevraları düzenleyen genel şartlara uymamak	12 611	8,0%
Şerit izleme ve değiştirme kuralına uymamak	2 387	1,5%
Taşıt giremez işareti bulunan yerlere girmek	3 754	2,4%
Sürücünün diğer kusurlu halleri	24 508	15,6%
Toplam	157 128	100%

Kaynak: (TÜİK, 2021)

Trafik güvenliğinin sağlanmasında yüksek hız sebebiyle ortaya çıkan kaza kara noktaları incelenerek; bu noktalar için çeşitli sabit denetim araçlarıyla gerekli önlem anılınabilmektedir. Bu denetim mekanizmalarından biri geleneksel hız denetim sistemleri olurken kaza kara noktalarının belirlenmesiyle devamlı denetimin sağlanabileceği sabit kurulu elektronik denetleme sistemleriyle de hız aşımı için caydırıcılık unsuru kolaylıkla sağlanabilir.

Elektronik denetleme sistemlerinin sosyal, psikolojik, ekonomik ve mühendislik boyutları olduğu unutulmamalıdır. Sistemlerin kullanılmasının, vatandaşlar üzerindeki algılanan yakalanma riskine olan etkisini ölçmek konunun bir boyutunu oluştururken, Türkiye’ye özgü

yol ve trafik verilerine uygun sistemlerin kullanılması bütünün diğer parçasını oluşturmaktadır. Sistemlerinin yaygınlaştırılması sıkça tartışılan bir konudur. Bu noktada önemli olan; Türkiye özelinde gerçekleştirilen araştırmalar sonucuna dayanan, kendi karakteristik özelliklerimize uygun milli sistemlerin geliştirilip yaygınlaştırılmasıdır. Araştırma sonuçlarının mühendisler ve istatistikçiler tarafından değerlendirilmesi, sistemlerin uygun yerlerde kullanılmasını sağlayacak, dolayısı ile ülke kaynakları da etkin kullanılacaktır. Bu sayede, Türkiye özelindeki gerçekler ve doğrular ile yola çıkılacak ve hedeflenen sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır (Kavsıracı-Demirbaş, 2019).

4. ELEKTRONİK DENETLEME SİSTEMLERİ

4.1. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Türkiye’deki Gelişimi

Trafik kazalarını önlemek ve en aza indirmek için ilgili birimlerce birçok farklı denetim ve cezalandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birisi de teknolojinin hızlı ilerlemesine paralel olarak gelişen elektronik sistemler ile bunları kontrol eden yazılımlardan oluşan “Akıllı Ulaşım Sistemleri”dir (Çelik, 2010).

Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığınca hazırlanan AB Üyesi Ülkelerde Karayolları Güvenliği denetim raporunda belirtildiği üzere hız aşımı denetimi konusunda alınabilecek en iyi önlem sabit elektronik denetleme sistemleriyle denetimin yapılmasıdır (EGM, 2018). Hareketli/mobil denetleme ve radar araçlarıyla anlık ve noktasal denetim yapılıyor olsada, denetimin yapıldığı noktasal bölgenin öncesi ve sonrasında hız aşımına yönelik önlem alınamamaktadır.

Trafik denetimlerinin amacı, trafik güvenliğinin sağlanması olup ancak trafik kazasına sebebiyet verecek davranışların önüne geçilebilmesiyle trafik güvenliğinin sağlanabileceği mümkün gözükmektedir. Yol denetimlerinin sıklıkla ve ergonomik yöntemlerle yapılabilmesi ve sonuç olarak en üst düzeyde trafik güvenliğinin sağlanabilmesi amacıyla çeşitli trafik denetleme yöntemleri kullanılmaktadır. Trafik denetimlerinde ve trafik kazalarında alınacak önlemlere ilişkin “Trafik Denetimlerinde ve Trafik Kazalarında Alınacak Önlemlere İlişkin Yönerge”de trafik denetiminin tanımı; “Yol kullanıcılarının trafik kurallarına uyup uymadıklarını, araçları ve araçlarda bulundurulması gerekli belge ve gereçleri, sürücüleri ve sürücülere ait belgeleri denetleyerek, eksiklik veya aykırılık durumunda gerekli işlemleri yapmak” şeklinde tanımlanmaktadır. Yine aynı yönergede elektronik trafik denetleme sistemlerinin tanımıysa “Karayollarında trafik düzenini ve güvenliğini sağlamak ve trafik kural ihlallerini tespit etmek amacı ile kullanılan elektronik, dijital cihaz veya cihazlar bütününden oluşan, sabit veya taşınabilir denetim sistemler” olarak yer almıştır (Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı, 2016).

Trafik denetimlerinin yoğunlaştırılmasıyla trafik ihlallerini azaltmak trafik güvenliği bakımından kabul edilen temel ilkelerden birisi olup, Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen “Trafik Denetimlerinin Kazalara Etkisi” başlıklı 2014 tarihli bir çalışmada:

- Trafik kurallarına tamamen uyumun sağlanması halinde trafik kazalarının %50 oranında azaltılmasının mümkün olduğu,
- Denetimin başarılı olabilmesi için sürekli ve tutarlı olması gerektiği,
- Hız denetimlerinin elektronik sistemler aracılığıyla sabit kameralarla yapılması durumunda etkinlik oranının manidar düzeyde arttığı belirtilmiştir (Bal, 2020).

Elektronik Denetleme Sistemleri başta hız denetimleriyle sınırlı olarak hayata geçirilmiştir. EDS, teknolojinin gelişimiyle genişletilmiş ve farklı denetim alanlarında da kullanılmaya başlanmıştır. Kırmızı ışık ihlal, park ihlal, ters yön ihlal, anlık hız ve ortalama hız kontrolleri gibi trafik kazalarına yol açabilecek hareketlerin tespitinin yapılmasında, sistemin çeşitli özelliklerinden faydalanarak fotoğraf veya video kaydı imkânı da sağlayabilmektedir. Emniyet güçlerinin delillendirme aşamasında yaşadığı zorluklar bu sistemler sayesinde ortadan kalkmaktadır. Elektronik denetleme sistemleriyle bölgesel ihtiyaçlara yönelik ek kazanımlar sağlanmış olsada, çeşitli akıllı ulaşım sistemleriyle ve merkezi kullanımda olan Kent Güvenlik Yönetim Sistemi gibi diğer sistemlerle entegre şekilde çalışabilmektedir. Özellikle delillendirme ve araç takip aşamasında çok farklı birimlerce elektronik denetleme sistemlerinden faydalanılmaktadır.

Elektronik Denetleme Sistemleri kendine özgü yapısıyla ihtiyaçlara uygun şekilde biçimlendirilebilmekte olup çeşitli trafik ihlallerine göre kara yolları üzerinde ve çevresinde konumlandırılabilir. Bu sistemlere ek olarak anlık ve ortalama hız tespit sistemleriyle yüksek hıza bağlı kazaları önleyerek maddi ve manevi kayıpların önüne geçmekte, kara yollarında yol durumuna uygun şekilde düşük hızlarla hareket eden araçların daha az yakıt harcamasında etken olarak ülke genelindeki akaryakıt tüketimini ve buna bağlı olarak ortaya çıkan düşük emisyonla çevreye verilen kirliliği de azaltmaktadır.

Türkiye’de MOBESE (Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu) ismiyle tanıştığımız elektronik denetleme sistemleri emniyet güçlerinin adli olaylarının takibini yapabilmesi, suçla mücadele amacıyla elde edilen bilgi ve görüntülerin kullanılması, bu görüntülerin analizi, polis faaliyetlerinin koordinasyonu, bölgesel ve merkezi yeni politikaların keşfinde faydası olacağı düşünülen bilgi yönetim sistemi ve güvenlik konsepti olarak görülmektedir (Çevik ve Filiz, 2008). 2001 yılında Diyarbakır ilinde araç takip ve suç analiz uygulaması amacıyla kurulmuş sistemle başlayan bu çalışmalar, Ankara, Mersin, İstanbul, İzmir,

Antalya’da kurulması planlanarak geliştirilmesi amaçlanmış, en kapsamlı haliyle 2005 yılında 12 bileşeniyle İstanbul’da kurulmuştur.

Günümüzde özellikle son yıllarda KGYS (Kent Güvenlik Yönetim Sistemleri) bağlamında kent merkezlerinde önemli yol güzergâhı ve kavşaklarda bulunan MOBESE (Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu) ve EDS kameralarına yerleştirilen radarlarla hem hız hem de kırmızı ışık ihlal suçları tespit edilmektedir. İhlali yapan sürücünün arkasından maddi delilleriyle birlikte adresine gönderilmektedir. Bu uygulama personel yetersizliği yüzünden etkili ve yeterli denetim yapılamayan özellikle de metropol şehirlerde trafik güvenliğine büyük katkılar sağlamaktadır. MOBESE ve EDS ile yapılan trafik denetimleri özellikle hız ihlali yapan ve kırmızı ışıktaki durmamayı alışkanlık haline getiren sürücüler üzerinde büyük bir caydırıcılık etki yaratmaktadır. Bu tür trafik denetimlerdeki amaç, ceza kesmek değil, güvenli bir trafik ortamı yaratmaktır (Murat, 2012:134).

Mobil Elektronik Görüntüleme Sistemleri’nin suçla mücadele kapsamında önleyici ve adli polislik faaliyetlerinde getirdiği faydalar sonucunda EGM’nin 2009-2013 yılları stratejik planında yer almış, ülke genelinde polis birimlerince kurulum ve kullanımı benimsenmiştir (EGM, 2009:59-60). Zamanla geleneksel polisiye yöntemlerin, suçu önlemede yetersiz kalması nedeniyle, kameraların varlığının suçları önlemesi ve suç işleme risk grubuna girenler için caydırıcılık sağlaması açısından sağladığı başarılar nedeniyle toplumda genel kabul görmüştür (Günaydın, 2014: 205-209)

Şehirlerde yaşayan nüfusun ve buna bağlı olarak şehirlerdeki suç oranlarının artması, delillendirme ve takip faaliyetlerindeki yetersizlik, adli olayların takipsizliği, geleneksel devriye, asayiş hizmetlerinin yetersiz kalması ve halk güvenliğinin sağlanması yönündeki toplumsal hassasiyetler MOBESE’ye olan ihtiyacı arttırmıştır. 24 saat süreyle devriye ve gözetim imkânı olan bu sistemlerle; cadde, sokak, park ve kavşaklar, önemli tesislerin yakınları, şehir giriş ve çıkışlarında, toplumsal olayların düzenlendiği alanlar gibi güvenlik açısından hassas noktalara bu sistemlerin kurulumunun yapılması suretiyle her daim görüntüleme ve anlık kontrol mekanizmaları eskiye oranla daha iyi çalışır hale gelmiştir (guvenlikdanismanlik.com, 2015).

MOBESE; güvenlik kameraları, plaka tanıma sistemleri, kırmızı ışık ve hız ihlal tespit sistemlerinden oluşmaktadır (EGM, 2012: 64).

MOBESE'yle yakalanmak istenilen amaçlar aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır;

- a) Adli olaylar karşısında anında önlemler alınarak suç ve kimlik tespitine yönelik çalışmaların yapılması,
- b) Toplumsal olaylardaki gelişmelerin izlenilmesi ve gerekli tedbirlerin alınabilmesi,
- c) Sıcak takip yapılması gereken durumlarda saha ekiplerinin yönlendirilmesi,
- d) Trafikte seyir halinde bulunan araçların çalıntı ve aranan araç olup olmadığının otomatik olarak sistem tarafından tespit edilmesi,
- e) Kişi hak ve özgürlüklerine dokunmadan etkin bir şekilde denetim faaliyeti yapılması,
- f) Delilden sanığa gitmeye yönelik çalışmalara destek olması, eldeki verilerden en seri şekilde faydalanılması, istatistiki bilgilerin seri ve kolayca alınabilmesi,
- g) Polis birimlerinin ek hizmet ve merkez binalarının çevre güvenlik ve nezarethane kamera görüntülerinin izlenmesi ve görüntülerin kaydedilmesi,
- h) Trafik kuralı ihlallerinin ve tarik yoğunluğunun tespit edilmesi gibi farklı çalışmalar yapılmaktadır (EGM, 2013).

Ulaşılmak istenen amaçlar; adli vakaların yanıtızsız kalmaması, önleyici polis hizmetleri ve çeşitli suç olaylarının takibinde elektronik zemin oluşturmak amacıyla tasarlandığı yani başlı başına güvenlik amaçlı bir tasarım olduğu görülmektedir.

4.2. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Gelişimi

2000'li yıllar öncesinde MOBESE ismiyle karşımıza çıkan Kent Güvenlik Yönetim Sistemleri'nin bir parçası olan ve belirli noktalarda bulunan hareketli ve sabit kameralarla görüntüleme ve kayıt işlemleri yapılmaktaydı. Yıllarca yapılan bu işlem sonrasında Trafik Elektronik Denetleme Sistemi (TEDES) adı altında yeni ve sadece motorlu taşıtlara ait plaka tanıma ve bu plakaların kaydının tutulmasını sağlayacak yeni bir sistem karşımıza çıkmıştı. Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023)'nde Kent Güvenlik Yönetim Sistemleri (KGYS) ile farklı noktalarda kurulmuş 7 gün 24 saat çalışan hareketli ve sabit kameralardan alınan görüntülerin, fiber-optik kablolar ve kablosuz iletişim teknolojileriyle KGYS merkezlerine ulaştırıldığı, KGYS merkezlerinin güvenlik işlevlerinin yanı sıra sağladıkları görüntüleme işlevi ile AUS uygulaması kapsamında değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Elektronik Denetleme Sistemi kurulum yetkisi il ve ilçe belediyelerinin de

kendi sınırları içerisinde bu sistemleri kurabilmesine izin veren yasa sonrası belediyeler bu sistemlerin yaygınlaşmasında etkin rol oynamıştır.

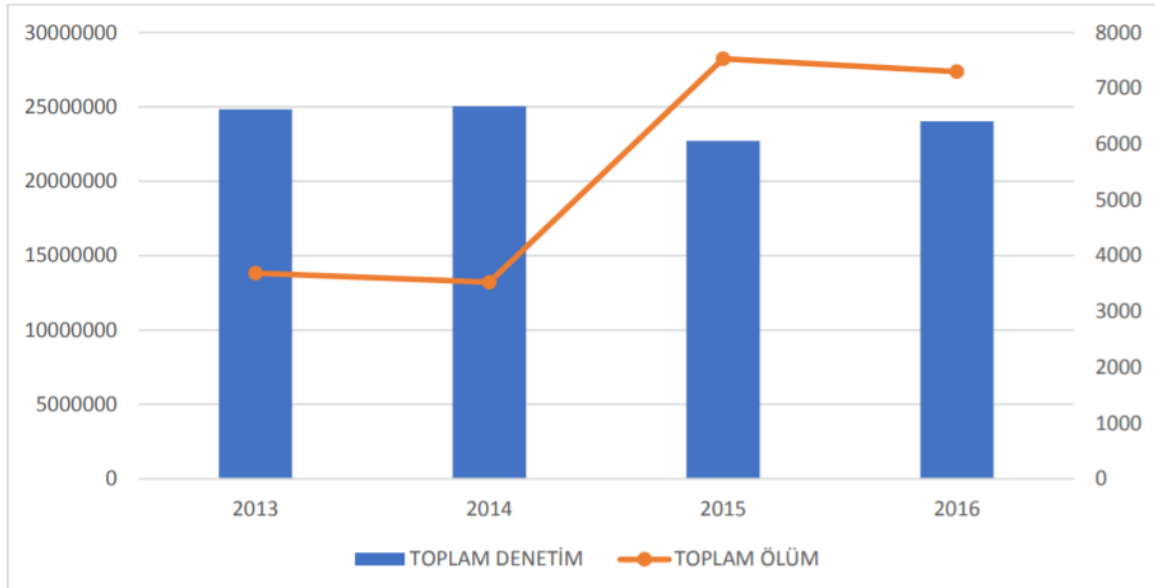
İl ve ilçe mücavir alanları içerisinde bulunan yoğun geçişlerin olduğu yollara sabit yol üstü direkler montajlayarak radar ve plaka okuma kameraları yerleştiren belediyeler işletmelerini emniyet birimlerinin yaptığı Elektronik Denetleme Sistemleriyle ceza kesiminden pay kazanarak il merkezi veya ilçelerinden geçiş yapan araçların 2 yıl boyunca plakalarını kayıt altına almaktaydılar. 2020 yılı itibarıyla 6 adet il merkezinde, 20 adet ilçe giriş çıkışlarında ve 4 beldenin giriş çıkışı olmak üzere toplamda 30 noktada, 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu kapsamında Belediyelerce veya sermayesinin tamamı belediyelere ait şirketler tarafından kendi kaynakları üzerinden imalatları tamamlanan veya belediyeler tarafından belirli yüzde karşılığı hasılat paylaşımı yoluyla kanuni tanımına uygun olarak kurulan ve işletilen sistemler mevcuttur. Bu şekilde hem güvenlik birimlerinin bilgi gereksinimi sağlanıyor hem de belediye ve emniyet birimlerinin uygun gördüğü noktalardaki hız sınırı, kırmızı ışık kontrolü gibi işlemlerle sürücülerin trafik kurallarına uyması sağlanıyordu. Ancak yasalardaki açıkla Trafik Elektronik Denetim Sistemleri suiistimal edilmiş ve neredeyse iki yüz metre de bir ceza kesilmesi gibi olumsuz durumlar ortaya çıkmıştı. Bu şekilde yapılan cezai işlemler sonrası durum basının ilgisini çekmiş ve Trafik Elektronik Denetim Sistemleri belirsiz süreliğine kapatılmıştır.

2017 yılında EGM adına SSB tarafından ihale edilen Kent Güvenlik Yönetim Sistemi ve Plaka Tanıma Sistemi projesiyle Türkiye genelinde 81 il ve ilçelerinde ihtiyaç duyulan noktalara görüntüleme ve plaka okuma işlemi yapan kamera sistemleri kurulmasına karar verilmiştir. 81 il ve bağlı ilçeler tek bir sistem üzerinden yönetilecek ve tek bir noktadan izlenebilecektir. Daha önce kurulmuş olan plaka tanıma ve görüntüleme noktaları da yine bu sistem içerisine entegre edilecek ve bu şekilde farklı noktalarda farklı programlara ihtiyaç duyulmayacaktır. 2020 yılı itibarıyla tüm il ve bağlı ilçelerde görüntüleme noktaları bulunmakta olup ana arterlerde plaka tanıma sistemleri mevcuttur (EGM, 2021).

4.3. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Amacı

Elektronik denetleme sistemleri saha görüntüleme elemanları ve kontrol yazılımından oluşmaktadır. Bu sistemle yasalarca belirlenen para cezaları sayesinde sürücüler tarafında yaratılmak istenen caydırıcılık unsuru sağlanabilmektedir. Sürücülerin trafik kurallarına

azami oranda uymalarını sağlamak ve kural ihlali yapanların cezalandırılmasıyla daha güvenli sürüş ve trafik ortamı sağlanmaktadır. Sürücü davranışlarının gelişimi ve değişimi ile trafik kurallarına uyulması arasındaki ilişkinin güçlendirilmesi trafik denetimlerinin en başta gelen amacıdır. Daha önce insan eliyle yapılmakta olan ihlal takibi kamera ve yazılımlara bırakılmıştır. Bu sayede insanların sisteme etkisi en aza indirilmiş ve hata oranı az, elektronik cihazların aktif olarak kullanıldığı bir ihlal tespit süreci hayata geçirilmiştir. Plaka kontrolü yapılırken sisteme ait özelliklerden olan marka, model karşılaştırılması gibi işlemleri de çok hızlı bir şekilde yapılması sayesinde tek bir bilgi girişine maruz kalmadan farklı sorgulama yöntemleriyle de denetim organizasyonu sağlanmış olacaktır. 7/24 esasına göre çalışan bu sistemler şehir içi ve şehirlerarası trafikte denetim boşluklarından ortaya çıkabilecek ihlallerin önüne geçebilmektedir. Plakaların iki sene boyunca sunucularda saklanması geçmiş tarihli yaşanmış veya gelecekte yaşanabilecek olayların açığa çıkartılmasında ve çözüm bulunmasında etkin rol oynamaktadır. Elektronik denetleme sistemlerinin yaygınlaştırılarak ülke genelinde kullanılmasıyla sürücüler üzerinde pozitif bir etki yaratarak sürücülerin trafik kurallarına uygun araç kullanmaları sağlanmış olacaktır. Trafik kurallarına uygun araç kullanım oranı arttıkça hıza bağlı kazaların sayısında azalma görülecektir. Sürücüler üzerinde yakalanma hissi oluşacak ceza korkusu yerine caydırıcılık etkisi ön plana çıkarılacaktır. Geleneksel denetimler yerine insan kaynaklı olmayan elektronik denetim sistemlerinin kullanılmasıyla sürücüler üzerindeki yakalanma hissi yükselecektir. Bu sistemler kural hatasını otomatik olarak tespit ettiği için sürücüler her daim çalışan bu sistemler tarafından cezalandırmamak için kural hatası yapmamaya özen göstereceklerdir. Geleneksel denetimlerin belirli bir seviyede katkısı bulunmakla beraber Şekil 4.1’de görüldüğü üzere trafik güvenliği ve ölüm sayısı üzerinde etkili bir gücü bulunmamaktadır.



Şekil 4.1. Toplam denetim sayısı ve toplam ölü sayısı (2013-2016) (EGM, 2018)

2013-2016 yılları arası EGM tarafından Türkiye’de yapılan yıllık toplam denetim sayısı ile trafik kazalarında meydana gelen yıllık ölüm sayılarındaki değişim incelendiğinde, 2013 ve 2014 yıllarındaki yıllık toplam denetim sayısı benzerken, ölü sayısında da herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. 2015 yılı itibari ile hastane verilerinin eklenmesi ile ölü sayısında artış gözlemlense de yıllık ölü sayısı denetimlerin bir miktar artışı 2016 yılında azalmıştır (EGM, 2018). Bu sayede denetimlerin trafik kazalarında hayatını kaybedenlerin sayısına etki ettiği anlaşılmaktadır.

