

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MOBİL CİHAZLAR İLE SUNUCU TEMELLİ ARAÇLAR ARASI
HABERLEŞME VE SÜRÜCÜ BİLGİLENDİRME SİSTEMİ**

Gül Fatma TÜRKER

**Danışman
Prof. Dr. Akif KUTLU**

**DOKTORA TEZİ
ELEKTRONİK HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016**



© 2016 [Gül Fatma TÜRKER]

TEZ ONAYI

Gül Fatma TÜRKER tarafından hazırlanan " **Mobil Cihazlar ile Sunucu Temelli Araçlar Arası Haberleşme ve Sürücü Bilgilendirme Sistemi** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Akif KUTLU

Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. İlhan TARIMER

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hakan KAPTAN

Marmara Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Tuncay AYDOĞAN

Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Kubilay TAŞDELEN

Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Gül Fatma TÜRKER





İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	8
2.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri.....	8
2.2. Mobil Cihaz Temelli Uygulamalar	14
2.3. OBD-II ile Bağlantı Sağlayan Uygulamalar	23
2.4. VANET Haberleşme Teknolojisi.....	28
2.5. FCD (Floating Car Data) Hareketli Araç Verileri.....	29
2.6. Trafik Sıkışıklık Tahmini	30
2.7. Sürücü Bilgilendirme Sistemi.....	33
2.8. Patent Çalışmaları.....	37
3. MATERYAL YÖNTEM	40
3.1. Karayolu Ulaşım Teknolojileri.....	40
3.1.1. Trafik yönetim ve denetim sistemleri	40
3.1.2. Akıllı ulaşım sistemleri	46
3.1.3. Trafik haberleşme sistemleri.....	53
3.1.4. DSRC teknolojisi.....	54
3.1.5. Hücreli haberleşme teknolojisi.....	56
3.1.6. VANET teknolojisi	57
3.2. XCODE ile iOS Programlama.....	59
3.3. ECU ve Araç Network Sistemi	60
3.4. Kontrol Alan Ağı Haberleşme Teknolojisi.....	63
3.5. OBD(Onboard Diagnostic) Sistem	66
3.5.1. OBD-II SAE J1962 standart diagnostik konnektör	69
3.5.2. ELM327 OBD-II diagnostik cihazı ve AT komutları.....	70
3.1.3. OPCOM OBD-II diagnostik cihazı.....	78
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	80
4.1. Sistem Mimarisi	80
4.1.1. Haberleşme altyapısı.....	81
4.1.2. Donanım Bölümü.....	84
4.1.3. Yazılım Bölümü.....	94
4.1.3.1. iPhone XCode yazılımı.....	95
4.1.3.2. Veritabanı programı.....	101
4.1.3.3. Sunucu web servis yazılımı	101
4.1.3.3. Windows servis yazılımı	102
4.2. Olası Trafik Senaryoları	103
4.2.1. Trafikte art arda takip eden araçlarda ani fren uyarı sistemi	105
4.2.2. Trafik kazası uyarı sistemi.....	106
4.2.3. Araç trafiği yoğunluk uyarı sistemi	107
4.2.4. Otoyol virajlı yollarda karşı şeritten araç gelme uyarısı	108

4.2.5. Sürücü için araç arıza uyarısı	109
4.3. Denemelerin Sonuçları.....	110
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	114
KAYNAKLAR.....	119
EKLER.....	133
EK A. Pid Kodları	133
EK B. XCODE Yazılımı.....	142
ÖZGEÇMİŞ	151



ÖZET

Doktora Tezi

MOBİL CİHAZLAR İLE SUNUCU TEMELLİ ARAÇLAR ARASI HABERLEŞME VE SÜRÜCÜ BİLGİLENDİRME SİSTEMİ

Gül Fatma TÜRKER

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Akif KUTLU

Otoyollarda trafik yoğunluğu olduğu durumlarda olası trafik kazalarının önlenmesi ve trafiğin düzenli akışının sağlanması için Akıllı Ulaşım Sistemleri - AUS (Intelligent Transportation System - ITS) üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Seyahat esnasında diğer araçların konum ve durum bilgilerinin elde edilmesi olası kaza risklerini azaltması ile akıllı ulaşım sistemlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Mobil telefonların yaygınlaşması ve bu telefonların araçlar ile haberleşebilmesi araçların konum ve araç bilgilerinin diğer araçlar ile paylaşılmasını kolaylaştırmıştır.

Bu çalışmada araç durum ve konum bilgilerine erişebilecek bir deney düzeneği kurulmuş ve bu bilgileri diğer araçlar ile paylaşabilecek bir mobil yazılım tasarlanıp geliştirilmiştir. Tasarlanan sistem deney düzeneğinde oluşturulmuş, iki araç için test edilmiştir. Araç içi haberleşme ağına erişim için OBD-II (On-Board Diagnostic) uyumlu ELM327 ve OPCOM diagnostik cihazları kullanılmıştır.

Mobil cihazlar ile diagnostik cihaz arasında sağlanan bağlantının veri hızları ölçülmüş ve elde edilen verilerin sunucuya iletim hızları değerlendirilmiştir. Olası kaza anında kaza durum bilgisinin 1 km içerisinde yer alan çevre araçlar tarafından algılanarak sürücülerin uyarılması sağlanmıştır. Bu çalışmanın karayolu ulaşımında kullanımı önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: iPhone, Akıllı Ulaşım Sistemleri, OBD-II, Kontrol Alan Ağı, ELM327, OPCOM, Trafik.

2016, 152 sayfa

ABSTRACT

PhD. Thesis

VEHICLE TO VEHICLE COMMUNICATION AND DRIVER INFORMATION SYSTEM BASED ON SERVER VIA MOBILE PHONE

Gül Fatma TÜRKER

**Süleyman Demirel University
Elektronik Communication Faculty
Department of Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Akif KUTLU

The studies on ITS (Intelligent Transportation System) are carried out to prevent potential traffic accidents and to ensure the regular flow of traffic on highways in case of traffic density. During the journey, obtaining the location and status information of other vehicles has an important place in intelligent transport systems due to reducing the risk of potential traffic accidents. The popularization of mobile phone using and communication of these phones with vehicles eased sharing the vehicles' location and vehicle informations with other vehicles.

In this study an experimental setup which can access vehicle status and location information is established and a mobile software is designed which can share these informations with the other vehicles. The designed system is created on the experimental setup and tested for both vehicles. ELM327 and OPCOM diagnostic devices which are compatible with OBD-II is used to access to in-vehicle communication network.

Data speed of connection provided between mobile devices and diagnostic devices was measured and transmission to the server speed of obtained data was evaluated. In case of potential traffic accident warning the drivers was provided via detecting the accident status information by vehicles located within 1 km. Usage of this study in the operation of road transport is recommended.

Keywords: iPhone, Intelligent Transportation System, OBD-II, Controller Area Network, ELM327, OPCOM, Traffic.

2016, 152 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Akif KUTLU'ya teşekkürlerimi sunarım. Malzeme temininde ve sunucu hizmetinde yardımcı olan Uzman İsmail KAVAK'a, katkılarından dolayı Hüseyin AKMAN'a ve iki farklı araçta ki çalışmalarımda yardım eden Uzman Fatih Kürşat GÜNDÜZ'e teşekkür ederim.

Tezimin gerçekleşmesinde 3671-D1-13 numaralı proje ile maddi destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Gül Fatma TÜRKER
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Trafik Yönetim Merkezi.....	41
Şekil 3.2. Karayolu DSRC teknolojisi kullanımı.....	55
Şekil 3.3. Hücresel iletişim ile araç ve ilkyardım birimi haberleşmesi	57
Şekil 3.4. VANET senaryosu.....	58
Şekil 3.5. Haberleşme sistemlerinin kullanım alanları.....	63
Şekil 3.6. Araçlarda CAN hattından önceki ve sonraki iletişim durumu	65
Şekil 3.7. OBD-II SAE J1962 standart diagnostik konnektör	70
Şekil 3.8. OBD-II uyumlu paralel çıkış soketi	70
Şekil 3.9. Wi-Fi ELM327 OBD-II diagnostik cihazı.....	71
Şekil 3.10. Mobil cihaz üzerinden telnet bağlantısı ile ELM327 diagnostik cihazına erişim adımları.....	73
Şekil 3.11. Genel DTC kod bloğu ve karşılık değerleri	77
Şekil 3.12. OPCOM OBD-II diagnostik cihazı.....	78
Şekil 4.1. iTAMİS mimarisi	80
Şekil 4.2. iTAMİS'in akıllı ulaşım sistemlerindeki kullanımı.....	81
Şekil 4.3. iTAMİS haberleşme altyapısı	81
Şekil 4.4. Veri kaynaklarından gelen verilerin sunucuya iletim şeması.....	82
Şekil 4.5. iTAMİS mimarisin kullanımına ait örnek.....	83
Şekil 4.6. iTAMİS donanım şeması	84
Şekil 4.7. iTAMİS deney düzeneği.....	85
Şekil 4.8. ELM327 bağlantı şeması	86
Şekil 4.9. Pid kodları ile araç iPhone haberleşmesi.....	86
Şekil 4.10. KAA veri yolundan talep edilen araç veri kodları ve karşılıkları	87
Şekil 4.11. KAA veri yolundan talep edilen araç veri kodları ve karşılıkları	88
Şekil 4.12. OPCOM bağlantı şeması.....	88
Şekil 4.13. OPCOM bilgisayar arayüz programı	89
Şekil 4.14. Airbag'in kapalı olması durumu	90
Şekil 4.15. Airbag'i açılmış test aracı	90
Şekil 4.16. Airbag'in açık olması durumu.....	92
Şekil 4.17. iTAMİS yazılım mimarisi.....	94
Şekil 4.18. iPhone uygulaması akış diyagramı	95
Şekil 4.19. Araç bilgilerinin veritabanı sunucusu üzerinden iletimi.....	101
Şekil 4.20. Web servis ekran görüntüleri.....	102
Şekil 4.21. Sunucuya iletilen verilerin internet üzerinden sürücüler ile paylaşımı	103
Şekil 4.22. iTAMİS kullanıcı arayüzü	104
Şekil 4.23. İki araç arasında ani fren etkisi durumu	105
Şekil 4.24. Kaza durumunda araçlar arası haberleşme sistemi	106
Şekil 4.25. Otoyol trafik yoğunluk harita bilgisi.....	107
Şekil 4.26. Virajlı yollarda araçlar arası haberleşme sistemi.....	108
Şekil 4.27. Araç arıza kodlarının sürücüye iletilmesi	109
Şekil 4.28. Araçların hızlarına göre durma mesafeleri	112

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Yıllara göre trafiğe çıkan motorlu taşıt sayısı	43
Çizelge 3.2. Yıllara göre genel kaza istatistikleri	43
Çizelge 3.3. Kazaya karışan araçların cinsleri	44
Çizelge 3.4. Trafik kazalarına neden olan unsurlar	44
Çizelge 3.5. Trafik kazalarına neden olan sürücü kusurları	45
Çizelge 3.6. AUS mimarisi hizmet alanları ve hizmet sınıflandırması	48
Çizelge 3.7. Akıllı Ulaşım Sistemleri kullanım alanları	49
Çizelge 3.8. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde kullanılan teknolojiler	50
Çizelge 3.9. DSRC özellikleri ve haberleşme frekansları	55
Çizelge 3.10. iOS katmanları	60
Çizelge 3.11. Araç içi haberleşme ağları ve özellikleri	62
Çizelge 3.12. KAA veriyolu özellikleri ve kullanım alanları	65
Çizelge 3.13. OBD iletişim protokolleri için haberleşme parametrelerinin karakteristikleri	68
Çizelge 3.14. OBD-II diagnostik erişim protokolleri ve tanımları	74
Çizelge 3.15. SAE J1979 standartlı test modları	75
Çizelge 3.16. Modu 01 olan örnek standart Pid listesi	76
Çizelge 3.17. OPCOM ile erişim sağlanan araç veri yolları	79
Çizelge 4.5. Uygulamada kullanılan iPhone akıllı telefon özellikleri	93
Çizelge 4.6. Araç verilerinin iPhone ile alınma süreleri	110
Çizelge 4.7. Araç verilerinin iPhone ile sunucu arası iletim süreleri	111
Çizelge 4.8. Araçların hızına göre tepki mesafeleri	112
Çizelge 4.9. Trafikte üretilen girdi ve çıktı tablosu	113

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABS	Anti-lock Breaking System - Kilitlenme Kaarşıtı Frenleme Sistemi
ADAS	Advanced Driver Assistance System - Gelişmiş Sürücü Yardım Sistemi
ATIS	Advanced Traveller Information System - Gelişmiş Yolcu Bilgi Sistemi
CAN	Controller Area Network – KAA Kontrol Alan Ağı
CCTV	Close Circuit Television – Kapalı Devre Televizyon
CN	Cellular Network – Hücresel Ağ
CoTEC	COperative Traffic Congestion DetECTION – Yardımcı Trafik Tıkanıklık Algılama
CTM	Velocity Cell Transmission Model – Hız Hücre İletim Modeli
CTS	Central Traffic Services – Merkezi Trafik Servisi
DSRC	Dedicated Short Range Communication – Özel Kısa Mesafe Haberleşme
DTA	Dynamic Traffic Assignment – Dinamik Trafik Atama
DTC	Diagnostic Trouble Codes – Arıza/Hata Kodları Teşhisi
ECU	Electronic Control Unit - Elektronoik Kontrol Ünitesi
EMIS	Environmental Management Information System - Çevresel Yönetim Bilgi Sistemi
ETC	Electronic Toll Collection System – Elektronik Geçiş Ücreti Toplama Sistemi
FCD	Floating Car Data – Hareketli Araç Bilgisi
GHz	Giga Hertz
GIS	Geographic Informaiton System – Coğrafi Bilgi Sistemi
GPRS	General Packet Radio Service – Genel Paket Radyo Servisi
GPS	Global Positioning System – Küresel Konumlama Sistemi
GSM	Global System for Mobile – Mobil Küresel Sistem
HEV	Hybrid Electric Vehicle – Hibrit Elektrikli Araç
IR	Infrared - Kızılötesi
ITS	Intelligent Transportation System – AUS Akıllı Ulaşım Sistemi
IVHS	Intelligent Vehicle Highway Systems – Akıllı Araç Otoyol Sistemi
iOS	i-Operational System – i İşletim Sistemi
İp	Internet Protocol – İnternet Protokolü
iTAMİS	Trafikte Araçlar Arası Mobil Cihaz Tabanlı İletişim Sistemi
NKDE	Network Kernel Densisty – Çekirdek Ağ Yoğunluğu
NLDE	Network Linear Density Estimation – Lineer Ağ Yoğunluk Tahmini
OBD	On-Board Diagnostic – Dahili Teşhis
OBE	On-board Equipment - Dahili Ekipman
OBU	Vehicle On-board Unit - Araç Dahili Birimi
PDA	Personal Digital Assistant – Kişisel Dijital Yardımcı
Pid	Parametre Identification - Parametre Tanımlama
POIs	Points of Interest – İlgi Çekici Nokta
QoS	Quality of Service – Hizmet Kalitesi
RPM	Revolutions per munit - Dakikadaki Devir
RSE	Road Side Equipment - Yol Kenarı Ekipmanı
SAE	Society Automotive Engineers – Otomotiv Mühendisleri Topluluğu

SMA	Spatial Moving Average – Mekansal Hareketli Ortalama
SMS	Short Message Service – Kısa Mesaj Hizmeti
SQL	Structured Query Language – Yapısal Sorgu Dili
TCP	Transmission Control Protocol – Geçiş Kontrol Protokolü
TMS	Traffic Management System – Trafik Yönetim Sistemi
TPS	Throttle Position Sensor Gaz Kelebeği Konum Sensörü
TSKFNN	Takagi–Sugeno–Kang Fuzzy Neural Network – Bulanık Yapay Sinir Ağı
USB	Universal Serial Bus – Evrensel Seri İletişim Yolu
V2I	Vehicle to Infrastructure – Araç ile Altyapı Arası
V2V	Vehicle to Vehicle – Araç ile Araç arası
V2X	Vehicle to Environment – Araç ile Çevre Arası
VANET	Vehicular Ad-Hoc Network – Araçsal Ad-Hoc Ağ
VDS	Vehicle Diagnostic Server – Araç Teşhis Sunucusu
VICS	Vehicle information Communication System – Araç Bilgilendirme Haberleşme Sistemi
VIN	Vehicle Identification Number - Araç Tanımlama Numarası
WAVE	Wireless Access in Vehicular Environment – Araç Ortamında Kablosuz Erişim
Wi-Fi	Wireless Fidelity – Kablosuz Bağlantı Alanı
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access – Dünya Çapında Birlikte İşleyen Mikrodalga Erişimi
WSN	Wireless Sensor Network – KAA Kablosuz Algılayıcı Ağlar

1. GİRİŞ

Dünyanın pek çok ülkesinde insan ve araç sayısının artması ile trafik yoğunluğu artmakta ve hata/kaza riski ortaya çıkmaktadır. Trafik kazalarının sebepleri, sonuçları ve kazaya neden olan faktörlerin belirgin özelliklerinin doğru bir şekilde tespit edilerek değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Trafik kazalarına neden olan faktörlerin değerlendirilmesi olası kazaları önleme adına yapılabilecek önemli bir çalışmadır. Konuyla ilgili literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur (EGM, 2015; Liang, 2015; Lin vd., 2015). Kazalarda sebep olarak en fazla insan faktörü gösterilmektedir. Sürücünün, trafik yoğunluğu, trafikteki araç durum bilgileri ve yol durum bilgilerine sürüş esnasında sahip olması hata yapma riskini azaltmaktadır (Zhang vd., 2012; Yang, 2013). Trafikteki diğer araçlara ait bilgiler mevcut iletişim teknolojileri kullanılarak elde edilebilir. Kazaların en aza indirilmesi ve güvenliğin sağlanması için trafikte araç durumu, yol durumu, çevre bilgisi gibi pek çok değişkenin sürücü tarafından bilinmesi önem taşımaktadır (Cho vd., 2009; Fukushima, 2011; Milanes, 2012; Huth ve Gelau, 2013).

Otomotiv sanayi ürünleri içerisinde motorlu araç satışlarına bakıldığında en fazla satılan aracın otomobil olduğu görülmektedir (Anonim, 2015). Otomotiv endüstrisinde AR-GE harcamaları önem kazanmakta ve bu harcamaların önemli bir kısmı çevre normlarına uyum, alternatif yakıt kullanımı, yakıt tasarrufu, güvenlik, hafiflik gibi alanlara ayrılmaktadır. Çok sayıda teknoloji ile desteklenmekte olan günümüz araçları trafikte sürüş güvenliğini ön plana çıkarmaktadır. Ancak trafikte kazaları en aza indirmek için araçların teknoloji olarak donanımlı olması yeterli değildir (Humphrey, 2003; Görener ve Görener, 2008).

Akıllı Ulaşım Sistemleri trafik akışında güvenli ve düzenli bir ortam oluşturmaya yönelik ulaşım çözümleri olarak tanımlanır. Otomotiv teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak elektronik ve bilgisayar teknolojilerinin ulaşımı düzenleme ve yönlendirme kullanımına dayanan Akıllı Ulaşım Sistemleri

kameralar, yol sensörleri, değişken mesaj sistemleri, mobil bilgi sistemleri, sinyalizasyon sistemler gibi ve benzeri uygulamalar çeşitli sistemlerle desteklenmektedir. AUS kapsamında, gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak ulaşım ile ilgili önemli sorunlara çözümler üretilebilmektedir. AUS uygulamaları vasıtasıyla farklı ulaşım türleri arasında koordinasyon sağlanarak ideal trafik şartları oluşturulabilmekte, yolcu ve yük hareketleri ile ilgili hizmetlerin etkinliği ve hızı arttırılabilmektedir (AUS, 2014).

1980'lerde başlayıp 1990'ların ortasına kadar sürdüğü kabul edilen AUS Standartları dönemi, gelişmiş ülkelerde birbirini ardına akıllı ulaşım uygulamalarının icat edildiği ve kullanıma geçtiği dönemdir. Dünyanın her yerinde büyükşehirlerde trafik sıkışıklığının ciddi bir sorun haline gelmeye başlaması ile 1995'ten itibaren "AUS uygulamaları " dönemine girildiği kabul edilmektedir. Kameralı sürücü bilgilendirme sistemleri (Rahier, vd., 2015), akıllı yaya geçidi sistemleri, mobil trafik bilgi sistemleri, şerit uyarı sistemleri, kör nokta bilgi sistemleri, uydu teknolojileri, 3G, Wi-Fi, bluetooth'u içeren mobil teknolojiler ve e-call gibi uygulamaların kullanıma girmesinin yanı sıra, önceden kullanılan sistemlerin birçoğu da bu dönemde sayısallaştırılmıştır. Örneğin, günümüzün vazgeçilmezlerinden olan araç içi Wi-Fi teknolojilerinin standartları (IEEE 802.11p) ancak 2010 yılında ortaya koyulabilmiştir (AUS, 2014).

Akıllı Ulaşım Sistemleri teknolojisi çarpışma, ışık ihlali gibi tehlikeli durumlarda araç bilgisi, çevre bilgisinin anlık paylaşımını sağlayarak sürücülerini destekler. Akıllı ulaşım sistemlerinde haberleşme; araçlar arası (Vehicle to Vehicle – V2V), araç ve altyapı arası (Vehicle to Infrastructure – V2I) ve araç ile çevre arası (Vehicle to Environment - V2X) olarak farklı haberleşme teknikleri ile güvenli ve etkili trafik akışına izin verir. Trafikte araç ve çevre arasındaki haberleşme çeşitli metotlar ile sağlanır (Fukushima, 2011). Özellikle araçlar arası haberleşme günümüz araştırmalarında ön plana çıkmaktadır. Çünkü, araç ve çevre arası yaklaşımlar ticari çözümler olarak zaten geliştirilmektedir. Hücresel ağlar genellikle V2I uygulamalarında tercih edilirken, V2V haberleşmelerde ad-hoc ağlar pratik bir teknoloji olarak düşünülmektedir (Santa vd., 2008).

Kablosuz iletişim teknolojileri AUS'nin her alanında gereklilik göstermektedir. Bunlar içerisinde araç bilgi haberleşme sistemleri (VICS), yol kenarı uyaran (beacon-fener), on-board antenler, elektronik geçiş ücreti toplama sistemleri (ETC), IR beacon, GPS özellikli hücresel telefonlar gibi pek çok teknoloji yer almaktadır. 2003 yılında DSRC (Dedicated Short Communication) teknolojisi V2I ve V2V haberleşmeleri için kullanılmaya başlanmıştır. DSRC 5.850-5.925 GHz frekans bandı (5.9 GHz) halk güvenliği ve özel uygulamalar için bir standart olarak kullanılmaktadır. Ulaşım sistemlerinde kablosuz haberleşme yeteneği sağlayan bir standart olarak DSRC servisi otoyollarda 1 km'lik mesafede haberleşme sağlamaktadır (Fukushima, 2011; Raw ve Das, 2011). AUS'de kullanılan sistemler; konum referansı dijital haritaları, coğrafik bilgi sistemleri, ulaşım veri tabanlarıdır. Veri alma aşamasında trafik dedektörleri, hava tahmin kanalları, otomatik olay raporlayıcıları kullanılarak elde edilen veriler işleme koyulur. Haberleşme aşaması, DSRC teknolojisi, hücresel ağlar, mikrodalga, optik fiber ağlar gibi teknolojiler kullanılır ve son olarak bilgi paylaşımı kısmı dinamik mesaj sinyalleri, internet ve kiosk vb. teknolojiler aracılığı ile sağlanır (Jarašūniene, 2007).

Akıllı Ulaşım Sistemlerinin temelini bilgi ve kontrol teknolojileri oluşturmaktadır, ancak insan faktörünün hayati bir önemi olduğundan oldukça karmaşık bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle temel AUS teknolojileri profesyonel bir ulaşım sağlamak için AUS ekipman ve imkanlarının her aşamada insan faktörünü katmalıdır (Jarašūniene, 2007). Gelişen mobil cihazlar kablosuz haberleşme teknolojilerinden Wi-Fi, 3G ve 4G internet veri iletişim standartlarını ve GPS konum belirleme teknolojilerini desteklemektedir. Akıllı telefonlarda gelişen yazılım ve donanım esnekliği ile araç haberleşmesi yol trafiği, araç kazası, yol yapısından kaynaklanan gecikme ya da kaza gibi araç bilgi ağından faydalı bilgileri görüntüleyebilmekte ve özellikle AUS için daha iyi bir trafik yönetimi ve denetimi sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Keeratiwintakorn vd., 2009).

On-Board Diagnostik bir aracın kendi kendine tanı ve raporlama yapabilmesini sağlayan bir otomotiv terimidir. OBD sistemleri aracın alt sistemlerine, sensör bilgilerine, motor hakkında çeşitli verilere erişimi sağlar. OBD ile teşhis edilen alınan bilgi miktarı 1980'lerde piyasa sürülen versiyonlarından bu yana çok değişmiştir. 1990'lı yılların ortalarından sonra üretilen birçok araçta OBD gelişmiş hali olan OBD-II standardı kullanılmaktadır (Organization, 2015).

OBD-II SAE tarafından genişletilmiş bir standart olarak birçok araçta kullanılmaktadır. Araç veri ağını izleyebilmek için OBD-II protokollerini kullanarak tasarlanmış çok sayıda OBD-II cihazı bulunmaktadır. OBD teknolojisi ve kablosuz teknolojinin birleşmesi ile mobil cihazların izleme ve kontrol uygulamalarına ağırlık verilmiştir (Shaout ve Bodenmiller, 2014). OBD teknolojisi ile bilgi toplama ve araç hakkında sürücü bilgilendirme, aracın hata kodlarını izleme işlemlerini kolayca gerçekleştirilir (Cabala ve Gamec, 2012). Geliştirilen ana standart olan OBD-II ile sürücü bilgilendirmede aracın elektronik kontrol üniteleri (ECU - Electronic Control Unit) ile haberleşmesi sonucu veriler toplanır (Chen vd., 2009).

1980'de kurularak 1991 yılında OBD'nin standartlaşmasını sağlayan Robert Bosch GmbH Kontrol Alan Ağı veri hattını (ISO 11898) tanımlamıştır (Rodelgo vd., 2007; EPA, 2015). Kontrol Alan Ağı protokolü otomotiv uygulamalarında güçlü bir seri veri iletiminin oluşturulması amacıyla tasarlanmıştır. KAA düğümler 1 Mbit/s veri iletim hızı ile 40 m ve 40 Kbit/s veri iletim hızı ile 1000 m'lik bir veri yolu üzerinden bağlanabilirler. KAA veri hattı 2008'den beri OBD için tek yetkili arabirimdir ve özellikle yaklaşık tüm kişisel ve ticari araç üreticileri tarafından kullanılmaktadır (SAE, 2015).

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin ulaşım sektörüne katkı sağlamaya başlaması ile Trafik Yönetim ve Denetim Sistemleri (TMS) yolların daha etkin kullanımı için hızla gelişmektedir. Kentlerin değişik noktalarına kurulumu yapılan sinyalizasyon sistemi, trafik ölçüm sistemi vb. akıllı ulaşım sistemlerinden veriler elde edilerek trafiğin tek merkezden kontrolü ve yönetimi sağlanır. Olay

algılama, hava/yol durumu ölçümü, dinamik kavşak kontrol sistemi, yolcu bilgilendirme/yönlendirme, video yönetimi, araç hızları ve araç yoğunluğu ölçümü gibi pek çok değişken trafik bileşenlerine yönelik gelişmiş sensörler ve kameralar kullanılarak Trafik Kontrol Merkezleri tarafından görselleştirme, optimizasyon ve analiz işlemleri gerçekleştirilmektedir (İSBAK, 2015). Trafik merkezlerinden alınan veriler sürücüler tarafından elektronik panolar ve cep telefonu uygulamaları tarafından izlenebilmektedir (İBB, 2015).

Yüksek hesaplama hızı ve kablosuz haberleşme imkanı sağlayan akıllı telefonlar ile uygun bir arabirim kullanılarak mevcut araçların bilgisi sürüş esnasında kullanıcıya iletilmektedir (Zaldivar vd., 2011). Symbian, Windows Mobile, Android ve iOS işletim sistemleri için geliştirilmiş farklı veri kaynaklı trafik uygulamaları geliştirilmektedir (Rao ve Panem, 2014). Çok yaygın kullanılmakta olan Navigasyon uygulamalarının yanı sıra cep telefonları üzerinden Akıllı Ulaşım Sistemleri tarafından alınan verilerin Trafik Kontrol Merkezleri tarafından değerlendirilmesi sonucu sürücüler bilgilendirme uygulamaları desteklenmektedir. Cep telefonlarından canlı trafik görüntüleri, trafik ve yol bilgileri, hava durumu bilgileri, hedef nokta için tahmini en kısa ulaşım süresi gibi çok sayıda anlık veriler izlenebilmektedir (Campolo vd. 2012; Chuang vd., 2013).

Yukarıda belirtilen görüşler doğrultusunda mobil cihazların maliyeti ve erişim kolaylıkları düşünülerek ve araçlar arası haberleşme sistemlerine alternatif olarak bu çalışmada, iPhone ile araçlar arası sunucu tabanlı haberleşme sağlayan sürücü bilgilendirme ve uyarı sistemi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ilk hedefi, iPhone ile aracın KAA hattı üzerinden ECU verilerine erişim sağlayarak aracın durum bilgilerinin görüntülenmesidir. Wi-Fi özellikli ELM327 OBD-II diagnostik cihazı ile iPhone haberleşmesi sağlanarak KAA hattı verilerine erişim sağlanmıştır. Ayrıca OPCOM diagnostik cihazı ile alınan airbag verileri test bilgisayarı üzerinden sunucuya iletilmiştir.

Çalışmanın ikinci hedefi, araç konum ve durum bilgilerinin 3G üzerinden sunucuya iletilmesidir. Araç id numaralarına göre araçların durum ve konum bilgileri merkezi bir sunucu üzerinde toplanmıştır.

Çalışmanın üçüncü hedefi, 1km'lik alanda yer alan araçlar arasında veri paylaşımını gerçekleştirmektir. iPhone üzerinde araçların hız ve konum bilgileri çevre araçlar tarafından harita üzerinde belirtilmiştir.

Çalışmanın dördüncü hedefi ise farklı trafik senaryolarına karşı toplanan ve paylaşılan verilerin değerlendirilmesi ile sürücülerin olası hata/kaza durumlarına karşı uyarılmasını sağlamaktır.

Yukarıda belirtilen hedeflere ulaşmak için iTAMİS (Trafikte Araçlar Arası Mobil İletişim Sistemi) isimli tez çalışması gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan sistem yazılım ve donanım olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Donanım kısmında KAA veri hattına erişim için OBD-II standardını destekleyen kablosuz iletişim sağlayan ELM327 diagnostik cihazı ve Opel marka araçlar için geliştirilmiş olan OPCOM diagnostik cihazı kullanılmıştır. Araç bilgilerini görüntülemek, sunucu üzerinden araçlar arası haberleşmeyi sağlayarak sürücülerin sesli uyarılmasını gerçekleştirmek için akıllı telefon olarak iPhone cihazı kullanılmıştır. Yazılım kısmında ise iOS işletim sisteminin programlanması için Xcode derleyicisi üzerinde Objective-C programlama dili, OBD-II üzerinden AT komutları ile alınan KAA hattı bilgilerini ve aracın konum bilgilerini tutmak için SQL (Structured Query Language) sunucu veritabanı programı, iPhone ile alınan ECU verilerinin sunucuya iletimi ve değerlendirildikten sonra tekrar alınması aşamasında geliştirilen web servis yazılımı için C# programlama dili kullanılmıştır.

Trafikte olası hata ve kazaların önlenmesi için geliştirilen iTAMİS ile elde edilen verilerin trafikte kullanımı için senaryolar üretilmiştir. Trafikte art arda takip eden araçlarda ani fren uyarı sistemi, trafik kazası uyarı sistemi, araç trafiği yoğunluk uyarı sistemi, karayollarında virajlı yollarda karşı şeritten araç gelme

uyarısı, sürücü için araç arıza uyarısı olarak örneklendirilmiştir. Ayrıca araç bilgilerinin trafikte sürücüler için önemi ve gerekliliği vurgulanan bu çalışmanın, araçların çalınması veya kaybolması durumunda kolayca bulunması, akıllı telefon veya tabletler aracılığı ile araç ağı bilgisine erişerek aracın arıza hata kodlarının izlenmesi ve hız verilerinin sürekli takibi ve kaydı ile otoyol hız sınırı bölgelerinde uyarı sağlama gibi durumlarda da yardımcı olacağı öngörülmüştür.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akıllı sistemler konusu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar; sürücü bilgilendirme uygulamaları, trafik yoğunluk-tıkanıklık tahmini ve çözümleri, araç kaza tespit ve uyarı sistemleri, hedef noktaya ulaşımında en kısa ve en hızlı yolu bulma uygulamaları, karayolunda hareket halindeki araçlara ortak yayın ile bilgi aktarımı, araç takip uygulamaları, araçlar arası haberleşme ile bilgi paylaşımı ve karayollarında araçlardan ve çevreden bilgi alınarak acil durum merkezlerinin olası kaza ve risklere karşı uyarılması gibi çok sayıda alanda sürdürülmektedir.

2.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri

Fukusima (2011), araştırmalarında, Japonya'da gerçekleşen trafik kazası ölümlerinin %60'ının yayalar-bisikletliler ile araç çarpışmalarının bir sonucu olduğunu gözlemlemiştir. Bu kaza tiplerini sadece araç tabanlı bir teknoloji kullanarak engellemek oldukça zordur. Gerçek dünyada bu tür kazaları azaltmaya yardımcı olmak için, kullanılacak sistemin performansının yanı sıra geniş bir dağıtım ve kolay gerçekleştirilebilirlik potansiyeline sahip teknoloji olması oldukça önemlidir. Bu nedenle neredeyse herkesde bulunan mevcut ekipmanın kullanılması gerçek bir çözüm imkanı sunacağı düşünülmektedir. Akıllı ulaşım sistem teknolojilerini kullanmakta olan gelişmiş sürücü yardım sistemlerini (ADAS) normal sürüş ve tehlike anında sürücülerini destekleyen sistemler olarak iki aşamada incelemiştir. Tek başına yeterli olmayacağı bilinen On-board araç teknolojisine ek olarak kablosuz haberleşme sağlayan V2X AUS uygulamaları faydalı olacaktır. Örneğin, araç bilgilendirme ve haberleşme sistemleri VICS, yerel trafik bilgilendirme sistemleri, yol kenarı birimleri ve on-board antenler, elektronik geçiş ücreti alma sistemleri ETC, GPS özellikli hücresel telefonlar gibi kablosuz haberleşme fonksiyonu olan sistemler geliştirilmiştir. Karayolları yol kenarı üniteleri ile desteklenerek V2I sistemleri ile birlikte geniş bir alanda donanım altyapısı oluşturulmuştur. 2004 yılında SKY

projesi olarak araç içi teknolojileri ve AUS teknolojisi birleştirilmesi ile araç ile altyapı haberleşmesi, çevre trafik bilgi paylaşımı ile trafik kazalarının azaltılması, en kısa seyahat rotalarının hesaplanmış ve yakıt tüketiminin düşürülmesi sağlanmıştır. 2006 yılında gerçekleştirdikleri bir projede sürücü güvenlik destek sistemi olarak VICS infrared ışık beacon kullanarak V2I haberleşmesi DSRC teknolojisi 5.8 GHz ile sağlanmış ve V2V haberleşmesi ise 5.8 GHz ve 700 MHz kullanarak yapılmıştır. Proje geliştirilerek ITS Safety 2010 olarak isimlendirilmiştir (Fukushima, 2011).

Cantarelle (2013) gerçekleştirdiği çalışmasında, akıllı ulaşım sistemlerinde gün gün dinamik modelleri incelemiştir. Talep edilen Ulaşım Kaynağı Tasarımı (TSD) yeni ya da mevcut yenilenebilir ulaşım imkanlarını ve servislerini kullanarak büyük ölçüde gezgin davranışını etkileyebilir ve kısa yol seçimi konusunda destek sağlayabilir bir sistemdir. TSD ayrıca gelişmiş gezgin bilgi sistemi (ATIS) ya da gelişmiş sürücü yardım sistemi (ADAS) olarak AUS tasarımı içermektedir (Cantarella, 2013).

Ngoduy (2013), trafik akışında bir aracın net bir darboğaz olmadan ani bir yavaşlama göstermesi ile trafik sıkışıklığına yol açması ve oluşabilecek kararsızlıklar üzerine analitik bir yaklaşım geliştirmiştir. ITS uygulamaları trafik dengesizliklerinin oluşumunu ortadan kaldırmak için potansiyel bir çözümdür ve bunun için tek yönlü analitik metotlar kullanılmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile mikroskobik modeller kullanarak heterojen trafik akışının istikrar eşiği bulmak için lineer kararlılık analizi yapılmış ve özellikle heterojen trafik akış kararsızlıkları üzerine akıllı araçların etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile analitik sonuçlar hangi akıllı araç yüzdelerinin çok sınıflı trafik akışının istikrarını etkilediğini göstermiştir (Ngoduy, 2013).

Santa vd. (2008), çalışmalarında V2V haberleşme sistemlerinde tek bir teknoloji olarak düşünülen ad-hoc ağların yanı sıra V2I haberleşmelerinde yaygın olarak kullanılmakta olan hücresel ağlar'ın (CN - Cellular Network) V2V alanında da uygulanabilirlik yeteneğini savunmaktadırlar. Bu doğrultuda bir sistem içinde

hem V2V hem de V2I birleştiren araçlar için yeni bir iletişim paradigması sunmuşlardır. Noktadan noktaya haberleşme teknolojisi CN üzerinden araçlar ve yol kenarı altyapısı arasında ve araçlar arasında mesaj yayılmasını sağlayan haberleşme altyapısını temel alan bir grup oluşturmak için kullanılmıştır. Bu mimari donanım ve yazılım açısından uygulamaya koyulmuştur ve saha testleri gerçekleştirilerek ana performans sonuçları bu çalışmada açıkça verilmiştir (Santa vd., 2008).

Raw ve Das (2011) hazırlamış oldukları makalelerinde, sürücüler ve yayalar için yüksek güvenlik sağlamada önemli rolü olan V2V haberleşme teknolojisi içerisinde pozisyon temelli yönlendirme protokollerinin performans karşılaştırmasını yapmışlardır. VANET (Vehicular Ad-Hoc Network) içinde pozisyon temelli yönlendirme protokolleri sık sık değişen network topolojisi ve araç düğümlerinin dinamik yapısı nedeniyle oldukça önemlidir. Pozisyon temelli yönlendirme protokollerinin çoğu VANET içerisinde mesaj iletimi yönlendirilmesi için geliştirilmişlerdir, ancak onlardan sadece çok azı ağ içerisinde oldukça dinamiktir. Bu nedenle komşu ve hedef düğümlerin konum tahminine dayanan mevcut pozisyon temelli yönlendirme protokollerinin niteliksel karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. NS-2 simülatörü kullanılarak uçtan uca paket teslim oranları ve gecikme gibi metrik performansları değerlendirilmiştir (Raw ve Das, 2011).

Yang vd. (2004), yaptıkları çalışmada trafikte çarpışma uyarısı için V2V haberleşme protokolü geliştirilmesi amaçlanmıştır. DSRC gibi V2V ve V2I haberleşmeler için ortaya çıkan kablosuz teknolojiler erken uyarı sağlayarak ölümcül karayolu kazalarının sayısını önemli ölçüde azaltmak için umut vericidir. Bu nedenle gerçekleştirilen bu çalışma ile çeşitli yol koşulları içinde acil uyarı durumlarında düşük gecikme elde edilmiştir. Tıkanıklık kontrol politikaları, hizmet farklılaştırma mekanizmaları ve acil uyarı yayılımı için yöntemler içeren etkili bir protokol tasarlanmıştır. Simülasyon sonuçları, acil uyarı mesajlarının tesliminde düşük gecikme süresi ve stresli yol senaryolarında verimli bant genişliği kullanımı elde ettiğini ortaya koymuşlardır (Yang vd.,

2004).

Sun vd. (2000) yaptığı çalışmada, araçlar arası haberleşmede aracın doğrusal hareketinden ve GPS bilgisinden yararlanan haberleşme yayını için gerekli bant genişliğini düşüren iki yeni yayın protokolü geliştirmişlerdir. Performans testlerini göstermek için genel ad-hoc yayın teknikleri ile bu yaklaşımı karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak erişilebilirliğin çok hafif göz ardı edilmesi ile bant genişliği kullanımının bir kaç yüz oranında bir iyileşme elde etmek mümkün olduğu gözlenmiştir (Sun vd., 2000).

Sukuvaara ve Raez (2009), yapmış oldukları makalede, V2V ve V2I haberleşmeleri için bir pilot bölgede araçsal ağ uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Carlink isimli proje bilgi boşluğunu aşmak ve sürücülere rehberlik sağlamak için kurulmuştur. Yol kenarı baz istasyonları ile desteklenen araçlar arası bir kablosuz trafik hizmet platformudur. Geleneksel kablosuz ağ sistemleri ofis çevresi için geliştirilmişlerdir, ancak hızlı hareket eden objeleri içeren bir araçsal ağ tamamen farklıdır. Bu nedenle pilot sistemde final çözüm olarak IEEE 802.11p araçsal ağ standardı seçilmiştir fakat çalışmada şuan ki işlemsel çözüm olarak Wi-Fi ağ sistemi olan IEEE 802.11g standardı kullanılmıştır. Araç çevre haberleşmesi içinde IEEE 802.11g standardının eksikliğine rağmen, alternatif bir GPRS (General Packet Radio Service) haberleşme kanalı ile birlikte çalışırken bu sistem kablosuz iletişim platformunun Carlink türü için güvenilir ve etkili araç ağ çözümü sağlayabilir olduğu gözlenmiştir (Sukuvaara ve Pomolaza-Raez, 2009).

Ye vd. (2008), karayolu üzerinde acil bir uyarı mesajı yayan araçların çok basamaklı MAC protokolüne dayanan 802.11'in etkisi üzerine çalışmışlardır. Tasarım amacı düşük gecikme kısıtlamaları ile bu mesajın alınmasını sağlamaktır, böylece sürücülerin arakadan çarpışmayı önlemek için gereken manevra zamanı olacaktır. Çarpışma etkisinden kaçınma ya da bu etkinin azaltılması için, çeşitli topolojiler ve arka plan trafik senaryoları ile NS-2 ortamında protokol performansının çalışmaları gerçekçi bir simülasyon ile

yapılmıştır (Ye vd., 2008).

Lee vd. (2008), yaptıkları çalışmalarında, V2V / V2I ağlar ortamları içinde araçların VANETs haberleşmesindeki yer değişimleri için küresel hareketlilik yönetiminin yeni bir şemasını oluşturmuşlardır. Mobil düğümler iletişim araçları olarak göz önüne alındığında, mevcut ve bağımsız olarak geliştirilen iki teknoloji IP hareketlilik çözümleri ve VANET yönlendirme protokolü olarak birleştirilmiştir. Özellikle VANETs arasında yer alan araçlar Mobil IP (MIP) tarafından desteklenmektedir. Mobil IP'de uzun bir gecikme süresi, üçgen yönlendirme ve paket kaybı sorunları bulunmaktadır. Bu yüzden VANET içerisinde bulunan araçların yer değiştirmesi için küresel bir hareketlilik yöntemi geliştirilmiştir. Önerilen şema paket iletimi için rota optimizasyonu ve L2 tetikleme kullanarak hızlı bir şekilde yer değiştirme sürecini destekler. Geliştirilen düzenin mevcut olanlardan daha az paket iletimi ve gecikme süresi olduğu gözlenmiştir (Lee vd., 2008).

Cho vd. (2009) Araç haberleşmelerinde iletişim kanalı tahmini yüksek hareketli senaryolar içinde kablosuz kanalların sinyal zayıflamasını telafi etmesi için önemlidir. Araç haberleşmelerinin hata performanslarını geliştirmek için midamble tabanlı hata tahmin şeması geliştirmişlerdir. Sistem performansı üzerinde yerleştirilen midamble etkileri araştırılmıştır. Çeşitli midamble yerleşim oranları ile paket büyüklüğü, kanal durumu ve farklı modülasyon şemalı sistem için hata performansı ortaya çıkarılmıştır. Aynı zamanda hata performansı üzerine çeşitli faktörlerin etkileri geliştirilmiştir (Cho vd., 2009).

Keeratiwintakorn vd. (2009), yaptıkları çalışmalarında farklı kablosuz teknolojiler üzerinden araçlarda sorunsuz iletişim için olası olan yeni nesil haberleşme teknolojilerini incelemişlerdir. Zigbee ve IEEE 802.15.4 kablosuz teknolojilerine dayanan yol kenarı istasyonları ve araçlar arası haberleşme için yol kenarı donanımı (RSE - Road Side Equipment) ve on-board donanım içeren bir prototip geliştirilmiştir. Çeşitli araç işlem testleri altında prototip'in deneyleri ve sonuçları verilmiştir. V2I ve V2V haberleşmeleri için cihaz ve

iletişim protokolleri olarak IEEE 802.15.4 ve Zigbee kullanımının mümkün olduğu sonuç olarak gösterilmiştir (Keeratiwintakorn vd., 2009).

Milanes vd. (2012), yapmış oldukları makalelerinde, trafik yönetim sistemi temelli akıllı V2I sistemi trafik akışının düzenli sağlanması ve trafik kazalarının azaltılması için V2I haberleşmelerinin gerekliliği üzerine bir akıllı yönetim sistemine yönelik AUTOPIA yaklaşımı geliştirilmiştir. Daha iyi trafik akışı sağlamak ve kazalardan kaçınmak için her bir aracın güvenli ve rahat seyahat mesafesi ve hız ayarı hesaba katılarak bir bulanık mantık kontrol algoritması geliştirilmiştir. Önerilen zm iletişim temelli IEEE 802.11p tarafından doğrulanmıştır. Gerçek araçların yerine bilgisayar simülasyonu ile alınan verilerin de gerçek dünya senaryo test performanslarında oldukça iyi olduğu gözlenmiştir (Milanes vd., 2012).

Cho vd. (2009), gerçekleştirmiş oldukları uygulamalarında, V2V haberleşme kullanarak çarpışmalara karşı uyaran bir sistem tasarlamışlardır. Araç iletişim prototiplerinin bir araştırmasını yaparak uygulama senaryolarını ve pratik ölçümler ile sonuçlanan haberleşme algoritmalarını çalışmalarında belirtmişlerdir (Cho vd., 2009).