EDS’lerin devreye alınması, insan kaynağını en az seviyede en fazla alanda kullanarak denetimin sağlanması, sürücülerin ise araçlarını yasal hız sınırlarında kullanmasını sağlayarak, trafiğin sakinleştirilmesinde ve trafik kazalarının önlenmesinde etkin bir yol olarak kabul edilmektedir (Karayolu Trafik Güvenliği Strateji Belgesi (2021-2030)). SSB ile ortak yürütülen KGYS Projesi kapsamında Türkiye’deki 1021 ilçede kurumlar tamamlanmıştır (EGM, 2020). 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programının Tedbir 512.5 numaralı “Elektronik Denetleme Sistemlerinde anlık hız denetimi yerine ortalama hız denetimleri esas alınacaktır” tedbirine göre EGM tarafından kurumları tamamlanan KGYS bileşenlerinden biri olan Plaka Tanıma Sistemlerinde kullanılan yazılım ve donanımlar sabit kalarak bu lokasyonlarda bulunan veri sağlayıcılarla PTS noktaları arasında hız koridorları oluşturulması planlanmıştır (T.C. Cumhurbaşkanlığı, 2020). PTS noktalarının birbirleri arasındaki uzaklık ölçümlerinin yapılmasıyla Ortalama Hız Koridorları sisteme tanıtılacak ve böylece tüm ilçelere yayılacak insan gücüne dayalı olmayan teknolojik bir denetim

imkânı sağlanmış olacaktır. Bunun yanı sıra Türkiye geneline yayılan iller arası yük ve yolcu taşımacılığındaki ana güzergâhlarını oluşturan ve altyapı düzenlemeleriyle büyük bir kısmı bölünmüş yol halindeki, doğubatı ve kuzey-güney istikametlerindeki devlet karayollarının ana aksları üzerinde ortalama hız koridorları ile seyir hızının düşürülmesi sağlanmış olacaktır. KGYS altındaki PTS'lerin ilave yetenek kazandırılmasıyla, ek bir kurulum maliyeti gerektirmeden düşük masrafla yüksek miktarda sosyo-ekonomik fayda ve katma değer getirisi sağlanacaktır (Karayolu Trafik Güvenliği Strateji Belgesi (2021-2030)).

4.4. Elektronik Denetleme Sistemlerinin İşleyişi

Elektronik Denetleme Sisteminin işleyişi yol üzerine montajları yapılan sabit kamera sistemleri ve kontrol merkezi olarak iki parçada incelenebilir. En geniş şekliyle işleyiş tanımı yapılacak olursa; yol üstü kamera sistemlerinden alınan ve kontrol merkezine aktarılan görüntüler, ilgili görevliler tarafından incelenir ve trafik kural ihlali yapan araçlara yasalarca belirlenen kurallar çerçevesinde işlemler yapılır. Kamera sistemlerinin yakalamış olduğu plakaların herhangi bir sebepten aranması olmasa dahi 24 ay boyunca geçiş bilgileri saklanmaktadır. EDS'lerin kurulumlarının yapılması gereken güzergahlar, ve bu sistemlerde kullanılacak tüm cihazların teknik özellikleri, belediyelerin karayolları, enerji dağıtım, iletişim altyapı firmalarıyla yapması gereken protokoller, belediyelere ödenecek sistem kullanımı hizmet bedeli, sistemlerin kurulum aşamaları, gerekli teknik ve fiziki şartlara uygunluğu konusunda kontrolünü sağlayacak ve emniyet teşkilatı birimlerine destek vermek amacıyla farklı konularda bilgi sahibi çeşitli üyelerden oluşan Emniyet Genel Müdürlüğü EDS Komisyonu Ankara'da görev yapmaktadır.

4.4.1. Sabit plaka tanıma sistemleri



Şekil 4.2. Sabit plaka tanıma sistemi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Elektronik Denetleme Sistemlerinin gözleri, yol üstü taglar üzerlerine monte edilmiş kamera sistemleridir. Yoğun ve kontrollü geçişin yapılması gereken yollara kurulan plaka tanıma sistemleri araçların plakalarını kontrol merkezine iletmektedir. Buna ek olarak bu direkler üzerinde bulunan görüntüleme kameralarından alınan canlı görüntüler, anlık olarak kontrol merkezine iletilmektedir. Direkler üzerinde bulunan kamera sistemleri şerit sayılarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Türkiye’de çoğunlukla bir şeritten bir miktar fazla görüş açısına sahip kameralar tercih edilmektedir (Yaklaşık 1,5 şerit). Bu tür kameralarda şerit başına bir kamera planlaması yapılarak; şeridinden sapan ve standart seyrinde ilerlemeyen araçların plakalarının okunması amaçlanmıştır. Yolun eğim ve şekline göre 13 ila 18 metre arasında plaka görüşü yapabilmesi için sabitlenen plaka tanıma kameraları en uygun açıya getirilerek en az %95 oranında araç yakalayabilmektedir. Türkiye’de kullanılan kamera sistemlerin çeşitliliği ve bakımlarının uygun şekilde yapılıp yapılmamasına bağlı olarak bu oran düşebilmektedir.

Yeni sistemle birlikte geçiş yapan araçların marka, tip, renk gibi bilgileri de kurulu kameralar tarafından tespit edilebilmektedir. Tespit edilen bu bilgiler ışığında Polnet üzerinden yapılan sorgudan temin edilen tescil bilgileriyle karşılaştırılarak farklılık görülmesi halinde ilgili emniyet birimlerine sistem tarafından uyarı düşer. Bu şekilde çalıntı plaka, ikiz plaka gibi problemli araçların tespiti sağlanır.

Sistemde kullanılan kameralar Türkiye plakalarına ek olarak Gürcistan, Azerbaycan, Ermenistan, İran, Irak, Suriye, Yunanistan ve Bulgaristan gibi komşu ülkelerin ve birçok Avrupa ülkesinin plakalarını okumak için uygundur. Plaka okuma işlemi plaka tanıma sistemlerinde iki farklı şekilde yapılmaktadır. Bunlardan birincisi, plaka tanıma sisteminde yer alan kameralar, geçiş yapan araçların görüntülerini video formatında izleme merkezinde bulunan sunucuya iletir ve bu sunucu video içeriğinde bulunan plakaları görüntü işleme prosedürlerine uygun olarak yakalar. Özelleştirilmiş yazılımlar sayesinde belirlenen plakalar daha sonrasında kontrol amacıyla Polnet üzerinden sakınca sorgu sistemine aktarılır.

İkinci, daha gelişmiş ve şu an Türkiye’de tercih edilen yeni sistem çalışma prensibi ise plaka tanıma kamerasının içerisinde OCR (Optical Character Recognition) motoru kullanmaktır. OCR yazılımı kâğıt, plaka vb. ürünlerin üzerindeki harfleri, rakamları ve sembolleri algılayarak bunları okuyacak yapıya sahiptirler. Bu özellikle kamera, yol üstünden geçen aracın plakasını otomatik olarak tespit eder ve bu plaka üzerindeki harf ve rakamları ayrı bir metin dosyası şeklinde merkeze gönderir. Bu tarz sistemler, plaka okuma doğruluğu daha yüksek ve daha çok tercih edilen sistemlerdir. Türkiye’de yol üzeri kurulu sistemlerde görebileceğimiz plaka tanıma kameralarının çok büyük bir kesmi şerit başına 1 kamera çalıştırılması prensibiyle çalıştırılmaktadır. Yeni tip kameraların altı şeride kadar yüksek oranda plaka okunabilirliği sağlamasına rağmen yedeklilik gibi durumlar göz önüne alınarak, Türkiye’de de bu tip kameralar tercih edilmemektedir. Taglarda yer alan bir adet kameranın arızalanmasıyla altı şeridin kontrolü kesintiye uğrayacaktı. Herhangi bir arıza durumunda şu anki kamera sistemlerimiz sayesinde bir kameranın arıza durumuna düşmesiyle sadece bir şerit üzerinde plaka kontrolünün sağlanamaması gözlemlenecektir. Plaka tanıma kameraları teknolojinin gelişmesiyle plakası olmayan araçları da tespit edebilmekte ve bu durumu da ilgili personele uyarı şeklinde bildirerek gerekli önlemlerin alınması sağlanır. Yol üstü taglardan alınan görüntüler çeşitli iletişim yöntemleriyle (Fiber, Wimax vb.) bağlı bulunduğu ilçe emniyet birimlerine iletilir.



Şekil 4.3. Sabit plaka tanıma kamerası (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Kurulum çalışmaları

Görüntüleme sistemleri kurulum işlemleri sırasında yer teslim çalışmaları, temel kazı, enerji-iletişim hat kazı ve bağlantıları, temel beton dikimi, direk montajı, saha dolabı ve kamera montajı sonrası devreye alım işlemleri yapılır. Bu çalışmalar yapılırken belirli bir sıra dâhilinde işlemler yapılmakta olup tekrar geri dönülmemesi için her işlemin sorunsuz bir şekilde tamamlanması gerekmektedir.

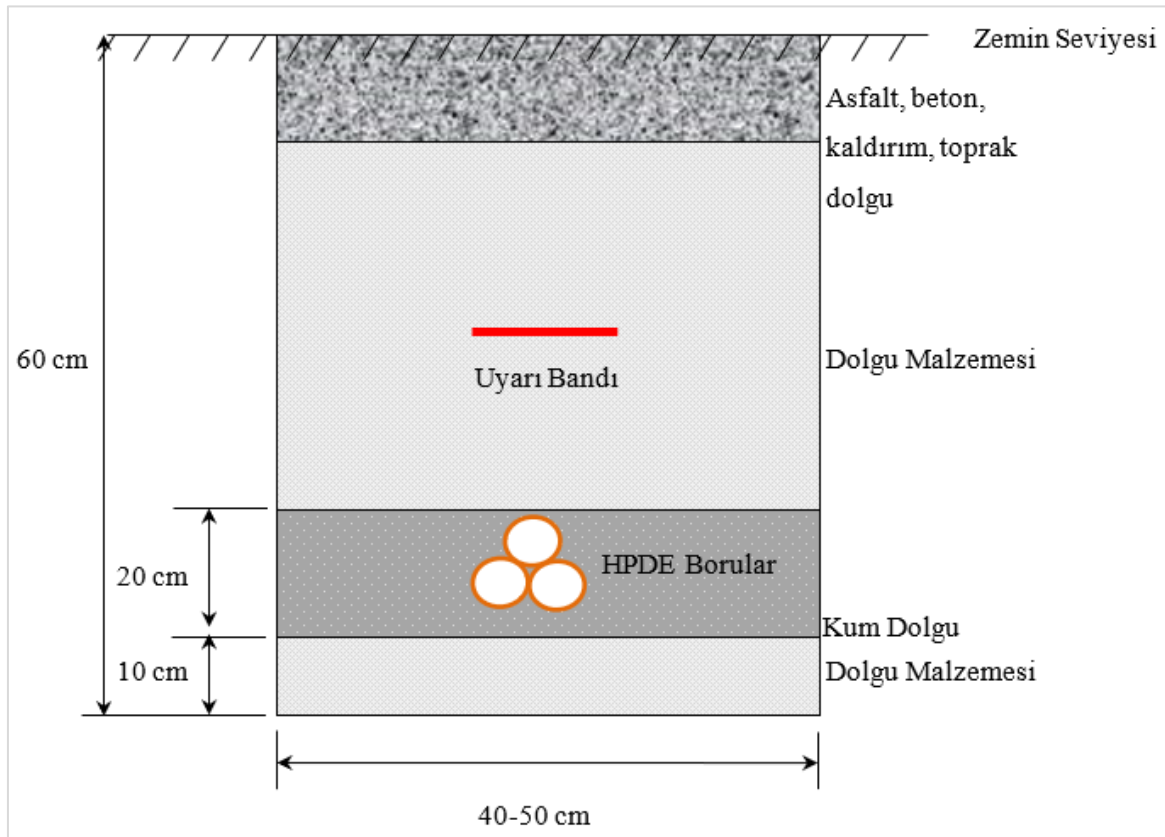
Zemin kazısı

İl/ilçe ve karayolları sınırları içinde kalan bölgelerde görüntüleme sistemleri yer alabilmektedir. Bu alanlardaki kaldırım, toprak, beton ve asfalt zeminlerde yapılan kazı işlemleri tranşe ve normal el kazısıyla yapılabilmektedir. Kazı çalışmaları iş güvenliği ve halk sağlığını korumak amacıyla 500 (beş yüz) metrelik dilimler halinde ve açık alanlar kapatılmadan devamına geçilmeyecek şekilde yapılmaktadır.

Kazı yapılan bu güzergâhlarda yüksek gerilim hattı, internet/kablo yayın hatları, içme suyu, atık su, yağmur suyu hatları geçebilmektedir. Bu hatlara zarar verilmemesi için ruhsat aşamalarında ilgili kurumun yönlendirmelerine dikkat edilmeli ihtiyaç halinde ilgili kurumlardan yönlendirme amacıyla personel talep edilmelidir. Ayrıca bu tür yeraltı kablo/boru gözlemlene ve zemin etüdü çalışmalarında kullanılan GEO-Radar cihazları kullanılmalıdır. Alt yapı çalışmaları tamamlandıktan sonra uygun olan nokta işaretlenmeli

böylece etüt işlemi yapan personelle kazı ekibi arasında anlaşmazlıklara imkân verilmemelidir. Kazılarda yaya ve trafik ikaz tabelaları kullanılmalı yaya-trafik güvenlik tedbirleri ve iş güvenliği önlemleri alınmalıdır.

Kazılar ilgili kurum ve kuruluşlardan alınacak izinlerle gerçekleştirilebilmektedir. Büyükşehir belediyeleri sınırlarında kalan noktalar için AYKOME (Alt Yapı Koordinasyon Merkezi), şehir belediyelerinde fen işleri müdürlüklerinden, karayollarında kalan bölgeler içinse Karayolları Bölge Müdürlüklerinden yapılacak protokollerle kazı izni almak mümkündür. Bu kurumlar kazı esnasında ve sonrasında oluşabilecek hasarların tamiri için gerekli teminat tutarlarını kazı öncesi tahsil eder ve yapılan kazı imalatları prosedürlere uygun şekilde tamamlanırsa alınan teminat bedelini kesintisiz şekilde iade eder. Aksi durumlarda belediye/karayolları ekiplerince imalat düzeltilir ve teminat tutarı bu işçilik için kullanılır.



Şekil 4.4. Kazı şablonu (KGYS tip şartname, 2018)

Tip1 görüntüleme direği

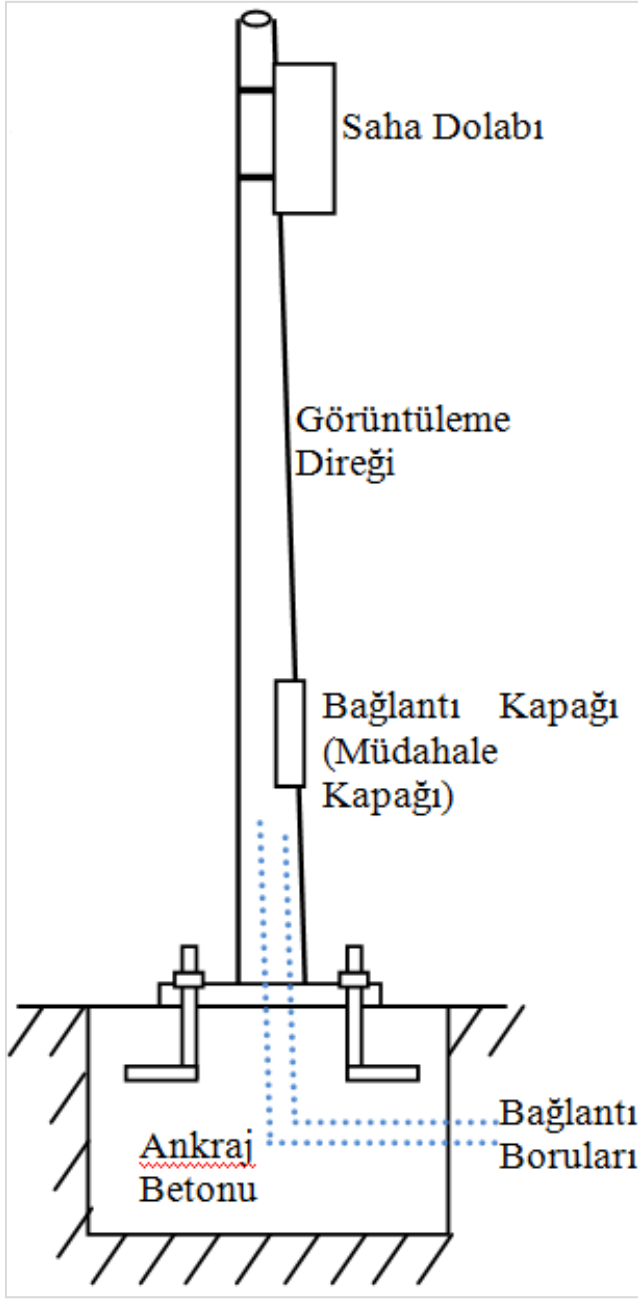
Direkler zeminden itibaren 6-30 (altı-otuz) mt yükseklikte, et kalınlığı en az 4 (dört) mm olmaktadır. 10 (on) mt'den kısa direklerin alt çapı 25 (yirmibeş) cm'den, üst çapı 12 (oniki) cm'den az olmamalı; 10 (on) mt ve daha uzun direklerin alt çapı 32 (otuziki) cm'den, üst çapı 16 (onaltı) cm'den az olmamalıdır. Direkler üzerinde yapılan belirli çalışma ve statik hesaplamalar sonucu rüzgâr, yağmur, paslanma, darbelere karşı dayanıklı yanıcı ve parlayıcı maddelere karşı uzun ömürlü, galvanizli ve TS EN ISO 1461'e uygun olmak zorundadır (KGYS tip şartname, 2018).

TS EN ISO 1461 standardı demir ve çelikten imal edilmiş malzemelerin korozyona karşı korunması için kullanılan bir kaplama yöntemidir. Demir ve çelikten imal edilmiş malzemeler yapısı gereği oksitlenmeye dolayısıyla oksijene yönelimi sebebiyle korozyona uğrayabilmektedir. Bu sebeple bu tür malzemelerin kimyasal ve fiziksel yapısı zaman geçtikçe zayıflar ve güvenlik açısından kullanımı uygun olmayan şekillere dönüşebilirler.

Sıcak daldırma galvaniz yöntemiyle galvaniz kaplamada eriyen çinko ile temas eden demir ve çelik malzemeler tüm aksamlarıyla bu malzemeye bulaşır ve en kritik noktalarına kadar çinko kaplanır. Bu şekilde güvenlik açısından bozulmaların olmaması ve malzeme bütünlüğünün sağlanması amaçlanır (European Standards, 2020).

Çinkonun çelik ve metale göre aşınması daha uzun süre almaktadır. Bu şekilde daha uzun ömürlü malzemeler elde edilir. Çinkoyla kaplanan çelik ve metal malzemenin taşıma veya depolama aşamasında darbe alan kısımlarında veya bu malzemelerin kesimi esnasında oluşan yeni bölümlerde koruma kalkanı oluşturur. Sıcak daldırma sayesinde malzemelerin kullanım ömrü uzar ve dış ortam ürünlerinde kullanımı yaygındır.

Direkler üzerinde 1,5 metre yükseklikte kabloları müdahale amacıyla kullanılmak üzere gömme kilit bir yapı bulunmaktadır. Bu bölüm içerisinde gerektiğinde enerjiyi kesmek amacıyla sigorta yayı ve sigorta bulunmaktadır. Dış müdahalenin sağlanamaması için bu bölüm kilit sisteminden oluşmaktadır. Yine dışarıdan sistemlere ulaşılabilmesi ve tırmanışa elverişli olmaması için direklerin çokgen yapıda olması gerekmektedir.

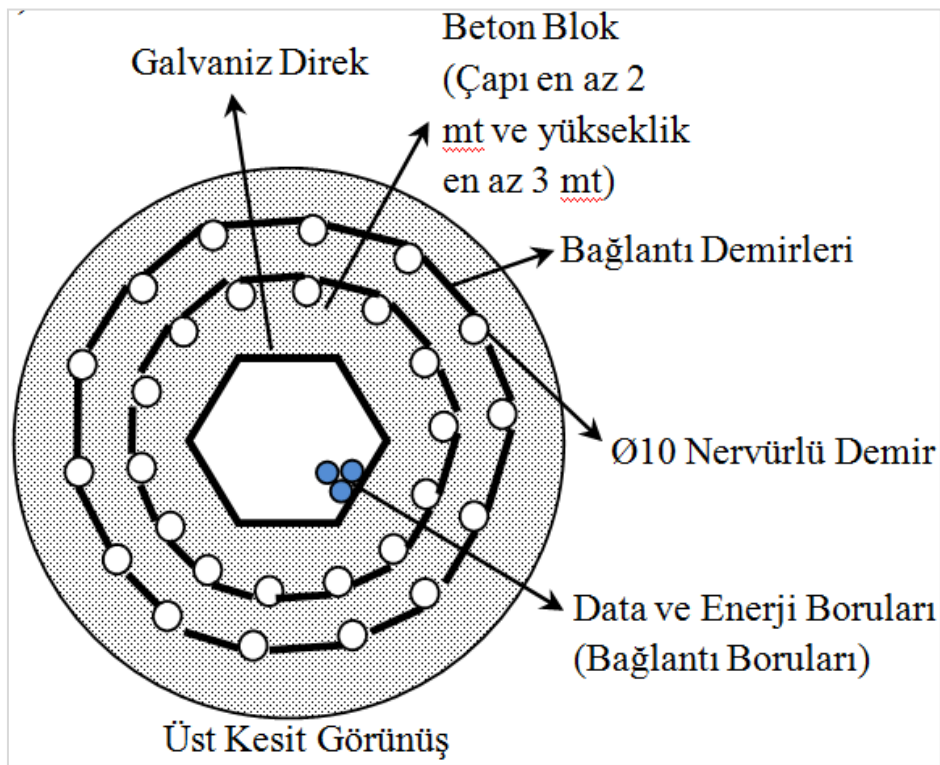


Şekil 4.5. Tip1 görüntüleme direği (KGYS tip şartname, 2018)