Jerbi vd. (2007), yapmış oldukları çalışmalarında, V2V ve V2I haberleşmesi durumlarının farklı araç iletişim senaryolarında IEEE 802.11'in performansını değerlendirirken geniş bir ölçüm sürecinin sonuçlarını sunmuşlardır. İki senaryo içerisinde çok sekmeli iletişim üzerinde değerlendirmeler üzerine yoğunlaşılmıştır. Sonuç olarak mesafe ve görüş iletişim hattının ağ iletişimini etkileyen iki ana faktör olduğu saptanmıştır. Deneysel sonuçlar aynı zamanda altyapı iletim menzilini ve hareket durumunda araçların bağlantı sürelerini genişletmek için ad-hoc ağları kullanmanın uygunluğunu onaylamıştır (Jerbi vd., 2007).

Weib (2011), yapmış olduğu çalışmasında, Avrupa'da V2X haberleşmesi üzerine araç haberleşme teknolojilerinin standardizasyon ve saha testlerini yönelik

araştırma projelerinden bahsedilmiştir. Geçtiğimiz yıllarda çeşitli araştırma projeleri araç haberleşmesinin temel teknolojik ihtiyaçları için katkı sağlayan çözümler üretmişlerdir. Avrupa’da ve özellikle Almanya’da araç haberleşme sistemleri üzerinde nasıl bir yöntem izlendiği hususunda detaylı bir araştırma yapılmıştır. Gerçekleştirilmiş Alman sim-td projesinde gerçekçi bir dağıtım çevresi için temsilci olan bir kurulum içerisinde araç haberleşmesine dayanan uygulamaların fayda ve etkilerini değerlendirmek için işlemsel bir test alanı oluşturulmuştur (Weib, 2011).

Mazzerello vd. (2007) yaptıkları çalışmada, şu anki Gelişmiş Trafik Yönetim Sistemleri (ATMS) uygulama, yaklaşım ve mimarilerini araştırmış ve tren yolları için her bir trenin gerçek zamanlı hız ve pozisyon bilgileri hesaba katılarak tren güzergahlarının tahmininde gelişmiş bir çözüm üretmişlerdir. Uygulamada mümkün olan alternatif rota ve gitmesi gereken hız bilgileri tren sürücülerine bildirilmiştir. Böylece trafik yönetim sistemi planlanmamış durma sayılarını ve zaman kayıplarını engellemiştir (Mazzarello ve Ottaviani, 2007).

2.2. Mobil Cihaz Temelli Uygulamalar

Tahat vd. (2012) yapmış oldukları çalışmalarında, araçtan alınan verilerin sürücü tarafından izlenmesini ve olası arızaların üreticiye gönderilmesini sağlayan mobil cihaz tabanlı düşük maliyetli bir sistem geliştirmişlerdir. Bu işlemi, ECU’dan aldıkları anlık veriyi OBD-II üzerinden bluetooth aracılığıyla internet erişimi olan bir Android cihaza göndererek yapmışlardır. Araç verileri hücresel internet bağlantısı kullanılarak bir sunucuya iletilmiştir. Aracın hayati önem teşkil eden elektromekanik parametrelerinin üreticilere iletilmesi ile araçta oluşabilecek arızaların belirlenmesi ve tahmin edilmesi sağlanmıştır (Tahat vd., 2012).

Teng vd. (2011), hazırlamış oldukları çalışmalarında araçtaki ECU’dan veriyi okuyan Android tabanlı bir mobil cihaz uygulaması geliştirmişlerdir. ECU’dan alınan veriler ile trafik güvenliği, navigasyon, uzaktan kontrol sağlamak için

gerekli bilgileri iletmek için telematik uygulamalarından yararlanmışlardır. Sonuçlar grafiksel olarak mobil panelde sanal bir değer olarak görüntülenmiştir (Teng vd., 2011).

Cheng vd. (2010), yapmış oldukları çalışmalarında, birden çok ağ kaynağını ve google hizmetlerini kullanabilmek için bluetooth, WLAN, DSRC, GPS gibi teknolojileri bir araya getirerek Android işletim sistemi tabanlı taşınabilir bir telematik sistem tasarlamışlardır. Bunu gerçekleştirirken dolaşım ve paylaşım fonksiyonlarını içeren heterojen ağ yönetim algoritması kullanmışlardır. Ayrıca haberleşme paylaşımı ve multimedya akışının MOST ağıyla entegrasyonu da yapılmıştır (Cheng vd., 2010).

Gabala ve Gamec (2012), yapmış oldukları çalışmalarında, bluetooth haberleşmesine dayanan bir otomotiv diagnostik cihazı kullanan OBD-II arabirimi yoluyla araç haberleşmesindeki sorun analizlerini incelemişlerdir. Otomotiv sektöründe yaygın kullanımı olan ve bluetooth haberleşmesini kullanan OBD-II arayüzünü kullanarak Android işletim sistemli mobil cihazlarda kullanılabilen ve gerçek zamanlı veri aktarmaya imkan veren bir yazılım kullanmışlardır. KAA OBD-II arayüzü ile haberleşmeyi ELM 327 işlemcisi olan bir diagnostik cihaz ile gerçekleştirmişlerdir (Cabala ve Gamec, 2012).

Magana vd. (2011), sezgiye dayalı eko-sürüş asistanının mimarisi üzerine yaptıkları çalışmada yüksek viteste sürüş, sabit hızla sürüş yumuşak bir şekilde yavaşlama gibi klasik eko sürüş önerilerini değerlendirmişlerdir. Aracın ilerlediği çevreyi modelleyebilmek için bluetooth, Wi-Fi gibi çoklu ağ bağlantıları ve kamera, GPS gibi sensörleri içeren Android cihazlar kullanılmıştır. Aracın bilgilerini toplayabilmek için OBD-II portu kullanılmıştır. Araç modelinden bağımsız kullanılan bu sistemin yakıt tüketimini düşürebildiği ve güvenliği arttırabildiği gözlenmiştir (Magana ve Organero, 2011).

Diwald vd. (2012), yapmış oldukları Android tabanlı V2X tabanlı sürücü asistanı sisteminde Merkez Trafik Servisleri'nden (CTS) alınan trafik bilgileri

V2X haberleşme servisi ile sürücünün akıllı cihazına iletilmiştir. Kullanıcının akıllı cihazında sürücüye hem aracın bulunduğu konumun harita üzerinde çevresel bilgileri gösterilmekte hem de trafik kaza durumu gibi önemli uyarılar mesaj şeklinde gösterilmiştir (Diewald vd., 2012).

Zaldivar vd. (2011), OBD-II arayüzü üzerinden taşıt bilgilerini görüntüleyebilen kazaları tespit edebilen Android tabanlı bir uygulama geliştirmişleridir. Kazayı algılamak için çarpışma anında yolcuların maruz kaldığı G kuvvetini tahmin etmiş ve hava yastıklarının tetiklenmesini hesaplamışlardır. Sistem kazadan hemen sonra 3 saniye içinde kazayı algılayarak acil servisi arayıp belirlenen adreslere SMS veya e-posta iletilmiştir (Zaldivar vd., 2011).

Kim vd. (2014), yapmış oldukları makalelerinde, Android platform tabanlı çok girişli genişletilebilir bir araç eğlence sistemi uygulamışlardır. Bu sistem sayesinde sürücülerin çok fazla ücret ödemelerinin ve araçlarına eğlence sistemlerini ekleme durumunda sürücülerin karmaşık işlemlerle uğraşmalarının önüne geçilmesi sağlanmıştır (Kim vd., 2014).

Yang vd. (2013), yapmış oldukları makalelerinde, Android tabanlı bir mobil cihaz ile hibrit elektrikli araçlar için OBD-II tanı sistemi kullanılarak uzaktan kontrollü KAA veriyolu izleme ve diagnostik sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde OBD-II tabanlı ELM327 diagnostik haberleşme cihazı ile Android telefonlar kullanılmıştır. Java ile geliştirilen istemci ve sunucu prototipi gerçek zamanlı toplanan veriler ile test edilmiştir (Yang vd., 2013).

Su vd. (2012), yapmış oldukları çalışmalarında, IEEE tarafından bir standart haline getirilen 802.11p AUS sistemleri destekleyen araç ortamlarına kablosuz erişim (WAVE - Wireless Access in Vehicular Environment) sağladığına değinerek, bu sistemin kullanılması için 802.11p'yi destekleyen donanım ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle farklı bir yöntem olarak çalışmalarında, Android telefon kullanarak Wi-Fi üzerinden araçlar arası haberleşen bir araç içi sistem geliştirmişlerdir. Deney sonuçları bu sistemin hem

kolay uygulanabilir olduğunu hem de VANET için diğer sistemlerden daha rahat adapte edilebilir olduğunu göstermiştir (Su vd., 2012).

Ceuca vd. (2013), yapmış oldukları çalışmalarında, OBD-II ile KAA veri yolundan alınan verileri okumak ve kıyaslamak için KAA veri yolunun uzaktan görüntülenmesini sağlayan gömülü bir sistem geliştirmişlerdir. Çalışmanın asıl amacı olarak, araç seyir halindeyken araçtan alınan verileri enerjinin geri kazanımıyla ilişkilendirerek yakıt tüketimini azaltmışlardır (Ceuca vd., 2013).

Menard ve Miller (2011), yapmış oldukları çalışmalarında, araçların gerçek zamanlı izlenebilmesi için geliştirilen sistemde iPhone 4G ile iPhone 3G 'yi kıyaslamışlardır. iPhone 4G'den aldıkları verilerin doğruluğu ve güvenilirliği test edilerek bu verileri iPhone 3G ile kıyaslamışlardır. Bu verileri aracın yol güzergahında 1.59 km'yi ne kadar sürede alabileceği hesaplanmıştır. iPhone 4 veriyi her 10 saniyede iPhone ise her 8 saniyede bir göndermesine karşılık iPhone 4 ün iPhone 3G'ye karşı hata oranında %4.94'e %1.1'lik üstünlüğü olduğu ortaya çıkmıştır. Eğer üçüncü defa OBD-II cihazı arabaya takılırsa iPhone'un sadece yer tespiti yapabilmesinin yanında başka veriler de alınabilmesine imkan vereceği öngörülmüştür (Menard ve Miller, 2011).

Jeong ve Jang (2012), yapmış oldukları çalışmalarında, sürücülerin arabadaki arızaları rahatça okuyabilmesi için OBD-II protokolü dönüştürücü aracılığı ile Wi-Fi bağlantısı üzerinden OBD-II verilerini okuyan iPhone uygulaması geliştirmişlerdir. Bu sistem ile araç kullanıcılarının aracın durumunu kontrol edebilmesini ve anlamasını ve böylece aracı her durumda tamire götürerek zaman ve para kaybetmeden araçla ilgilenebilmeleri sağlanmıştır (Jeong ve Jang, 2012).

Enriquez vd. (2012), yapmış oldukları çalışmalarında, programlanabilir ve genişletilebilir bir OBD-II cihazı geliştirmişlerdir. Bu cihaz ile ECU üzerindeki araç parametrelerini okuyup gerçek zamanlı olarak aracın kayıp kaymadığı bilgisini takip etmişlerdir. CANOPNR isimli çalışmada, aracın kayma bilgisi

testler sonucunda doğru ve güvenilir bir şekilde okunduğunu göstermiştir. Bilgiler hem yol hem de aracın durumunu görüntüleyebilmek için GPS bilgisiyle beraber hücresel ağ ile merkezi sunucuya gönderilmiştir. Ayrıca geliştirilen sistem ABS bilgisini de okuyabilir ve kullanıcı tarafından konfigüre edilebilir şekilde tasarlanmıştır. İleriki zamanlarda diğer çalışmalara yardımcı olabilmesi için sistem açık kaynak kod kullanılarak tasarlanmıştır (Enriquez vd., 2012).

Fernandes vd. (2011), yapmış oldukları çalışmalarında, bir arabanın kablosuz olarak uzaktan kontrolü sağlamak için, iPhone kullanarak IOS SDK platformunda yazılım geliştirip BlackWidow 1.0 mikro denetleyicisi ile uygun şekilde bağlantı kuran bir pilot proje geliştirmişlerdir. Deneyde 802.11b kablosuz haberleşme standardı kullanılmıştır (Fernandes vd., 2011).

Ruta vd. (2012), çalışmalarında, akıllı telefon aracılığıyla sürücü asistanlığı için bilgi tabanlı bir sitem geliştirmişlerdir. Akıllı telefon ile OBD-II üzerinden gelen araç bilgisi internet ortamına aktarılmıştır. Veri füzyon ve sınıflandırma algoritmaları eş zamanlı olaylara ve içeriklere uygun çıkarımları koymaya ve ayırımını yapabilmeye izin verir. Bilgi tabanlı araç izleme ve sürücü bilgilendirme sistemi bir Apple iPhone uygulaması içinde geliştirilmiş ve gerçek zamanlı test sürüşleri ile değerlendirilmiştir (Ruta vd., 2012).

Menard ve Miller (2010), yapmış oldukları bir başka çalışmada, iPhoneTM 3G'nin uygun ve düzgün bir şekilde sonuç verip vermediğini GPS ile ortak çalışabilen araç propları ile değerlendirmiş ve sonuçları kontrol etmişlerdir. Çalışmada sürücüler için iPhoneTM 3G mobil telefon ve taşıt izleme cihaz donanımları yerleştirilmiştir. PhoneTM cihazının her saniye lokasyonu rapor etme yeteneğinin aksine, taşıt izleme cihazları hızı ve lokasyonu 10 sn'de bir raporlanmıştır. Taşıt izleme cihazının hata faktörü 4.43% olarak, iPhoneTM cihazının hata faktörü 4.18% olarak tespit edilmiştir. Tüm çalışmalar sonucunda iPhoneTM mobil telefonunun daha doğru sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Menard ve Miller, 2010).

Hilpert vd. (2011), yapmış oldukları çalışmalarında, ulaşım süreci içinde OBD-II ve akıllı telefonlar ile karbon salınım ürünü (PCF - Product Carbon Footprints) için gerçek zamanlı veri toplama uygulaması geliştirmişlerdir. Çevre yönetim bilişim sistemi (EMIS - Environmental Management Information Systems) ile karbon salınım üretiminin hesaplanması yapılmıştır. EMIS için doğru verilerin toplanması kritik olduğundan günümüzde ulaşım sürecinde emisyon verileri ortalamalara ve tahminlere göre değerlendirilmiştir. Gerçek emisyon verilerinin toplanması oldukça pahalıdır, bu amaçla ulaşım süreci içerisinde gerçek zamanlı karbon salınım ürünü verilerini toplamak için akıllı telefon ve araç on-board sistemine dayalı maliyet etkin bir sistem geliştirilmiştir. Çalışmalarında sistem mimarisini, uygulama mantığı taslağını ve çok kademeli genel bir ulaşım ağına dayanmasını sunmuşlar ve EMIS içerisine entegre edilebilir ve uygulanabilir bir sistem geliştirmişlerdir (Hilpert vd., 2011).

Campolo vd. (2012), yapmış oldukları çalışmalarında, SmartCar isim bir proje ile trafik yönetim sistemlerine entegre edilebilir akıllı telefon tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. Günümüzde gittikçe gelişmekte olan araçlar hava kirlilik, nem, sıcaklık gibi fiziksel parametreleri izleyen harici sensörler ile donatılmakta ve yol ulaşımının daha akıllı, daha güvenli ve daha çevreci olmasına katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda veri toplama ve yayma uygulamalarının önemi düşünülerek geliştirilen çalışmada, araç çevresi ve on-board sensörler ile etkileşimini sağlayan düşük maliyetli kısa mesafe donanım kullanan bir akıllı telefon platformu tasarlanmıştır. Alınan veriler sınıflandırılmış ve uzaktan kontrol ve izleme merkezine en uygun kablosuz arayüzü üzerinden iletilmiştir. Ayrıca sistemde tasarlanmış bir platformun teknolojik uygunluğunu değerlendirmek için bir prototip geliştirilmiştir (Campolo vd., 2012).

Chuang vd. (2013), geliştirmiş oldukları iTrafik isimli projelerinde, akıllı telefon tabanlı bilgi sistemini sunmuşlardır. iTrafik sistemi trafik akışı madenciliği için shockwave teknikleri ile akıllı telefonlardan gelen kalabalık kaynaklı verileri kullanmıştır. Shockwave farklı hızlar ile akan iki trafik arasında araçların birikmesi ya da tahliyesinin yayılma olgusudur. Bir kavşak önündeki hareketli

araç verileri shockwave tanımlaması için akıllı telefonlar aracılığı ile toplanmıştır. Bir istemci sunucu mimarisi üzerinde uygulanan bu sistem kapasitesini göstermek için küçük ölçekli test alanı deneyi gerçekleştirilmiştir. Sistemin sonucunda, kırmızı ve yeşil ışıkların geçiş bilgisini araç seyahat oranlarını içeren hesaplanabilir trafik bilgisi gözlenmiştir (Chuang vd., 2013).

Meseguer vd. (2013), yaptıkları çalışmalarında, DrivingStyles isimli sürücü davranışlarını değerlendirmek için akıllı bir telefon uygulaması gerçekleştirmişlerdir. SmartStyles mimarisi her bir yol boyunca sürücü davranışlarını analiz ederek sürüş stillerinin sınıflandırmasını oluşturmak için hem veri madenciliği hem de yapay sinir ağları tekniklerine entegre edilebilir niteliktedir. Ayrıca her bir sürücünün davranışlarının yanı sıra hareket eden aracın yol tipinin karakterize edilebilmesi için algoritma tabanlı bir yapay sinir ağı uygulaması ile hız, ivme, RPM (Revolution Per Minites) gibi araç parametreleri değerlendirilmiştir. Bu sistemin hedefi yakıt ekonomisini geliştirmek için yararlı ipuçları sunarken, kendi sürüş davranışları içinde görülen kötü alışkanlıkları düzeltmekte sürücülere yardımcı olmaktır. Bu sistemin avantajlarından biri; araç verilerine erişmek için standart bir arayüzün kullanılması ve mobil terminallerin gelişimi olmuştur. DrivingStyle platformu akıllı telefonlar ve araçlar arasında bir yaşam alanı oluşturmuştur. Yapay sinir ağları hem sürücü hem de yol stillerinin sınıflandırılmasında yüksek bir derecede kesin olarak başarmıştır. DrivingStyles uygulamalarını GooglePlay Store platformu üzerinden ücretsiz olarak erişime açmışlardır (Meseguer vd., 2013).

Briante vd. (2013), yapmış oldukları ItsPhone uygulamalarında, veri toplama ve dağılımının iyileştirilmesi amacı ile entegre edilebilir bir sistem olarak ITS sistemi gerçekleştirmişlerdir. Akıllı telefon tabanlı bu sistemde kullanıcı katılımını arttırarak toplanan verileri uzak noktaya iletmek için kablosuz bağlantıyı güçlendirmek ve on-board ve araç çevresindeki sensörler ile etkileşimini sağlayan ucuz özel bir donanım ortaya koyulmuştur (Briante vd., 2013).

Picone vd. (2012), çalışmalarında akıllı telefon tabanlı merkezi olmayan bir trafik bilgilendirme sistemi gerçekleştirmişlerdir. Konum tabanlı hizmetlerin trafik bilgilendirme sistemlerinde sık sık kullanılmasından yola çıkarak D4V isimli trafik bilgi sistemlerini destekleyici akıllı telefon tabanlı bir prototip sunmuşlardır. Bu sistemde, her bir katılımcıya araca seçilen herhangi bir coğrafi konum yakınında yer alan hizmetler ya da gerekli veri erişimleri için imkan sunulmuştur. D4V olası yol tehlikeleri hakkında uyarı mesajları yaymak için kullanılmasının yanı sıra deneysel değerlendirmesinde trafik sıkışıklığında yer alan sürücülerin sayısını azaltmak için de yolda kullanılabileceğini göstermiştir. Böylece sürücülere yol boyunca risk ve sıkıntıları azaltmak için hizmet sağlanmıştır (Picone vd., 2012).

Ruta vd. (2010), yaptıkları çalışmalarında OBD ile bağlantılı cep bilgi tabanlı bir sistem ile araç sürüş yardımı sağlamışlardır. Araç içi elektronik ekipmanlar önerilen doğru hareketi ve risk faktörlerini belirleyerek güvenliği arttırdıklarından araç verileri OBD-II protokolü ile PDA üzerinden sürücüye aktarılmıştır. Web üzerinden alınan bilgiler basit bir veri füzyon algoritması ile güvenlik ile ilgili olayların toplanmasını, anlamlandırılmasını ve açıklanmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Sonuç olarak mantık tabanlı eşleştirme doğru ve zamanında uyarıları vermek için sistem sağlayan potansiyel risk faktörlerin ortaya çıkmasına izin vermiştir. Hedeflenen yaklaşım gerçek dünya test sürüşlerini deneysel olarak değerlendirilmesini sağlamak için bir prototip olarak iPhone platform için uygulanmıştır (Ruta vd., 2010).

Work ve Bayen (2008), çalışmalarında GPS etkin mobil cihaz kullanarak bir toplu kalman filtreleme yaklaşımı ile karayolu trafik tahmini gerçekleştirmişlerdir. Hız için bir akış modeli veren yeni bir kısmi diferansiyel denklem tanıtmışlardır. Toplu kalman filtreleme tekniği GPS cihazından elde ettiği verileri kullanarak karayolunda hız alanını tahmin etmek için lineer olmayan hücresel hız iletim modeli (CTM - Velocity Cell Transmission Model) uygulanmıştır. Deneysel doğrulama, benzeri görülmemiş bu araştırma için özellikle GPS cep telefonu veri toplamak için gizliliği koruyan yeni bir trafik

izleme sistemi 100 araçlık mobil yüzyıl deneyi olarak yapılmıştır (Work vd., 2008).

Batistatos ve Athanasiadou (2012), çalışmalarında hareketli araç verileri için mobil teletıp iletişim konulu kablosuz teknoloji hakkında güçlükler üzerine geniş bir araştırma yapmışlardır. Son çalışmalarda bir sağlık acil durum sırasında hastanın hayatta kalmasını hastane öncesi sağlık hizmetinin etkin olmasına bağlı olduğu sonucuna değinilmiştir. Mobil teletıp bu problem ile başa çıkabilmek için farklı kablosuz haberleşme teknolojilerinden yararlanmıştır. Yapılan bu araştırma ile hareketli bir araç içinde teletıp hizmet sunumunun senaryo gereksinimleri ve özel karakteristikleri mevcut kablosuz iletişim sistemlerinin uygulamaları ile bağlantılı olarak fayda ve kısıtlamalar açısından ele alınmıştır. Ayrıca gelişmekte olan geniş bant iletişim sistemleri ve spektrum iletişim teknolojisi gelecekteki zorlukları aşmak ve hizmet sunumunu iyileştirme çabası içinde aynı bağlamda değerlendirilmiştir (Batistatos vd., 2012).

Nkenyereye ve Jang (2015), yapmış oldukları çalışmalarında, gerçek zamanlı sürücü bilgisini içeren yol kenarına yerleştirilmiş dedektörlerin kullanıldığı akıllı telefon tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. Araç içine adapte edilebilir harici uygulama ile bulut sistemi tabanlı sanal makine yaygın haberleşme gecikmelerinin cevap süreleri için kullanılmıştır. Sürücülerin araç akıllı telefon uygulaması kullanarak araç için internet sağlayıcı ve uzaktan gerçek zamanlı bilgilerin analiz edilmesini sağlayan bir bulut hesaplama platformu yapılmıştır (Nkenyereye ve Jang, 2015).

Alfarraj vd. (2015), yapmış oldukları çalışmalarında, akıllı telefon kullanarak kaza konumunun tespiti için bir akıllı algıla kiti tasarımı ve uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Bir araç kaza olayında Wi-Fi ve GPS sinyallerinin alınması ile oluşturulan bir algoritma sayesinde son kullanıcı konumu için izlenecek yol üretilmiştir. Testler bir hafta süresince sabah 7.00'den akşam 7.00'ye kadar denenmiştir. 15 saniye içerisinde belirlenen konum ile ilkyardım birimlerinin

haberleştigi gözlenmiştir. Bu çalışma ile ayrıca günün hangi saatinde ve kentin hangi bölgesinde kazaların daha çok ortaya çıktığı gözlenmiştir (Alfarraj vd., 2015).

Hu vd. (2015), yayınlamış oldukları makalelerinde, Sağlık Sürüşü (Health Drive) isimli bir uygulama ile güvenli bir sürüş sürdürebilmek için araç üzerinde mobil sağlık hizmeti geliştirmişlerdir. Çoklu sensörler ile entegrasyon sağlanmış ve çok katmanlı araç sosyal ağ yapısı altında 3 kategoride incelenmiştir. Ağ katmanı, mobil cihaz katmanı ve bulut katmanı oluşturulmuştur. Ağ katmanı haberleşme desteği sağlarken mobil cihaz katmanı verilerin alınıp dönüştürülmesi ve bulut sistemine entegrasyon sağlaması için geliştirilmiştir. Gerçek zamanlı güvenlik sağlanması için kurulan araçsal ağ içindeki veriler değerlendirilerek sağlık hizmeti birimlerine iletilmiştir (Hu vd., 2015).

Atzl vd. (2015), hazırlamış oldukları makalelerinde, Bet4EcoDrive isimli Android tabanlı bir uygulama ile OBD-II ile bluetooth üzerinden haberleşerek sabit bir RPM oranını sağlamaya çalışarak bir ekonomik sürüş stili kazanmaya çalışmışlardır (Atzl vd., 2015).

2.3. OBD-II ile Bağlantı Sağlayan Uygulamalar

Trafikte her sürücü için araç verilerinin takibi güvenlik açısından önemlidir. Seyahat anında ECU'dan verilerin izlenmesini sağlayan üretimler gerçekleştirilmektedir. Otomotiv teknolojisindeki ilerlemeler ile son yıllarda üretilen pek çok araçta elektronik sistemin izlenmesi sağlayan çalışmalar yapılmıştır. Hız sabitleyiciler, airbag uyarı lambaları, el freni uyarı lambaları, kapı kilit uyarı lambaları gibi daha pek çok veri alınmaktadır. Ayrıca OBD-II ile ECU'ya erişim sağlanması araştırma çalışmalarının önünü açmıştır. Konu ile yapılan literatür incelemesi aşağıda verilmiştir.

Lee vd. (2011), yapmış oldukları çalışmada, ECU üzerinden OBD-II yoluyla araç içi parametreleri kullanarak yakıt tüketim tahminini gerçekleştirilmişlerdir.

Hava kirliliği oluşturan kirleticiler olarak bilinen egzoz gazları havanın doğal yapısındaki bileşimi değiştiren ve katı, sıvı ve gaz formlarda bulunabilen kimyasal maddeler içinde yer almaktadır. Taşımacılık sektöründe araç yakıt tüketimi ve emisyonları kritik önem taşımaktadır ve düşük karbon yakıtları ve sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla sürdürülebilir toplum stratejilerinin benimsenmesi tarafından da destek görmektedir. Çalışmada, yakıt tüketimin matematiksel modelinin çıkarılması, yakıt tüketimi ile yakından bağlantısı olan RPM ve TPS (Throttle Position Sensor) ölçümü OBD-II aracılığı ile aracın KAA veri yoluna bağlantı sağlanarak yapılmıştır (Lee vd., 2011).

Yang vd. (2013), çalışmalarında, Android tabanlı akıllı telefonlar ve OBD-II yoluyla Hibrit elektrikli araçların (Hybrid Electric Vehicle-HEV) KAA veri yolu bilgilerini alan diagnostik ve izleme sistemi geliştirmişlerdir. Gelecekte üretilecek araçların akıllı hücresel telefonlar ve internet ile donatılması ile geniş bir haberleşme ağı oluşturulacağı öngörülmüştür. Kablosuz olarak uzaktan izleme merkezi ve ELM327 ile iletişim sağlayan sistem içinde düşük maliyetli, uygun ve genişletilebilir bir akıllı telefon kullanılmıştır. HEV için geliştirilen uzaktan izleme sisteminde, java dilinde bir istemci sunucu prototipi geliştirilmiş ve uygulama değerlerine sahip olan veriler ile sistemin stabil çalıştığı testler ile kanıtlanmıştır (Yang vd., 2013).

Al-tae vd. (2007), çalışmalarında, GPRS, GPS ile akıllı yer belirleme ve uzaktan araç tanı teşhis verilerini izleme sistemi gerçekleştirmişlerdir. On-Board Smart Box (OBSD) isimli on-board küçük bir bilgisayar sistemi, genel paket radyo servisi ve bir uzak sunucu kullanmışlardır. OBSD üzerinde GPS alıcı yerleştirilerek yerel veri toplama süreçlerini yöneten ve GPRS üzerinden uzak sunucuya elde edilen verilerin iletimini sağlayan bir yazılım uygulaması yapılmıştır. Belirli bir bölgede hız limitleri ile programlandığında belirlenen kontrol noktalarının dış denetiminden ziyade araç içinden OBD-II hız limitleri ihlallerini denetlemek için trafik kontrol yetkisi vermiştir. Bir araç belli bir yerde izin verilen hız sınırını aştığında uygun sesli ve yazılı uyarı mesajları iletilmiştir. Bir kaç küçük sensör ile bir prototip sistem geliştirilmiştir. Yapılan

yol deneyleri ile sistemin sağlamlığı, verimliliği ve uygulanabilirliği gösterilmiştir (Al-Tae vd., 2007).

Jie vd. (2010), çalışmalarında, OBD-II sistemine dayanan otomobil tanı-teşhis sistemi olarak PC tabanlı bir uygulama geliştirmişlerdir. OBD-II sistemi içinde yaygın olarak kullanılan diagnostik protokollerinin birkaç çeşidinin karşılaştırılması ve analizini yaparak otomobil tanı-teşhis tekniklerini ve OBD-II sistemi tanıtmışlardır. Uygulamalarında OBD-II diagnostik sistemi fiziksel, veri bağlantı ve uygulama katmanı olarak 3'e bölünmüştür. Uygulama katmanını oluşturan PC tabanlı diagnostik yazılımı insan bilgisayar etkileşimi arayüzü ile bir diagnostik izleme merkezi olarak internet aracılığı ile araç üreticilerine uzaktan bağlantı imkanı sağlamıştır. Araç haberleşme arayüzü sisteminde bir genel protokol ile desteklenen elektrik seviyesi transferi devresi merkez bilgisayar ile ECU arasında farklı iletişim protokollerini dönüştürülmesini sağlayan köprü görevini üstlenmiştir. Her bir modül araç üzerinde test edilerek güvenilir olduğu ve diagnostik sonuçlarının doğruluğu kanıtlanmıştır (Jie vd. 2010).

Rahmani vd. (2010), yapmış oldukları çalışmalarında, trafik yönetimi için hareketli araç verilerinin GPS tabanlı gereksinimlerini ortaya koymuşlardır. Trafik izleme ve kontrolü için GPS ve diğer trafikle ilgili verileri alan tasarlanmış bir laboratuvar gelişimini sunmuşlardır. Ayrıca sonuçlar bir durum çalışması olarak Stockholm kenti seçilerek, GPS tabanlı veri ile sağlanabilir trafik bilgileri kapsamını göstermek için kullanılmıştır. Analizler özellikle hafta içi trafiğin en üst seviyede olduğu saatlerde kapsama alanının yeterli olduğunu göstermiştir (Rahmani vd., 2010).

Chen vd. (2011), yapmış oldukları çalışmalarında, anlık olarak araç tanı teşhis ve erken arıza tahmini sisteminin gerçek zamanlı akıllı bir teknoloji gerçekleştirmişlerdir. Sistem araç on-board birimi (OBU - Vehicle onboard Unit) ve araç diagnostik sunucusundan (VDS - Vehicle Diagnostic Server) oluşmuştur. Araç OBU ve VDS araç kablosuz ağ, GPS, OBD-II ve anlık uzman sistem dahil

olmak üzere çeşitli alt sistemler ile entegre edilebilir olduğu belirtilmiştir. Araç OBU ile KAA veri hattı ve OBD-II'den hız, motor devri, motor sıcaklığı, O2 sensörü, yakıt durumu gibi gerçek zamanlı araç işlem verileri elde edilmiştir. Bu araç işlem verileri WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) ya da 3.5G yoluyla VDS'ye yüklenmiştir. Böylece, VDS üzerinde geliştirilen bir uzman sistem ile gerçek zamanlı erken hata uyarı ya da araç tanı teşhisi yapan analizler gerçekleştirilmiştir. Normal olmayan bir durum tespitinde VDS sürücüyü ya da araç bakım onarımını gerektiren merkezleri bilgilendirmiştir. Sistemin kullanımı ile araç hatalarından kaynaklanan gereksiz yakıt tüketimi ve hava kirliliği azaltılacağı gibi sürücü güvenliği de sağlanmış olacağı ortaya koyulmuştur (Chen vd., 2011).

Sourav vd. (2013) çalışmalarında, OBD-II teşhisi için gömülü otomotiv elektronik arabirim geliştirmişlerdir. Bu sistemde, dış dünya ile bağlantı sağlayan ethernet ve ECU ile kullanılan seri arabirim arasında bağlantı kurabilmek için aracı olarak bir mikrodenetleyici kullanmışlardır. Arabirim olarak Linux tabanlı Raspberry Pi_ARM11 kullanılmış ve python ile programlaması yapılmıştır. Her zaman araca gitme ihtiyacı duymaksızın test teşhis programı yolu ile hızlı bir sistem uygulanmıştır. Yüksek veri hızı yazılım güncellemesi için PC ile kolay iletişim sağlayan bir ethernet tarafından sunulan tüm avantajları kullanmaktadır. Ethernet arabirim otomobilin world wide web bağlantısını sağlayarak uzaktan teşhis ve yazılım güncellemelerini araç servis hizmetine ihtiyaç duymadan gerçekleştirmiştir (Sourav vd., 2013).

Mitroi ve Arama (2014), çalışmalarında askeri müdahale araçlarının takibi üzerine on-board diagnostik kullanımı incelenmiştir. Donanım ve yazılım olarak otomotivde elektroniğin artış eğilimini, bilişim kadar sabit kullanım sensörleri, yüksek performanslı aktüatörler sürdürmektedir. Askeri müdahale araçları birçok elektronik ekipman ile donatılmıştır. Askeri bir alanda oldukça önemli olan araçların kontrol ve yönetim durumları için on-board bilgisayar kullanılmıştır. Savaş görevlerinde başarılı olmak için araç işlevinin mümkün olduğu kadar kontrollü olması için ELM327 bluetooth diagnostik cihazı ile

Torque programını kullanarak çalışma parametrelerinin on-board görüntülenmesini sağlamışlardır (Mitroi ve Arama, 2014).

Baek ve Jang (2015), yayınlamış oldukları makalede, harici bir network ile entegre edilebilir OBD-II bağlantısını sağlayan bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Gerçek zamanlı araç kontrol ve sürücü bilgilendirme ile ilgili uygun veriler ECU üzerinden OBD-II ile alınmıştır. Ancak OBD-II kullanımı için OBD-II konnektörlerinin farklılığı yani her bir cihazın ayrı ayrı kendi araç ağını kullanarak bilgi alması problem oluşturmuştur. Bu nedenle dezavantajları aşmak için bluetooth, Wi-Fi ve WCDMA modülleri kullanan OBD-II konnektör entegrasyonu kullanılmıştır (Baek ve Jang, 2015).

Jhou ve Chen (2014), hazırlamış oldukları makalelerinde, bulut bilişim yöntemi ile araç diagnostik sistemine entegre edilebilir bir OBD-II uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Gerçek araç verilerini izleyen bu sistem ile motor devri, araç hızı, motor sıcaklığı, arıza kodları ve diğer araç dinamik bilgileri hata analizi için 3.5G ile bulut bilişim sunucusuna iletilmiştir. Bulut bilişim sunucusu aracın model yıl ve tipine bağlı olan hata durumlarını sınıflandırmıştır. Sonuçlar kullanıcıya hata durumları ve onarım prosedürünün açıklamaları olarak iletilmiştir. Filo yönetimi ve araç bakım, onarım, takip durumlarında yüksek bir dereceye sahip bir uygulama olduğu belirtilmiştir (Jhou vd., 2013).

Kim vd. (2015), yapmış oldukları çalışmalarında, ECU üzerinden haberleşme sağlayarak motor arızalarını tespit eden bir mobil diagnostik sistemi geliştirmişlerdir. ECU üzerinden motor veri değerlerini alan yeni bir protokol tasarım ve uygulaması yapılmıştır. Tasarlanan protokol akıllı telefonda ECU'ya iletilen istek verileri için mesaj yapısını ve ECU'dan akıllı telefona gönderilen verilerin mesaj yapısını içermiştir. Sistem sürekli olarak 31 parçalık motor durum bilgisini iletmiş ve almıştır. Diagnostik sistem herhangi bir zamanda motor bilgisi gerçek zamanlı erişimine imkan sağlamaktadır. Böylece sürücünün motor durumunu sürekli olarak takip ederek hızlı cevap ve çözümler üretmesine katkı sağlamışlardır (Kim vd., 2015).

Dehzangi ve Williams (2015), çalışmalarında sürücünün biyolojik olarak davranışlarını, tepkilerini izlemek için giyilebilir vücut algılayıcı ağlar ile çoklu bir model geliştirmişlerdir. Otomotiv sensörlerinden oluşan sağlam bir sürücü izleme platform için EKG (Elektrokardiyogram), EEG (Elektromiyogram) gibi sürücü biyometrik değerleri toplanarak giyilebilir vücut algılayıcı ağı üzerinden alınan veriler ile aracın gerçek zamanlı bilgisi değerlendirilmiştir. Farklı yol şartlarında uygulama yapılarak çoklu kaynaktan gelen verilerin senkronizasyonu ve depolanması sağlanmıştır (Dehzangi ve Williams, 2015).

2.4. VANET Haberleşme Teknolojisi

Son zamanlarda yazılım, donanım ve haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler çeşitli ortamlarda konumlandırılmış olan farklı tipteki tüm ağların tasarım ve uygulamalarına imkan sağlamaktadır. VANET araçlar için geliştirilmiş kablo altyapısı olmadan cihazların minimum konfigürasyon ile kısa bir süre içinde haberleşme ağı oluşturan ağlardır. Mobil Ad-Hoc Ağlar altında yer almakta olan VANET hareket halindeki araçlardan oluşur. VANET araştırma alanları içerisinde standardizasyon ve gelişme açısından gittikçe aktif hale gelmiştir. Çünkü yol güvenliğini, trafik verimliliğini ve hem sürücü hem de yolcular açısından konforu arttırmak için muazzam bir potansiyele sahiptir. Son araştırma çabalarında yeni VANET tasarım mimarileri ve uygulamaları konusunda güçlü bir vurgu yer almıştır. Yapılan bir literatür incelemesinde, VANET araştırma çalışmalarının birçoğunun yönlendirme, yayın, hizmet kalitesi (QoS) ve güvenlik gibi belirli alanlarda yoğunlaştığı görülmüştür.

Zeadally vd. (2012), yapmış oldukları araştırmalarında VANET kablosuz erişimi ile araç içinde PDA kişisel bilgisayar, laptoplar ve mobil telefonlar ile uzaktan bağlantı sağlanabildiğini gözlemlemişlerdir. Bu doğrultuda VANET araç güvenliğinde, trafik yönetiminde, en yakın benzin istasyonlarının, dinleme tesislerinin, restoranları gösteren konum bulma hizmetlerinde, gelişmiş navigasyon hizmetlerinde, internet erişimi ile sağlanan eğlence uygulamaları

gibi güvenli ve güvenli olmayan birçok uygulamanın yayında kullanılabildiği çalışmaları değerlendirmişlerdir (Zeadally vd., 2012).

Leiner vd. (2011), yapmış olduğu çalışmalarında, insanların çoğunun trafik kazalarında ölmesi durumunun nedenlerini araştırmışlar ve kazaları azaltmak için kaza önleyici teknolojik bir yaklaşım olarak Road Side Equipment isimli cihaz ile trafik ışık bilgisini, koordinat bilgisini ve geçici bazı bilgileri her bir araçta yer alan aynı frekansta çalışan özel işlemcili On-board Equipment (OBE) karta iletmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucu olarak, araçlar arası ve araç ile yol arası haberleşme tehlikeli kavşak durumlarında sürücülere önemli ölçüde yardımcı olacağını ortaya koymuşlardır (Leiner vd., 2011).

2.5. FCD (Floating Car Data) Hareketli Araç Verileri

Yol ağı üzerinde hareket eden araçlar tarafından toplanan verilerin detaylandırılması navigasyon hizmetleri ile trafik bilgisi güncelleyebilen özel servis sağlayıcıları ve trafik yönetim sistemleri için oldukça önemlidir. Hareketli araç verileri (FCD) bir konumlandırma sistemi tarafından sağlanan yer ve zaman bilgisinin yanı sıra çeşitli araç sensörlerinden gelen bilgileri de içerir. FCD uygulamaları için yapılan literatür incelemesi aşağıda verilmiştir.

Messelodi vd. (2009), yapmış oldukları makalede, araçların on-board Elektronik Kontrol Birimi ve yol kameraları üzerinden bilgi almış ve elde edilen görsel veriler analiz edilerek trafik azalması, yol çalışmalarının olması gibi çevre durumları hakkında oldukça geniş kapsamlı veri toplama sistemi gerçekleştirmişlerdir. Bu tür olayların tespiti üzerine sürdürülen çalışmada, bir veri paketi zaman, konum, araç KAA verisi, on-board ayrıntı sonuçları, bir veya birden fazla hedef yolun görüntüleri ve yerel trafik seviyesinin tahmini bilgilerini içeren bir sistem geliştirmişlerdir (Messelodi vd., 2009).

Simroth ve Zahle (2011), yaptıkları çalışmada, FCD yöntemi ile lojistik planlamalarda seyahat süresi tahmini uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu alanda

yer alan çalışmaların çoğu yerel alanlarda bilinen yolun eski verilerden yararlanılarak ortalama tahmini yapılmıştır, ancak bu çalışma ile uzun süreli seyahat güzergahının kalan seyahat süresini tahmini için yeni bir algoritma geliştirilmiştir. Araç filosunun yönetiminde lojistik şirketleri için geniş bir veritabanı ile hizmet verebilen sistem kurulmuştur (Simroth ve Zahle, 2011).

De Fabritiis vd. (2008) hazırlamış oldukları bildirilerinde, gerçek zamanlı hareketli araç verilerinin izlenmesinde GPS konum verileri kullanılarak trafik tahmini ile bir yol ağının seyahat zamanı, hızı bilgisinin toplanması güvenilir ve maliyeti etkin bir şekilde gerçekleştirilmiştir. FCD sistemi ile geniş ölçekli olarak geliştirilen bu çalışmada İtalyan otoyol ağı boyunca gerçek zamanlı trafik hız bilgileri OCTOT telematik'leri tarafından işlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, FCD sistemde mevcut ve yakın geçmişteki hız ortalamalarını kullanarak gerçekleştirilecek tahminlerde yapay sinir ağları ve resim eşleştirmeye dayalı olan iki algoritmayı önermişlerdir (De Fabritiis vd., 2008).

Ayala vd. (2010), yapmış oldukları bildirilerinde, FCD temelli bir trafik bilgi paylaşım sisteminde, sunucuya iletilen araç hız bilgileri broadcast olarak yol üzerindeki tüm araçlar için güncellenmiş, böylece araçlar mevcut olan trafik verilerine dayanarak o anki optimal seyahat rotalarını hesaplayabilmişlerdir. İletişim maliyeti ve sunucuya iletilmesi bu sistemin önemli konularındandır, çünkü yol üzerinde araçların çoğu araç sunucu arası haberleşmenin önemli bir miktarını oluşturmuştur. Bir sunucu güncelleme politikası sunucunun haberleşme yükünün düşmesini gerektirir ve bu çalışma ile aynı zamanda istemci sunucu mimarisinin verimliliği ve güncelleme politikası önerilmiştir. Chicago otoyolunda gerçek trafik verileri kullanılarak bir simülasyon gerçekleştirilmiştir (Ayala vd., 2010).

2.6. Trafik Sıkışıklık Tahmini

Li vd. (2011), hareketli araç verilerini (FCD) kullanan erişilebilir bir dinamik harita geliştirmişlerdir. Harita ile bir ağ üzerinden yoğunluk tahmini

sağlamışlardır. Coğrafi bilgi sistemi (GIS) son on yılda hızla geliştirilmiş ve erişilebilir haritalar trafikte büyük önem kazanmıştır. Ancak en büyük eksiklik olarak trafik durumunun sürekli değişimi seyahat sürelerinin tahminini zorlaştırdığından dinamik ölçümlere ihtiyaç duyulmuştur. Buna çözüm olarak geliştirilen çalışmada, hareketli araç verilerinden türetilen, gerçek zamanlı seyahat hızlarına dayanan dinamik bir erişilebilirlik ölçümü yapılmıştır. Yol ağları tarafından kısıtlanmış durumlarda ilgi çekici nokta olarak tanımlanan POIs (Points of Interest) erişimi hesaplanmıştır. Bu yöntemin erişilebilirlik ölçümlerinde çekirdek ağ yoğunluğu (NKDE) ve lineer ağ yoğunluk tahmini (NLDE) elde edilmiştir. Hafta sonları ve hafta içlerinde akan trafiğin en yoğun ve en az olduğu durumlarda hız değişikliğini hesaplayarak zamansal dinamikleri yakalamak mümkün olmuştur (Li vd., 2011).

Yang (2013), yapmış olduğu makalede, trafik sıkışıklığı problemine karşı bir tahmin yöntemi geliştirmiştir. Bu sorunu bir binary sınıflandırma problemi olarak formüle etmişlerdir. Trafik sıkışıklığı için özellik seçimi problemi araştırılmış ve veri seçim uygulaması performans aynı kalırken veri boyutunun oldukça azaltılabileceği gözlenmiştir. Yeni bir trafik sıkışıklığı skorlama yöntemi birçok tek boyutlu olasılıkların içinde yüksek boyutlu hesaplama çözümü önerilmiştir (Yang, 2013).

Yong-chuan vd. (2011), yapmış oldukları makalede, GPS tabanlı hareketli araç verileri ile trafik tıkanıklığı tespiti gerçekleştirmişlerdir. Büyük bir zorluk olan trafik problem çözümü için deney verisi olarak bir gün içinde 500 araçtan oluşturulan verilerin yaklaşık 6.000.000 adet kullanılarak GPS veri işleme, harita eşleştirme, seyahat hız tahmini ve çeşitli diğer anahtar adımlar ve son olarak uygulama kenti olan Çin'in trafik sıkışıklık dağılımını gösteren bir harita yoluyla trafik tıkanıklık bilgileri belirlenmiştir (Yong-chuan vd., 2011).

Andreas vd. (2009), yapmış oldukları çalışmalarında, GSM şebekelerinde mobil destekli konumlandırma şemalarından yararlanılarak trafik sıkışıklığı tahmini servisi geliştirmişlerdir. Trafik bilgisi için doğru ve güvenilir verilerin alınması,

düşük maliyetli çözümler için mobil abonelerden toplanan hareketli hücresel veriler kullanılmıştır. Bu bilgiler konum ve hız tahminleri için kullanılır. Bilinen hücresel konumlandırma tekniklerinin doğruluğunu arttırma yolunu ve artan konumlandırma doğruluğundan yararlanarak trafik sıkışıklığı tahmini servis uygulamasını sunmuşlardır (Andreas vd., 2009).