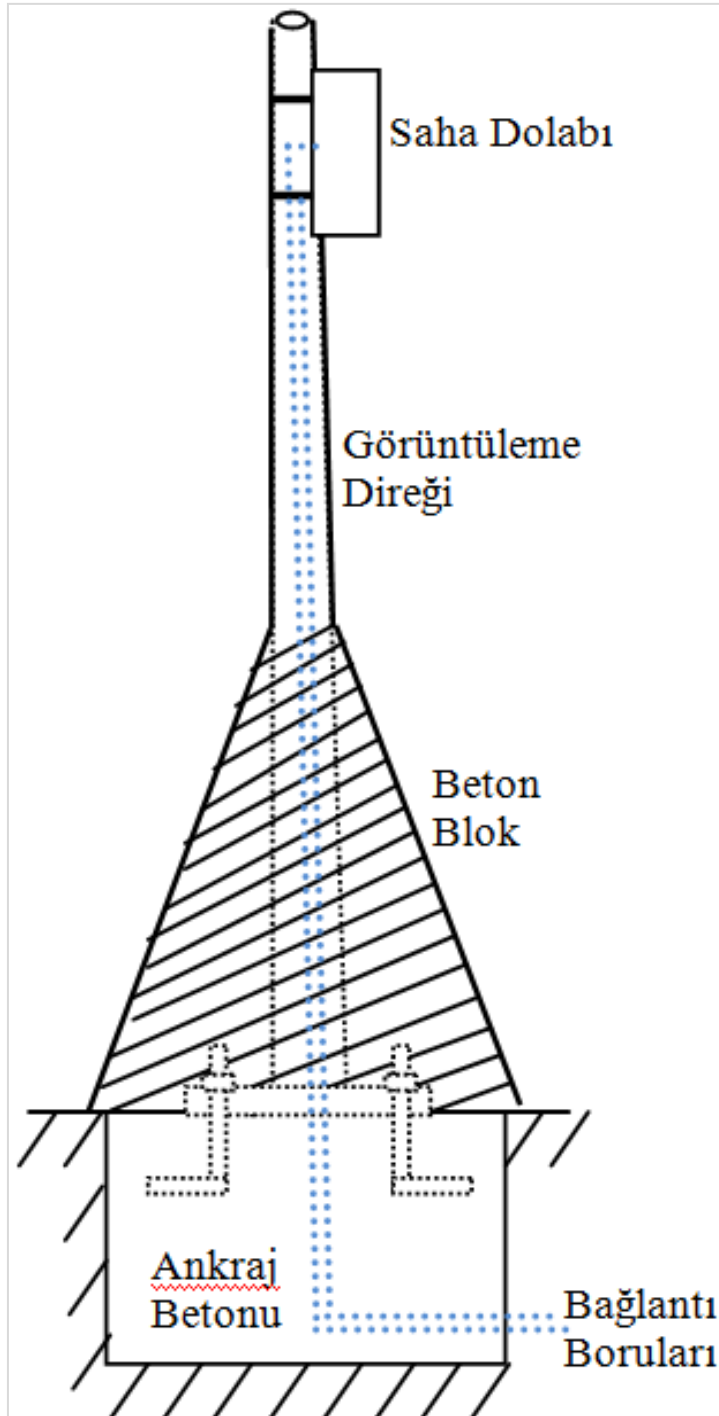
Tip2 görüntüleme direği

TİP 2 Görüntüleme Direği de yine TİP1 de olduğu gibi güçlü, galvanizli yapıya sahip olması gerekmektedir (Şekil 4.7). Ancak bu tip direkler TİP 1 direklerin kullanıldığı bölgelere nazaran güvenlik riski daha yüksek olan bölgelerde tercih edilmektedir. Güvenliği sağlamak açısından ek olarak bu tip direkler için direk diplerine beton bloklar yapılmaktadır. Bu beton bölümün alt çapı en az 2(iki) metre ve yüksekliği ise en az 3(üç) metre konik şeklinde olmaktadır (Şekil 4.6). Bu bölümün oluşturulmasında hasır çelikle güçlendirilmiş C25 tipi

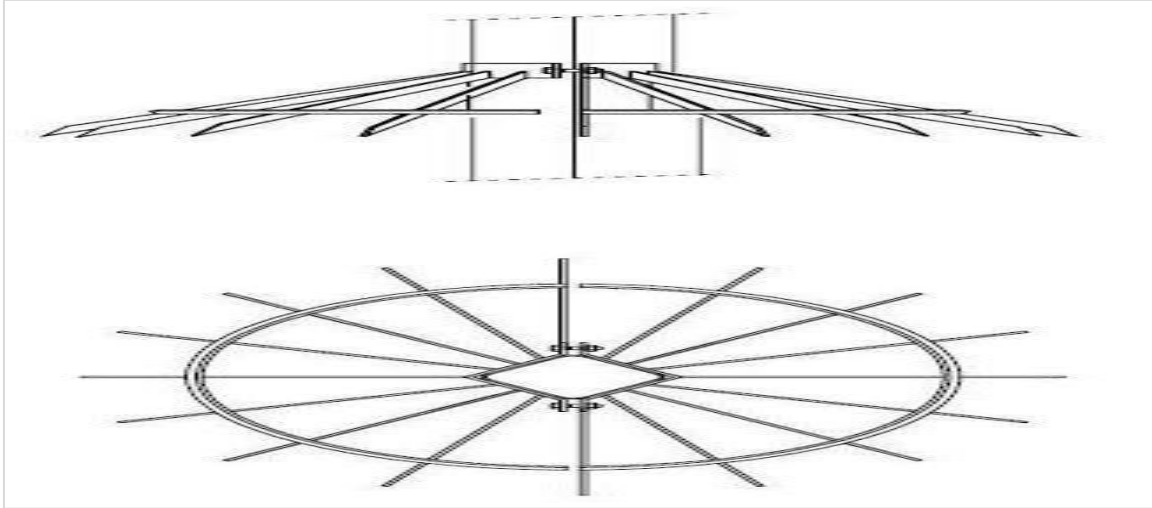
beton kullanılmaktadır. Direk yüzeyi beton dökülmeden önce enerji ve data hatlarıyla döşenmekte ve bu kabloların değiştirilebileceği göz önüne alınarak uygun borularla kaplanmalıdır. Güvenlik sebebiyle TİP1 direklerde yer alan enerji kabloları için kullanılan direk müdahale bölümü bu direk tiplerinde yer almamaktadır. Tüm işlem üst bölümde yer alan saha dolabında yapılmaktadır. Kullanılan tüm kabloların arıza durumu göz önüne alınarak her boru içine kılavuz tel bırakılabilir. Yine bu tür direklerde direğe tırmanma gibi durumlar göz önünde bulundurularak jiletli/bıçaklı tel gibi ekstra ekipmanlar kuşandırılabilir (Şekil 4.8).



Şekil 4.6. Direk üst kesit görünüş (KGYS tip şartname, 2018)



Şekil 4.7. Tip2 görüntüleme direği (EGM, 2018)



Şekil 4.8. Bıçaklı tel (EGM, 2018)

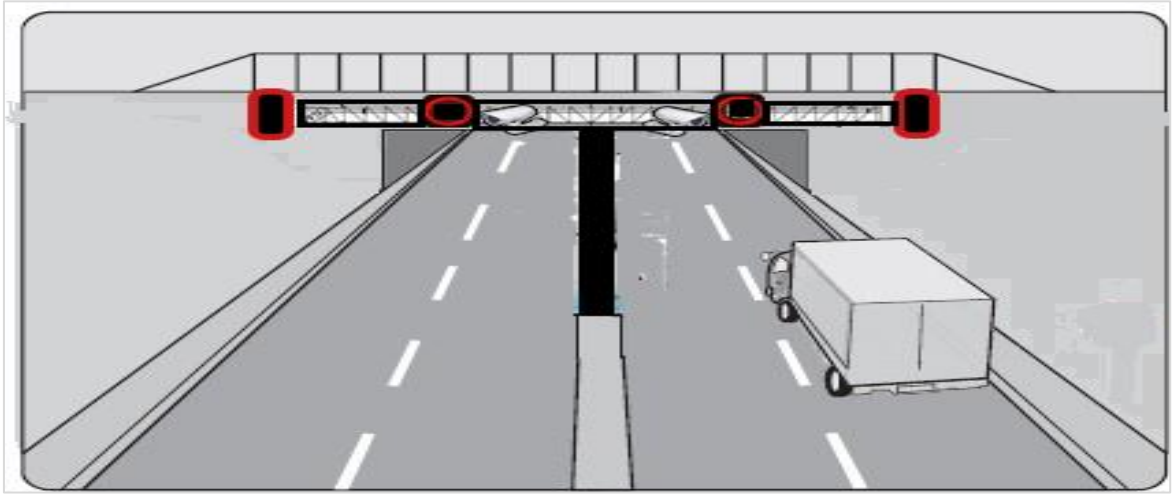
Plaka tanıma sistemi direği



Şekil 4.9. N tipi direk montajı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

Plaka tanıma sisteminde kullanılan TAG direkler yol zemininden geçecek araçlar da dikkate alınarak en az 6 (altı) metre yükseklikte olmaktadır. Bu tip yol üstü direkler en az 120 km/s hızında esen rüzgâra karşı dirençli olmak durumundadır. Plaka tanıma sistemi direkleri rüzgâr, yağmur, paslanma, yanıcı maddelere ve darbelere karşı dayanıklıdır. TİP1 ve TİP2 görüntüleme direkleri gibi TS-914 EN ISO 1461'e uygundur. Direğe yapılan enerji ve fiber bağlantı kazıları en az 50 (elli) cm derinlikte yapılmaktadır. Enerji panolarından direklere

NYT tipi yer altı kablosu kullanılmaktadır. Kazı güzergâhı üzerine mutlaka uyarı şeridi çekilmelidir. Kurulum yapan personeli ve halk sağlığını korumak için direk ana topraklaması ve direkte bulunan tüm donanımlara zayıf akım topraklaması yapılmaktadır. Topraklama çalışması yapılırken toprak ile nötr değerler arasında TSE ve EMO (Elektrik Mühendisleri Odası) Elektrik İç Tesisat Yönetmeliğine birebir ya da eş değer kalite standartlarında görülen değerlerde olacak şekilde yaklaşık +1.5 Volt sınırının altında olması gerekmektedir (KGYS tip şartname, 2018).



Şekil 4.10. T tipi direk (EGM, 2018)

Plaka tanıma sistemlerinde kullanılan T tipi direkler yol seviyesinden en az 4,80 metre yüksekliğe sahip olmaktadır. Tek ayaklı bu direklerin iki yanda bulunan kolları kara yolu üzerindeki şeritleri kapsayacak şekilde uzunluğa sahiptir.

Saha dolabı

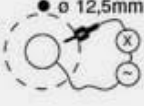
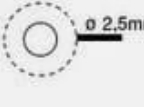
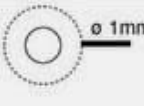
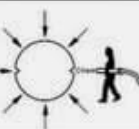
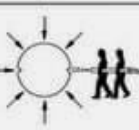
İletişim için gerekli olan fiberoptik kablounun iş ve işlem yapılacak bütün görüntüleme sistemlerinde sonlandırılmasında ve ilgili noktalardaki Ethernet anahtar, sigorta, adaptör, kesintisiz güç kaynağı gibi cihazların dış ortamdan gelebilecek yağmur, toz gibi etkenlerden korunması için saha dolapları içerisine konumlandırılmaktadır. Saha dolabı direğin üst bölümüne monte edilebilir ya da kaide beton kullanılarak direğe yakın bir konuma sabitlenebilir. Direğin üst bölümüne montajı gerçekleştirilen dolaplar deveboynu veya kelepçeyle asılarak dolabın ve halk sağlığının güvenliği sağlanması gerekmektedir.

Bu dolaplar en az IP66 sınıfı korumaya sahip olmalıdır. Saha dolapları barındırdığı elektronik cihazların uygun özelliklerde çalışması için ısı, nem, su, rüzgâr gibi her türlü olumsuz koşula dayanıklı olmalı ve kilitlenebilir olmalıdır. Kabin içerisindeki sistemlerin aşırı gerilim, yıldırım ve dalgalanmalardan korunabilmesi ve faz-nötr-toprak hattından gelecek darbelere karşı koruma ilkesine uygun biçimde parafudrlar kullanılacaktır. Kullanılacak ürünün tasarımı, ürünün bulunduğu ortama uygun değilse, ürün çevresel koşulların kötüleşmesiyle arızalanabilmektedir. Bir ürünün toz, kum, su ve kir gibi katı ve sıvılara karşı sahip olduğu koruma ölçüsüne IP koruma sınıfı adı verilir.

IP sınıflandırması Brüksel’de bulunan CENELEC Avrupa Komisyonu (European Committee for Electromechanical Standardization) tarafından yayınlanmakta olan IEC-60529 numaralı standartla belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Saha dolabı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

IP Yalıtım Standartları			
Birinci karakteristik rakam		İkinci karakteristik rakam	
1	 50mm'den büyük katı cisimlere karşı korumalı	1	 Dik olarak damlayan suya karşı koruma
2	 12.5 mm'den büyük katı cisimlere karşı koruma	2	 15 dereceye kadar dikey olarak damlayan suya karşı korumalı
3	 2.5 mm'den büyük katı cisimlere karşı koruma	3	 60 dereceye kadar dikey olarak su püskürtmesine karşı korumalı
4	 1 mm'den büyük katı cisimlere karşı korumalı	4	 Her yönden sıçrayan suya karşı korumalı
5	 Toza karşı korumalı	5	 Her yönden püskürtülen su jetine karşı korumalı
6	 Toz geçirmez	6	 Her yönden püskürtülen şiddetli su jetine karşı korumalı
		7	 Geçici suya daldırmanın etkilerine karşı korumalı
		8	 Su altında bırakılmanın etkilerine karşı korumalı

Şekil 4.12. IP yalıtım standartları (Boy, 2021)

Birinci basamak – Katı Cisimlere Karşı Koruma;

1. Çapı 5 cm'e kadar olan katı cisimlere karşı olan korumadır. 5 cm'den büyük maddelerin korunan bu cihaza teması mümkün değildir. Boru, sopa kalınlığındaki cisimlerin erişimlerinin mümkün olamayacağı cihazlar örnek olarak düşünülebilir.
2. Çapı 1.25 cm'e kadar olan katı cisimlere karşı olan koruma sınıfıdır. Çapı 1.25 cm'den büyük olan maddeler bu koruma sınıfındaki cihazlara erişimi olmamaktadır.
3. Çapı 0.25 cm'e kadar olan katı cisimlere karşı olan koruma sınıfıdır. Kablo giriş ucu, tornavida erişiminin mümkün olmadığı ürün grubudur.

4. Çapı 0,1 cm olan katı cisimlere karşı olan koruma sınıfıdır. Kalem ucu, zil teli bunlara örnek olarak verilebilir.
5. Ürünlerin içerisine toz girişini önleyebilen koruma sınıfıdır. Tehlikeli bölümlere toz girişi olabilir engelleyebilir ancak %100 engelleyemez.
6. Toz geçişinin kesinlikle olmadığı koruma sınıfıdır. Ürün içeriğine zarar verebilecek toz taneciklerinin girişi %100 engellenir.

İkinci Basamak – Sıvı Cisimlere Karşı Koruma;

1. Geliş açısı dik olan sıvılara karşı koruma sağlar.
2. Cihaza 15 derecelik açıya kadar gelen sıvılara karşı koruma sağlar. Yağmur damlaları, rüzgâr gibi dış etkenler sayesinde açılı bir geliş kazanabilir. 0 ila 15 derece arasındaki bu sıvı akışına karşı dayanıklılık sağlar.
3. Yangın alarmı, fiske gibi su püskürtmelerine karşı koruma sağlar. 0 ila 60 derece arasındaki sıvı akışına karşı dayanıklılık sağlar.
4. Cihaza her türlü bölgesinden gelebilecek olan sıvıya karşı dayanıklılık sağlanmıştır.
5. Herhangi bir bölgeden gelebilecek tazyikli suya karşı dayanıklılık sağlanmıştır.
6. İtfaiye hortumu gibi yüksek tazyikli sıvılara karşı dayanıklılık sağlanmıştır.
7. Su baskını, daldırma gibi kısa süreli su yoğunluklarına karşı dayanıklılık sağlanmıştır.
8. Suya en dayanıklı koruma standardıdır. Su içerisinde kalmaya uzun süre dayanıklılık sağlanmıştır (Boy, 2021).

Günümüzde elektronik koruma sınıfı cihazlarda kullanılan IP kod örnekleri aşağıdaki gibidir.

IP65: Toza ve suya karşı dayanıklıdır.

IP66: Toza ve yüksek tazyikli suya dayanıklıdır.

IP67: Toza ve 30 dakikadan kısa sıvı daldırmalarına karşı dayanıklıdır.

IP68: Belirli sıcaklık ve basınç değerlerinde toza ve sıvıya tamamen dayanıklı en kuvvetli koruma sınıfıdır (Boy, 2021).

Kamera sistemleri

İlk olarak görüntüye yansıyan ışık mercek veya objektiften yararlanarak düzlemde toplayan, cihaz çeşidine uygun olarak o düzleme konulan film (film kameraları için) veya ışığa duyarlı elektronik devre elemanları yardımıyla ışık enerjisini, elektrik enerjisine dönüştürdükten sonra sisteme çıkış sinyali veren, gerektiğinde manyetik banda kaydeden (elektronik kameralar için) cihaza kamera denir (Hararcı&Demirkol,2017).

Kameralar bir lens tarafından yakalanan görünür alanı elektronik sinyale dönüştürür ve bu sinyali bir görüntüleyici ortama (monitör, tv vb.) aktararak görülmesini sağlar. Bir görüntüleme sisteminde uygun kamera ve lens seçimi sırasında bazı hususlara dikkat edilmelidir:

- Görüntü sisteminin hangi amaçla kullanılacağı (kontrol, inceleme, kimlik belirleme),
- Uygulamaya göre ihtiyaç duyulan kameranın genel hassasiyeti,
- Çekim yapılacak görünür alanın mevcut ışık miktarı ve derecesi,
- Kameranın çalışacağı ortam tipi (iç ya da dış mekânlar),
- Uygulama için gerekli olan görüş alanı,
- Lens,
- Maliyet.

70'li yılların başından beri tüp kameralar güvenlik sistemlerinde alternatifsiz kullanılmaktaydı. Hâlâ kullanımda olmakla birlikte tüp kameralar görünür alanda gerçekleşen şok ve titreşim karşısında yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, büyüklükleri nedeniyle kolayca gizlenememektedir ve zamanla tüpleri yanmaktadır. Tüplü sistemler günümüzde pahalı ve entegre devreler kadar güvenilir sistemler değildir. Güvenlik sektöründe kullanılan kameralarda tüplü kamera sistemine benzemeyen, daha güvenilir ve yakın geçmişte geliştirilen CCD ve CMOS sensörler kullanılmaktadır. Bugün, hemen hemen her güvenlik kamerasında görüntü yakalamak için CCD/CMOS kameralar (entegre devre ya da çip) kullanılmaktadır (Hararcı&Demirkol,2017).

CCD/CMOS sensörlü kameralar merceklerden geçen ışığı kendi üzerinde bir resme dönüştürür. Daha yüksek kontrasta ve daha iyi çözünürlüğe sahip resimler oluşturarak görüntü oluşturulmasını sağlarlar. Bu sensör tüplü kameralarda kullanılan ekipmana göre

daha hafif, daha küçük, daha hassas ve çok daha dayanıklıdır. Ayrıca, tüp kameralardan daha canlı renkler üretirler. İster CCD/CMOS ister tüplü olsun, kamera performansı büyük ölçüde alandan yansıtılan ışığa ve kameranın görüntüleyicisine bağlıdır. Yansıyan ışık miktarı görüntüleyicideki duyarlı maddeyi harekete geçirecek miktarda olmalıdır.

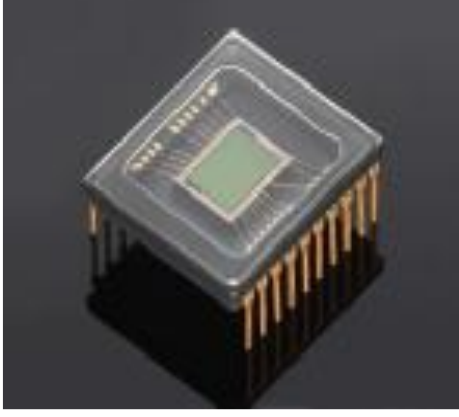
Işık düzeyinin kısa zaman dilimlerinde artıp azaldığı lokasyonlarda otomatik iris kontrolüne sahip kameralar görüntü kalitesinin artırılmasına yardımcı olur. Otomatik iris kontrolü kameraların merceklerden geçen ışık miktarına göre irislerin otomatik olarak açılmasını ya da kapanmasını sağlar. Parlak, güneşli bir günde otomatik irisli bir kamera, kamera görüntüleyiciye fazla ışık gelmesini önlemek için irisi kısacaktır. Gece ise kamera daha fazla ışık gelmesini sağlamak için irisi açacaktır. Otomatik iris kontrolü bulunan kameralar daha çok yapay ışıklandırma uygulanan iç mekânlar gibi dış ortamda gerçekleşen ışık değişimine nazaran daha az olan yerlerde kullanılmaktadır. Bu sistemler kurulurken seçmiş olduğumuz kameranın formatıyla merceğin formatı arasında uyum olması gerekmektedir. Bir buçuk inçlik bir kamerada yarım inçlik mercek kullanmak yerine aynı şekilde bir buçuk inçlik mercekler kullanılmalıdır. Teknolojinin gelişmesiyle tasarım alanındaki gelişmelerle birlikte küçük formatlarda yüksek kaliteli görüntüler elde edilmektedir. CCD/CMOS sensörlerde her bir resim elamanı (pixel) için bir yarı iletken elaman vardır. Görüntü foto katot üzerine uygun optik düzenlerle düşürülür. CCD/CMOS üzerinde bulunan foto katottan görüntünün ışık durumuna göre elektron üretilir. Üzerine düşen ışıkla orantılı olarak ışığa duyarlı elamanlar şarj olur ve çok kısa bir süre sonra her bir elemanda, elektriksel mesaja dönüştürülen görüntü bilgisi bir hafızaya depolanarak görüntünün kendisi oluşturulmaktadır (Hararcı&Demirkol,2017).

CCD/CMOS sensörlerin üç temel işlevi bulunur. Bunlar:

1. Işığı elektron şarjına çevirmek
2. Şarjı geçici bir süre için depolamak
3. Şarjı transfer etmek

CCTV sistemlerinde kullanılan sayısal kameralar analog kameralardan farklı olarak görüntü işleme gücüne sahiptirler. Bu şekilde görüntüyü elde edip elektriksel akıma dönüştürmenin yanı sıra, sayısal olarak yönetip, network ortamında iletmek amacı ile sıkıştırmak için de kullanılır. Görüntü kalitesi oldukça değişebilir, optik ve görüntü sensörünün seçimine,

mevcut işleme gücüne, görüntü işlemcisi içinde yer alan algoritmanın karmaşıklığına ve seviyesine bağlıdır.

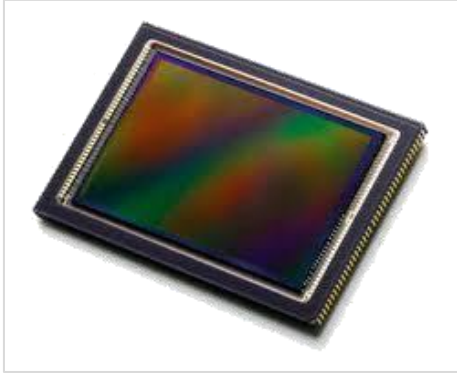


Şekil 4.13. CCD sensör (Hararcı & Demirkol, 2017)

CCD elemanlı (charge coupled device-yük bağlaşımlı görüntü elemanı) kameraların ortak özelliklerinden bahsedecek olursak bu kameralar genel yapısı itibariyle tüplü kameralara nazaran az güç harcamakla birlikte hareketli görüntüleri çok daha net gösterebilmektedirler. Boyutları daha küçük ve değişken ışık yapısına uygun çalışabilme özelliğine sahiptirler.

CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor; Bütünleyici Metal Oksit Yarı İletken) bir tümleşik devre üretim teknolojisidir. Hali hazırda bu tip sistemlerde kullanılan sayısal (dijital) devrelerin %100'e yakını teknolojinin de gelişmesiyle bulunabilirliği çerçevesinde CMOS teknolojisi ile üretilir. Bu tip sensörler eski sistemlerde karşılaşılan aşırı ısınma sorunu nedeni ile dijital video çekimine daha uygun sensörlerdir. N-tipi ve P-tipi olarak adlandırılan NMOS ve PMOS transistörlerin aynı tümleşik devre üzerinde gerçekleşmesine olanak tanır (Hararcı&Demirkol,2017).

Günümüzde profesyonel CCTV kamera üreticileri CMOS sensörlerin CCD sensörlere göre dayanıklılık, fiyat ve performans endekslerini baz alarak kullanım için daha uygun olmasından dolayı CMOS imaj sensör kullanılmaktadırlar. Sensör boyutu görüntü kalitesi ve görüş açısını doğrudan etkilemektedir. İmaj sensör boyutu büyüdükçe ortamdan alınabilecek ışık miktarı artacağına görüntü kalitesi daha iyi olacaktır. Bunun yanı sıra imaj sensör boyutu büyüdüğünde güvenlik kamerası daha geniş bir açıyla bakacaktır.



Şekil 4.14. CMOS sensör (Hararcı & Demirkol, 2017)

İmaj sensör boyutu

1/4" imaj sensörler: $1/4 = 0.25$ inç² görüntü algılama alanına sahiptir. Düzenli ve sabit ışık şiddetinde aydınlatılan yerler (genellikle iç ortam) için üretilen ekonomik güvenlik kameraları içeriğinde kullanılır.

1/3" imaj sensörler: $1/3 = 0.33$ inç² görüntü algılama alanına sahiptir. Piyasada en çok kullanılan tiptir. Ekonomik güvenlik kameralarına nazaran daha çok alan yakalaması adına farklı özel amaçlar için kullanılabilmektedir.

1/2.8" imaj sensörler: $1/2.8 = 0.35$ inç² görüntü algılama alanına sahiptir. IP kameralar ve dijital kameralarda kullanılan yüksek çözünürlüklü sensör boyutudur. Güvenlik kameralarında kullanılmaktadır.

1/2" imaj sensörler: $1/2 = 0.50$ inç² görüntü algılama alanına sahiptir. Pahalı resim algılayıcılarıdır. Araştırma, geliştirme, yüksek teknolojiler, uzay çalışmaları, bilimsel kurumlar ve çok özel güvenlik gerektiren tesislerde kullanılan güvenlik kameralarında kullanılmak üzere üretilirler. Sivil yaşamda kullanım alanı hemen hemen hiç yoktur (Hararcı&Demirkol,2017).

Kamera üzerinde kullanılan lensler de görüntü kalitesini arttırmada önemli rol oynar. Bir lensin irisi; lens açıklığının veya açılışının boyutunu ve bunun içerisinden geçen ışığın miktarını düzene koyar, böylece görüntü düzgün bir şekilde pozlandırılabilir.

İris olmazsa, bir görüntü çok aydınlık bir ortamda aşırı açık renkli olabilir veya lens açıklığı ışığın içeriye girmesine izin verecek kadar yeterli değilse görüntü aşırı koyu renkli olabilir. İris açılışının boyutu da görüntü keskinliği ve alan derinliği üzerinde bir etkiye sahiptir.

Güvenlik kameraları genellikle 220VAC veya 12/24VDC voltajla beslenirler. Siyah/Beyaz ve renkli modelleri vardır. Sabit dome kameralar ve hareketli hızlı (speed) dome kameralar bulunur. Pan (yanca) veya Pan&Tilt (yanca ve dikey hareket) motor kullanılarak hareketli hale getirilebilirler. Hem iç hem de dış ortamlarda kullanılabilirler. İç ortamlara çıplak olarak, dış ortamlara kamera housing (muhafaza) kullanılarak montaj edilerek kullanılmaktadırlar.

Güvenlik sistemlerinde kullanılan kamera çeşitlerini genel olarak aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

CCD kameralar

Dünyada en çok tanınan ve fiyat performans anlamında en çok tercih edilen kamera modeli olduğu için güvenlik kamerası denildiğinde akla gelen ilk kameradır. Bu kameralar günlük yaşamda box kamera, metal kutu kamera, CCD kamera, metal kasa kamera isimleriyle anılır (Kisi, 2020).

IP (network) kameralar

IP kameralarda diğer kameralardan farklı olarak IP yardımıyla web sunucusu kullanılarak ağa (network) bağlanması sağlanır. Bunun için fazladan bir ethernet portu veya kablosuz (wireless) bağlantı için anten ve RS 232 portu bulunur. Bu bağlantılar yapılmadan normal bir kamera gibi de kullanılabilir. Bu özellikleri bakımından normal kameralardan daha pahalıdır.

IR (infrared) aydınlatmalı kameralar

Işığın sınırlı veya hiç olmadığı karanlık ortamda görüntü almak için Day-Night güvenlik kameraların üzerine kızılötesi görüşe imkân tanıyan IR (Infrared) LEDler yerleştirilmiştir. Bu kameralara IR kamera'da denmektedir. IR kamera üzerinde kompakt bir şekilde IR LEDler bulunduran CCTV kameradır. Işık şiddetiyle ters orantılı olarak direnci azalan bir

sensör kullanılarak IR LED'lerin aydınlık seviyesi belli bir değerin altına düştüğünde yanması sağlanır. Özellikle dış ortam kapalı devre kamera sistemi uygulamalarında yoğun olarak tercih edilir. IP 66 koruma standardına sahip oldukları için suya ve toza dayanıklıdırlar. Bu sayede dış ortam CCTV sistemi uygulamalarında ayrıca kamera muhafazası, kamera ayağı ve CCTV kamera lensi gerektirmediği için kullanım kolaylığı sağlar. Bu özellikler kullanım kolaylığı yanında fiyat avantajı da getirir. IR kamera içeren bir CCTV kamera sistemi oluşturulacaksa dikkat edilmesi gereken bir diğer faktör enerji gereksinimidir. Normal kameralardan farklı olarak IR kameralar IR LEDlerini yakmak içinde enerji ihtiyacı olduğundan IR olmayan bir CCTV kameradan yaklaşık iki kat fazla enerji çeker. Sistemin adaptör seçimi yapılırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır (Thorlabs, 2019).

Dome kameralar

Dome kameralar isimlerini kubbe şekline benzemesinden almışlardır. Kompakt bir kameradır. Yani ayrıca ayak ve lens kullanmak gerekmez. Caydırıcılık, ekonomik olması ve estetik görünümü sebebiyle düz sabit kameralara göre tercih edilebilirliği fazladır. Dome kameralar, bağlantı özellikleri bakımından da tercih edilirler. Kamera montajı ve donanımları ile bağlantısı oldukça kolaydır. Bu tip kameraların veri gönderim yöntemleri ikiye ayrılır. Unicast (Tekli Gönderim ya da Tek Yöne Gönderim) veri iletiminde noktadan noktaya yayın sağlayan protokoldür. Buna en güzel örnek; bir kullanıcının Gmail hesabında oturum açtığını düşünelim, kullanıcı adı ve şifresini girdiğinde Gmail Server ile kullanıcı arasında gerçekleşen veri iletimi "Unicast"tır. Akıllı anten kullanarak radyo ve televizyon yayını, GSM'de alan bilgisi yayını, TCP/IP kullanan bir ağdaki iki cihaz arasındaki iletişim çeşitleri de Unicast'e örnek verilebilir (Hararcı&Demirkol,2017).



Şekil 4.15. Unicast gönderim şeması (Hararcı & Demirkol, 2017)

Multicast (Çoklu Gönderim ya da Çoğa Gönderim); multicast tekniği aynı akışın (flow) birden fazla alıcıya gönderilmesi esnasında band genişliği tasarrufunu sağlayabilmek için, networke akışın sadece bir adet kopyasının gönderilmesi esasına dayanan tekniktir. Günümüzde birçok uygulama alanı vardır, IPTv de kullanılan canlı kanalların IP şebeke de taşınması en güzel örneklerden birisidir (Hararcı&Demirkol,2017).



Şekil 4.16. Multicast gönderim şeması (Hararcı & Demirkol, 2017)

Multicast tekniğin avantajı bant genişliğini verimli kullanmak demiştik, aşağıdaki topolojide kaynak ile kastedilen multicast kaynaktır. Örneğin; uzaktan eğitim için kullanılan multicast kaynak sunucu olsun ve ülke genelinde bu akışı alacak 1000 tane alıcı düşünelim. Akışın bant genişliği de 30 Mbps (HD yayın) olsun, trafiği taşıırken multicast kullanmazsa kaynak tarafında $1000 \times 30 \text{ Mb} = 30 \text{ Gbps}$ 'lik bağlantıya ihtiyaç duyarız. Ayrıca içerik aynı olduğu halde lüzumsuzca 1000 tane kopyasını networke vermiş oluruz, işte bu tür ihtiyaçlardan dolayı multicast önemli bir trafik tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Plaka tanıma kameraları



Şekil 4.17. Plaka tanıma kamerası (Hararcı & Demirkol, 2017)

Ortamdan alınan görüntülerin kendi üzerindeki işlemciler vasıtasıyla plaka üzerindeki karakterlerin OCR sürücüsü yardımıyla tanımlama işlemini yapmak için özelleştirilmiş kameralardır. Bu kameralar normal görüntüleme kameralarından farklı olarak özellikle karakter okuma işlemi için tasarlanmışlardır. Yasalarca uygun olduğu belirtilen yansıtıcı yüzeye sahip plaka özellikli olsun olmasın görüş açısındaki herhangi bir simge, rakam ya da yazıyı öğretildiği taktirde anlamlı anlamsız her türlü görselden alarak elektronik sinyale dönüştürür. Bu şekilde ana merkeze aktarılan plaka bilgileri sistemde tutulabilir (Hararcı&Demirkol,2017).

Plaka tanıma kameraları kompakt birimlerdir üzerinde birçok işlemi yapabilecek sürücüler mevcuttur. Eski tip plaka tanıma kameraları video kameraları gibi takıldığı ortamda olan tüm görselleri ana sunucuya iletir; bu sunucu üzerinde kurulu yazılımlar sayesinde plaka video görüntüsü içerisinden çıkartılıp text dosyası haline getirilebilirdi. Ancak yeni donanımlarda ana sunucuyu çoklu işlemlerle yormadan geçiş yapan aracın video görüntüsünü, fotoğrafını ve plaka bilgisini ayrı şekillerde göndererek sunucuya sadece depolama işlemini yapması için iletmış olur. Bu gibi yeni sistemlerde sistemin gözleri olan plaka tanıma kameralarının tüm işi yapıyor olması plaka tanıma işlemlerindeki doğruluk oranının da %99'lara kadar çıkmasını sağlamıştır. Bu tip plaka tanıma işlemi için özelleştirilmiş kameralar daha önceden karşılaşılan video çözünürlük problemi sonrası sunucuda plaka okuma işleminin yapılamaması gibi problemleri de gidermiştir. Plaka tanıma kameraları yüksek çözünürlüğe sahip olup üzerindeki lens uyumuna göre belirli bir uzaklıktan geçen tüm araçların plakalarını net bir şekilde okuyabilir. Odaklanma, bulanıklık, düşük ışık miktarı yada aydınlık ortamda problem yaşanmamaktadır. Ayrıca merkez sunucuda yazılımlar sayesinde yapılan plaka tanıma işlemlerinde iletişim için yüksek bant genişliği ve iyi bir haberleşme altyapısı ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Herhangi bir iletişim aksaklığı noktadan geçen araçların gecikmeli olarak merkeze iletilmesi demektir. Bu da amacına uygunluğu konusunda soru işareti yaratabilmektedir.

OCR, IP kamera ve IRLED birleşiminden oluşan bu kameralar gece gündüz okuma yapabilmekte ve gece sürücü sülietine kadar görüntü elde edebilmektedir. Bu tip kameralar plaka tanıma işlevlerinin yanı sıra renk tanıma gibi işlevleri de yerine getirebilir böylece ikiz plaka gibi aranan araçların kaçış yapabilmesi için kullandıkları yöntemleri bertaraf edebilmektedir. Kompakt tasarıma sahip plaka tanıma kameraları üzerinde bulunan OCR işlemcisi sayesinde yüksek doğrulukta plaka tanıma yapmakta ve plakasını tanıdığı aracın

fotoğrafını istenilen kalitede merkeze bulunan ana sunucuya aktarmaktadır. Fotoğraf kalitesinin istenildiğinde düşük veya yüksek olarak ayarlanabilir olması değişen bant genişliklerinde sorunsuz çalışmasını sağlamaktadır (Hararcı&Demirkol,2017).

Kontrol merkezi

Kontrol merkezi sahaya kurulan ekipmanlardan gelen verilerin ilgililerce incelenmesi için kurulmuş olan sistemlerdir. Bu sistemler izleme ve kayıt işlemlerinin yapılabilmesi açısından önemlidir. Gerekli olan tarih aralıklarında sistemin kaydetmiş olduğu görüntüler yasa dışı işlemlerin adli olarak neticelendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Kontrol merkezlerinde kullanılan bazı cihazlara şu şekildedir;

NVR (network video recorder)

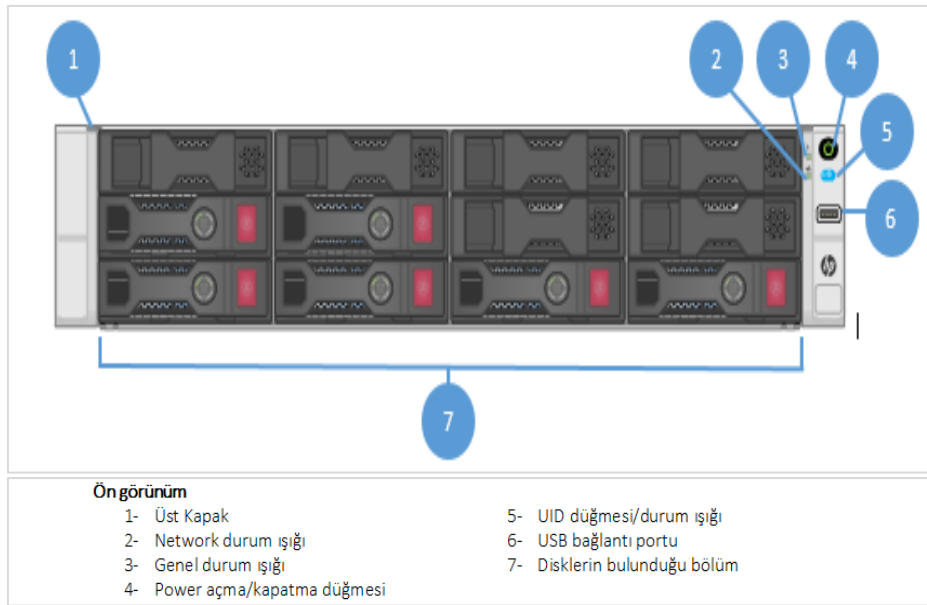
IP kamera görüntülerini çekip sürekli üzerine kaydeden bir cihazdır. Üzerinde bulunan RAID diskleri bu çekilen görüntüleri kaydetmektedir. Kullanılan NVR'ların boyutları değişmekle beraber (4 TB veya 6 TB) kaydetmek istenilen zamana ve kamera sayısına göre yapısında disk bulunmaktadır. NVR, IP kameralar üzerinden RTSP* protokolü ile gönderilen bütün görüntüleri kaydedebilmektedir. NVR, kamera üzerinden gelen görüntü üzerinde hiçbir değişiklik yapmadan kayıt işlemini gerçekleştirir. Güncel kameralar H264 formatında görüntü verdikleri için mevcut NVR'lar H264 formatında kayıt gerçekleştirmektedir. Bir üst seviye olarak H265 formatına geçiş devam etmektedir.

NVR, üzerindeki kayıtları kullanıcı tarafından herhangi bir işlem yapılmadığı takdirde diskleri dolana kadar silmez. Kayıt süresini ise kayıt yapılan kamera sayısı ve NVR üzerindeki disklerin kapasitesi belirlemektedir. NVR kayıt işlemini üzerindeki disklere gerçekleştirir. Bu disklerin yedeği farklı bir cihazda yedekleme yapılmadığı sürece mevcut değildir. Buna karşılık olarak NVR'da donanımsal yedekler bulunmaktadır. NVR üzerinden bulunan güç kaynağı ve disklerin yedeği mevcuttur. Bu durum enerji ve donanım kayıplarına karşı kayıt işleminin devam etmesini sağlamaktadır.

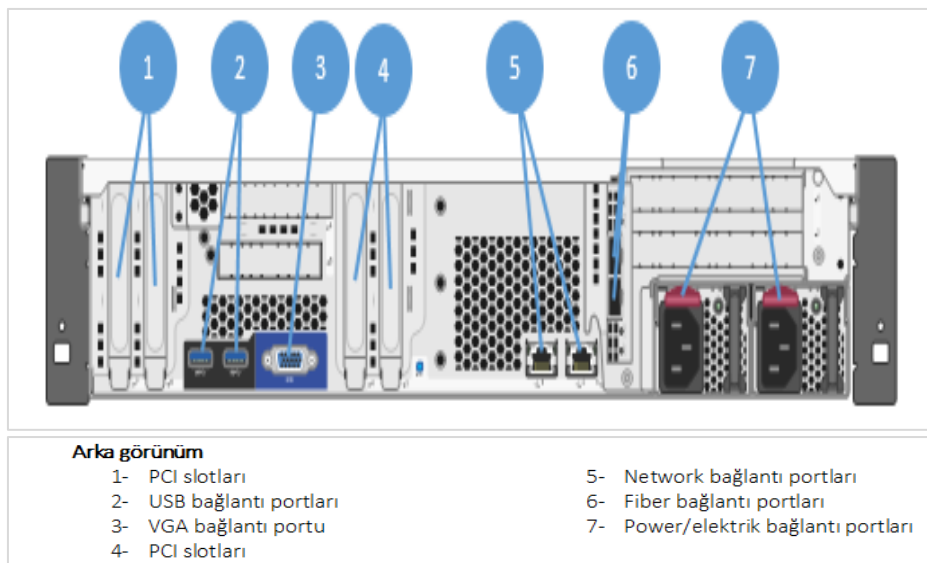
Kameraların video akışını sağladığı RTSP (The Real Time Streaming Protocol) ise eğlence ve iletişim sistemlerinde kullanılan medya sunucularındaki verilerin akışını kontrol etmek için tasarlanan bir ağ denetim protokolüdür. Bu protokol bitiş noktaları arasındaki medya bağlantılarının kurulması ve kontrol edilmesinde kullanılır.

Sunucu (server)

Bilgisayar ağlarında, diğer ağ bileşenlerinin (kullanıcıların) erişebileceği, kullanımına ve/veya paylaşımına açık kaynakları barındıran bilgisayar birimidir. Bir ağda birden fazla sunucu birim bulunabilir. Çeşitli nedenlerle bozulan hard disklerdeki kritik veri kayıplarını önlemek veya en aza indirmek amacıyla Raid yapısı kullanılmaktadır. Sunucu içerisindeki diskleri, ister performans istenirse güvenlik gibi konularda konfigüre edebileceğimiz bir yapı sunar.



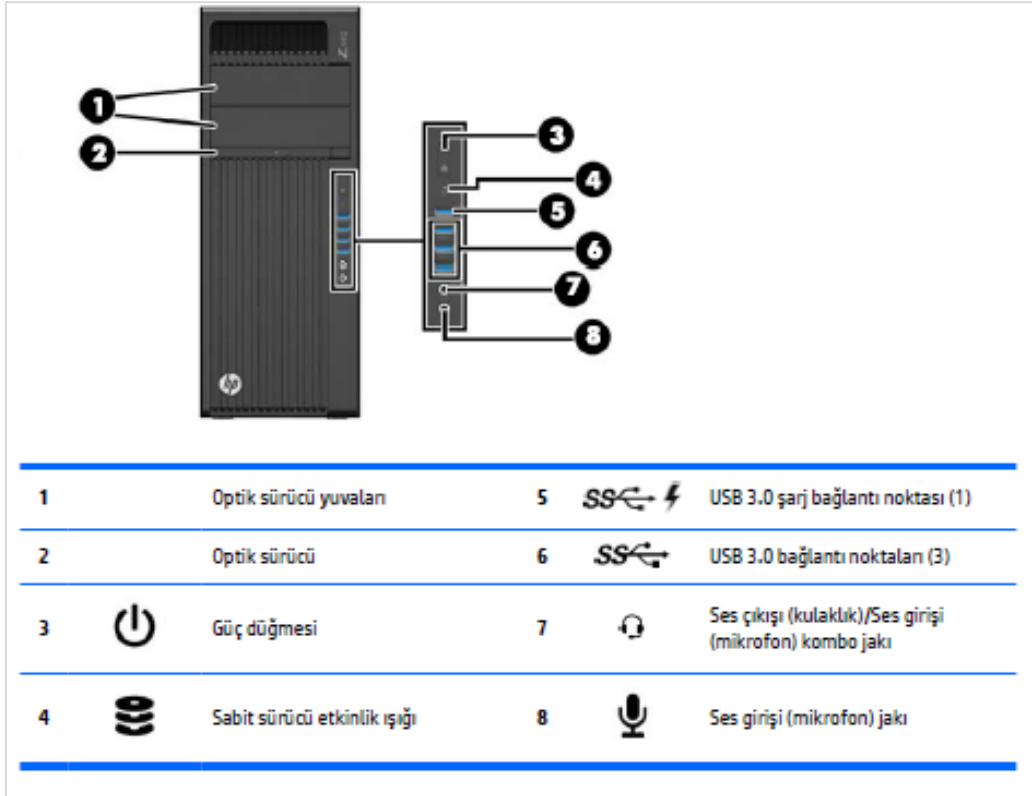
Şekil 4.18. Sunucu ön görünüm (Hararcı & Demirkol, 2017)



Şekil 4.19. Sunucu arka görünüm (HP, 2017)

İş istasyonu

Yüksek uçlu ortak kullanışlı mikro bilgisayardan ibarettir. İş istasyonu son kullanıcılar içindir ve bir kişisel bilgisayara göre daha güçlü performans sağlamaktadır, özellikle grafik işleme gücü, görev paralellik alanındaki performansı elverişlidir. Genellikle yüksek çözünürlüklü geniş ekran, multi-ekran ve yüksek kapasiteli dâhili belleğe ve harici bellek ile donatılmıştır ve güçlü bir bilgi ve yüksek performanslı bilgisayar grafikleri içermiştir ve görüntü işleme fonksiyonları da vardır. Buna ek olarak, sunucuya bağlı terminale de iş istasyonu denebilir.