Bauza ve Gozalvez (2012), yapmış oldukları makalede, araçlar arası haberleşme sağlayarak büyük ölçekli senaryolarda trafik sıkışıklığı algılama sistemi geliştirmişlerdir. Trafik sıkışıklığını tespit etmek için tasarlanmış V2V haberleşmeye dayanan yeni bir işbirlikçi teknik olarak CoTEC (COperative Traffic Congestion DetECTION) isimli sistem değerlendirmesi yapılmıştır. CoTEC sistem işbirlikçi araç sistemlerinin etkilerini araştırmak için oluşturulan benzersiz bir açık kaynak simülasyonu olan iTETRIS kullanılarak büyük ölçekli karayolu senaryoları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar CoTEC'in doğru algılama kapasitesini ve V2V nüfuz oranları ve farklı trafik senaryoları altında yol trafik sıkışıklık durumlarının karakteristiğini göstermiştir. İşbirlikçi iletişim kanalı aşırı bir yükleme olmadan sonuçların % 90'dan daha yüksek bir olasılık ile trafik aldığı gözlenmiştir (Bauza ve Gozalves, 2013).

Kamga vd. (2011), yapmış oldukları makalede, dinamik trafik ataması (DTA - Dynamic Traffic Assignment) kullanarak seyahat süresini tahmin eden bir metodoloji gerçekleştirmişlerdir. Güzergah üzerinde ulaşım anında hedef noktanın seyahat süresinin dağılımı inceleyen bir çalışmanın araştırma sonuçlarını sunmuşlardır. DTA ulaşım simülasyonu kullanarak ulaşım ağı normal şartlar altında yürütülmüş, gezgin bilgisi kullanılmaksızın olay koşulları değerlendirilmiş ve olay koşulları hakkında kullanıcıların mükemmel bilgiye sahip oldukları ve konum ile rotayı seçebileceklerin varsayılmıştır. Sonuç olarak farklı hedef noktaların etkileri farklı durumlar ortaya çıkarmış olduğundan en efektif seyahat bilgi sistemi ile geniş ağ şartlarını iyileştirmek mümkün olmuştur (Kamga vd., 2011).

Jenelius ve Koutsopoulos (2013), yapmış oldukları makalede, araç verilerinin düşük frekans probunu kullanarak kentsel yol ağları için seyahat süresi tahmini sağlayan bir sistemi önermişlerdir. Bu sistemde, mekansal hareket ortalama (SMA - Spatial Moving Average) yapısına göre farklı ağ bağlantılarında seyahat süreleri arasındaki ilişkiyi ve kesişim gecikmelerini ve ağ bağlantı süreleri içindeki yolculuk seyahat sürelerini ayıran bir ağ modeli oluşturulmuştur. Seyahat durumlarını haftanın günleri, sezonluk ve hava şartları gibi durumlar ve hız limitleri değerlendirilmiştir. Trafik yönetimi, planlaması ve tahmini için faydalı olan mekansal ve zamansal değişimlerin arkasında yatan faktörleri değerlendiren bir sistemdir. Stockholm kentinde test model ağı kurularak kent ulaşım sisteminin performansını izlenmiştir (Jenelius ve Koutsopoulos, 2013).

Zhang ve Ge (2013), yapmış oldukları çalışmalarında, Takagi – Sugeno - Kang Yapay Sinir Ağı kullanarak otoban seyahat süresi tahmini gerçekleştirmişlerdir. Online hesaplama algoritmaları ile yüksek doğruluk ve hızlı yakınsama elde etmek için yapay sinir ağları ve bulanık mantık sisteminin birleştirilmesi olarak Takagi–Sugeno–Kang Fuzzy Neural Network (TSKFNN) kullanılmıştır. Ağı doğrulamak ve onaylamak için Texas'ın US-290 Houston'dan gerçek veriler toplanmıştır. TSKFNN'nin performans tahmini için giriş seçenekleri olarak hız ve trafiğin sayı ve doluluğunun farklı kombinasyonları incelenmiştir. Kullanılan hız, sayı ve işgal etme durumu en iyi TSKFNN tahminlerinin üretilmesini sağlamıştır. Online TSKFNN çıkış performansı diğer yaygın olarak kullanılan modellere göre otoyollarda güvenilir seyahat süresi tahmini için daha iyi olduğu ortaya konulmuştur (Zhang ve Ge, 2013) .

2.7. Sürücü Bilgilendirme Sistemi

Nair vd. (2013), yapmış oldukları çalışmalarında, SMART isimli bir uygulama ile trafik bilgi sistemi içinde yapı içermeyen mesaj toplama ve yönlendirme işlemini gerçekleştirmişlerdir. VANET ortamında olayları algılayan ve rapor eden çoklu haberleşme düğümleri ile etkili bant genişliği kullanımına yardımcı olacak gereksiz mesajların ortadan kaldırılması için toplama ve ağ filtreleme

programları kullanılmıştır. SMART protokol ile araçsal ağlardaki bant genişliği kullanımının yaygın güçlüğünü gidermek için mesaj parçalama ile birlikte veri toplama aracı kullanılmıştır. Veri parçalara bölünür ve daha sonra analiz edilir ve böylece sadece yenilenen veri iletimini bastırarak gereksiz verilerin ortadan kaldırılmasını sağlamıştır. Her bir düğümden gelen veriler karşılaştırılmış, analiz edilmiş ve daha hızlı ve daha verimli bir arama için iyi organize edilmiş bir veri yapısı içine saklanmış, böylece kullanılan ağ çok seviyeli bir filtreleme sistemine dönüştürülmüştür. SMART Protokolü oluşturulmuş bir yapının herhangi bir yükünü almaksızın geliştirilmiş verimli ve ölçeklenebilir veri toplama ve bilgi yaymayı sağlayan bir şemadır. SMART protokolü ile VANET ortamında tekrarlanan verilerin iletimi % 75-80 kısıtlanarak verimlilik arttırılmıştır (Nair vd., 2013).

Geisler vd. (2012), yapmış oldukları makalede, veri akışına dayalı trafik bilgilendirme sistemi için bir framework gerçekleştirilmiştir. Trafik bilgi sistemleri yol kullanıcılarına gerçek zamanlı trafik bilgisi sağlayan çok büyük verilerin analiz ve işlemlerini gerçekleştiren sistemlerdir. Mobil iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ile araç sensörlerinden alınan verilerin iletiminde yüksek bant genişliği ve düşük gecikme sağlanmıştır. Veri akış yönetim sistemleri gerçek zamanlı çeşitli veri kaynaklarından sürekli akan verilerin işlenmesi uygulamalarının zorluklarını ele alır. Veri akışına adapte edilebilir veri madenciliği yöntemleri tıkanıklık ve yol tehlikeleri gibi farklı durumları analiz edebilir. Bu doğrultuda sunulan çalışmada, trafik bilgi sistemi için geliştirilen framework; mobil girişler ile trafik verilerinin taklit edilerek üretildiği bir trafik simülasyon yazılımı uygulaması olarak geliştirilmiştir. Framework kuyruk sonu algılama ve trafik durum tahmini olarak iki yönlü çalıştırılmıştır. Bu sistem mobil cihazlardan alınan verilerin trafik bilgi sisteminin uygulaması ve tasarımı için önemli bulgular sağlamıştır (Geisler vd., 2012).

Roberts vd. (2012), yapmış oldukları makalede, kaza durumlarında sürücüyü destekleyen hata etkisi azaltma sistemi geliştirmişlerdir. Trafikte sürücülerin

dikkatsizlik davranışlarını azaltmak için tasarlanan gerçek zamanlı sürüş etkisi hafifleten bu sistem ile sürücüler sesli ve görsel olarak uyarılmışlardır. 25 ve 50 yaşlarındaki 36 katılımcı ile gerçekleştirilen sürüş testlerinde yüksek kalitede sürüş simülatörü kullanılmıştır. Sürücülerin bu sistemi verimli kullanabilmesi için algılanan kullanım kolaylığı, algılanan fayda ve davranışsal kullanım niyetinin olması gerektiği vurgulanmıştır. Sürüş sonrasında sürücüler sürüş performansları hakkında detaylı olarak bilgilendirilmesi sürüş esnasında görsel ve sesli uyarılar ile uyarılması işlemlerinden daha çok kabul edilebilir bir yöntem olduğu gözlenmiştir (Roberts vd., 2012).

Chien vd. (2013), yapmış oldukları çalışmalarında, sürücü ve yaya güvenliği için entegre edilebilir bir sistem olan sürücü uyarı sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem görsel ipuçları toplamak için sürücüye odaklanan ve yoldaki engellerin ve yayaların tespiti için bir stereo donanımı ile yola odaklanan tek bir kameradan oluşmuştur. Araç hareket halindeyken sürücünün görüş yönü yol durum bilgisi ve sürüş durumunun güvenli olup olmadığı belirlemek için herhangi aracın hareketi ile analiz edilmiştir. Aracın önünde hareket eden bir yayanın varlığını belirlediğinde zaman araç yavaşlayarak sürücüyü uyarmıştır. Değişkenlerin etkileşimi için kural tabanlı bulanık analiz kadar algoritma tabanlı güvenlik analizini de içermiştir. Test edilen güvenlik sürüş durumlarının % 94.5 doğru olarak sınıflandırıldığı ve yayaların % 93.18 oranında belirlenmiş olduğu gözlenmiştir (Chien vd., 2013).

Nygard (1995), yapmış oldukları çalışmalarında, analiz, simülasyon ve modelleme ile geniş bir alanda gelişmiş gezgin bilgilendirme sistemi (ATIS - Advanced Traveler Information System) gerçekleştirmişlerdir. ATIS otomobil ve kamyon seyahat güvenliğini ve verimliliğini arttırmak için akıllı araç otoyol sistemleri'nin (IVHS - Intelligent Vehicle Highway Systems) en önemli bileşenidir. ATIS esas olarak çok sayıda dağınık seyahat içeren bir geniş alan mobil bilgisayar ortamını ele alır. Bunların birçoğu taşınabilir bilgisayar özelliklerine ve uzak sunucu veri tabanı ile kablosuz kanal haberleşme kullanım özelliklerine sahiptir. Böyle sistemlerin başarılı bir şekilde uygulanması için

dağıtık veritabanı yönetimi, telekomünikasyon, algoritmalar ve görselleştirme gibi bazı sorunların çözümü gerekir. Gerçek zamanlı performans elde edilebilmesi, geniş ölçekli ve noktadan noktaya çözüm sağlayan bu teknolojilerin entegre edilebilmesi ile sağlanacaktır. Bu problemlerden yola çıkarak analiz, simülasyon ve modelleme için ilgili ihtiyaçlar açıklanmıştır. Bu problemler şunları içermiştir. Sabit sunucular ve mobil bilgisayarlar arasında verinin dağılımı, yüksek talep ve sınırlı bant genişliği koşullarında dağıtılan kuyruk stratejileri, kısıtlamalar altında yönlendirme ve hedefe gidiş algoritmaları, çok katmanlı grafik görüntülerini güncelleştirmek için gerçek zamanlı grid'leme yöntemleridir (Nygard, 1995).

Bottero vd. (2013), yapmış oldukları makalede, bir lojistik merkezinde kablosuz algılayıcı ağlar (WSN) trafik izleme uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Veri toplamak için kablosuz teknoloji kullanarak iletişim sağlayan sensör düğümler ile tasarlanan ağ düzeni bölgeye giren ve terk eden tüm araçları algılamıştır. Lojistik merkezinin kurulumunun bir tuhaflığı karayolunda sensörlerin konumları ile ilgilidir; en uygun konumlarda sensörleri yüklemek kolay değildir, neredeyse sabit araç hızı ile karakterize edilmiştir, kıt bir şerit değiştirme ve sabit araç deseni algılarlar, algılama sistemi doğruluğu araç sayısı ve sınıflaması kullanarak değerlendirme gerektirmiştir. Farklı trafik koşullarında sistemin performansının istatistiksel bir analizi sonrası, analiz etmek ve doğru veri algılamak için bir yöntem önerilmiştir (Bottero vd., 2013).

Jie vd. (2011), yapmış oldukları çalışmalarında, bir kent ağı içerisinde video, GPS ve bluetooth kullanarak seyahat sürelerinin izlenmesini sağlamışlardır. Seyahat sürelerinin tahmini ya da ölçümü için ortalama tek bir seyahat süresi değeri yerine her bir araç üzerinden GPS modülü ile verilerin alınması sağlanmış ve seyahat sürelerinin dağıtımını bir araç içinde tanımlanan bluetooth tarayıcı tarafından sağlanmıştır. Seyahat süresi başlangıç ve bitişindeki geçiş süreleri ile tahmin edilmiştir. Otomatik sayma ve tanımlama kameraları benzer bir mantık ile noktada noktaya araçları takip edebilmiştir. Bluetooth ile seyahat süresi tahmininde karşılaşılan zorluklardan birisi aracın bisiklet ya da yayalardan

birinde var olan bluetooth tarayıcısı ile karıştırılabilir olmasıdır. Bu nedenle GPS yer alan araçların seyahat sürelerinin ölçümünde uygun çok uygun olduğu gözlenmiştir (Jie vd., 2011).

Kaviya vd. (2011), yapmış oldukları makalede, yol kazalarını izlemek için güvenlik kameralı bir akıllı araç uygulaması gerçekleştirmişlerdir. 3G veya 4G hücreli kablosuz ağlar ile entegre edilmiş VANET ile bağlantı sağlayan kapalı devre izleme sistemi (CCTV - Close Circuit Television) kullanarak trafik kazalarını engellemek ve yol güvenliği sağlamayı amaçlamışlardır. Taksilere yüklenen CCTV kameraları kullanarak, görüntüler kablosuz sinyallere dönüştürülmüş ve radyo sistem aracılığı ile araçlar ve taksi çağrı merkezine iletilmiştir. Sinyal kriptolama tekniği kullanılarak görüntü güvenliği sağlanmıştır (Sirichai vd., 2011).

2.8. Patent Çalışmaları

Akıllı Ulaşım Sistemleri ile gerçekleştirilen, patentleri alınmış çalışmalar kısaca aşağıda verilmiştir.

- 1 Araç Sistem Yönetimi, Luskin vd. Patent No: US 7,317,974 B2 (2008), (Luskin vd., 2008).
- 2 OBD II Arabirimi Üzerinde Programlanabilir Fonksiyon Tuşu, Sampson vd. Patent No: US 0228344 A1 (2008), (Sampson vd., 2012).
- 3 OBD Kontrol Yolu ile Bir Kioks Cihazında Araç Emisyon Testi için Yöntem ve Sistem Geliştirilmesi, Tefft ve Gordon. Patent No: US 7,469,171 B2 (2008), (Tefft ve Gordon, 2008).
- 4 Araç Haberleşme Cihazı, Basir. Patent No: US 0132270 A1(2008), (Basir ve Miners, 2007).
- 5 Araç İçi Ağlar için ASCII Gateway, McClure vd. Patent No: US 7,984,225 B2 (2011), (McClure vd., 2010).
- 6 Araç Verimliliği Optimizasyonu için Yöntem ve Sistemler Sullivan. Patent No: US 0054768 (2012), (Sullivan, 2009).

- 7 Kullanıcı Merkezli Trafik Sorgu ve Alarm Sistemi, Basir. Patent No: US 0075118 A1 (2012), (Basir, 2011).
- 8 Araç Haberleşme Arayüzü için USB İzolasyonu, Chinnadurai vd. Patent No: US 0265057 A1 (2009), (Chinnadurai vd., 2012).
- 9 Aracın Performans Analizi ve Sunumu için Yöntem ve Sistemler, Armitage vd. Patent No: US 0090075 A1 (2011), (Armitage vd., 2013).
- 10 Lokalize ve Kooperatif Değerlendirme ile Trafik Profili ve Yol Durumu Seyahat Süresi Hesaplama Sistemi, Basir. Patent No: US 0130947 A1 (2011), (Basir, 2010).
- 11 Araç Onboard Bilgisayarı ile RFID Sistem Haberleşmesi, Tuttle. Patent No: 5,995,898 (1999), (Tuttle, 2000).
- 12 Araç Motoru İşletme Parametreleri ve Diğer verilerinin İzleme ve Kayıt Sistemi, Lannotti vd. Patent No: US 6,356,823 B1 (2002), (Lannotti vd., 2002).
- 13 Taşınabilir Sürücü Bilgilendirme Sistemi, Knockeart vd. Patent No: US 6,622,083 B1 (2003), (Knockeart vd., 2003).
- 14 Sürücü Bilgilendirme Sistemi, Drury vd. Patent No: US 6,707,421 B1 (2004), (Drury vd., 2004).
- 15 Araç İzleme Sistemi, Ling vd. Patent No: US 8,140,358 B1 (1012), (Ling vd., 2012).
- 16 Trafikte Bir Acil Durum Algılayan ve Acil Yardım Servislerini Doğrudan Aktif Yapan Sistem, Mader vd. Patent No: US 8,676,151 B2 (2014), (Mader vd., 2014).
- 17 Yol Durum ve Tıkanıklık İzlenmesini Sağlayan Sistem ve Yöntem. Deshpande vd. Patent No: US 0065871 A1 (2012), (Deshpande vd., 2011).
- 18 OBD Portu ile Araç İşlemlerinin İzlenme, Kontrol edilme ve Kayıt Sistemi, Nagy. Patent No: US 0015748 A1 (2008), (Nagy, 2007).
- 19 OBD Dıyagnostik ve Akıllı Telefon Sensorleri ile Araç Entegrasyonu, Hirschfeld. Patent No: US 0012720 A1 (2011), (Hirschfeld, 2010).
- 20 Bir Kullanıcı Arayüzü ile Görüntüleme Ekranı, Kozlowski vd. Patent No: US D642,589 S (2011), (Kozlowski vd., 2011).
- 21 Araç İçinde Akıllı Telefon ile Neyin Belirlendiğini Gösteren Sistem ve Yöntem, Simon. Patent No: US 0179348 A1 (2014), (Simon, 2013).

- 22 Düşük Maliyetli Kaza Uyarı Sistemi, Kote vd. Patent No: US 0273877 A1(2013), (Kote vd., 2013).
- 23 OBD Diagnostik Sistem ve Yöntem Gerçekleştirilmesi, James vd. Patent No: US 0067195 A1 (2014), (James vd., 2012).
- 24 Akıllı Telefon Tabanlı Araç Güvenlik İzleme Sistemi, Lundsgaard. Patent No: US 0195100 A1 (2014), (Lundsgaard vd., 2014).
- 25 Akıllı Telefon Konum Belirleme Hizmeti için Geliştirilen Sistem ve Yöntem, Simon. Patent No: US 0179353 A1 (2014), (Simon, 2013).
- 26 Bir Sürücü Cihazı ve Araç Cihazı Arasında Medya İçeriklerinin Senkronize Olması için Sistem ve Yöntem Geliştirilmesi, Oglesbee vd. Patent No: US 9003500 B2 (2015), (Oglesbee vd., 2015).
- 27 Bir Araç Sürücüsünü Araç Kullanım Davranışlarına Dayanarak Otomatik Tanımlayan Sistem, Silver ve Levis. Patent No: US 0140991 A1 (2015), (Silver ve Lewis, 2014).
- 28 Akıllı Telefon ile Telematik Verlerinin Toplanmasına Dayanan Sigorta Poliçe Belirleme Sistemi, Fernandes vd. Patent No: US 9037394 B2 (2015), (Fernandes ve Feero, 2015).
- 29 Üyelik Tabanlı Diagnostik Yazılım Hizmeti için Geliştirilen Sistem ve Yöntem, Green vd. Patent No: US 8,930,067 B1 (2015), (Green vd., 2015)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araç hakkında gerçek zamanlı olarak sürücüyü bilgilendiren, trafikte ilerleyen diğer araçların gerekli bilgilerine erişilmesi ile sürücülerin olası hata ve kaza durumlarında erken uyarılmasını ve kazaların önüne geçilmesini hedefleyen bu çalışmanın tasarlanmasında kullanılan karayolu ulaşım teknolojileri, programlama dilleri, yazılım geliştirme ortamları, makine ve teçhizatlar, uygulama çalışmaları ve tezin alt yapısını oluşturan konular hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Karayolu Ulaşım Teknolojileri

Trafikte risk faktörlerinin en aza indirilmesi, güvenli bir sürüş ortamı sağlanması için karayolu ulaşımı çeşitli teknolojiler ile desteklenmektedir. Karayolu ulaşımında yaygın olarak kullanılan teknolojiler bu bölüm altında yer almaktadır.

3.1.1. Trafik yönetim ve denetim sistemleri

Artan araç sayısı ile ortaya çıkan trafiğin akışını sağlayabilmek için gelişmiş trafik yönetim sistemleri (ATMS) çalışmaları sürdürülmektedir. ATMS mevcut altyapıların kullanımı ve verimliliğini sağlayarak trafik sıkışıklığını azaltmaya yönelik çözümler üretirler. Haberleşme, veri işleme ve sensör teknolojilerinin gelişmesi ile araçlardan kaynaklanan ya da tahmin edilemeyen kazalar tarafından oluşan problemlerin erken teşhisini hedeflemektedirler (Mazzarello ve Ottaviani, 2007).

ATMS trafik sensörlerinden elde edilen bilgiyi kullanma girişimidir. Bu sistemler mevcut trafik bilgisini kullanarak tek bir kavşakta, otoyol boyunca ya da belirli bir bölge genelinde en uygun trafik kontrol stratejileri geliştirirler. Genellikle trafik koşullarındaki değişikliklere uyum yeteneğine sahip gerçek zamanlı çözümler aranır. Bu sistemlerde, genellikle değişken mesaj sistemleri ya

da diğerk bilgi yayma teknolojileri ile seyahat önerileri ve trafik bilgileri yolcu ve sürücülere iletilir (UMTRI, 2015) .

Trafik Yönetim ve Denetimi için kurulan merkezler trafik mühendisleri tarafından yönetilir. Trafik mühendisliği çalışmaları uzun vadeli ulaşım planlarının kapsamında tahmin edilen trafik sorunlarına önceden çözüm sunarlar. Ayrıca mevcut trafik sorunlarının çözümü amacıyla kısa ve orta vadeli mühendislik çözümlerini de uygulamayı sağlarlar (Oral, 2015). Trafik yönetiminin sağlanması için Trafik Kontrol Merkezleri önemli bir unsurdur. Bu sistemler, trafik akışının sürekliliğini, yol ağı kapasitesinin etkin olarak kullanılmasını, trafiğin gerçek zamanlı izlenmesini, tek merkezden kontrolü ve yönetimini sağlarlar. Bu nedenle yol güzergahlarına sinyalizasyon sistemi, trafik ölçüm sistemi, trafik izleme kamera sistemi vb. akıllı ulaşım sistemleri uygulanarak trafik verileri elde edilir. TMS tarafından ileri yazılım algoritmaları ile elde edilen trafik bilgisi sürücülere web uygulamaları, değişken mesaj sistemleri ve mobil trafik uygulamaları ile aktarılır (İSBAK, 2015). Şekil 3.1’de görülen sistem, Trafik Yönetim Merkezi örneği ve bu merkeze iletilen bazı bilgileri içermektedir.