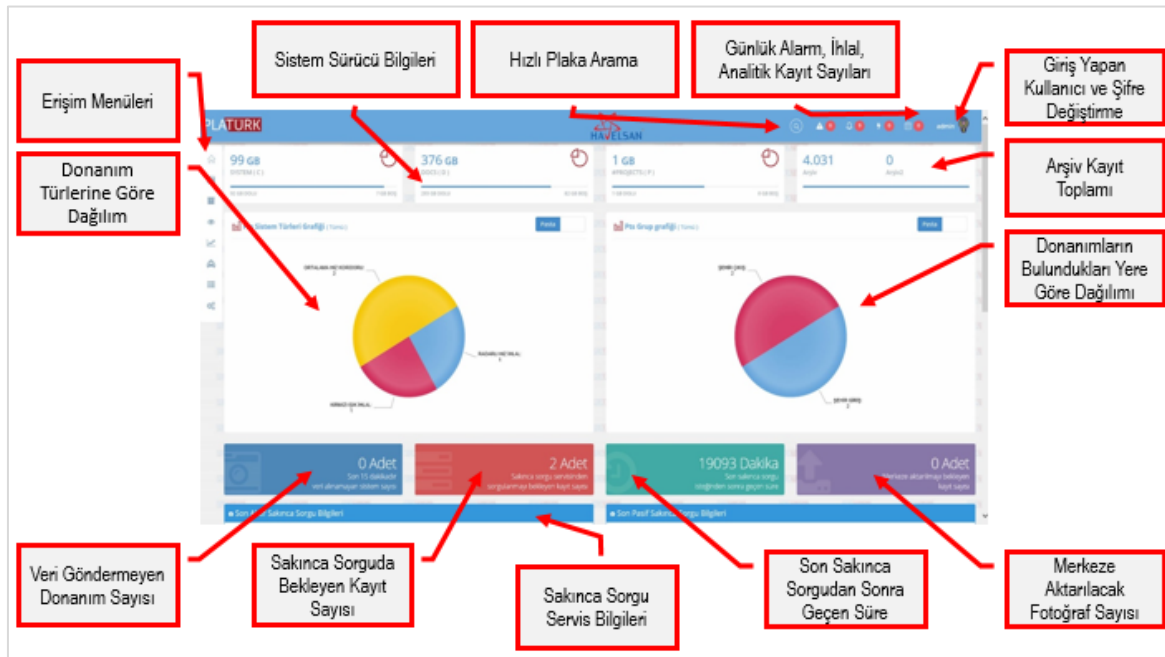


Şekil 4.20. İş istasyonu ön görünüm (HP, 2017)

Plaka tanıma sistemi yazılımı

Emniyet birimlerinin kullanımına sunulan yazılımla yol üstü taglardan gelen görüntü ve bilgiler emniyet personeli tarafından incelenir. Program içeriğinde araçların geçişlerine dair fotoğraf ve bilgiler görüntülenebilmektedir. Yol üstü taglardan geçiş yapan araçlara ait plaka, geçiş zamanı, geçiş yeri, tescil ve OCR bilgisi, eğer aracın herhangi bir sakınca durumu mevcutsa, sakınca durum bilgisi gibi bilgilere ulaşılabilir. Polis bilgi ağı

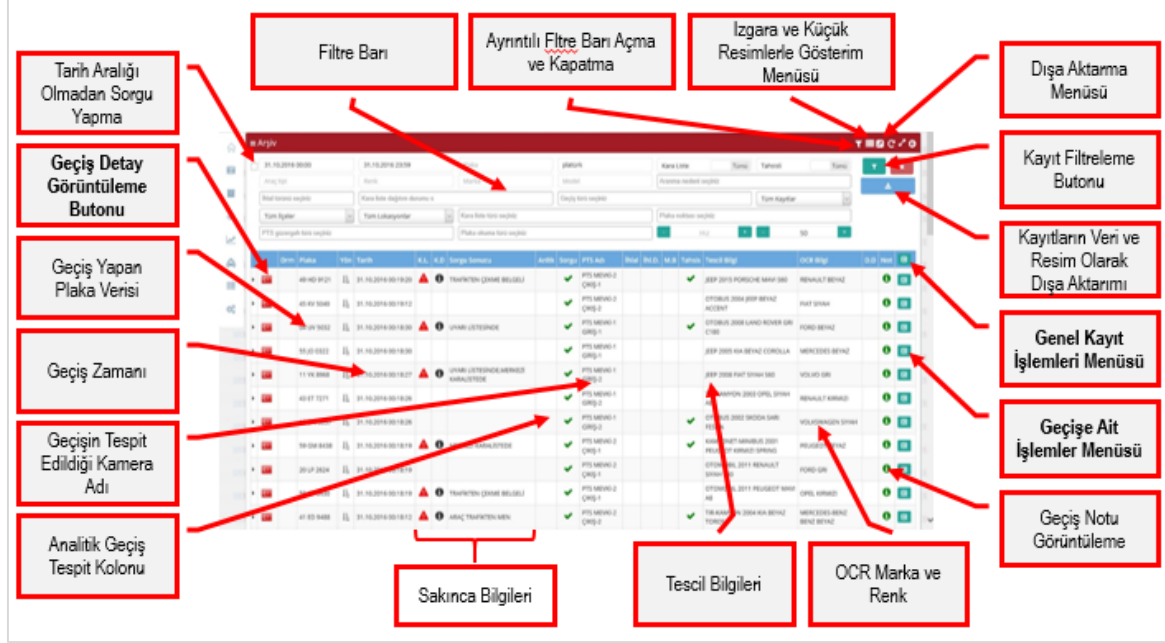
olarak kullanılan Polnet'e entegre edilmiş bu sistem, sakınca durumu mevcutsa otomatik olarak son kullanıcı personele uyarı vererek ilgili aracın geçmiş olduğu konum bilgisini, plakasını ve aranma sebebini içeren bir alarm oluşturmaktadır. Yol üstü tagların bağlı bulunduğu ilçe emniyet müdürlüklerinin muhabere elektronik şube personellerinin ekranlarına düşen bu bilgi ve uyarılar kontrol edilir. Üzerindeki IR (kızılötesi) aydınlatma üniteleri sayesinde 7/24 esasına göre çalışan bu sistemlerle geçiş yapan tüm araçların plaka bilgileri, geçiş zamanları ve geçişlerine dair görseller 24 ay boyunca tagların bağlı bulunduğu ilçe emniyet müdürlüklerince saklanır (Hararcı&Demirkol,2017).



Şekil 4.21. Platurk ana gösterge paneli (Platürk, 2018)

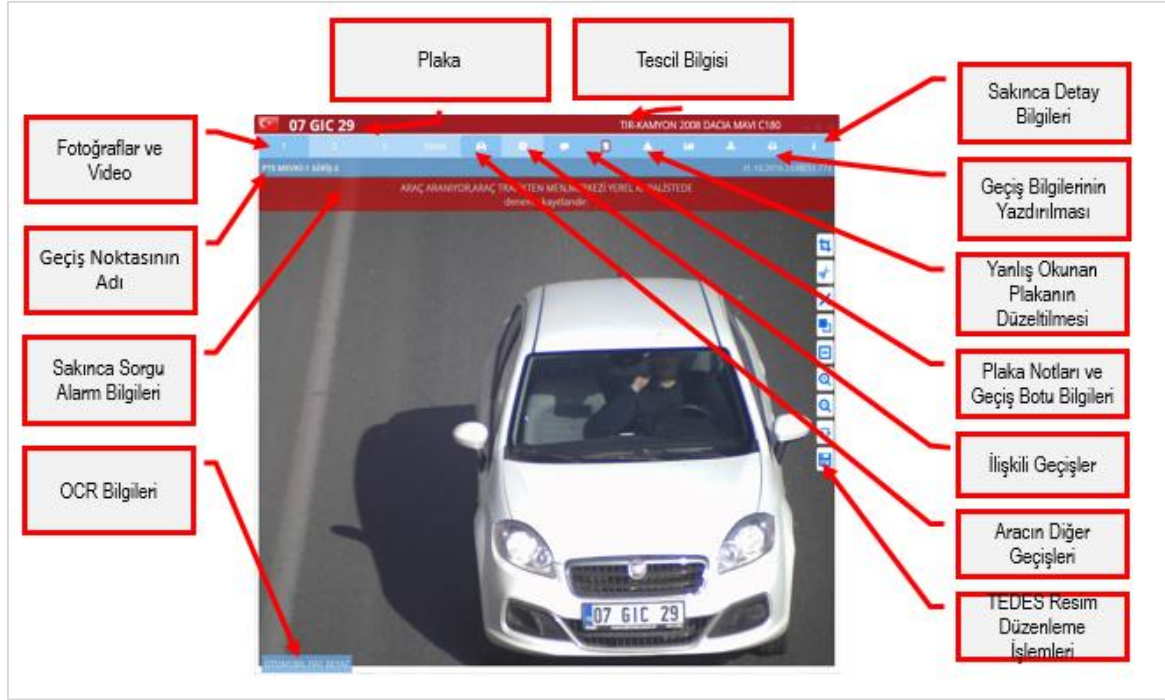
Plaka tanıma sistemi yazılımı web tabanlı olması sebebiyle son kullanıcı bilgisayarlarına herhangi bir kurulum gerekmeksizin aktif hale getirilebilir. Personel sunucu üzerinden sağlanan bilgileri görüntülemek için web browser üzerinden daha önceden bildirilen IP adresine girer ve kendisine tanımlanan kullanıcı adı ve şifresiyle giriş yapar. Karşısına çıkan ana gösterge panelinde personelin hızlıca erişebileceği şekilde gruplandırmalar yapılmıştır. Herhangi bir arıza durumunda bu gösterge panellerinden hangi donanımın arızalı olduğunu ya da sorgulamada kullanılan ağ hattının düzgün çalışıp çalışmadığını bu ekran üzerinden anlık olarak takip edebilmektedir.

Gösterge panelinde yer alan donanım türlerine göre ayırım grafiği ilgili personellerin sorumlu olduğu elektronik denetleme sistemleri türlerinden olan kırmızı ışık denetleme sistemi, ortalama hız denetleme sistemi gibi birçok farklı donanım çeşidini gösteren bölümdür.



Şekil 4.22. Arşiv ekranı (Platürk, 2018)

Arşiv ekranında 7/24 esasına göre çalışan ekipmanların geçiş yapan araç bilgileri 24 ay boyunca kaydedilir. Bu bölümde araç plaka bilgisi, geçiş zamanı, geçiş yaptığı lokasyon ve kamera adı, araç rengi, markası, modeli gibi birçok bilgi yer alır. İstenildiği zaman araç geçişlerine ait özel bilgiler bu bölümden sorgulanabilir. Araç plakasının sistemde aranma gerekliliği mevcutsa aracın geçişiyle beraber sistem otomatik olarak alarm üretir ve görevli personele araç görselini iletir.



Şekil 4.23. Araç alarm ekranı (Platürk, 2018)

Sakınca durumu mevcut olan araçların herhangi bir lokasyondan geçiş yapmaları durumunda sistem otomatik olarak yukarıdaki şekildeki alarm ekranını ilgili görevlinin ekranına düşürür. Bu görselde aracın plaka bilgisi, geçiş yaptığı ana ilişkin çekilmiş fotoğraf ve video, geçiş yaptığı lokasyon ismi ve hangi sebepten arandığı bilgisi bulunmaktadır. Çeşitli sebeplerle aranan araçlar saha ekiplerin bildirilir ve gerekli işlemler yapılır.

4.5. Elektronik Denetleme Sistemlerinin Çeşitleri

Türkiye’de elektronik denetleme başlığı altında entegrasyonu sağlanan sistem çeşitlerinin bazıları şunlardır;

4.5.1. Kırmızı ışık ihlal tespit sistemi (Red light violation detection)

Sinyalize kavşaklarda sürücülerin kırmızı ışık ihlalini engellemek ve bu sebeple karşılaşılabilecek kazalardan kaçınılması, caydırıcı etki sağlamak ve ihlalde bulunan araçların tespitinin sağlanması amacıyla kırmızı ışık ihlal tespit sistemleri kullanılmaktadır. Şekil 4.24’te belirtildiği üzere bu sistemde kullanılan kameraların görüş açısına mutlaka trafik ışığının ve araç plakasının görünür şekilde olması gerekmektedir. Cezai işlemlerde delil unsuru olarak kullanılan bu sistemler aracın kırmızı ışık süresince geçmesiyle otomatik

olarak fotoğraflar ilgili görevlinin ekranına yönlendirir. Sorumlu personel, kural ihlali yapan araca yasa gereğince işlem yapar.



Şekil 4.24. Kırmızı ışık ihlal tespit sistemi kamera görüntüsü

Türkiye’de kullanımda olan KIİTS’yi gösteren harita şekil 4.25’te yer almaktadır. Ülkenin geneline yayılan bu sistemler kavşak ve yaya geçişinin olduğu noktalarda sürücü, yolcu ve yaya güvenliğinin korunmasına katkı sağlamaktadır (TUİK, 2021).



Şekil 4.25. Türkiye’de KIİTS kurulu noktalar (Yazar tarafından oluşturulmuştur, veriler ilgili bakanlık, EGM ve belediyelerden temin edilmiştir)

4.5.2. Emniyet şeridi ihlal tespit sistemi

Emniyet şeridi üzerinden giden araç plakalarını okuyabilecek şekilde belirli metraj aralıklarıyla montajı yapılan kamera sistemleriyle şeridin kontrolü ve işlevi dışında kullanan araçların tespiti sağlanır. Emniyet şeridi üzerindeki birden fazla kameranın aynı plaka bilgisini merkeze iletmesi sonrası aracın bu yolu uzun süreli işgal ettiği tespit edilir. Gerekli incelemeler sonrası birçok plaka okuma kamerası üzerinden geçiş yapan araca ilgili yasa maddeleri uyarınca ceza kesilir.

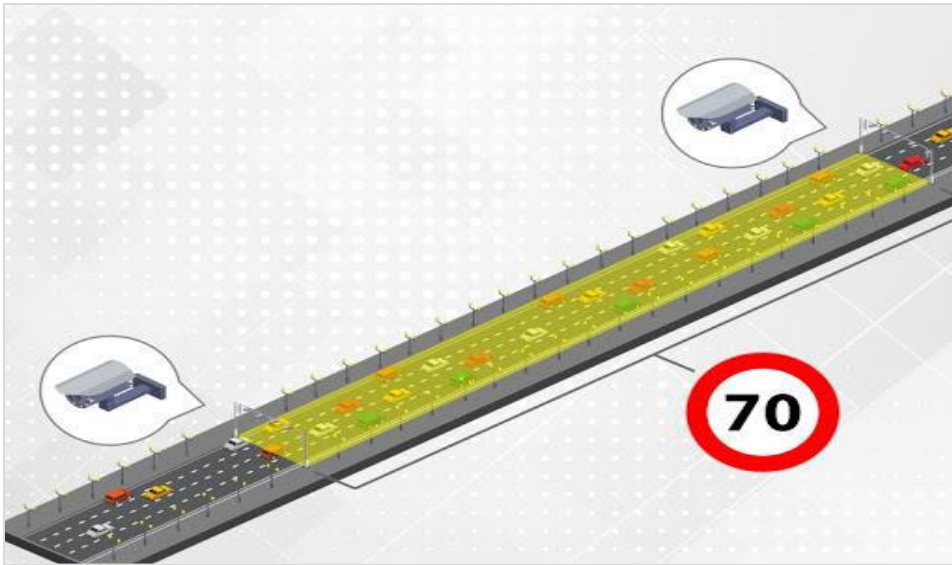
4.5.3. Anlık hız ihlal tespit sistemi

Genellikle hız artışına müsait olan yollara kurulan bu sistemlerle araçların anlık olarak ulaştıkları hızların tespiti sağlanır. Araçlar kullandıkları bu yollar için belirlenen hız limitlerini aşmaları durumunda sistem otomatik olarak bu durumun tespitini sağlayarak sürücülere ceza kesilmesi olanağını sağlamaktadır. Bütünleşik radarlı kamera cihazlarıyla ölçüm ve kayıt oluşumu sağlanır. Kamera ile entegre şekilde çalışan radar cihazı aracı gördüğü andan itibaren hızını kayıt altına alır. Radar, görüş açısına giren aracın görüş

açısından çıkmasına kadar geçen herhangi bir zamanda yaptığı hızı kayıt altına alır. Aracın hız limitlerini aşması durumunda kameraya tetik göndererek ihlali görseliyle birlikte kayıt altına alınmasını sağlar.

4.5.4. Koridor hız ihlal tespit sistemi

Yayaların kontrollü noktalarda ve geçişi mümkün olan arterlerde belirli bir koridor oluşturarak başlangıç ve bitiş noktalarına kurulan plaka tanıma sistemleriyle araçların giriş ve çıkış zamanlarına göre koridor üzerindeki ortalama hızları tespit edilir (Şekil 4.26). Bir diğer adıyla ortalama hız tespit sistemi, başta Avrupa ve Avustralya olmak üzere dünya çapında popülerlik kazanan yeni bir akıllı ulaşırma sistemi uygulamasıdır, son yıllarda Türkiye’de de uygulanmaktadır. Sistemin temel görevi, hız kontrolü ve trafik yaptırımı amacıyla motorlu araçların ortalama hızlarını ölçmektir (İlgaz&Saltan, 2017). Kurulum aşamasında yetkili kurumlarca (TSE) onaylanmış uzunluk ölçüm cihazıyla giriş ve çıkış noktaları arasındaki mesafe sisteme girilir. Kameraların plaka okuma işlemiyle ilgili araçların koridor içerisinde ne kadar süre yol aldığı giriş ve çıkış saatlerine bakılarak elde edilir. Yol/Zaman formülüyle araçların ortalama hızları sistem tarafından otomatik olarak hesaplanır. Bu şekilde sürücülerin tüm koridor boyunca belirli bir hızın üstüne çıkmamaları sağlanır. Çıkan araçlar için ilgili yasa maddeleri uyarınca cezai işlem uygulanır.



Şekil 4.26. Koridor hız ihlal tespit sistemi (Uğur, 2020)

Türkiye’de KHİTS kurulumuna yönelik belirli usul ve esaslara uygun şekilde kurulmuş olan ve 7/24 esanına uygun şekilde plaka tanıma görevi yapıp haftanın belirli gün ve saatlerinde koridor hız ihlal tespit işlemi yapan sistemlerin bulunduğu iller Şekil 4.27’de belirtilmiştir. Görselden de anlaşılacağı üzere bu sistemler nüfusu yoğun illerin ve geçiş sayılarının yüksek olduğu bölgelerde yoğunlaşmıştır (KGM, 2021).



Şekil 4.27. Ortalama hız koridorlarının bulunduğu noktalar (Yazar tarafından oluşturulmuştur, veriler ilgili bakanlık, EGM ve belediyelerden temin edilmiştir).

4.5.5. Ters yön ihlal tespit sistemi

Aksine bir işaret bulunmadıkça araçların tek yönlü karayollarında ters istikamet üzerinde seyir etmelerinin yasak olduğu ceza maddesi uyarınca trafik üzerindeki akışın tersi istikametinde hareket gerçekleştiren ve bu şekilde yaya ve diğer araçların güvenliğinin tehlikeye atılmasını engellemek amacıyla ters yön ihlal tespit sistemi kullanılmaktadır (Şekil 4.28). İhlalde bulunan araçlara cezai işlem uygulanarak sürücülerin kurallara uyması için caydırıcılık amaçlanmaktadır.



Şekil 4.28. Ters yön ihlal tespit sistemi (<https://makbim.com/>)

4.5.6. Park ihlal tespit sistemi

Park ihlal tespit sistemleri mobil ve sabit kurulu olarak iki şekilde yapılmaktadır. Yoğun, tercihli metro, metrobüs, tramvay yolları veya acil ulaşım gerektiren bölgelerde 7/24 esasına göre çalışan sabit park ihlal tarama çalışması yapan sistemler kurulmaktadır. Belirli bir alan için kullanılan bu sistem sürekli olarak tarama işlemi yaparak park yapılması için izin verilen süreyi aşan araçları tespit edebilmektedir. Bu süreleri aşan araç plakalarına otomatik olarak ceza evrağı sistem tarafından oluşturulur. Çeşitli günlerde farklı organizasyonlar için yoğunluk yaşanan bölgelerde ise mobil park ihlal tespit sistemleriyle çözüm getirilmektedir. Bu sistemler araç üstü aparatlar sayesinde çevreden görüntü alıp merkeze iletmektedir. Bunun dışında park ihlal tespit sistemleri sayesinde uygun olmayan yerlere park eden araçların tespiti ve cezai işlem uygulanması sağlanır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Park ihlal tespit sistemi (Sistem Trafik, 2021)

4.5.7. Mobil elektronik denetleme sistemleri

2010'lu yılların sonlarında bu teknolojinin öneminin bariz bir şekilde göze çarpmasıyla şehir içi arterlerde daha çok karşılaştığımız mobil elektronik denetleme sistemleri trafik yoğunluğunun anlık olarak değişiklik gösterdiği, önemli toplantı, miting gibi kalabalık ortamlarda kullanımıyla emniyet birimlerinin işlerini kolaylaştırmaktadır. Kısmi zamanlarda olağan dışı yoğunluğun yaşandığı bölgelere, sabit elektronik denetleme sistemlerinin yerleştirilmesinin zor olduğu noktalara müdahale ve kontrol amacıyla araç üstü görüntüleme sistemlerinin olduğu mobil elektronik denetleme sistemleri sevk edilerek oluşabilecek güvenlik açıkları kapatılmaktadır (Şekil 4.30). Yol üstü taglardan elde edilen verileri bu bölgelerde toplayabilmek için motorlu araç üzerine yerleştirilen görüntüleme ve plaka tanıma sistemlerine ek olarak gelişmiş radar sistemleriyle elde edilen veriler genellikle PolNet ağı üzerinden kontrol merkezlerine gönderilmektedir. Veri aktarım işlemleri kimi zaman 3G/4G/LTE üzerinden yapılmaktadır. Ancak güvenlik açısından bu iletişim yolu risk teşkil ettiğinden mümkün olduğunca tercih edilmemektedir. Elde edilen veriler üzerinden ilgili kişi veya plakaların sakınca sorguları PolNet üzerinden sorgulanıp gerek görüldüğü takdirde cezai işlem uygulanır.



Şekil 4.30. Mobil elektronik denetleme sistemi

4.5.8. Gabari ölçüm elektronik denetleme sistemi

Tünel, köprü ve bazı otoyollarda seyahat eden araçların yükseklik kurallarına uyması gerekmektedir. Taşıdıkları yükü veya azami araç yükseklikleri sebebiyle tavan-arac çarpışması yaşanabilir, böylece kendinin ve diğer sürücülerin can ve mal güvenlikleri tehlikeye atılmış olur. Bu gibi durumlar dikkatsizlik sebebiyle ağır sonuçlara sebep olabilir. Gabari ölçümü yapan elektronik denetleme sistemleri sayesinde tehlike arz edebilecek araçlar sistem tarafından yol üstü uyarı sistemleriyle uyarılır ve kaza meydana gelmesini engeller (Şekil 4.31). Sistem, bu kurallara uymayan sürücülere cezai işlem uygulanması için yetkili birimlere uyarı gönderir.