Şekil 3.1. Trafik yönetim merkezi

Türkiye’nin en yüksek nüfuslu ili olan İstanbul’da trafik kontrolünü sağlama amaçlı Büyükşehir Belediyesi tarafından 1997 yılında trafiğin sürücü, yolcu ve yayalar tarafından daha güvenli ve erişilebilir olması amacıyla Taksim’de kurulmuştur. Trafik Kontrol Merkez AUS (Akıllı Ulaşım Sistemleri) olarak adlandırılan gelişmiş yüksek teknoloji uygulamalarından faydalanılarak, anlık

trafik akışı sürekli gerçek zamanlı olarak izlenmekte ve kontrol edilebilmektedir. Trafikte kurulan denetim, gözlem ve ölçüm sistemlerinden alınan görsel ve sayısal veriler analiz edilerek, ulaşımı etkileyebilecek farklı bilgilerin toplanması ile trafik izlenmekte ve yönetilmektedir. TMS'de Trafik Gözlem ve Denetim Kameraları, Radar Dedektörleri, Sensörler, Değişken Mesaj Panoları ve benzeri sistemlerden oluşan Akıllı Ulaşım Sistemlerini ve altyapısını yapmak ve yaptırmak, sürekliliğinin ve teknolojik gelişimini sağlamak esastır (İBB, 2015) .

1950 yılında Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) 5539 sayılı yasa ile kurulmuştur. KGM sorumluluğunda otoyollar, devlet ve il yolları ile bunlar üzerinde bulunan köprü, tünel ve diğer sanat yapıları yer almaktadır. Yolların kullanımı, yol ve trafik güvenliği için esasları belirlemek ve yürütmek ve uygun yol işaretlerini tesis etmek ile görevlidir (KGM, 2015). Her 5 yılda bir KGM stratejik plan hazırlar ve yıllara göre kaza istatistikleri hem KGM tarafından hem de Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) tarafından verilir. Düzenli olarak yayınlanan aylık trafik istatistikleri bültenleri ise 2003 yılından itibaren TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) tarafından yayınlanır ve internet ortamında paylaşılır (TÜİK, 2015). Bültenler içerisinde, trafik kazalarının türlerine, ölümlü yaralanmalı oluşumuna, ölümlü yaralanmalı araç sayısına, kazaya neden olan unsurlara, kazaya neden olan sürücü kusurlarına, kazaya karışan araçların cinslerine ve kazanın olduğu illere göre dağılımları detaylı olarak verilir. Ülkemizde öncelikle, yıllara göre trafiğe çıkan motorlu taşıt sayısı Çizelge 3.1'de, meydana gelen trafik kaza istatistikleri Çizelge 3.2'de, kazaya karışan araçların cinsleri Çizelge 3.3'de ve trafik kazalarına neden olan unsurlar Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yıllara göre trafiğe çıkan motorlu taşıt sayısı

Yıl	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet
2000	8 320 449	4 422 180	235 885	118 454	794 459	394 283	1 011 284
2001	8 521 956	4 534 803	239 381	119 306	833 175	396 493	1 031 221
2002	8 655 170	4 600 140	241 700	120 097	875 381	399 025	1 046 907
2003	8 903 843	4 700 343	245 394	123 500	973 457	405 034	1 073 415
2004	10 236 357	5 400 440	318 954	152 712	1 259 867	647 420	1 218 677
2005	11 145 826	5 772 745	338 539	163 390	1 475 057	676 929	1 441 066
2006	12 227 393	6 140 992	357 523	175 949	1 695 624	709 535	1 822 831
2007	13 022 945	6 472 156	372 601	189 128	1 890 459	729 202	2 003 492
2008	13 765 395	6 796 629	383 548	199 934	2 066 007	744 217	2 181 383
2009	14 316 700	7 093 964	384 053	201 033	2 204 951	727 302	2 303 261
2010	15 095 603	7 544 871	386 973	208 510	2 399 038	726 359	2 389 488
2011	16 089 528	8 113 111	389 435	219 906	2 611 104	728 458	2 527 190
2012	17 033 413	8 648 875	396 119	235 949	2 794 606	751 650	2 657 722
2013	17 939 447	9 283 923	421 848	219 885	2 933 050	755 950	2 722 826
2014	18 828 721	9 857 915	427 264	211 200	3 062 479	773 728	2 828 466
2015 ⁽¹⁾	19 225 406	10 110 443	434 401	213 254	3 133 599	787 553	2 857 515

(1) Veriler Nisan ayı sonu itibarıyladır.
Kaynak: Emniyet Genel Müdürlüğü

Çizelge 3.2. Yıllara göre genel kaza istatistikleri

YILI	KAZA SAYISI	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI
2005	620.789	4.505	154.086
2006	728.755	4.633	169.080
2007	825.561	5.007	189.057
2008 **	950.120	4.236	184.468
2009 **	1.053.346	4.324	201.380
2010 **	1.104.388	4.045	211.496
2011 **	1.228.928	3.835	238.074
2012 **	1.296.634	3.750	268.079
2013 **	1.207.354	3.685	274.829
2014 **	1.199.010	3.524	285.059

Çizelge 3.3. Kazaya karışan araçların cinsleri

ARAÇ CİNSLERİ	2015 NİSAN	2015 YILI
1-Bisiklet	824	2,495
2-At Arabası	6	22
3-Motorlu Bisiklet	343	1,146
4-Motosiklet	3,579	12,248
5-Otomobil	11,606	47,129
6-Minibüs	673	3,019
7-Kamyonet	3,402	14,084
8-Kamyon	574	2,398
9-Çekici	454	2,223
10-Otobüs	588	2,615
11-Traktör	98	307
12-Arazi Tasiti	37	170
13-Özel Amaçlı	36	155
14-Iş Makinesi	32	101
15-Ambulans	30	175
16-Tanker	24	99
17-Tren	1	21
18-Tramvay	6	26
19-Diger	315	1,226
TOPLAM	22,628	89,659

Çizelge 3.4. Trafik kazalarına neden olan unsurlar

KUSUR UNSURLARI	2015 NİSAN	2015 YILI
SÜRÜCÜ	14,212	56,191
YAYA	1,682	6,534
ARAÇ	54	211
YOL	85	476
YOLCU	51	221
TOPLAM	16,084	63,633

Çizelge 3.4’de görüldüğü gibi trafik kazalarına neden olan en önemli unsurun sürücü olduğu tespit edilmiştir. Otomobiller için sürücü bilgilendirme sistemine duyulan ihtiyaç istatistikler sonucunda da görülmektedir.

Trafik kazalarına neden olan sürücü kusurları ise Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Trafik kazalarına neden olan sürücü kusurları

Kusurlar	2015 NİSAN	2015 YILI
Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak	5,197	21,661
Kavşak, geçiş önceliğine uymamak	2,003	7,789
Arkadan çarpmak	1,132	4,479
Manevraları düzenleyen genel şartlara uymamak	1,067	3,844
Doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamak	1,005	3,784
Kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpmak	493	1,991
Taşıt giremez trafik işareti bulunan yerlere girmek	471	1,696
Kırmızı ışık veya görevlinin dur işaretine uymamak	350	1,393
Alkollü olarak araç kullanmak	332	1,381
Trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uymamak	369	1,337
Şeride ihlali yapma	249	887
Aşırı hızla araç kullanmak	155	619
Yaya ve okul geçitlerinde yavaşlamamak, yayalara geçiş hakkı vermemek	99	377
Geçme yasağı olan yerlerden geçmek	87	329
Hatalı şekilde veya yasak olan yerlere park etmek	56	253
Diğer	1,147	4,371
TOPLAM	14,212	56,191

Çizelge 3.5’de sürücü kusurlarından kaynaklanan kazaların başlıca nedenleri verilmiştir. Arkadan araç çarpmaları sürücüler için bir anlık dikkatsizliğin ortaya çıkarmış olduğu bir hatadır. Ayrıca hızlı araç kullanmak sürücünün kendine vereceği zarardan daha fazlası olarak başkalarının hayatını tehlikeye atmasıdır. Bu nedenle kaza önleme amaçlı sürücü bilgilendirme sistemleri geliştirilmektedir (Chien vd., 2013).

3.1.2. Akıllı ulaşım sistemleri

Akıllı Ulaşım Sistemleri Tarihsel Gelişimi: 1960’ların sonlarında elektronik değişken mesaj işaretleri ve kırmızı ışık kameraları ile ilk uygulamaları ortaya çıkmış ve pilot uygulamalar yapılmıştır. ABD’de 1969’da başlatılan Elektronik Güzergah Kılavuzluk Sistemi (ERGS), Japonya’da 1973’te başlatılan Kapsamlı

Araç Trafiki Kontrol Sistemi (KATKS) ve Almanya’da 1974’te başlatılan Sürücü Radyo Yayın Bilgi Sistemi (ARI – Autofahrer Rundfunk Information System), bu dönemin öne çıkan sistemleridir. Ancak bu sistemler ekonomik hale getirilmediğinden kalıcı olmamıştır. Bu dönemde bir yandan hız tespit radarları, konuşan işaretler ve otomatik plaka okuma sistemleri kullanıma geçmiş, diğer yandan bu sistemlere isim bulma çabasının başlamasıyla “telekomünikasyon” ve “enformatik” kelimelerinin birleşiminden oluşan “telematik” terimi icat edilmiştir.

GPS bazlı navigasyon sistemleri ve elektronik hız sabitleyici gibi araç içi sistemlerin yanı sıra “hızlı geçiş sistemi” ve dinamik trafik ışığı kontrol sistemleri gibi altyapı tabanlı uygulamalarında ilk örneklerine sahne olan bu dönemin en dikkat çekici sistemi, Avustralya’da 1982’de uygulamaya geçen Sydney Koordine Adaptif Sistemidir. 1990 yılında icat edilen “ulaştırma telematiği” tabiri kısa ömürlü olmuş, yerini hemen ertesi yıl ortaya atılan Akıllı Ulaşım Sistemleri terimine bırakmıştır. Aynı yıl, Avrupa çapında AUS standartlarını belirleme ve Ar-Ge çalışmalarına kaynak sağlama amacıyla ERTICO – ITS Europe teşkilatı kurulmuştur. Yine aynı yıl Amerika kıtasının AUS birliği olan ITS Amerika (Intelligent Transportation Society of America) kurulmuştur. 1992 yılında ISO (ISO - International Organization for Standardization) tarafından TC204 Akıllı Ulaşım Sistemleri Teknik Komitesi kurularak AUS’nin dünya çapında standartlarını belirlemek için çalışmaya başlamıştır. 1994 yılında ise AUS Dünya Kongresi (ITS World Congress / World Congress on Intelligent Transport Systems) başlığıyla yıllık uluslararası AUS toplantıları başlamıştır. Aynı yıl Japonya’nın AUS birliği olarak kurulan VERTIS 2001 yılında ITS Japan adını almış ve Asya-Pasifik bölgesindeki diğer ülkelerin de dahil olduğu bir uluslararası teşkilat haline gelmiştir. AUS Dünya Kongreleri (ITS World Congress) artık ERTICO, ITSA ve ITS Japan teşkilatlarının işbirliği ile düzenlenmektedir.

AUS amaçları arasında insan-aracı-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi, trafiğin güvenliği, yolların kapasitelerine uygun olarak kullanımı,

mobilitenin arttırılması, enerji verimliliği sağlanarak çevreye verilen zararın azaltılması gibi başlıklar genel kabul görerek standartlaşmıştır. 1991 yılında Avrupa Standardizasyon Komitesi CEN tarafından da ISO/TC204'e benzer TC278 Karayolu Ulaşımı ve Trafik Telematikleri teknik komitesi kurulmuştur. Bu iki kuruluş 2000 yılında imzalanan Viyana Sözleşmesi'nden itibaren, dünya çapında AUS standartlarını geliştirmek üzere yakın ilişki içinde çalışmaktadır. Bununla beraber, Viyana Sözleşmesi'ne göre günümüzde AUS'in uluslararası standardizasyon işlevi, esas olarak ISO/TC204 komitesi tarafından yürütülmektedir. Elektrik elektronik mühendisliği ile ilgili konular için Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) destek sağlar.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) Avrupa'da kullanılacak telekomünikasyon standartlarının oluşturulması amacıyla kurulmuştur. Yürütülen görevlerin koordinasyonu uluslararası telekomünikasyon birliği ITU (International Telecommunication Union) tarafından gerçekleştirilmektedir. ITU, AUS için kablosuz haberleşme gereksinimleri, fonksiyonel ve teknik gereksinimler, frekansla ilgili konular, haberleşme kapasitesi ve frekans tahsisi gibi koordinasyon gerektiren konulardan sorumludur (AUS, 2014).

Çizelge 3.6'da AUS mimarisinin hizmet alanları ve hizmet sınıflandırması verilmiştir.

Çizelge 3.6. AUS mimarisi hizmet alanları ve hizmet sınıflandırması

ISO AUS Mimarisi Hizmet Alanları ve Hizmet Sınıflandırması	
Hizmet Alanları	Hizmet Grupları
Yolcu Bilgisi	Ön Seyahat Bilgisi Seyahat Hailindeki Bilgi Seyahat Hizmetleri Bilgisi Seyahat Öncesi Yol Rehberi ve Navigasyon Seyahat Esnasında Yol Rehberi ve Navigasyon Seyahat Planlama Desteği
Trafik Yönetimi ve İşlevleri	Trafik Kontrol Ulaşımınla Bağlantılı Kaza Yönetimi Talep Yönetimi Ulaşım Altyapısı Bakım Yönetimi
Araç	Ulaşımınla ilgili Vizyonun İyileştirilmesi Otomatik Araç İşlemi Çarpışmadan Kaçınma Güvenlik Çarpışma Öncesi Engelleme
Nakliye Ulaşımı	Ticari Araç Öncesi ve İdari İşlemleri Otomatik Yol Kenarı Güvenlik Denetimi Nakliye Ulaşım Filo Yönetimi Çoklu Modeli Bilgi Yönetimi

Çizelge 3.6.'da verilen hizmet alanlarına dayanan hizmet sınıflandırmasında araç ve trafik yönetimi ve işlevleri alanlarının birbirini tamamlayıcı olduğu gözlenmektedir.

AUS kullanım alanlarına göre uygulamalar aşağıda yer alan genel başlıklar altında değerlendirilebilir. Detaylı olarak kullanım alanları Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Akıllı Ulaşım Sistemleri kullanım alanları

Akıllı Ulaşım Sistemi Kullanım Alanları	
Karayolu güvenliği ve emniyetinin iyileştirilmesi	Bilgisayar destekli taşıt yönlendirme
Akıllı hız kontrolü	Otomatik taşıt konumu
Korumasız yol kullanıcı destek	Otomatik kargo takibi
Yol ve hava koşulları izleme ve uyarı	Sürücü takibi
Olumsuz durumlar ve olay tespit ve uyarı	Ulaşım sisteminde konforun artırımı
Çarpışma uyarı	Güncel trafik ve toplu taşıma
Acil araç öncelik hakkı	Değişken güzergah bildirimi
Sürücü izleme ve görüş iyileştirme	Otomatik taşıt konumu
Elektronik denetleme	Otoyol elektronik ücret ödeme sistemi
Zararlı yük ve kargo izleme	Kullanım alanları genel uygulamaları
Acil durum yol işaret ve önceliği	Yolcu bilgi sistemi
Ulaşım tıkanıklıklarının giderilmesi veya azaltılması	Trafik yönetim sistemi
Filo yönetimi	Toplu taşıma sistemleri
TalepYönetimi: Ücretli yol, Tıkanıklık Fiyatlandırması	Elektronik ödeme sistemi
Toplu taşıma öncelikli geçiş hakkı	Yük ve filo yönetim sistemi
AUS, Toplu Taşıma ile Trafik Tıkanıklığını Azaltması	Sürücü destek ve güvenlik sistemi
Kaza ve Acil Durum Sistemleri	Demiryolları işletim ve yönetimi
Trafik kontrol yönetimi, güzergah yardımı, değişken hız kontrolü, otoyol katılım kontrolü, sürücü bilgilendirme	Trafik yönetim ve denetim sistemleri

Çizelge 3.7’de AUS kullanın alanları verilmiştir. Akıllı Ulaşım Sistemlerinden beklenen fayda ve beklentiler doğrultusunda uygulamalar sürdürülmektedir (Cho vd., 2009; Milanese vd., 2012; Cantarella, 2013; Ngoduy, 2013). Muhtemel faydalar:

- Trafik kazalarının azaltılması,
- Yol, sürücü ve yayaların güvenlik ve emniyetlerinin artırılması,
- Ulaşım sisteminin performansının iyileştirilmesi ve trafik sıkışıklığının azaltılması,
- Trafiğin izlenmesi, yönlendirilmesi ve gerçek zamanlı yönetiminin sağlanması,
- Ulaşım sürelerinin optimizasyonu ve ulaşım maliyetlerinin azaltılarak ekonomiye katkıda bulunulması,

- Hizmet kalitesinin ve verimliliğinin arttırılması,
- Kişisel mobilite ve rahatlığın arttırılması,
- Çevreye verilen zararın asgariye indirilmesi ve enerji tasarrufunun sağlanması.
- AUS, telekomünikasyon, elektronik ve bilgisayar teknolojilerini ulaşım sektörüyle entegre etmektedir (AUS, 2014).

Çizelge 3.8. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde kullanılan teknolojiler

AUS Kullanılan Teknolojiler	Altyapı Tarafı	Araç Tarafı
Konum Referansı	Dijital Haritalar GPS Ulaşım Ağ Veritabanları	Mobil Telefon Konumu Global Navigasyon Uydu Sistemleri Otomatik Araç Konumu
Veri Toplama	Trafik Dedektörleri Hava Raporları Otomatik Kaza Algılayıcılar	Otomatik Araç Tanımla Araç Erişim Uçları
Veri İşleme	Veri Sözlüğü Veri Füzyonu Veri Değiştirme	On-Board Bilgisayarlar Dijital Harita Eşleştirme
İletişim	Sabit Mikrodalga Bağlantıları Optik Fiber Ağlar İletişim Düşümleri(Beacon-DSRC) Hücresele Ağlar	Hücresele Algılayıcılar Dijital Ses Yayıncıları Karayolu Radyo, Trafik Mesaj Algılayıcıları(RDS-TMC) Transponderler
Bilgi Dağıtımı	Dinamik Mesaj Sinyalleri İnternet Kiosklar	El Cihazları ve Kişisel Dijital Yardımcılar Araç İçi Birimler
Bilgi Kullanımı	Kaza Tespiti Yönetim Talebi Yoğunluk İzleme	Rota Klavuzlama Gelişmiş Sürücü Yardım Sistemleri

Çizelge 3.8’de Akıllı Ulaşım Sistemlerinde kullanılan teknolojiler altyapı ve araç tarafı olarak belirtilerek verilmiştir.

Türkiye’de kullanılmakta olan Akıllı Ulaşım Sistemleri:

a) *Tam Adaptif Trafik yönetim sistemleri:* Tam Adaptif Trafik Yönetim Sistemi (ATAK); trafikte araçların ortalama gecikme sürelerini ve ortalama durma sayılarını azaltmak amacıyla, sinyalizasyon kavşaklarının plan sürelerinin; oluşan trafik hacmi, kuyruklanma gibi parametrelere göre optimize edilerek sürelerin gerçek zamanlı olarak belirlenmesini sağlayan bir sistemdir.

Genel Özellikleri aşağıda verilmiştir.

- ATAK; Trafik akışını hızlandırmak ve gecikme sürelerini azaltmak için artan trafik hacmi nedeniyle tıkanan kavşaklara gerçek zamanlı müdahale yapılan sistemdir.
- ATAK; Trafik akışı esnasında aldığı anlık verileri merkezde değerlendirerek anında müdahaleyi sağlayan kavşak ve network sinyal sürelerini optimize eder.
- ATAK adaptif sinyal kontrolü sayesinde sistem için ideal sinyal sürelerini oluşturur.

Sonuç olarak, trafikteki seyahat sürelerini ve emisyon değerlerini azaltır. Tübitak desteği ile kurulan Tam Adaptif Trafik Yönetim Sistemi (ATAK); kavşaklarda %15 ile %30 oranında araç gecikme sürelerini azaltmaktadır.

b) *Trafik kontrol merkezi:* Trafik Kontrol Merkezi; trafik yönetiminin ana bileşeni olarak her gün artan ulaşım problemlerinin çözümünde kullanılır. Genel Özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Anlık olarak trafik yoğunluk bilgilerine erişim,
- Trafiği gerçek zamanlı olarak izleme,
- Sinyalizasyon kavşaklarının gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve yönetimi,
- Trafik yoğunluk bilgilerini görsel ve işitsel olarak verme,
- Trafikteki anlık değişimlerin sürücülere iletimi,

- Sürücülere web ve telefon yoluyla trafik ve yol durumu bilgisini iletme,
- Trafik durumlarını bölgesel olarak izleme,
- Anlık trafik takibi ile alternatif güzergahlara yönlendirme.

c) *Cep Trafik*: Cep Trafik uygulaması ile canlı trafik görüntülerine, trafik ve yol bilgilerine erişim imkânı sağlayarak her zaman anlık trafik durum bilgileri takip edilmektedir. Trafik yoğunluğuna göre alternatif güzergâh belirleyen bu sistemde trafik görüntüleri canlı olarak izlenebilmekte ve dedektörler ile ölçülen yoğunluk bilgileri Trafik Yoğunluk Haritası'ndan görülebilmektedir. Ayrıca iki nokta arası en kısa mesafe ve en kısa ulaşım süresini hesaplayan bir uygulama hizmete sunulmuştur.

- Cep telefonlarında yer alan java uygulamaları ile uyumlu,
- Kamera görüntülerine tam zamanlı erişim,
- GSM operatörleri ile uyumlu,
- Desteklenen telefon işletim sistemleri: Symbian, Windows Mobile, iOS

d) *Trafik yoğunluk haritası*: Yolun daha verimli kullanılabilmesi, trafik durum bilgisinin en kısa zamanda çok sayıda kullanıcıya iletilebilmesi amacıyla internet ortamında hizmet vermektedir. Yoğunluk haritası ile alternatif güzergah bilgileri verilerek yol ağ kapasitesinin etkin kullanımı amaçlanmıştır. Genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Otomatik olarak güncellenen trafik yoğunluğu bilgisini grafik animasyon ile rakamsal olarak verme, kaza bilgilerini paylaşma,
- Trafik kameraları ile anlık görüntülere ulaşma,
- Anlık hava durumu bilgilerini meteorolojik yol sensörlerinden alarak paylaşma

e) *Trafik Sinyalizasyon sistemleri*.

f) *Elektronik denetleme sistemleri*: Sensörler aracılığı kural ihlallerinin takip edilmesini, plakanın kaydedilmesini ve ilgili birime iletilerek öngörülen cezanın verilmesini sağlayan sistemdir.

g) *Kamera sistemleri*: Güvenlik, Ulaşım Planlama ve mobil uygulamalar gibi farklı alanlarda, alınan kamera görüntülerinin izlenmesi, kaydedilmesi, işlenmesi ve sosyal medya ile paylaşılmasıdır.

h) *Trafik ölçüm sistemleri*: Hız ihlali, araç sayımı, trafik ölçüm dedektörlerinden alınan verileri toplamak ve anlık olarak paylaşmak için kullanılan sistemdir. Alternatif güzergah bilgisi alınan istatistiksel trafik verileri ve ileriye yönelik trafik tahmin algoritmalarında kullanılması ile trafik yapısının iyileştirilmesi ve trafikte geçen zamanın azaltılmasını hedeflemektedir.

Trafik Ölçüm dedektörü olarak kullanılan sistemler: Mikrodalga Radar Sensör, TeraDedektör (Video Dedektör), LED Displayli Radar Sistem, LoopSensör, Bluetooth Sensör.

i) *Değişken mesaj sistemleri*: Trafik yoğunluğu, trafik kazaları, hava ve yol durumu bilgileri sürücülere iletilir ve trafik akışını kontrol etmek amacıyla sürücülere alternatif yollara yönlendiren sistemlerdir (İSBAK, 2015).