Şekil 4.31. Gabari ölçüm elektronik denetleme sistemi (İsbak, 2020)

4.5.9. Yaya yolu ihlal tespit sistemi

Gelişmiş ülkelerde, araç ve yaya önceliği konusuna oldukça önem gösterilmektedir. Ülkemizde yaya önceliği konusu sürücüler tarafından dikkate alınmamakta özellikle sinyalize ışıkların bulunmadığı yaya geçitlerinde sürücüler yayayı göz ardı ederek önceliği kendileri kullanmaktadır. Yaya yolu ihlal tespit sistemiyle okul önleri, alışveriş merkezleri gibi yaya trafiğinin yoğun olduğu özellikle şehir içi yollar üzerinde, yayanın güvenli bir şekilde karşıdan karşıya geçmesini sağlayacak ve öncelikle yayanın geçiş üstünlüğünü ortaya çıkartan sistemlerdir. Kontrolsüz yaya geçidi noktalarında yayaların yaya geçidi üzerinden yürümeye başlamaları ile, araçların yaya önceliği kuralını çiğneyerek yayalara yol vermemesi durumunda gerçekleşen ihlalin kayıt altına alınması sistem tarafından otomatik olarak sağlanır. Sistemin aktif kullanımıyla amaç; sürücülerini cezalandırmak değil, davranış değişikliği oluşturmayı hedeflemektir (oncuguvenlik.com.tr, 2021).

4.5.10. Ofset tarama ihlal tespit sistemi

Motorlu kara taşıtlarının kullanımına uygun olmayan, motorsiklet ve bisiklet yolları, yayalara tahsis edilmiş özellikli yollar ve karayollarında bulunan refüj başı yol ayrımları gibi belirli alanlarda boyama ve çizgi çalışmalarıyla bu özel alanların kullanımının önüne geçilmek istenmektedir. Trafik sıkışıklığının önlenmesiyle beraber yaya ve sürüş

güvenliğinin tehlikeye girmemesi için bu özel alanlar ofset tarama ihlal tespit sistemleri kullanılarak ihlal yapabilecek araçlara karşı caydırıcı tedbir alınması amaçlanmıştır.

4.5.11. Tramvay yolu ihlal tespit sistemi

Tramvay yolu ihlal tespit sistemiyle, tramvayların kullanımında olan alanların trafikte bulunan araçlar tarafından hemzemin geçitler üzerinden giriş çıkışlarının engellenmesiyle araç, sürücü, yolcu ve tramvay yolunun güvenliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Sistem, kurulu olduğu hemzemin geçitlerde motorlu araçların tramvay yoluna giriş, çıkış ve duraklama yapmasını engellemeyi amaçlamaktadır.

4.5.12. Dönüş yasağı ihlal tespit sistemi

Trafik güvenliğini sağlamak amacıyla karayollarında taşıtların bazı yollarda belirlenen yönlerde hareket etmesine izin verilmemektedir. Dönüş yasağı olan yerlerde taşıtların aksi hareketlerinin önüne geçebilmek amacıyla dönüş yasağı ihlal tespit sistemleri kullanılmaktadır. Sistemle hatalı dönüş yapan araçlar tespit edilerek bu araçlara yasalar gereğince ceza uygulanır.

4.5.13. Türkiye’deki EDS durumu

Türkiye’de 2021 yılı itibarıyla farklı kamu kurumlarınca kullanımda olan EDS’lerin illere göre dağılımları çizelge 4.1’de belirtilmiştir. Türkiye’de en fazla aktif çalışan denetim sisteminin mobil EDS’ler olduğu anlaşılmaktadır. Mobil EDS’leri kırmızı ışık ihlal tespit ve koridor hız ihlal tespit sistemleri takip etmektedir. İllerdeki nüfus miktarı, EDS çeşitliliğiyle doğru orantıda artış göstermektedir. Bazı illerde daha önce aktif olarak çalışan kurulu sistemler olsa dahi yeni usul ve esaslara uygunluğu şu an için sağlayamayan sistemlere ceza kesimi için müsaade verilmemektedir.

Çizelge 4.1. 2021 yılında aktif olarak bulunan EDS'lerin illere göre dağılımları

Plaka	İl	Kırmızı Işık İhlal Tespit Sistemi	Emniyet Şeridi İhlal Tespit Sistemi	Anlık Hız İhlal Tespit Sistemi	Koridor Hız İhlal Tespit Sistemi	Ters Yön İhlal Tespit Sistemi	Park İhlal Tespit Sistemi	Mobil Elektronik Denetleme Sistemi	Gabari Ölçüm Elektronik Denetleme Sistemi	Yaya Yolu İhlal Tespit Sistemi	Ofset Tarama İhlal Tespit Sistemi	Tramvay Yolu İhlal Tespit Sistemi	Dönüş Yasağı İhlal Tespit Sistemi
1	ADANA	✓						✓	✓		✓		
2	ADIYAMAN	✓			✓								
3	AFYONKARAHİSAR	✓		✓	✓		✓	✓	✓				
4	AĞRI	✓						✓					
5	AMASYA	✓			✓			✓					
6	ANKARA	✓						✓					
7	ANTALYA	✓	✓					✓					✓
8	ARTVİN	✓											
9	AYDIN							✓					
10	BALIKESİR												
11	BİLECİK	✓			✓								
12	BİNGÖL							✓					
13	BİTLİS							✓					
14	BOLU	✓		✓	✓	✓		✓	✓				
15	BURDUR	✓			✓		✓	✓					
16	BURSA	✓						✓			✓	✓	
17	ÇANAKKALE	✓			✓			✓	✓				
18	ÇANKIRI	✓			✓								
19	ÇORUM	✓			✓								
20	DENİZLİ				✓								
21	DİYARBAKIR							✓					
22	EDİRNE	✓			✓			✓					
23	ELAZIĞ				✓			✓					
24	ERZİNCAN												
25	ERZURUM							✓					
26	ESKİŞEHİR	✓		✓				✓					
27	GAZİANTEP	✓			✓			✓	✓	✓			
28	GİRESUN												
29	GÜMÜŞHANE												
30	HAKKARİ							✓					
31	HATAY							✓					
32	ISPARTA												
33	MERSİN	✓		✓				✓					✓
34	İSTANBUL	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
35	İZMİR	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓
36	KARS							✓					
37	KASTAMONU							✓					
38	KAYSERİ	✓			✓		✓	✓	✓			✓	✓
39	KIRKLARELİ							✓					
40	KIRŞEHİR							✓					
41	KOCAELİ (İZMİT)	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓		✓
42	KONYA	✓			✓			✓	✓				
43	KÜTAHYA	✓					✓						
44	MALATYA	✓						✓			✓		✓
45	MANİSA							✓					
46	KAHRAMANMARAŞ	✓					✓						
47	MARDİN	✓					✓	✓					✓
48	MUĞLA	✓					✓	✓					
49	MUŞ							✓					
50	NEVŞEHİR							✓					
51	NİĞDE												
52	ORDU	✓						✓					
53	RİZE							✓					
54	SAKARYA (ADAPAZARI)	✓		✓				✓					
55	SAMSUN	✓					✓	✓		✓			
56	SİİRT							✓					
57	SİNOP							✓					
58	SİVAS	✓			✓		✓	✓	✓				
59	TEKİRDAĞ	✓			✓			✓		✓			
60	TOKAT							✓					

Çizelge 4.1. (devam) 2021 yılında aktif olarak bulunan EDS'lerin illere göre dağılımları

Plaka	İl	Kırmızı Işık İhlal Tespit Sistemi	Emniyet Şeridi İhlal Tespit Sistemi	Anlık Hız İhlal Tespit Sistemi	Koridor Hız İhlal Tespit Sistemi	Ters Yön İhlal Tespit Sistemi	Park İhlal Tespit Sistemi	Mobil Elektronik Denetleme Sistemi	Gabari Ölçüm Elektronik Denetleme Sistemi	Yaya Yolu İhlal Tespit Sistemi	Ofset Tarama İhlal Tespit Sistemi	Tramvay Yolu İhlal Tespit Sistemi	Dönüş Yasağı İhlal Tespit Sistemi
61	TRABZON					✓	✓	✓					✓
62	TUNCELİ							✓					
63	ŞANLIURFA	✓						✓					
64	UŞAK	✓			✓			✓					
65	VAN							✓					
66	YOZGAT	✓			✓	✓	✓						✓
67	ZONGULDAK	✓					✓						
68	AKSARAY												
69	BAYBURT							✓					
70	KARAMAN				✓			✓					
71	KIRIKKALE	✓			✓	✓		✓					
72	BATMAN							✓					
73	ŞIRNAK							✓					
74	BARTIN												
75	ARDAHAN	✓						✓					
76	İĞDIR							✓					
77	YALOVA												
78	KARABÜK												
79	KİLİS							✓					
80	OSMANİYE	✓			✓								
81	DÜZCE	✓				✓	✓	✓					

Kaynak: Bakanlık, EGM ve il/ilçe belediyelerinin kaynaklarından elde edilen veriler kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.6. Ceza Oluşturma

Sistemde oluşturulan ihlal tespit tutanakları Şekil 4.32’de görülebileceği gibi listelenir. Bu bölümde cezai işleme tabii tutulacak olan araçlar görüntülenir ve son kontrolleri yapılır. Ceza kesilmesi uygun görülen aracı ekleme yapan personel bilgisi, yapılan ihlal bilgisi, bu ihlale ait ceza maddesi ve ceza tutarı bilgilerine bu ekrandan ulaşılır. Yapılan son kontroller sonrası ceza makbuzu oluşturulur ve ceza kesilip posta yolu ile araç sahibine tebliğ edilir.

Şekil 4.32. Araç tipine göre hızlar ekranı (Platar, 2018)

Sürücülerin kullanmış oldukları araç türlerine göre hareket edebilecekleri maksimum hız sınırları mevcuttur ve bu hız sınırları ilgili ceza maddelerince yasalaştırılmıştır. Şekil 4.32’de Elektronik Denetleme Sistemine tanıtılan hız sınırları ve araç türleri bulunmaktadır. Kullanıcı plaka tanıma sisteminin yapmış olduğu OCR denetiminden ve Polnet üzerinden gelen bilgiler ışığında aracın türüne göre otomatik olarak yapabileceği maksimum hızı bu listeden seçebilmektedir. Bu bölümde verilen hız sınırlarını geçen ilgili türlerdeki araçlar hız sınırını ihlal etmiş sayılır ve ihlal tespit ekranına aktarılır.

Merkez	M.İptal	M.Kullanıcı	Defter No	İhl. Sert	İhlal ID	Kayıt Zamanı	Geçiş Zamanı	İhlal Adı	Kullanıcı	Plaka	Ceza M.	Mesafe	Hız.Limt.	A.Hız	Tutarı	Tahsisli	PDF	İptal Notu/Mrk.Hata	
×	×	×		-	060123120170000418	18.04.2017 17:54:53	18.04.2017 16:50:36	YIPRANMIŞ PLAKA	admin	43 HV 121	23			0	92,00	×			
×	×	×		-	060123120170000417	18.04.2017 17:54:26	18.04.2017 16:54:56	PARK İHLALI	admin	43 HV 121	61/1-a			0	92,00	×			
×	×	×		-	060123120170000416	18.04.2017 17:51:37	18.04.2017 16:49:55	ŞERİT İHLALI	admin	34 SZY 77	56/1-a			0	92,00	×			
×	×	×		-	060123120170000415	18.04.2017 17:51:10	18.04.2017 16:49:34	SİS FARI İHLALI	admin	26 AG 366	64/1-b1			0	92,00	×			
✓	×	×	123456	-	060123120170000414	13.04.2017 17:47:28	13.04.2017 17:40:57	ŞERİT İHLALI	tedes3	06 TT 919	56/1-a			0	92,00	×			
✓	×	×	123456	-	060123120170000413	13.04.2017 17:47:21	13.04.2017 17:40:57	ŞERİT İHLALI	tedes3	06 TT 919	56/1-a			0	92,00	×			
✓	×	×	123456	-	060123120170000412	13.04.2017 17:47:02	13.04.2017 17:40:58	ŞERİT İHLALI	tedes3	06 TT 919	56/1-a			0	92,00	×			
×	×	×		-	060123120170000411	12.04.2017 16:57:35	12.04.2017 16:02:30	İŞARET LEVHALARI İHLALI	admin	03 EZ 262	47/1-c			0	92,00	✓			
×	×	×		-	060123120170000410	12.04.2017 16:54:13	12.04.2017 16:03:11	SİS FARI İHLALI	admin	06 DV 0166	64/1-b1			0	92,00	×			
×	×	×		-	060123120170000409	12.04.2017 16:52:55	12.04.2017 16:02:30	SİS FARI İHLALI	admin	03 F 0786	64/1-b1			0	92,00	×			
×	×	×		-	060123120170000408	12.04.2017 16:24:56	12.04.2017 16:02:32	İŞARET LEVHALARI İHLALI	admin	03 VU 314	47/1-c			0	92,00	×			
×	×	×		-	060123120170000407	12.04.2017 16:24:31	12.04.2017 16:02:57	PARK İHLALI	admin	06 BEY 48	61/1-a			0	92,00	✓			
✓	×	×	123456	2017/000026 -0	060123120170000406	12.04.2017 16:15:25	12.04.2017 11:30:44	İŞARET LEVHALARI İHLALI	admin	07 GIC 34	47/1-c			0	92,00	×			

Şekil 4.33. İhlal tespit ekranı (Platar, 2018)

Sistemde otomatik olarak ihlal tespiti sonrası oluşturulan tutanaklarının listelenmesi için ihlal tespit ekranı bölümü kullanılmaktadır (Şekil 4.33). Bu ekran üzerinden ihlal tespit tutanağının merkeze eklenme durumunu, herhangi bir iptal işlemi yapıp yapılmadığı, merkeze ekleme yapan memurun sicil numarası bilgisine, tutanaklar içinde arama yapılmasını sağlayan arama bölümü, ceza yazılan aracın ihlalini yaptığı ceza madde bilgisi ve ceza tutarı gibi bilgilere ulaşılabilinmektedir. Son olarak kontrol işlemleri tamamlanan tutanak pdf olarak çıktı alınarak cezalandırılan kişinin sistemde tanımlı adres bilgilerine gönderilir.

5. ALAN ÇALIŞMASI

EDS’lerden elde edilen veriler hız ihlallerinin önlenmesi, trafik güvenliğinin artırılmasında yol gösterici verilerdir. Çalışmanın bu bölümünde sabit veri aktarım noktalarından elde edilen verilerle tespit edilen hız aşım oranlarının araç türlerine göre dağılımı incelenerek, araç kullanım amacına ve haftanın günlerine göre etkisi kıyaslanmaktadır. Benzer hava koşulları ve trafik yoğunluğunda aynı noktadan geçen farklı tip araçlarda, çeşitli değişkenlere göre (araç kullanım şekli, hafta günü vb.) araçların hız aşım oranlarında ve aşım yapan araç oranlarında farklılıklar olduğu görülmüştür.

5.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmayla, sistemin kurulu olduğu ve anlık hız tespiti yapan örnek bir lokasyondan geçen araçların sınıfına, araç tiplerine ve haftanın günlerine göre hız aşım oranları değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerle belirli bir noktadan geçen araçların kullanım türlerine göre yoğunlukları tespit edilip hız aşım oranlarındaki farklılıklar tespit edilebilmektedir. Bu şekilde verilerin alındığı ilgili yol için hız aşım oranlarının yüksek seyrettiği araç tiplerine uygun hız kesici önlemler alınabilecektir. Çalışmanın amaçları aşağıda başlıklar halinde verilmiştir:

- Araç kullanım türlerine (husussi-ticari-kamu) göre hız ihlali yapan araçların tespit edilmesi.
- Hususi araç tiplerine (Sedan – Hatchback – Station Wagon – SUV) göre hız ihlali yapan araçların tespit edilmesi.
- Ticari araç tiplerine (Kamyon – Otobüs – Kamyonet – Minibüs) göre hız ihlali yapan araçların tespit edilmesi.
- Hafta içi ve hafta sonu günlerine göre hız ihlali yapan araçların hız aşım oranları ve araç tiplerinin tespit edilmesi.

5.2. Çalışma Kapsamı

Çalışma kapsamında İstanbul ili Küçükçekmece ilçesinde bulunan Küçükçekmece köprüsü mevkiinde yer alan Elektronik Denetleme Sisteminden Edirne istikametine hareket eden 2.250.000.000 aracın, türü ve hareket hızlarına bağlı olarak hız aşım oranları incelenmiştir.

Bu çerçevede ilgili yol üzerinde seyahat eden araçların hızları, türleri ve kullanım amacına göre mevsim normallerinde seyreden hava koşulları ve yağış durumunun trafik akışını engellemediği 1 Şubat 2020 ile 17 Şubat 2020 tarihleri arasında elde edilen veriler kullanılmıştır.

5.3. Yöntem

Çalışmada yer alan veriler, 7/24 esasına uygun şekilde çalışan sistemler tarafından elde edilmiş olup tımdengelim metodu çerçevesinde genelden özele doğru çeşitli karşılaştırmalar yapılmıştır. Toplanan veriler; 1 Şubat 2020 00:00:00 ile 17 Şubat 2020 23:59:59 arasında geçen süre boyunca İstanbul ili Küçükçekmece ilçesinde bulunan Küçükçekmece Köprüsü mevkiinde yer alan 6 adet veri sağlayıcısından elde edilen 2.250.000.000 adet veri üzerinden sağlanmış olup bu veriler geçişlere ait tarih bilgisine göre sıralanarak Microsoft Excel programı ile analiz edilmiştir.

5.4. Bulgular

5.4.1. Araç kullanım sınıfına göre bulgular

Çizelge 5.1. Araç sınıfı–hız aşım oranları karşılaştırması

Araç Kullanım Sınıfı	Geçiş Yapan Toplam Araç Sayısına Göre Oranı	Hız Aşım Oranı		
		%10-%30	%30-%50	%50'den fazla
Hususi	56,52%	0,55%	0,24%	0,21%
Ticari	37,05%	0,48%	0,13%	0,15%
Kamu/Özel Amaçlı	6,43%	-	-	-

Çizelge 5.1’de görüldüğü üzere 1 Şubat 2020 ile 17 Şubat 2020 tarihleri arasında Küçükçekmece İlçesi Küçükçekmece köprüsü mevki Edirne istikameti-PTS1 isimli cihazdan alınan verilere göre geçiş yapan araçların %56,52’si hususi sınıfta iken %37,05’i ticari sınıfta yer almaktadır. Kamu/Özel amaçlı kullanım sınıfında yer alan araçların toplam araç sayısına oranıysa %6,43’dür. %56,52’lik sınıfta kalan hususi sınıf araçların %0,55’i bu yol üzerinde uygulanan hız sınırını %10 ila %30 arasında bir oranla aşım yapmıştır. Veriler incelendiğinde, hususi araç kullanıcılarının %0,24’lük kesimi ise belirtilen hız değerlerini %30 ile %50 arasında aşmıştır. %0,21’lik bölüm ise %50’den fazla bir hızla sınır değeri aşmıştır. Hususi araç sınıfında en fazla hız aşımı %10-%30 oranında gerçekleşmiş olsa da

%30 ve daha yukarısı hız aşımalarının toplam oranı (0,45%) önemli düzeydedir. Ticari araçlarda %30 ve yukarısı hız aşımları, hussusi araçlara göre daha az gerçekleşmiştir.

Elde edilen verilerdeki araçların içinde %37,05'lik bölümü kapsayan ticari araçlar, hususi araçlara göre daha az yer teşkil etmektedir. Ticari araç sınıfının %0,48'i belirtilen hız oranını %10-%30 arasında aşmıştır. Bu araçların %0,13'ü %30-%50 oranında aşarken, %50'den fazla aşım yapan ticari araç oranıysa %0,15'tir. Üç oran türünde de aşım yapan ticari araç oranının hususi araç oranına göre az olduğu dikkat çekmektedir. Ticari araç türünde %50'den fazla hız aşımı %30-%50 oranından daha fazla meydana gelmişken, hususi araçlarda durum tam tersidir.

Kamu/Özel Amaçlı sınıfa ait araçlar kamuya ait araçlardan oluşmaktadır. Bu araçlar kamu hizmeti için taşıma yapan araçlar olduğu gibi itfaiye, ambulans gibi araçlar da yine bu sınıfta yer almaktadır. Bunların dışında belediye ve çeşitli kamu kurumlarına ait yük ve eşya taşıma işi yapan araçlarla iş makineleri de bu grubun içerisinde. Bu grupta yer alan araçların bir kısmı tahsisli olarak yer almaktadır ve bu şekilde sistem üzerinde herhangi bir ölçüm prosedürüne girmemektedir. Kalan bölümün araç sahipliği kamu kurumları olarak yer almasından ötürü bu tür kullanıma herhangi bir işlem uygulanmamaktadır. İtfaiye, ambulans gibi acil durum araçlarının her zaman hız sınırları içerisinde sürüş gerçekleştirmesi beklenemez, bu sebeple bu tür araçların hız aşım oranları istatistiksel veri olarak kayıt altına alınmamıştır.

Türkiye ve Türkiye'de araç sayısının en fazla olduğu il İstanbul'daki araç tiplerinin dağılımı Çizelge 5.2'de belirtilmiştir. Çizelgeye göre Türkiye'de bulunan 24.144.857 adet motorlu kara taşıtının 4.388.118 adedi İstanbul ilinde kayıtlı bulunmaktadır. 81 ildeki tüm araçların %18,17'sinin İstanbul'da bulunması bu ildeki sabit veri noktalarından elde edilen geçiş sayılarının da diğer illere göre fazla olduğu anlamına gelmektedir. 2020 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'deki toplam otomobil sayısının %22,98'ini oluşturan 3.009.710 adet otomobil, İstanbul ilinde en yüksek sayıdaki araç sınıfını oluşturmaktadır. Otomobil sınıfının ardından sayısal olarak en fazla kayıtlı bulunan motorlu kara taşıtları kamyonet ve motorsiklet sınıflarıdır. İstanbul'da bulunan minibüs sınıfı taşıt sayısı Türkiye geneline kıyasla %19,69'luk yüksek bir orana sahip olsada İstanbul'daki tüm araç sınıfları sıralamasında sayısal olarak ancak 5. sırayı elde edebilmektedir. Otomobil, Kamyonet ve Kamyon sınıfındaki araçların sayıları, örnekleme ele alınan verilerdeki araç sınıf oranlarıyla

kıyaslandığında; otomobil sayısının diğer sınıflara oranla daha fazla bulunması iki tablo için de ortak bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. TÜİK verilerindeki İstanbul ili kayıtlı kamyon sayısının kamyonet sayısına göre çok daha az bulunma durumu örneklem de yer alan araç tip oranlarına bakıldığında farklılık gözlemlenmektedir. TÜİK verilerinde 702.268 adet Kamyonet tipi, 134.340 adet Kamyon tipi araç görülmektedir. Bu durumda kamyonet sayısı kamyon sayısının 5 katından daha fazladır. Ancak örneklemde geçiş yapan araçların %13,70'i kamyon tipiyken, %12,46'sı kamyonet tipi sınıftadır. Bu durumun, kamyonet tipi araçların örneklemin yapıldığı güzergahı çok fazla kullanmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 5.2. 2020 yılı Türkiye ve İstanbul ili motorlu kara taşıt dağılımları

İl	Türkiye	İstanbul	Oran
Otomobil	13.099.041	3.009.710	22,98%
Minibüs	493.395	97.126	19,69%
Otobüs	212.407	39.543	18,62%
Kamyonet	3.938.732	702.268	17,83%
Kamyon	859.670	134.340	15,63%
Motosiklet	3.512.576	370.241	10,54%
Özel amaçlı	70.309	9.118	12,97%
Traktör	1.958.727	25.772	1,32%
Toplam	24.144.857	4.388.118	18,17%

Kaynak: (TÜİK, 2021)

2002-2020 yılları arasındaki süreçte Türkiye'deki araç sınıflarının değişimine bakıldığında 2002 yılında Türkiye yollarında 8.655.170 adet motorlu kara aracı mevcutken bu sayı 2020 yılında %179'luk artışla 24.144.857 adede yükselmiştir. 2002 yılında %53,15 olan otomobil sınıfındaki araçların sayısı her yıl bir önceki yıla göre artış göstermiş olsa da otomobil sınıfının tüm araçlara oranı 2009 yılına kadar düşüş göstermiştir. Bu aralıkta daha çok kamyon ve motosiklet sayı ve oranlarında ivmeli bir artış söz konusu olup 2009 yılı sonrası motosiklet sayısının artmasına rağmen tüm taşıtlar içerisindeki oranında düşüş gözlemlenmiştir. 2002 yılında otobüs ve minibüs sayıları tüm taşıtlar içinde %4,18'lik alanı teşkil ediyorken, 2020 yılında bu araçların genele oranı %2,92'ye kadar gerilemiştir. Teknolojik gelişme ve ekonomik kalkınmayla birlikte pandemi gibi toplumsal olaylar sonrası kişiler toplu ulaşım yerine bireysel harekete yönelmiş ve böylece büyük ölçüde

toplu taşımada kullanılan bu tür araçların tüm taşıtlar içindeki oranında düşüş gözlemlenmesine olanak sağladığı anlaşılmaktadır. 19 yıllık bu süreçte otomobil, kamyonet ve motosiklet sınıfı taşıtların tüm taşıt tipleri içindeki oranı artış sağlarken; minibüs, otobüs, kamyon ve traktör sınıfı araçların oranında düşüş görülmektedir. Özel amaçlı sınıf taşıtlar ise sayısal olarak artış gösterse de oransal olarak neredeyse aynı kalmıştır. Yıllara göre araç sayı ve oranlarındaki değişim Çizelge 5.3'te yer almaktadır.

Çizelge 5.3. Yıllara göre motorlu kara taşıtları sayısı

Yıl	Toplam	Otomobil	Oranı	Minibüs	Oranı	Otobüs	Oranı	Kamyonet	Oranı	Kamyon	Oranı	Motosiklet	Oranı	Özel Amaçlı	Oranı	Traktör	Oranı
2002	8.655.170	4.600.140	53,15%	241.700	2,79%	120.097	1,39%	875.381	10,11%	567.152	6,55%	1.046.907	12,10%	23.666	0,27%	1.180.127	13,63%
2003	8.903.843	4.700.343	52,79%	245.394	2,76%	123.500	1,39%	973.457	10,93%	579.010	6,50%	1.073.415	12,06%	24.468	0,27%	1.184.256	13,30%
2004	10.236.357	5.400.440	52,76%	318.954	3,12%	152.712	1,49%	1.259.867	12,31%	647.420	6,32%	1.218.677	11,91%	28.004	0,27%	1.210.283	11,82%
2005	11.145.826	5.772.745	51,79%	338.539	3,04%	163.390	1,47%	1.475.057	13,23%	676.929	6,07%	1.441.066	12,93%	30.333	0,27%	1.247.767	11,19%
2006	12.227.393	6.140.992	50,22%	357.523	2,92%	175.949	1,44%	1.695.624	13,87%	709.535	5,80%	1.822.831	14,91%	34.260	0,28%	1.290.679	10,56%
2007	13.022.945	6.472.156	49,70%	372.601	2,86%	189.128	1,45%	1.890.459	14,52%	729.202	5,60%	2.003.492	15,38%	38.573	0,30%	1.327.334	10,19%
2008	13.765.395	6.796.629	49,37%	383.548	2,79%	199.934	1,45%	2.066.007	15,01%	744.217	5,41%	2.181.383	15,85%	35.100	0,25%	1.358.577	9,87%
2009	14.316.700	7.093.964	49,55%	384.053	2,68%	201.033	1,40%	2.204.951	15,40%	727.302	5,08%	2.303.261	16,09%	34.104	0,24%	1.368.032	9,56%
2010	15.095.603	7.544.871	49,98%	386.973	2,56%	208.510	1,38%	2.399.038	15,89%	726.359	4,81%	2.389.488	15,83%	35.492	0,24%	1.404.872	9,31%
2011	16.089.528	8.113.111	50,42%	389.435	2,42%	219.906	1,37%	2.611.104	16,23%	728.458	4,53%	2.527.190	15,71%	34.116	0,21%	1.466.208	9,11%
2012	17.033.413	8.648.875	50,78%	396.119	2,33%	235.949	1,39%	2.794.606	16,41%	751.650	4,41%	2.657.722	15,60%	33.071	0,19%	1.515.421	8,90%
2013	17.939.447	9.283.923	51,75%	421.848	2,35%	219.885	1,23%	2.933.050	16,35%	755.950	4,21%	2.722.826	15,18%	36.148	0,20%	1.565.817	8,73%
2014	18.828.721	9.857.915	52,36%	427.264	2,27%	211.200	1,12%	3.062.479	16,26%	773.728	4,11%	2.828.466	15,02%	40.731	0,22%	1.626.938	8,64%
2015	19.994.472	10.589.337	52,96%	449.213	2,25%	217.056	1,09%	3.255.299	16,28%	804.319	4,02%	2.938.364	14,70%	45.732	0,23%	1.695.152	8,48%
2016	21.090.424	11.317.998	53,66%	463.933	2,20%	220.361	1,04%	3.442.483	16,32%	825.334	3,91%	3.003.733	14,24%	50.818	0,24%	1.765.764	8,37%
2017	22.218.945	12.035.978	54,17%	478.618	2,15%	221.885	1,00%	3.642.625	16,39%	838.718	3,77%	3.102.800	13,96%	60.099	0,27%	1.838.222	8,27%
2018	22.865.921	12.398.190	54,22%	487.527	2,13%	218.523	0,96%	3.755.580	16,42%	845.462	3,70%	3.211.328	14,04%	63.359	0,28%	1.885.952	8,25%
2019	23.156.975	12.503.049	53,99%	493.373	2,13%	213.358	0,92%	3.796.919	16,40%	844.481	3,65%	3.331.326	14,39%	65.470	0,28%	1.908.999	8,24%
2020	24.144.857	13.099.041	54,25%	493.395	2,04%	212.407	0,88%	3.938.732	16,31%	859.670	3,56%	3.512.576	14,55%	70.309	0,29%	1.958.727	8,11%

Kaynak: (TÜİK, 2021)

5.4.2. Hususi araç kasa tipine göre bulgular

Çizelge 5.4. Hususi araç kasa tipi–hız aşım oranları karşılaştırması

Araç Tip (Hususi)	Geçiş Yapan Toplam Hususi Araç Sayısına Göre Oranı	Hız Aşım Oranı		
		%10-%30	%30-%50	%50'den fazla
Sedan	70,62%	0,59%	0,27%	0,25%
Hatchback	16,82%	0,49%	0,23%	0,15%
Station Wagon	9,27%	0,36%	0,10%	0,04%
SUV (Sportif Çok Amaçlı Araç)	3,29%	0,54%	0,17%	0,06%

Örnekleme yer alan araçların %56,52'lik bölümünde yer alan hususi araçların %70,62'si sedan araçlardan oluşmaktadır. Sedan araçların %0,59'luk bölümü hız sınırını %10 ile %30 arasında aşmıştır. Bu araçların %0,27'lik bölümü %30 ile %50 arasında aşarken, %0,25'i %50'den fazla aşmıştır. Verilerin karşılaştırıldığı tarihlerde hatchback araçlardaki kullanım oranı, hususi araçların içerisinde %16,82'lik bölümü teşkil etmektedir. Bu araç türünde %0,49'luk bölüm hız sınırını %10 ile %30 arasında aşmıştır. %30 ile %50 oranlarında sınır değerini aşan araç oranıysa %0,23'dür. %0,15'lik bölüm hız sınır değerini %50'den fazla aşarak seyahat etmişlerdir. Station Wagon araçlar ise hususi sınıfın %9,27'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu araçların %0,36'sı %10 ile %30 arasında hız aşımı gerçekleştirmişlerdir. %30 ile %50 arasında aşım yapan araç oranıysa %0,10'dur. %0,04'lük kısım ise %50'den fazla aşım gerçekleştirmiştir. %3,29'luk bölümü oluşturan SUV (Sportif Çok Amaçlı Araç) araçların %0,54'ü %10 ile %30 arasında aşım yapmıştır. %30 ile %50 arasında aşım yapan SUV araçların oranı %0,17'dir. %50'den fazla hız aşımı yapan araç oranıysa %0,06'dır.

Çizelge 5.2'den elde edilen verilere göre sedan araçların kullanım oranı (%70,62), diğer araç türlerinin toplamından daha fazla olmakla beraber diğer araç türlerine göre hız aşım oranı da aynı şekilde yüksektir. Standart hava ve yol durumu olduğu göz önüne alındığında sedan araç grubunun diğer araç tiplerine göre tüm aşım oranlarında yüksek olması dikkat çekicidir. SUV araçlar geçen araç oranında diğer araç tiplerinin sayısal olarak arkasında olmasına rağmen önemli sayıda araç (%0,54), %10-30 oranında hız aşımı yapmıştır. Hususi araç sınıfında SUV'lardan sonra en az orana sahip station wagon araçlar hususi araç grubunun tüm hız aşım oranlarında en az orana sahip araç tipi olarak görülmektedir.

5.4.3. Ticari araç kasa tipine göre bulgular

Çizelge 5.5. Ticari araç kasa tipi – hız aşım oranları

Araç Tip (Ticari)	Geçiş Yapan Toplam Ticari Araç Sayısına Göre Oranı	Hız Aşım Oranı		
		%10-%30	%30-%50	%50'den fazla
Kamyon	36,98%	0,43%	0,14%	0,12%
Kamyonet	33,62%	0,53%	0,15%	0,14%
Otobüs	19,80%	0,14%	0,05%	0,03%
Minibüs	9,60%	1,21%	0,23%	0,51%

Çizelge 5.3'te belirtilen veriler ışığında, trafikte dolaşan tüm araçlardaki %37,05'lik kısmını oluşturan ticari araç tiplerinin kamyon, kamyonet, otobüs ve minibüs olduğu anlaşılmaktadır. Ticari araçların %36,98'lik kısmını oluşturan kamyon sınıfında %10 ile %30 arasında aşım yapan araç oranı %0,43'dür. %30 ile %50 arasında aşım yapan araç oranıysa %0,14'dür. %50'den fazla aşım gerçekleştiren kamyonların ticari sınıftaki oranıysa %0,12'dir. %33,62'lik bölümü oluşturan kamyonet sınıfı araçlarınsa %10 ile %30 arası aşım yapanlarının oranı %0,53'dür. %30 ile %50 arası aşım yapan araçların oranı %0,15'ken %50'den fazla aşım yapan araçların oranı %0,14'dür.

Kamyonet türü araçlarda gerçekleşen hız aşım oranları kamyon sınıfı araçlara göre sayısal olarak az olsa da oransal olarak daha fazla gerçekleşmiştir. Otobüs sınıfı araçlar, ticari sınıfı oluşturan araçların %19,80'lik kısmını oluşturmakta olup %0,14'lük bölümü %10 ile %30 arası hız aşımı gerçekleştirmiştir. %0,05'lik kısım ise %30 ile %50 arasında hız aşımı gerçekleştirmiştir. %50'den fazla hız aşımı yapan bölümse %0,03 gibi diğer araç türlerine göre düşük bir orandır. Yolcu taşımacılığı yapan otobüslerin hız limitlerine uyma durumları diğer araç türlerine göre daha fazladır. Bunun sebeplerinden biri yolcuların memnuniyetini sağlamaktır. Ayrıca otobüs sınıfı içindeki personel ve yolcu taşımacılığı yapan araçlarda bulunan çeşitli hız kayıt cihazlarının bulunması nedeniyle bu tür araçlarda %30'dan fazla hız aşımının minimal düzeyde olduğu düşünülmektedir.

Minibüs sınıfı ise tüm ticari araç türlerinin içerisinde %9,60'lık bölümü oluşturmaktadır. Minibüslerde oran diğer araç türlerine göre yüksektir. %1,21'lik bölüm %10 ile %30 oranda hız aşımı gerçekleştirirken, %0,23'lük kısım ise %30 ile %50 arasında hız aşımı yapmıştır. %50'den fazla aşım yapan araçların oranıysa diğer sınıflardan çok daha fazladır (%0,51). Minibüs sınıfı araçların oranı ticari sınıftaki diğer araç tiplerine göre daha düşük görülsede

hız aşım oranlarında daha yüksek aşımaların yapıldığı anlaşılmaktadır. Ticari sınıfın sayısal olarak en düşük oranını temsil eden minibüsler, tüm aşım oranlarında diğer sınıfların oransal olarak toplamlarından çok daha yüksek oranda aşım gerçekleştirmişlerdir.

5.4.4. Hafta içi/sonu verilerine ait bulgular

Çizelge 5.6. Araç sınıflarına göre hız aşım oranları (hafta sonu)

Araç Kullanım Sınıfı	Geçiş Yapan Trafikteki Toplam Araç Sayısına Göre Oranı	Hız Aşım Oranı		
		%10-%30	%30-%50	%50'den fazla
Hususi	62,32%	0,64%	0,28%	0,24%
Ticari	30,45%	0,49%	0,18%	0,16%
Kamu/Özel Amaçlı	7,23%	-	-	-

Çalışma yapılan tarihler içindeki Cumartesi ve Pazar günleri 1, 2, 8, 9, 15 ve 16 Şubat 2020 tarihlerinde lokasyondan geçiş yapan araçların %62,32'si hususi araç sınıfında yer almaktadır. Hız sınırını %10 ile %30 arasında aşmış olan hususi araçların oranı %0,64'dür. %30 ile %50 arasında hız sınırı aşımı yapan araçların oranı %0,28'dir. %50'den fazla aşım yapan araçların oranıysa %0,24'dür. Ticari araçlar hafta sonuna denk gelen bu altı günde toplam araç sayısının %30,45'ini oluşturmaktadır. Ticari araç sınıfında %10 ile %30 arasında hız aşımı yapan araçların oranı 0,49'dur. %30 ile %50 arasında bu oran %0,18'e gelirken %50'den fazla oranda aşım oranınıda %0,16'dir. Bu tarihlerde toplam araç sayısına göre %7,23'lük kısım kamu/özel amaçlı sınıfta yer alan cankurtaran, ambulans, cenaze aracı, arama kurtarma, itfaiye, kamu kurum ve kuruluşlarına ait özel tahsisli araçlardan oluşmaktadır.

Çizelge 5.7. Araç sınıflarına göre hız aşım oranları (hafta içi)

Araç Tipi	Trafikteki Toplam Araç Sayısına Göre Oranı	Hız Aşım Oranı		
		%10-%30	%30-%50	%50'den fazla
Hususi	54,35%	0,51%	0,19%	0,18%
Ticari	39,69%	0,42%	0,11%	0,15%
Kamu/Özel Amaçlı	5,96%	-	-	-

Çizelge 5.4'teki hafta sonu günleri olarak baz alınan altı güne karşılık olarak çalışma yapılan tarih aralığı içinde bulunan 3-4-5-10-11 ve 12 Şubat Pazartesi, Salı ve Çarşamba günlerinde geçiş yapan araçların oranları Çizelge 5.5'te yer almaktadır. Veriler incelendiğinde geçiş

yapan tüm araçlara oranla hususi araçlar %54,35 oranı ile ilk sıradadır. Hususi araçların %0,51'i %10 ile %30 arasında hız aşımı yaparken %0,19'u %30 ile %50 arasında hız aşımı gerçekleştirmişlerdir. %0,18'i ise %50'den fazla hız aşımı yapmışlardır. Hususi araçların hafta içi/sonu değişimlerine bakılacak olunursa hafta içi günlerde trafikteki oranı hafta sonlarına göre daha düşük olmakla beraber hız aşım oranlarındaki artış bu durumla zıt gözükmemektedir. Lokasyon özelinde hafta sonu günlerinde trafik düzeyinin durumu ve hususi araçlara göre daha düşük hızlarla giden ticari araç oranlarının azalması hususi araç tiplerinin bu gibi yollarda daha yüksek hızlara çıkmasının önünü açması muhtemeldir. Hafta içi günlerde %0,51 olan %10 ile %30 arası aşım oranı, hafta sonunda %0,64'e kadar çıkmıştır. Değişim oranı olarak da %10 ile %30 arası aşım oranı en çok fark yaratan artış miktarı olmaktadır. Hafta sonu %0,28 olan %30 ile %50 arası aşım oranı hafta içi dönemde %0,19'a düşmektedir. %50'den fazla aşım yapan hususi araçların oranıysa yine hafta sonunda %0,24 gibi bir oranla yüksekken hafta içinde bu oran %0,18'e gerilemektedir. Bu durumla birlikte trafikteki ticari araç oranının yükselmesiyle, diğer araçların seyahat hızını düşüş yönünde tetiklediği anlaşılmaktadır.

İncelenen kesitteki ticari araçların kullanımındaki oranında hafta içi ve hafta sonları büyük oranda değişim söz konusudur. Hafta içinde nerdeyse %40'lara varan ticari araç oranı hafta sonunda %30'lara zorlukla tutunabilmektedir. Trafikte yer alma oranındaki düşüş hız aşım oranlarında aynı şekilde gerçekleşmemekte olup bu oranlarda yükseliş mevcuttur. Hafta içi trafikte yer alan araçların %39,69'unu teşkil eden ticari araçlarda %10 ile %30 arasında aşım oranı %0,42'dir. Bu oran yine altı gün olarak alınan hafta sonu döneminde 0,49'dur. Hafta içinde %0,11 olan %30 ile %50 aşım oranı hafta sonu tarihlerinde %0,18 ile yine daha yüksek durumdadır. %50'den fazla aşım oranları hafta içi ve hafta sonu tarihlerinde diğer aşım miktarlarına göre fazla değişiklik göstermemiştir. Hafta içinde bu oran %0,15'iken hafta sonunda %0,16'dır. Hafta içi günlerindeki trafik durumu ve ticari araçların trafikteki oranının artmasıyla hız aşım oranlarında düşüş gözlemlenmektedir. Hafta sonunda hususi araç oranının artışı ve ticari araç sınıfının trafiğe çıkışının azalmasıyla tüm hız aşımı yapan araçların oranlarında artış meydana gelmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojinin gelişmesiyle trafik denetimleri elektronik denetleme sistemlerine aktarılmış, bu sistemlerle trafik ihlallerinin yerinde tespiti, 7/24 kayıt altına alınması, daha az sayıda insan gücüyle denetimlerin yapılması, denetim boşluklarından ortaya çıkabilecek ihlallerin önüne geçebilmesi gibi faydalar sağlanmıştır. Yapılan çalışmalar, sabit elektronik denetleme sistemleriyle gerçekleştirilen hız denetimlerinin, hız limiti aşımalarını büyük oranda azalttığını, ayrıca hız kaynaklı trafik kazalarındaki ölü ve yaralı sayılarında da önemli ölçüde düşüş sağlandığını göstermektedir. Hız tespit kameralarının hale etkisi sağladığı mesafe konusunda yapılan araştırmalar bu etkinin 500 metre ile 10 km arasında değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu etki sürücülerin daha güvenli araç kullanmalarını sağlarken buna bağlı olarak ölümlü ve yaralanmalı kaza sayılarında düşüş sağlanabilmektedir.

Hız denetimi yapan EDS'lerden elde edilen verilerin analiz edilmesi ile zamansal ve mekânsal değerlendirmelerle birlikte, araç tipi ve araç kullanım sınıfına ilişkin değerlendirmeler yapmak mümkündür. Bu çalışmada, belirli bir kesit ve zaman dilimine ait EDS verileri, trafik güvenliğinin sağlanması/artırılmasında görev ve sorumluluğu olan karar verici ve uygulayıcılara fayda sağlamak ve alınabilecek önlemleri özelleştirebilmek üzere analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- 2019 yılında kazaya karışan 280 bin 700 aracın %53,1'i otomobil iken, %16,3'ü motorsiklet, %14,9'u kamyonet, %3'ü minibüs, %2,3'ü kamyon, %2,2'si otobüs, %2,1'i çekici, %1'i traktör ve %5,2'si diğer taşıtlardan oluşmaktadır (TUİK, 2020). Çalışma kapsamında bulgularanan hız aşım oranlarında otomobil sınıfı araçların en yüksek oranı teşkil etmesi de bu sonuçla paralellik göstermektedir. Yani yüksek hız aşım oranına sahip otomobiller aynı zamanda en yüksek kazaya karışma oranına sahip araç türüdür.
- Hem hususi hem de ticari araç türünde, en fazla hız aşımı %10-%30 oranında meydana gelmiştir.
- Ticari araç türünde %50'den fazla hız aşımı, %30-%50 hız aşım oranından daha fazla meydana gelmişken, hususi araçlarda durum tam tersidir. Yani ticari araçların yüksek düzeyli hız aşım oranına eğilimlerinin daha fazla olduğunu söylemek mümkündür.