3.1.3. Trafik haberleşme sistemleri

Trafik haberleşme sistemlerinde, uydularda konum belirleme sistemleri(GNSS- Global Navigation Satellite Systems), kablosuz ağlar, mobil iletişim araçları, kızılötesi iletişim, kapalı devre televizyon, yakın mesafe iletişim teknolojileri ve sensörlerden oluşan algılama teknolojileri yer almaktadır (AUS, 2015).

Trafik haberleşme sistemleri, araçlar arası (V2V - Vehicle to Vehicle), araç yol kenarı birimleri arası (V2I - Vehicle to Infrastructer) ve araç ile herhangi bir çevre değişkeni (V2X - Vehicle to X) arası iletişim sağlama olarak

değerlendirilebilmektedir. Araçlararası haberleşme, araçtan araca doğrudan iletişim sağlar. Araç yol kenarı cihazı haberleşmesi ya da araç altyapı haberleşmesi, araç ile yol kenarına yerleştirilen cihazların haberleştirilmesi sağlanır. Tek yönlü veya iki yönlü olarak iletişim kurulabilir. Tek yönlü iletişimde broadcast yayın ile araçlara veri iletilirken iki yönlü iletişimde baz istasyonu aracılığı ile noktadan noktaya veri iletimi sağlanır (Fukushime, 2011).

3.1.4. DSRC teknolojisi

1999 yılında, Federal İletişim Komisyonu (FCD) kablosuz haberleşmeyi sağlayan araçlar arası (V2V - Vehicle to Vehicle) ve araç ile yol kenarı arası (V2R - Vehicle to Roadside) bir frekans spektrumu tahsis etmiştir. Komisyon 2003 yılında da tahsis edilmiş kısa mesafe iletişim (DSRC) hizmetini kurmuştur. DSRC 5.850-5.925GHz frekans bandını kullanan (5.9 GHz) kamu güvenliği ve özel uygulamalar için geliştirilmiş bir iletişim servsidir (Raw ve Das, 2011). DSRC teknolojisi, İletişim ortamında araçlar arası haberleşmenin güvenliğini destekleyen orta mesafeli haberleşme hizmeti olarak ortaya çıkmıştır (Yang vd., 2004).

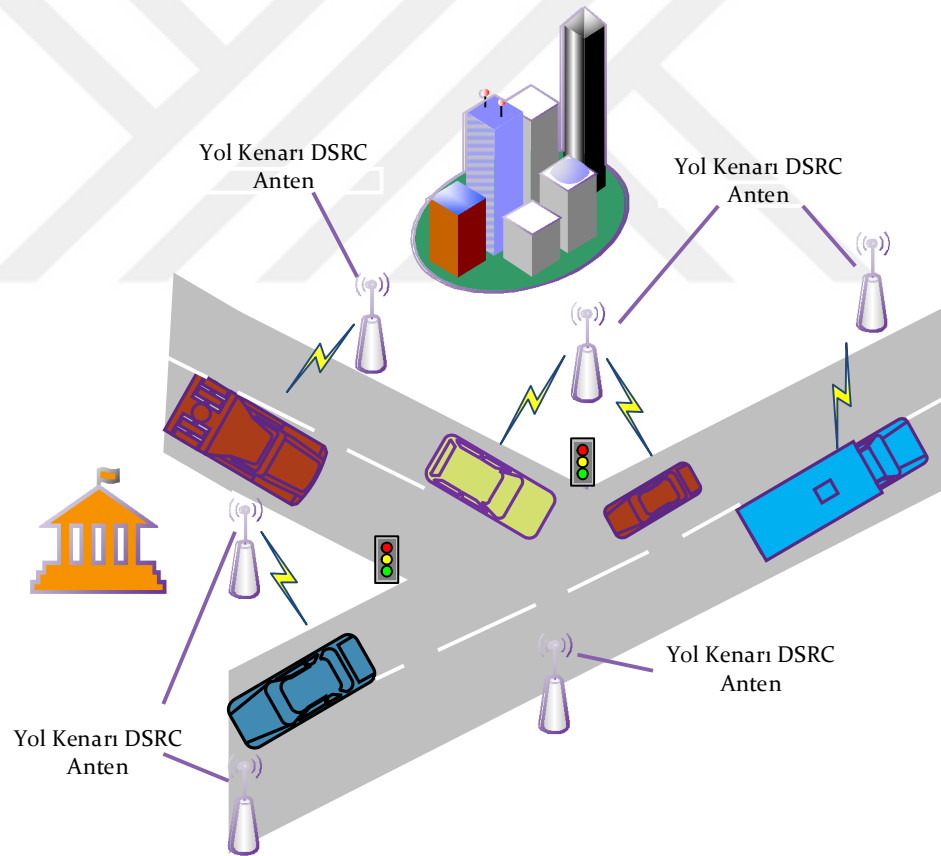
DSRC standardının amacı normal otoyol hızlarında 1000 metre aralığı içinde ki ulaşım sistemleri için kablosuz iletişim yeteneğini sağlayabilmektir. DSRC tek yönlü veya çift yönlü, kısa ve orta menzilli kablosuz iletişim kanallarını kullanır. Hava koşullarına dayanıklı olması, yüksek hızda veri iletimi, yaklaşık 1000 metre menzili ile V2V, V2I ve V2X haberleşmelerinde tercih edilmektedir.

Tablo 3.9'da DSRC'nin genel özellikleri ve haberleşme frekansları verilmiştir (Turan, 2011).

Çizelge 3.9. DSRC özellikleri ve haberleşme frekansları

DSRC Özellikleri	
Haberleşme Frekansı	5.9 GHz
Bant Genişliği	75 MHz(5850-5925)
Kanal Sayısı	7 Adet 10 MHz
Veri İletim Hızı	6-27 Mbps
Başarılı Veri İletim Oranı	%50-%60
İletim Yöntemi	Yarı çift yönlü
Menzil	1 km

Araçlar ve yol kenarlarına yerleştirilen DSRC antenleri (beacon) ile iletişim sağlanmaktadır. Şekil 3.2’de karayolunda araçların haberleşmesini sağlayan aralıklar ile yerleştirilmiş yol kenarı DSRC antenleri görülmektedir.



Şekil 3.2. Karayolu DSRC teknolojisi kullanım örneği

IEEE 802.11p WAVE (Wireless Access in Vehicular Environment) standardı DSRC spektrum bandında tahsis edilmiş araçlar arası ve araç ve araç yol kenarı

arası gibi haberleşme teknolojilerinde kullanılmaktadır (Jiang and Delgrossi 2008). IEEE 802.11p çalışmaları 5.9 GHz'de 10 MHz'lık geniş frekans bandını kullanabilen çok kanallı uygulamalar için yeterli bir frekans aralığına sahiptir (Thomas, 2012).

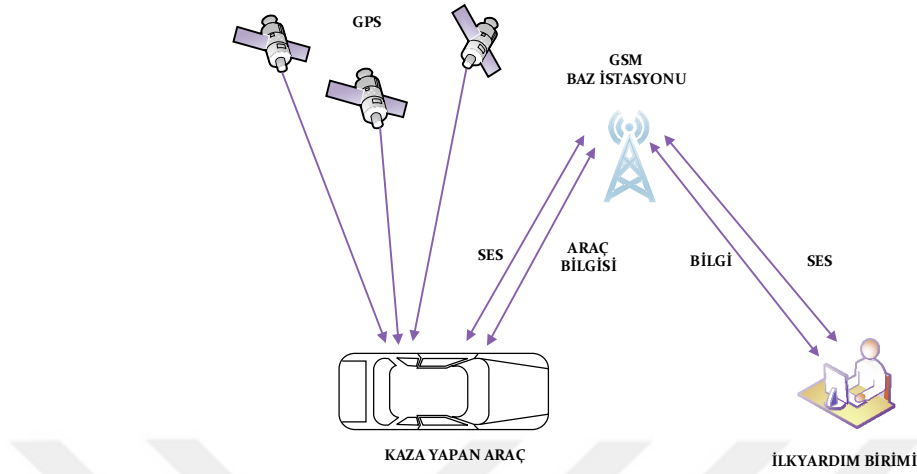
DSRC araçların hareket bilgilerini ve birbirlerinin yörüngelerini izlemek için bilgi alışverişini sağlayan bir sistemdir. Kötü hava ya da aydınlatmadan etkilenmeyen kablosuz haberleşme ile kaliteli bir sistem kurulabilir (Xiang vd., 2014).

3.1.5. Hücresel haberleşme teknolojisi

Hücresel haberleşme her zaman altyapı yolu ile araçların haberleşmesi için bilgi aktarımını etkileyen merkezi koordinasyonu kullanır. Coğrafi bir alanı kapsayan bir hücre ağı oluşturulur. Antenler tarafından hücre merkez haberleşme noktaları belirlenmiştir. Kullanıcı cihazları bir radyo arabirimi ile hücre baz istasyonlarına bağlanırlar. Baz istasyonları çoğunlukla kablolu olarak bir ağa bağlanır. Çekirdek ağ internet ya da telefon ağı için erişim ve yönetimi sağlar. Bir hücresel ağ işlem yağıbilmek için kesin bir frekansta bant genişliğine ihtiyaç duyar. GSM sistemi içerisindeki hücreler farklı frekanslarda işlem yapabilmektedirler. Aynı frekans sadece hücreler arası girişimi engellemek için iki hücre arasındaki kesin bir uzaklıkta tekrar kullanılır. Hücresel ağların işlem frekansı tipik olarak 800 MHz ile 2.6 GHz aralığındadır. Gerçekte düşük frekans, özellikle 800-900 MHz olan aralık az yol kayıpları ile sesin yayılması için yeterlidir. Şehirlerde hücre baz istasyon antenleri normalde binaların üzerlerine konumlandırılmışlardır. Performans açısından özellikle yüksek alıcı hassasiyetini içeren, özel sinyal işleme yeteneğine sahip baz istasyonlarında mobil cihazlar için düşük enerji tüketimi düşünülmüştür (Thomas, 2012).

Araç uygulamalarında hücresel iletişimin performansı oldukça önemlidir. V2I uygulamaları hücresel haberleşme sistemleri tarafından makine tipi iletişim

olarak adlandırılır. Şekil 3.3’de buna örnek olarak hücresel iletişim ile araç ve ilkyardım birimi haberleşmesi verilmiştir.



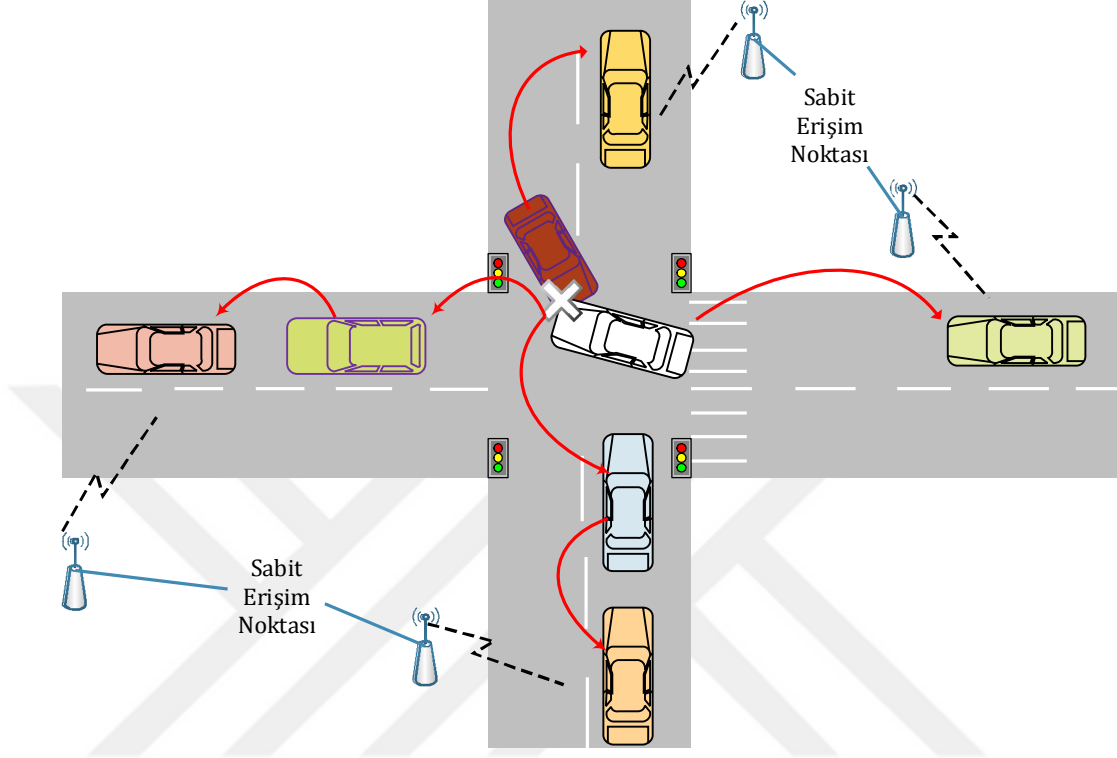
Şekil 3.3. Hücresel iletişim ile araç ve ilkyardım birimi haberleşmesi

V2I haberleşmeleri hücresel tabanlı (2G, 3G) ve Wi-Fi tabanlı (IEEE 802.11.: örneğin .p, .n) teknolojiler tarafından desteklenmektedir. Hücresel iletişim sistemlerinin gecikmesi Wi-Fi sistemlere göre daha uzun olmasına rağmen (2G ve 3G için 100 ms'ye kadar gecikme (Wi-Fi için birkaç milisaniye) Wi-Fi için yaklaşık 200 metre bir kapsama ortamı oluşturulurken hücresel ağlar için birkaç kilometre olmaktadır. Bu demek oluyor ki daha yüksek frekansta daha düşük iletim gücüne sahip, 802.11.p (5.9 GHz) (Pfeiffer vd., 2008).

3.1.6. VANET teknolojisi

VANET Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin geliştirilmesinde önemli bir altyapı teknolojisi olarak ortaya çıkmıştır. VANET araçlar için yeni hizmetler etkinleştirmek ve güvenlik iyileştirmeleri için sayısız fırsat oluşturmaktadır. VANET çarpışma uyarısı, trafik ve hava durumu bilgilerinin güncellenmesi ya da navigasyon hizmetleri gibi aktif güvenlik hizmetlerini ve sürücü desteğini sağlamak için kullanılır. Ad-Hoc ağlar bir aracın diğer araçlar ile ya da çevresindeki sabit bir erişim noktası ile kendiliğinden ve doğrudan iletişim

sağlayabilirler. Şekil 3.4’de araçlar arası iletişim sağlamak için oluşturulmuş bir VANET ağ örneği verilmiştir.



Şekil 3.4. VANET senaryosu

Araçlar arasında kablosuz iletişim sağlayan VANET düşük maliyetli dinamik trafik veri transferi sağlayan ve yüksek doğruluklu çalışan bir teknolojidir (Placzek, 2012). VANET standardizasyon, geliştirme ve araştırmanın aktif bir alanı haline gelişmiştir, çünkü araç ve yol güvenliğini sağlamak, trafik verimliliğini arttırmak, hem sürücüler hem de yolcular için konfor sağladığı kadar kolaylık sağlamak açısından büyük bir potansiyele sahiptir. VANET son çalışmaları yönlendirme, yayın, hizmet kalitesi (QoS - Quality of Service) ve güvenliğe yoğunlaşmıştır (Zeadally vd., 2012). VANET, uzaktan anahtarsız giriş aygıtları, kişisel dijital yardımcılar (PDA) dizüstü bilgisayarlar ve mobil cihazlar gibi günümüzde araçlarda kullanılabilen kablosuz aygıtları desteklemektedir. V2V ve V2I haberleşmeleri için mobil kablosuz cihazlar ve ağlar kullanılmaya başlanmıştır (Harsch vd., 2007). Araçlar arası, araç ile altyapı arası ve araç ile el

cihazları arası iletişimi sağlayan VANET uygulamaları seyahat süresi bilgisi, aracın kör noktası gibi sürücüyü çevre hakkında bilgi verebilmektedir (Leiner vd., 2011).

VANET araç güvenliği sağlamada, otomatik geçiş ücreti ödemede, trafik yönetiminde, en yakın akaryakıt istasyonu bulma, restoran ya da seyahat konaklama noktası bulma gibi gelişmiş navigasyon tabanlı hizmet uygulamalarında (Gerlach, 2006), internet erişimi sağlayan bilgi-eğlence uygulamalarında kullanılabilmektedir (Zeadally vd., 2012).

VANET sık sık değişen ağ topolojisi ile mesaj aktarımı yapan düğümler arasında verimli ve etkin bir rota bulmak için yönlendirme protokolleri geliştirilmiştir (Chowdhury vd., 2011). Kaynak ve hedef düğüm arasında karmaşıklık oluşturabilecek çok atlamalı iletişim kurmak gerekebilir. Orta düzey araç düğümler, uygun protokol kullanılarak yol boyunca uygun rotayı belirlemek için kullanılabiliirler (Raw ve Das, 2011).

3.2. XCODE ile iOS Programlama

Apple firmasının mobil cihazlar için kullandığı iOS işletim sistemi iPhone, iPad ve iPod Touch üzerinde çalışır. iOS işletim sistemi üzerinde yazılım geliştirmek için iOS SDK (iOS Software Development Kit) olarak bilinen iOS yazılım kitinden faydalanılır. Bu yazılım geliştirme kiti C ve Objective C programlama dilleri kullanılarak yazılmıştır. iOS işletim sistemi için geliştirilen uygulamalar Objective C dili kullanılarak yazılır ve iOS SDK içerisindeki hazır kütüphane ve sınıflardan faydalanılır.

Unix tabanlı işletim sistemlerinde, donanım ile haberleşmeyi sağlayan, işlemciyi yöneten, dosya sistemini ve temel network işlemlerini yöneten çekirdek (kernel) adı verilen bir bileşen bulunur. iOS işletim sistemi de Unix tabanlı çekirdeğin üzerinde bulunan 4 adet servis katmanından oluşur. Çizelge 3.10'da verilen iOS işletim sistemi katmanlarından 1 numaralı çekirdek işletim

sisteminde kullanılan hizmetler kernel'e en yakın ve en alt seviyede bulunduğundan sıklıkla karşımıza çıkmazlar. 2 katman olan çekirdek hizmetleri katmanı bütün uygulamaların kullandığı çeşitli uygulama çatılarını barındırır. NSString, NSObject ve NSDictionary gibi sınıfları barındıran Foundation çatısı örnek gösterilebilir. 3 numaralı Medya hizmetleri katmanı ise iOS işletim sistemine ses, video animasyon ve grafiksel işlem yetenekleri kazandırmaktadır. Son katman olan Cocoa Touch en üstte bulunan iPhone uygulama geliştiricileri tarafından en sık kullanılan çatıların yer aldığı bölümdür. Cocoa Touch bir API Uygulama Geliştirme Arayüzü'dür. Mac OS X Cocoa API'sinin dokunmatik cihazlar için özelleştirilmiş bir versiyonudur.

Çizelge 3.10. iOS katmanları

iOS Katmanları	
4	Cocoa Touch Katmanı
3	Medya Servisler Katmanı
2	Çekirdek Hizmetler Katmanı
1	Çekirdek İşletim Sistemi Katmanı

Xcode iOS uygulamaları için varsayılan en güçlü geliştirme ortamıdır. Sadece iOS uygulamaları geliştirmek için değil, aynı zamanda Mac OS X işletim sistemi için de uygulama geliştirmek için kullanılabilir. Xcode geliştirme ortamı, Objective C dilinin yanı sıra C ve C++ dilleriyle de uygulama geliştirmeye olanak tanır.

iOS Simülatör; geliştirilen uygulamaları cihaz üzerine yüklemeyi simüle edilmesini sağlayan bir uygulamadır. Geliştirilen uygulamaların testi çok hızlı bir şekilde yapılabilir (Kızılören, 2012).

3.3. ECU ve Araç Network Sistemi

Araçlarda yer alan sensörler çevrelerini algılayarak aktivatörler (uygulayıcılar) sensörlerden gelen bilgiler ile farklı eylemler gerçekleştirirler. Algılayıcı ve

aktivatörler motor, yürüyen aksam, konfor ve güvenlik gibi aracın tüm fonksiyonlarında kullanılırlar. Araç içi elemanların birbirleri ile haberleşmesini sağlayan ECU yani elektronik kontrol sistemi veri sinyali üreten sensörlerden aldığı bilgiyi değerlendirerek aktivatörlere aktarılması ile uygun hareketin yapılmasını sağlar (MEB, 2015).

SAE tarafından bir standart haline getirilen araç tanı-teşhis bağlantı konnektörü (DBK) SAE J1962 olarak bilinen ortak bir tasarım ve pin çıkışlarına sahiptir (SAE, 2001). Araç emisyon durumu, araçların bakım ve onarımları için Elektronik Kontrol Birimi'ne erişim tanı-teşhis bağlantı konnektörü ile sağlanır. Böylece veri kayıt bilgilerine erişmek için evrensel bir sistem kullanılmış olur. DBK ile veri erişimi tarama cihazlarını ya da mikrobilgisayarları ve ağ arayüzlerini kullanarak yapılabilir. DBK ve ağ ara yüzleri aynı zamanda araçlardaki ECU'nun kalibrasyonu için kullanılır. DBK ile ECU uygulamaları motor kontrolleri, kararlılık kontrolleri, fren kontrolleri ve benzeri konuları içerebilir.

Araç içi haberleşmenin kapsamı araç içerisindeki değişik komponentlerin birbirleriyle olan haberleşmeleridir. Araç içerisindeki elemanların yerleri sabit olduğu için araç içi ağında topoloji sabittir. Genel olarak kablolu bir iletişim, halka veya veri yolu topolojisiyle kullanılır (MEB, 2015).

Araç veri yolu sistemleri: CAN, LIN (Local Interconnect Network), FlexRay ve MOST (Media Oriented Systems Transport) isimli hatlar olmak üzere 4 çeşit haberleşme veri yolu kullanılır.

CAN- ISO 11898: Elektronik Kontrol Ünitesi'nin iletişimde kullanılan network olarak bilinir. Tanı ve teşhis sistemlerinde yüksek hızlarda veri aktarımını sağlar.

LIN: Araç network'ü içerisinde sensör ve akivatörlerin düşük maliyet ile entegrasyonunu sağlamak için kullanılır. Küçük ölçekli subnet'ler oluşturur.

Flexray: Güvenliğin kritik olduğu uygulamalar için bu yüzyılda geliştirilmiş bir veriyolu sistemidir. Cevapları belirli bir zamanda sağlar ve yedekli olacak şekilde tasarlanmıştır.

MOST: Yüksek veri oranları ve özel haberleşme mekanizmaları sayesinde araç içerisine ECU eğlence sisteminin entegre edilmesi olarak tanımlanmıştır (Foundation, 2015).