- Sedan, Hatchback, Station Wagon ve SUV araç tiplerinin hepsinde en fazla hız aşımı %10-%30 oranında meydana gelmiştir.
- SUV tipi araçlar, geçiş yapan araçlar içerisinde diğer araç tiplerinden daha az olmasına rağmen, %10-%30 hız aşım oranında Sedan araçlardan sonra ikinci sırada gelmektedir.
- Hatchback araçlar, Sedan araçlar kadar yüksek sayıda trafikte bulunmasalar da hız aşım oranları açısından sedan araçlarla benzer düzeydedir. Bu tür araçların Sedan araçlar gibi yüksek beygir gücüne erişimi ve araç türünün hafifliğinden dolayı kolaylıkla yüksek hızlara çıkabilmesinin bu duruma etken olduğu düşünülmektedir.
- Kamyon, Kamyonet, Otobüs ve Minibüs araç türlerinin hepsinde en fazla hız aşımı %10-%30 oranında meydana gelmiştir.
- Kamyonet türü araçlar, geçiş yapan araçlar içerisinde kamyon türünden daha az sayıda olmasına rağmen, her üç hız aşım grubunda da kamyonlardan daha fazla hız aşım oranına sahiptir. Bu durumun, hız aşım konusunda kamyonet türü araçlar için ayrı bir parantez açılması gerekliliğini ortaya koyduğu düşünülmektedir.
- Geçiş yapan toplam ticari araçlar içerisinde en az orana sahip minübüsler %1,21'lik %10-%30 hız aşım oranıyla ticari araç türleri arasında zirvede bulunmaktadır. %30 ila %50'lik aşım yapan minübüslerin oranı %0,23'ken, %50'den fazla aşım yapan minübüslerin oranının %0,51 olması da dikkat çekicidir. Bu oranlar da hız aşım konusunda minibüs türü araçlar için ayrı bir parantez açılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.
- Gerek hafta içinde gerekse hafta sonunda hem hususi hem de ticari araç türünde en fazla hız aşımı %10-%30 oranında meydana gelmiştir.
- Hafta sonu, geçiş yapan toplam araçlar içerisinde hususi araçların payı, hafta içine göre daha fazladır ve en yüksek hız aşım değeri de hafta sonu %10-%30 arasında hususi araçlarda gerçekleşmiştir. Bu durum hafta sonundaki özel araç hareketliliğinin artması ile açıklanabilir.

Türkiye’de gerek tüm il ve ilçelerin giriş-çıkışlarına yerleştirilen, gerekse yerleşim yeri içi ve dışında kullanılan elektronik denetleme sistemleriyle sürücüler daha az sayıda kural ihlali yapmakta, böylece bir kazaya karışma/neden olma ihtimali azalmakta dolayısıyla trafik güvenliği artmaktadır. Belirli güzergâhlarda ve otobanlar üzerinde kullanılan ortalama hız tespit sistemleriyle belirli bir aşamaya gelinmiş olup bundan sonraki süreçle birlikte gerek şehir içinde gerekse şehir dışında, daha fazla sayıda kurulacak olan ortalama hız tespit

sistemleriyle, bir kazanın ölümle sonuçlanmasında doğrudan etkisi olan hız ihlallerinin önemli ölçüde azaltılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ölümlü ve ciddi yaralanmalı kazaların yaşandığı kaza kara noktaları ve kesimlerinde de sabit ve ortalama hız tespit eden EDS'nin kurulmasının önemli bir iyileştirme önlemi olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, teknoloji ve ulaşımın geleceğini yakından takip eden ülkelerin yaptığı gibi Türkiye'de de ilgili kurum-kuruluşların, üniversitelerin, özel sektörün ve sivil toplum kuruluşlarının katılımıyla kısa-orta ve uzun vadeli eylem planları hazırlanmalı, makro ve mikro hedefler belirlenerek teknoloji üretme ve geliştirme noktasında destek ve teşvikler sağlanmalı, özellikle AUS konusunda nitelikli personel yetiştirecek altyapı çalışmaları gerçekleştirilmelidir.

EDS özelinde ise sistemlerinin kurulu olduğu kesimlerde, önceki ve sonraki durumda meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı kazaların incelenerek EDS'lerin etkisini ölçecek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, T. (2020). *Akıllı ulaşım sistemlerinin analizi ve uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-17.
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., and Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: A survey. *Computer Networks*, 38(4), 393-422.
- AUSDER. (2017). Akıllı ulaşım sistemleri ülke mevzuatının genel çerçevesi. (AUSDER) *Akıllı Ulaşım Sistemleri*, Ankara, 27-30.
- Avrupa Birliği, (2011). 2010/40/EU sayılı AUS yönergesi. Brüksel: Avrupa Birliği, 5-8.
- Avrupa Komisyonu, (2008). *Action plan for the deployment of intelligent transport systems in Europe*. Brüksel: Avrupa Komisyonu, 12-17.
- Avrupa Komisyonu, (2009). MANDATE M/453. Brüksel: Avrupa Komisyonu, 37-41.
- Bal, Z. (2020). *Trafik güvenliğinin sağlanması bağlamında Türkiye'deki elektronik denetleme sistemlerinin değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Polis Akademisi Trafik Enstitüsü, Ankara, 140-185.
- Bullock, M. L. (2009). *The evolution of surveillance technology beyond the panopticon*. Doctoral Dissertation, The University of California, Santa Cruz, 17.
- Cossale, G., and Elliott, R. (2013). *The importance of road surface texture in active road safety design and assessment*, Road Safety and Simulation International Conference, Rome, 2-47.
- Çapalı, B. (2009). *Akıllı ulaşım sistemleri ve Türkiye'deki uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta, 19-21.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2019). *Akıllı şehirler beyaz bülteni*, Ankara: Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 31-41.
- Çodur, M. Y., ve Topdağı, S. (2018). Akıllı ulaşım sistemlerinin kent içi toplu taşımaya etkisi: Erzurum ili örneği. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 576-586.
- Danış, D. (2020). *Nüfus ve toplum*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Yayını, 88.
- Demirel, H. I. (2001). *Trafik planlama ve uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 24-32.
- EGM. (2017). *Trafik güvenliği ve teknolojik yöntemlerle trafik düzenlenme ve denetleme çalışmaları sunumu*, Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü, 98.
- EGM. (2019). *Trafik istatistik bülteni, ülke geneli 2018-yılı*, Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı, 24-26.

- EGM. (2020). *Trafik istatistik bülteni, ülke geneli Aralık 2019*, Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı, 19-26.
- EGM. (2021). *Trafik istatistik bülteni, ülke geneli Aralık 2020*, Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı, 20-23.
- Elliott, M., and Broughton, J. (2005). *How methods and levels of policing affect road casualty rates*, London: TRL Limited 637, 8-13.
- European Commission. (2016). *Road safety in the European Union: Trends, statistics and main challenges*. Technical Report, 210-221.
- Hanai, T. (2013). *Intelligent transport systems*. Tokyo: Society of Automotive Engineers of Japan, 45.
- Hararcı, M., ve Demirkol, M. (2017). *Kent güvenlik yönetim sistemi ve plaka tanıma sistemi projesi plaka tanıma ve ihlal tespit merkezi sistemi kurulum ve kullanım klavuzu 1.1*. Teknik Rapor 20-67.
- Høye, A. (2014). Speed cameras, section control, and kangaroo jumps—a meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 73, 200-208.
- Høye, A. (2015). Safety effects of section control-An empirical Bayes evaluation. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 169-178.
- Ilgaz, A., ve Saltan, M. (2017). Ortalama hız tespit sistemi ve yol güvenliği etkileri üzerine bir literatür taraması, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 457-472
- İBB Trafik Kontrol Merkezi, (2014). *İBB cep trafik*. İstanbul: İBB Trafik Kontrol Merkezi:
- İnternet: Amano, H. (2015). *Phased ITS Development in Japan*. New Breeze. URL: https://www.ituaj.jp/wp-content/uploads/2015/07/nb27-3_web-02-ITSJapan.pdf, Son Erişim Tarihi: 07/05/2021.
- İnternet: ASELSAN, (2016). *KGYS kent güvenlik yönetim sistemi ve plaka tanıma sistemi projesi bilgi notu 3873*. URL: www.aselsan.com.tr, Son Erişim Tarihi: 11/03/2020.
- İnternet: ASELSAN, *KGYS Kent Güvenlik Yönetim Sistemi ve Plaka Tanıma Sistemi Projesi Bilgi Notu*. URL: https://www.aselsan.com.tr/KGYS_Kent_Guvenligi_3873.pdf, Son Erişim Tarihi: 11/03/2021.
- İnternet: *Avrupa Birliği K-AUS yapılanması*. URL: https://ec.europa.eu/transport/themes/its/c-its_en, Son Erişim Tarihi: 11/03/2020.
- İnternet: Aydın, E., ve Volkan, C. (2021). *Akıllı ulaşım sistemlerinin Türkiye'deki Km taşları*, URL: <http://www.ausder.org.tr/wp-content/uploads/2021/01/aus-un-turkiyedeki-km-taslari.pdf>, Son Erişim Tarihi: 11/03/2020.
- İnternet: Demir, A. (2018). *İstanbul'da bin 409 kamerayla trafik denetimi yapılıyor*”, İstanbul: Anadolu Ajansı. URL: www.aa.com.tr, Son Erişim Tarihi: 05/05/2020.

- İnternet: Emniyet Genel Müdürlüğü, (2017). *Haberler, otoyollar ortalama hız basın açıklaması*, URL: <https://www.egm.gov.tr/>, Son Erişim Tarihi: 15/06/2021.
- İnternet: Emniyet Genel Müdürlüğü, (2020). *Trafik, EDS haritası*, URL: <https://www.egm.gov.tr/>, Son Erişim Tarihi: 19/12/2021.
- İnternet: Emniyet Genel Müdürlüğü, (2021). *Faaliyet raporu 2020*, URL: <https://www.egm.gov.tr/>, Son Erişim Tarihi: 19/12/2021.
- İnternet: European Transport Safety Council, (2021). *Ranking EU progress on road safety 15th road safety performance index report*. URL: <https://etsc.eu/wp-content/uploads/15-PIN-annual-report-FINAL.pdf>, Son Erişim Tarihi: 20/12/2021.
- İnternet: ITS Initiatives in Japan, ministry of land, infrastrucure, transport and tourism, (2016). URL: http://www.mlit.go.jp/road/road_e/03key_challenges/2-1.pdf, Son Erişim Tarihi: 20/12/2021.
- İnternet: İSBAK. (2014a). *Trafik kontrol merkezi*. URL: http://www.isbak.com.tr/sites/default/files/dokumanlar/03-trafik_kontrol_merkezi-tr-revize.pdf, Son Erişim Tarihi: 19/10/2021.
- İnternet: Kalkınma Bakanlığı, (2018). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)*, URL: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>, Son Erişim Tarihi: 30/12/2021.
- İnternet: Karayolları Trafik Kanunu'nun Ek-16. maddesinin uygulanmasına ilişkin usul esaslar ve eki teknik gereklilikler dökümanı. (2016). URL: www.trafik.gov.tr, Son Erişim Tarihi: 30/12/2021.
- İnternet: *Kooperatif ve akıllı ulaştırma için referans mimarisi çerçeveleri (The architecture reference for cooperative & intelligent transportation (ARC-IT) Views)*, URL: <http://local.iteris.com/arcit/html/viewpoints/viewpoints.html>, Son Erişim Tarihi: 30/12/2021.
- İnternet: Land Transport Authority. (2014). *Electronic road pricing. Land transport authority*. URL: <http://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-90motoring/managing-traffic-and-congestion/electronic-road-pricing-erp.html>, Son Erişim Tarihi: 23/04/2021.
- İnternet: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2019). *2018 yılı Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğundaki yol ağında meydana gelen trafik kazalarına ait özet bilgiler*, Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, URL: www.kgm.gov.tr, Son Erişim Tarihi: 23/04/2021.
- İnternet: URL: <http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/0258-5316/articles/metujfa2017203.pdf>, Son Erişim Tarihi: 04/02/2021.
- İnternet: URL: <http://site.ebrary.com/lib/coventry/docDetail.action?docID=10312921&ppg=61>, Son Erişim Tarihi: 04/02/2021.
- İnternet: URL: <http://tkm.ibb.gov.tr/Cdefault.aspx?AltMenuID=143>, Son Erişim Tarihi: 04/02/2021.

İnternet: URL: <http://trafik.gov.tr/dunyatrafikguv13>, Son Erişim Tarihi: 25/09/2021.

İnternet: URL: <http://trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/04-Istatistik/Aylik/Eylul21.pdf>, Son Erişim Tarihi: 25/09/2021.

İnternet: URL: <http://www.sahinlergrupenerji.com.tr/turkiye-de-ve-dunyada-hiz-denetimi-uygulamalari.html>, Son Erişim Tarihi: 25/09/2021.

İnternet: URL: <http://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/Arsiv/SiteAssets/Yayinlar/Kitaplar/hizyonetimi.pdf>, Son Erişim Tarihi: 21/10/2021.

İnternet: URL: <https://ahmetmerkepci.com/trafik-guvenligi-nedir/>, Son Erişim Tarihi: 19/08/2021.

İnternet: URL: https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/20_21_Guz/nufus_ve_toplum/12/index.html, Son Erişim Tarihi: 04/01/2021.

İnternet: URL: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2019-33628>, Son Erişim Tarihi: 19/10/2021.

İnternet: URL: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Road-Traffic-Accident-Statistics-2020-37436>, Son Erişim Tarihi: 19/10/2021.

İnternet: URL: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/projects_sources/supreme_f6_tr.pdf, Son Erişim Tarihi: 05/04/2021.

İnternet: URL: <https://hgm.uab.gov.tr/akilli-ulasim-sistemler-aus>, Son Erişim Tarihi: 23/11/2021.

İnternet: URL: <https://isletme.otoyolas.com.tr/>, Son Erişim Tarihi: 23/11/2021.

İnternet: URL: https://tr.wikipedia.org/wiki/Fiber_optik_ileti%C5%9Fim, Son Erişim Tarihi: 09/07/2021.

İnternet: URL: https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCresel_uydu_seyr%C3%BCsefer_sistemi, Son Erişim Tarihi: 07/03/2021.

İnternet: URL: https://tr.wikipedia.org/wiki/Trafik_g%C3%BCvenli%C4%9Fi, Son Erişim Tarihi: 08/04/2021.

İnternet: URL: <https://trafik.net.tr/aus-akilli-ulasim-sistemleri-nedir/>, Son Erişim Tarihi: 04/11/2021.

İnternet: URL: <https://turkonfed.org/>, Son Erişim Tarihi: 02/04/2021.

İnternet: URL: <https://www.acl.lu/en-us/tests-conseils/conseils/voitures/code-de-la-route/international/limites-de-vitesses-dans-les-pays-europeens-pour-l>, Son Erişim Tarihi: 02/06/2021.

İnternet: URL: <https://www.ausder.org.tr/wp-content/uploads/2021/01/aus-un-turkiyedeki-km-taslari.pdf>, Son Erişim Tarihi: 09/03/2021.

İnternet: URL: <https://www.caginpolicisi.com.tr/asiri-hizin-trafik-kazalarina-etkisi/>, Son Erişim Tarihi: 11/12/2021.

İnternet: URL: <https://www.egm.gov.tr/trafikte-hiz-ve-kaza-riski>, Son Erişim Tarihi: 11/12/2021.

İnternet: URL: <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/nfc--yakın-alan-haberlesmesi-nedir/4352#ad-image-0>, Son Erişim Tarihi: 12./12/2021.

İnternet: URL: <https://www.getkisi.com/guides/ccd-camera>, Son Erişim Tarihi: 04/11/2022.

İnternet: URL: <https://www.hotcourses-turkey.com/>, Son Erişim Tarihi: 03/10/2021.

İnternet: URL: <https://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/13SpeedManagementTur.pdf>, Son Erişim Tarihi: 03/10/2021.

İnternet: URL: [https://www.odakarge.com/dsrc-nedir.html#:~:text=DSRC%20\(Dedicated%20Short%20Range%20Communicationtabanl%C4%B1%20bir%20kablosuz%20il%20eti%C5%9Fim%20teknolojisi%20dir](https://www.odakarge.com/dsrc-nedir.html#:~:text=DSRC%20(Dedicated%20Short%20Range%20Communicationtabanl%C4%B1%20bir%20kablosuz%20il%20eti%C5%9Fim%20teknolojisi%20dir), Son Erişim Tarihi: 18/10/2021.

İnternet: URL: [https://www.odakarge.com/dsrc-nedir.html#:~:text=DSRC%20\(Dedicated%20Short%20Range%20Communicationtabanl%C4%B1%20bir%20kablosuz%20il%20eti%C5%9Fim%20teknolojisi%20dir](https://www.odakarge.com/dsrc-nedir.html#:~:text=DSRC%20(Dedicated%20Short%20Range%20Communicationtabanl%C4%B1%20bir%20kablosuz%20il%20eti%C5%9Fim%20teknolojisi%20dir), Son Erişim Tarihi: 18/10/2021.

İnternet: URL: https://www.odd.org.tr/web28371/entitalfocus.aspx?primary_id=1268&target=categorial1&type=33&detail=single, Son Erişim Tarihi: 14/08/2021.

İnternet: URL: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/KarayoluTrafikGuvenligiCalismaGrubuRaporu.pdf>, Son Erişim Tarihi: 14/08/2021.

İnternet: URL: <https://www.sistemtrafik.com.tr/alt-kategori-Park-Ihlal-Tespit-Sistemi-Levhalari>, Son Erişim Tarihi: 11/09/2021.

İnternet: URL: <https://www.soteksetiket.com/rfid-nedir/>, Son Erişim Tarihi: 11/09/2021.

İnternet: URL: https://www.thorlabs.com/navigation.cfm?guide_id=2189, Son Erişim Tarihi: 11/09/2021.

İnternet: URL: <https://www.trafikhareketi.org/insan.aspx>, Son Erişim Tarihi: 11/09/2021.

İnternet: URL: <https://www.trafikhareketi.org/tasit.aspx>, Son Erişim Tarihi: 11/09/2021.

İnternet: URL: <https://www.trafikhareketi.org/yol.aspx>, Son Erişim Tarihi: 11/09/2021.

İnternet: WHO. (2019). Enforcement of traffic laws, 2 pages flyer, Save Lives Technical Pack, World Health Organization. URL: www.who.int, Son Erişim Tarihi: 13/12/2021.

Katanal, B. Y., Yıldırım, Z. B., Eren, E., and Uz, V. E. (2018, November). Akıllı ulaşım sistemleri üzerine bir değerlendirme. In *2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies*. 1503-1506.

- Kavsıracı, O. (2018). Güncel politikalar çerçevesinde kent içi karayolu trafik güvenliği, *İdealkent*, 9(25), 960-979.
- Kavsıracı, O., ve Demirbaş, M. (2019). *Trafik araştırmaları ve kurumsal işbirliği raporu*, Ankara: Polis Akademisi Yayınları, (26), 21-51.
- KGM. (2013). *Akıllı ulaşım sistemleri danışmanlık hizmet alımı işi ihale ilanı*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, 10-105.
- KGM. (2021). *Karayolu ulaşım istatistikleri 2020*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, 3-7.
- Khilar, P. M., and Bhoi, S. K. (2014). Vehicular communication: A survey. *IET Networks*, 3(3), 204–217.
- Koyuncu, A. Ş. (2018). *Kooperatif Akıllı ulaşım sistemleri Avrupa stratejisinin incelenmesi ve Türkiye ulusal akıllı ulaşım sistemleri stratejisi için öneriler*, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlık Tezi, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara, 4-46.
- Örnek, M. N., Uzun, H., Altunsoy, R., Demirgöl, M., Seven, R., ve Büyükgemici, A. (2015). *Konya trafik elektronik denetleme sistemi (TEDES) ve plaka tanımlama sistemi (PTS) mimarisi, 2014-2015 yılları istatistikleri*, 6. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu/Seçilmiş Bildiriler-1, 280-297.
- Qureshi, K. N., and Abdullah, A. H. (2013). A survey on intelligent transportation systems. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 15(5), 629-642.
- Resmi Gazete, (2019). *Karayolu Güvenliği Yüksek Kurulu Kuruluş Görev ve Çalışma Yönetmeliği*, 03.05.2019 tarih ve 30763 sayı.
- Shaheen, S., and Finson, R. (2013). *Intelligent transportation systems*. UC Berkeley: Transportation Sustainability Research Center, 87-91.
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2021). *Ulusal akıllı ulaşım sistemleri strateji belgesi ve 2020-2023 eylem planı*, Ankara: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 38-46.
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2021). *Ulusal akıllı ulaşım sistemleri strateji belgesi (2014-2023) güncellemesi ve 2020-2023 eylem planı hazırlama projesi*, Ankara: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 22-45.
- Tate, F. (1997). *Implementation scenarios deliverable 6 of EVSC project*, Institute for Transport Studies, University of Leeds UK, 41-48.
- Taylor, M. C., Baruya, A., and Kennedy, J. V. (2002). *The relationship between speed and accidents on rural single-carriageway roads*. Crowthorne: TRL Limited, 511.
- Tektaş M., ve Tektaş N., (2017). *Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) uygulamalarının sektörel dağılımı ve analizi*, IASOS Uluslararası Uygulamalı Sosyal Bilimler Kongresi, Balıkesir, 251.

- Tektaş, M., Korkmaz, K., ve Erdal, H. (2016). *Akıllı ulaşım sistemlerinin geleceği ekonomik ve çevresel faydaları. Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 561-577.
- TRL. (2005). *The performance of safety cameras in London*. TRL PPR027.
- Tufan, H. (2014). *Akıllı ulaşım sistemleri uygulamaları ve Türkiye için bir AUS mimarisi önerisi*, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara, 5-86.
- Türkiye Belediyeler Birliği, (2012) Trafik denetimlerinde yeni dönem: trafik elektronik denetleme sistemleri, güvenli trafik alanları hep birlikte oluşturulacak, *İller ve Belediyeler Dergisi*, ISSN 1308-6707, 770.
- UK Department for Transport, (2012). *Intelligent transport systems in the UK*. Londra: UK Department for Transport, 452.
- Ulu, S. (2015). *Elektronik denetim sistemi uygulamalarının sürücü davranışları ve trafik kazaları üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi: İstanbul örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 25-30.
- Ulusoy, M. (2017). *Akıllı şehirler*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 4-44.
- Varhelyi, A. (1998). Dynamic speed adaptation based on information technology: A theoretical background. *Bulletin* 142.
- WHO. (2004). *Preventing road traffic injury: A public health perspective for Europe*. World Health Organization, 84-102.
- WHO. (2004). *World report on road traffic injury prevention*. World Health Organization Geneva, 27-51.
- WHO. (2008). *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Geneva: Global Road Safety Partnership, 48.
- WHO. (2017). *Road safety: Key risk factors*, Fact Sheet 3, Switzerland, 1-3.
- WHO. (2018). *Global status report on road safety 2018: Summary*, WHO/NMH/NVI/18.20, World Health Organization, Geneva, 14-18.
- WHO. (2020). *Global health estimates*, World Health Organization, Geneva, 141-152.
- Williams, B. (2008). *Intelligent transport systems standards*. Norwood, MA, USA: Artech House, 44-47.
- Yardım, M. S., & Akyıldız, G. (2005). *Akıllı ulaştırma sistemleri ve Türkiye'deki uygulamalar*. 6. Ulaştırma Kongresi Bildiriler Kitabı, içinde İstanbul: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 405-414.
- Yılmaz, Ö. (2012). *Karayolu ulaşımında akıllı ulaştırma sistemleri*, Uzmanlık Tezi, Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 4-98.

Yiğit, D. (2021). *Karayollarımızda trafik güvenliği*, Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, 49-52.



GAZİ GELECEKTİR..