Yukarıda kullanım alanları verilen verilen araç içi haberleşme ağlarının hız, kablo tipi ve uygulama alanı özellikleri Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Araç içi haberleşme ağları ve özellikleri

	LIN	CAN	FLEXRAY	MOST	ETHERNET
Hız	19.2 Kbps Üzeri	1000 Kbps Üzeri	10 Mbps Üzeri	23 Mbps Üzeri	Gbps Üzeri
Kablo Tipi	Tek Damarlı Kablo, 12 V	Bükümlü Kablo, 5V	2-4 Kablo	Fiber Optik Koaksiyel	1
Uygulamalar	Elektrikli Koltuklar, Aynalar, Bagaj Kapağı	Motor Kontrol, ABS, Güç Aktarımı	Direksiyon Kontrolü, Çekiş Kontrolü, Aktif Suspansiyon	Medya Oynatıcı, Elence	IP Kameralar, Radar, Bilgi ve Eğlence

Düşük maliyetli araç ağı için genellikle kullanılan standart Local Interconnect Network (LIN) protokolüdür. Basit bir haberleşme yapısı vardır. Sistem tek yöneticilidir (single master) ve düşük bit hızlarında çalışır (19.6kbit/s). Önceliği olmayan kapı, pencere, koltuk gibi uygulamalarda kullanılır. Araç içerisindeki sistemi merkezileştirmek için LIN ağları CAN ağlarına uygun aparatlarla birleştirilebilirler. Şekil 3.5’de araç iletişim içi iletişim sisteminde mevcut ağların kullanım alanları örneği verilmiştir. Aracın eğlence ve konfor bölümü haricinde KAA haberleşme ağının kullanıldığı görülmektedir.

mesajın çarpışmamasını garanti eder. Ağda tüm düğümler mesaj göndermeye başlamadan önce bir periyot süresince ağı izlerler. Ağ üzerinde etkinlik yok ise her bir düğüm Multiple Access özelliği ile aynı anda mesaj gönderirlerse veri çarpışmasını algılayacaktır (Anonim, 2010).

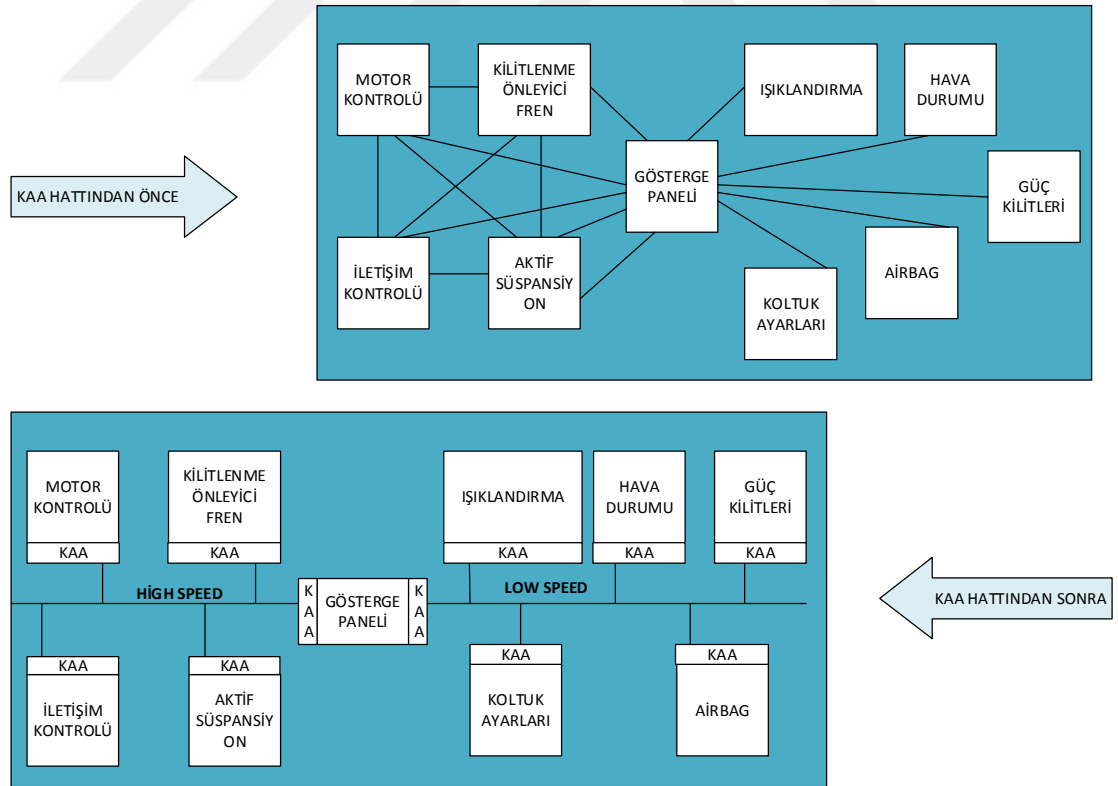
Denetleyici Alan Ağı 2.0 A protokolü, uzunluğu 88 ila 108 bit arasında değişen mesajların CSMA/CR (Carrier Sense Multiple Access with Collision Resolution) erişim metoduna uygun olarak iletilmesi prensibine dayanır. Her mesajın 11bit uzunluğunda niteliğini ve aynı zamanda sayısal değeri itibariyle önceliğini belirleyen öntakısı (Identifier) vardır. Nitelik ile kastedilen, kullanıcı tarafından mesaja anlamlı bir sayısal değer verilmesidir. 11 bit ile 211 değişik nitelik ve öncelik tanımlaması yapılabilir. KAA, 2.0B sürümü için bu değer 229 dur. Sayısal olarak diğerlerinden düşük değeri olan mesajın yüksek önceliği vardır. İki mesajın aynı anda farklı kaynaklardan iletmeye çalışılması durumunda önceliği yüksek olan mesaj ortama erişme hakkına sahiptir (Kutlu ve Turan, 2010).

KAA'nın tanımlanmış iki değişik türü vardır. Düşük hızlı standart 125 kBit/s'ye kadar bit hızına çıkabilen zaman önemli olmayan uygulamalar için kullanılır. Bu uygulamalara farların yakılması veya söndürülmesi örnek gösterilebilir. Yüksek hızlı standart, 1 Mbit/s bit hızına sahiptir ve de zaman kritik uygulamalar için kullanılır. Kontrol bu uygulamalara örnek olarak verilebilir. Çizelge 3.12'de KAA veriyolu özelliklerive kullanım alanları verilmiştir.

Çizelge 3.12. KAA veriyolu özellikleri ve kullanım alanları

KAA Veriyolu Özellikleri	KAA Veriyolu Kullanım Alanı Örnekleri
Mesaj Önceliği	Otomobil Elektroniği
Hattın Doluluk Kontrolü	Trafik Sinyalizasyon Sistemleri
Kayıp Zaman Güvenliği	Akıllı Binalar
Aynı Verinin Çoklu Kabulü	Laboratuvar Otomasyonları
Multimaster Çalışma	Robot Kontrolü
Veri Yoğunluğunu Dengeleme	Akıllı Motor Kontrolü
Yapılandırma Esnekliği	Akıllı Binalar
Hata Tespiti	Protez Kontrolü
Kalıcı Hata Tespiti ve İlgili Ünite İptali	Makine Kontrol Birimleri
	Asansörler
	Akıllı Sensörler

Araç içi haberleşme de günümüzde en yaygın olarak KAA veriyolu kullanılır. Modern araçlarda birden çok sayıda KAA yolu bulunur (Olaf, 2003). Şekil 3.6'da araçlarda KAA öncesindeki ve KAA sonrasındaki durum verilmiştir.



Şekil 3.6. Araçlarda KAA hattından önceki ve sonraki iletişim durumu

ECU araçlarda bir ve birden fazla elektrik ve alt sistemlerin kontrolü için en gerekli birimdir. 70'den fazla ECU içeren sistemler üzerinde heterojen haberleşme ağları çalışabilir. En güvenilir ağ olarak bilinen KAA ihtiyaç duyulan iletim hatlarının sayısını büyük oranda azaltarak hızlı veri iletimi sağlar (Rodelgo vd., 2007).

KAA kontrol mesajları hızlı olmasına rağmen güvenlik konusu açısından yeterli değildir. Aracın çevresi ile bağlantı kurması ile araç içi ağlar (KAA gibi) harici ağlara (3G - 4G mobil ağ) ihtiyaç duyar. Bu durumlarda KAA açıklarını kullanarak uzun menzilli kablosuz saldırılar için bir düşman ortaya çıkması kaçınılmazdır.

C-CAN HATTI: Yüksek hızda haberleşme hattıdır, aracın dinamik kontrolü için bulunan elemanların haberleşmelerinin sağlanması için yapılmıştır. 2 adet birbirine sarılmış elektrik kablosundan (kesit 0.35 mm²), (CAN-H), ve diğeri (CAN-L) oluşur. CAN-A ve CAN-B kabloları kesiti 0.35 mm² olan elektrik kablosundan oluşur. Bu kablo çiftleri üzerinden bilgi iletimi sırasıyla CAN-A ve CAN-B kabloları ile ilgili olmak üzere biri yüksek ve biri düşük iki voltaj seviyesinde iletimden oluşur.

- BCAN AĞI 50 Kbit/sn hızla iletim yapar.
- CCAN AĞI 500 Kbit/sn hızla iletim yapar.

C-CAN ve B-CAN ağı fiziksel olarak birbirinden ayrıdır fakat bir gateway ile birleşirler. Çalışma hızları farklı olsa dahi bir ağdan diğer ağa bilgi-veri geçişine imkan sağlanır (OM, 2015).

3.5. OBD (Onboard Diagnostic) Sistem

Modern araçlar ECU verilerini tanı-teşhis, kontrol ve izleme için mikro işlemciler ya da mikro bilgisayarlar ile donatılmışlardır. Standart haline gelen OBD, araç içi ECU durum bilgilerinin dış dünya ile bağlantısını sağlayan arayüz

olarak tanımlanır. OBD motor ve alt birimlere sensör ve kontrol aktüatörler yoluyla bağlanan araç izleme sistemi olarak geliştirilmiştir. OBD'yi destekleyen bazı yazılım ve donanımlar çeşitli uygulamalar için halen geliştirilmektedir (Rahmani vd., 2010; Jhou vd., 2013; Sourav vd., 2013; Baek ve Jang, 2015).

OBD fikri ilk olarak 1984'te Kalifornia'da önerilmiştir ve 1988'e Amerikan araçlarının alt sistemini oluşturmaya başlamıştır. OBD-I olarak bilinen ilk standart temel bazı enstrümanları, kayıtları ve hata kodlarını (DTC - Diagnostic Trouble Codes) içerir. Fakat farklı üreticiler bakım teknisyenleri için kafa karıştırıcı olan farklı soket, kod ve fonksiyon arayüzleri tasarlamış ve uygulamışlardır. Buna bağlı olarak 1998 yılında Kalfonia'da SAE (Society of Automotive Engineering) tarafından OBD II standardı geliştirilmiştir. OBD II teknik özellikleri hava kirliliği kontrolü için Kalifornia hava araştırma kurulu ve Çevre Koruma Ajansı (EPA - Environmental Protection) tarafından belirlenmiştir. 1996 yılından itibaren tüm araçlar ABD'de EPA düzenlemesi altında OBD-II ile donatılmış olması gerekmiştir. SAE-J1962 (SAE 2001), SAE-J2012 (SAE 2002) ve SAE-J1850 (SAE 2001) OBD-II kurulumu için düzenlenen standart ve şartname belgeleridir. Tüm araç üreticileri birleşik bir ara bağlantı konnektörü kullanarak ve kontrol ve denetim araç tasarımı için belirlenen standart olan bu dökümanları takip ederler (Lin vd., 2007).

SAE ve ISO standartlarına göre (ISO 2015) diagnostik tarama cihazı ile ECU arasındaki haberleşmede 5 temel iletişim protokolü bulunur. Çizelge 3.13'de protokoller arasındaki belirgin hız farklılıkları karşılaştırılabilir biçimde verilmiştir. Gerçekte haberleşme anında kuyruk verileri ile araç kontrolcüsü arasında minimum boşluk olmak zorundadır ancak iletişim protokollerine bağlı olarak 50-100 ms'lik gecikme süresi bulunur (Nadeem vd., 2004).

OBD-II Sinyal Protokolleri: OBD-II ile erişim ile izin verilen beş sinyal protokolü vardır. Çoğu araç sadece protokollerin bir tanesini uygular. Hangi protokolün kullanıldığını anlamak için J1962 konnektörü pin uçlarından gelen veri kontrol edilir. Çizelge 3.13'de Protokol isimleri ve özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.13. OBD iletişim protokolleri için haberleşme parametrelerinin karakteristikleri

Protokol İsimleri	Standart	İletim Hızı	Header Bit'lerinin Sayısı	İletim Hatları üzerindeki veri Bit'lerinin kodlanması	Ortalama	Başlatma
Kısaltmalar		[kbit/s]				
PWM	SAE	41,6	24	Pulse width Modulation	Pair of wires (differential signal)	-
	J1850				PIN 2 i 10	
VPW	SAE	10,4	24	Variable pulse width (depending on the previous bit value)	A single wire	-
	J1850				PIN 2	
ISO	ISO	10,4	24	Voltage levels	A single wire	Gerekli
	9141-2				PIN 7	
KW2000	ISO	10,4	24	Voltage levels	Pair of wires	Yavaş Hız
	14230				PIN 7 i 15	Yüksek Hız
CAN	ISO	250	11	Modulation realized through CAN bus controllers	Pair of wires (differential signal)	CAN Veriyolu Kontrol Ayarları
	15765	250	29		PIN 6 and 14	
		500	11			
		500	29			

SAEJ1850PWM (pulse-width modulation-41.6kB/sec, standard Ford Motor)

- Mesaj uzunluğu CRC içeren 12 byte olarak sınırlandırılmıştır.
- Pin2: +, Pin: 10 –

SAE J1850 VPW (variable pulse width - 10.4/41.6 kB/sec, standard of General Motors)

- Mesaj uzunluğu CRC içeren 12 byte olarak sınırlandırılmıştır.
- Pin 2: +, Veriyolu boşa çalışması: Düşük, yüksek voltaj: +7V, Karar verme noktası: 3,5V

ISO 9141-2. Chrysler, European, and Asian araçlarında kullanılır.

- Mesaj uzunluğu CRC içeren 12 byte olarak sınırlandırılmıştır.
- Pin 7: K-Line, Pin 15: L-Line

ISO 14230 KWP2000 (Keyword Protocol 2000)

- Veri kapsamı 255 byte üzeri mesaj uzunluğu içerebilir.
- Pin 7: K-Line, Pin 15: L-Line,

ISO15765CAN(250kBit/sor500kBit/s)

- Pin 6: CAN High, Pin 14: CAN Low

ISO 11898: Controller area network (CAN).

- Veri bağlantı ve fiziksel katman
- Yüksek Hız Erişim, Arabirime bağlı Düşük Hız ve Hata Toleransı

ISO 14230: Tanı Teşhis Sistemi, Keyword Protocol 2000,

- Fiziksel, Veri bağlantı ve Uygulama katmanı

ISO 15765: Controller Area Networks için Tanı Teşhis Protokolü

- Network Katman Hizmetleri: ISO15765-2
- CAN üzerindeki UDS(Unified Diagnostic Services) hizmeti uygulaması (Yıldırım, 2012).

3.5.1. OBD-II SAE J1962 standart diagnostik konnektör

Araç ile OBD-II erişimi 16 uçlu OBD-II soketi (DLC - Diagnostic Link Connector) ile gerçekleştirilir. 1996 yılından sonra üretilen araçlarda OBD-II soketi yer almaktadır. OBD-II soketi aracın ECU bağlantı girişi olarak tanımlanır. Şekil 3.7’de SAE tarafından standartlaştırılan J1962 diagnostik konnektör giriş pinleri ve tanımları verilmiştir.

A diagram of a 16-pin OBD-II connector. The pins are arranged in two rows of eight. The top row is numbered 1 through 8 from left to right. The bottom row is numbered 9 through 16 from left to right. The connector is shown in a perspective view with a rounded rectangular shape.

PIN	Tanımlama	PIN	Tanımlama
1	Vendor Option	9	Vendor Option
2	J1850 Bus +	10	J 1850 Bus -
3	Vendor Option	11	Vendor Option
4	Chasis Ground	12	Vendor Option
5	Signal Ground	13	Vendor Option
6	CAN (J-2234) High	14	CAN (J-2234) Low
7	ISO 9141-2 K-Line	15	ISO 9141-2 K-Line
8	Vendor Option	16	Battery Power

Şekil 3.7. OBD-II SAE J1962 standart diagnostik konnektör

OBD-II soketi üretici tarafından aracın direksiyon bölümünün altında, ön ayar konsol bölümünün altında ya da el freninin altında çeşitli yerlere yerleştirilir.

OBD-II soketi giriş ucu paralel olarak çoğaltılabilir özelliktedir. Çift çıkış OBD-II soket kablosu Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8. OBD-II paralel çıkış soketi

3.5.2. ELM327 OBD-II diagnostik cihazı ve AT komutları

Aracın KAA veri hattına erişimi sağlayan çok çeşitli OBD-II protokollerini destekleyen diagnostik cihazları bulunmaktadır. Araç bilgisinin alınmasında kullanılan OBD-II diagnostik cihazları birden fazla araca uyumlu olarak üretilmiştir. Ancak diagnostik cihazlarından her biri farklı erişim izni ile

geliştirilmiş ve sınırlı sayıda veriye erişim izni verilmiştir. Otomobil üreticileri aracın KAA veri yolunun tamamen izlenmesini ve veri yoluna müdahale edilmesini engellemişlerdir. Üreticilerin koymuş oldukları özel kodlar ile hatta erişim sağlanabilmekte ve bunun için üreticiler tarafından yüksek bir bedel talep edilmektedir.

ELM327 OBD-II diagnostik cihazı OBD-II portuna bağlanır ve farklı marka ve model araçlar için kullanılır. Kablolu ve kablosuz bağlantı özellikleri ile bilgisayar ve diğer cihazlara erişim sağlamak için RS223 RX, RS232 TX, USB, bluetooth ve Wi-Fi iletişim teknolojilerini destekler. ELM327 cihazının OBD-II ile uç bağlantısını sağladığını göstermek için bazı pin'leri doğrudan led'lere bağlıdır. Şekil 3.9'de kablosuz Wi-Fi ELM327 diagnostik cihazı verilmiştir.



Şekil 3.9. Wi-Fi ELM327 OBD-II diagnostik cihazı

Bu cihazın farklı versiyonlarına ve cihaz yeteneklerine sahip yetkili servisler tarafından kullanılan kablolu olanları mevcuttur. ELM327 OBD-II diagnostik cihazı araç sensörlerinden bilgileri alıp bilgisayarda ve mobil cihazlar üzerinde görüntülemeye olanak sağlamaktadır.

ELM327 OBD-II için çeşitli protokoller kullanılmaktadır. Wi-Fi ELM327 OBD-II diagnostik cihazının desteklediği protokoller:

ISO15765-4 (KAA), ISO14230-4 (KWP2000), ISO9141-2, J1850 VPW, J1850 PWM

ELM327 cihazından alınan standart veriler;

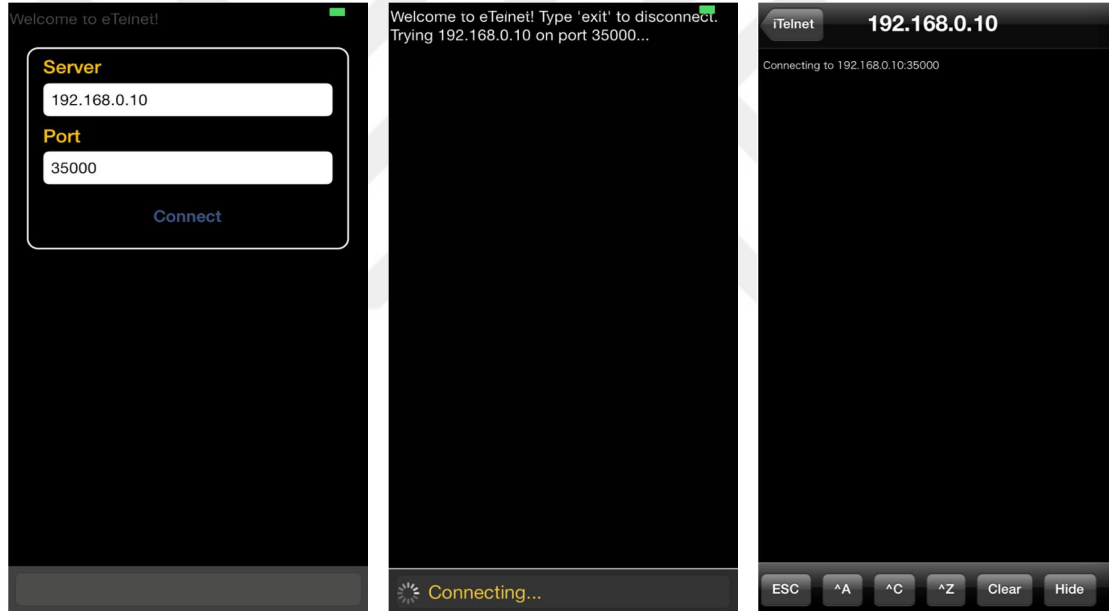
- Motor devri
- Hesaplanmış yük değeri
- Antifiriz ısısı
- Yakıt sistemi durumu
- Araç hızı
- Kısa mesafe yakıt sarfiyatı
- Uzun mesafe yakıt sarfiyatı
- Emiş manifold basıncı
- Zaman ilerlemesi
- Hava emiş sıcaklığı
- Hava akış oranı
- Oksijen sensör voltajı
- Yol bilgisayarı özellikleri
- Akü voltajı
- Tork
- Motor soğutma sıvısı sıcaklığı hakkında anlık veri alma
- Gaz pedalı konumu hakkında anlık veri alma
- Araç arıza kodu okuma
- Araç arıza kodu silme (hava yastığı arıza kodu hariç)
- Yakıt basıncı

AT Komutları ve Telnet Bağlantısı:

ELM327 OBD-II cihazı ASCII karakterler kullanmaktadır AT komutları olarak adlandırılan yapılandırma komutlarını algılamaktadır. AT komutları istenen verinin alınması için A ve T karakterleri ile başlangıç yapar ve devamında talep edilen veri komutu girilir. OBD komutları hexadecimal veri için sadece ASCII kodları içerir. Tüm mesajlar 20 saniye içerisinde bir taşıyıcı ile karaktere dönüştürülür, aksi halde mesaj iptal edilir (Anonim 2015).

Wi-Fi ELM327 OBD-II diagnostik cihazına mobil cihaz üzerinden Telnet bağlantısı:

Mobil bir cihaz üzerinden Wi-Fi ağ bağlantısı açılır ve ilk kez bağlantı kurulacağı için el ile static olarak IP (Internet Protocol) adresi girişi yapılır. IP adresi 192.168.0.123 ve Subnet Mask 255.255.255.0 verilir. Wi-Fi üzerinden OBD-II cihazı otomatik olarak görülecektir. Ancak henüz bir erişim sağlanamayacaktır. Mobil cihaz üzerinde Telnet gibi yazılımlar aracılığı ile bağlantı işlemine devam edilir. Şekil 310'da verilen bağlantı konfigrasyonunda TCP (Transmission Control Protocol) bağlantı seçilerek IP 192.168.0.10 girişi yapılır ve TCP port girişi 35000 seçilerek erişim sağlanır.



ELM327 ile Wi-Fi üzerinden iletişim için gerekli IP ve Port bilgileri

Girilen IP ve Port numaraları ile bağlantı kurma aşaması

ELM327 diagnostik cihazına erişim sağlandığı onay ekranı

Şekil 3.10. Mobil cihaz üzerinden telnet bağlantısı ile ELM327 diagnostik cihazına erişim adımları

Çizelge 3.14'de OBD-II diagnostik erişimi için kullanılan protokoller ve tanımları verilmiştir.

Çizelge 3.14. OBD-II diagnostik erişim protokolleri ve tanımları

Protokol	Tanımı
0	Otomatik
1	SAE J1850 PWM (41.6 kbaud)
2	SAE J1850 VPW (10.4 kbaud)
3	ISO 9141-2 (5 baud init)
4	ISO 14230-4 KWP (5 baud init)
5	ISO 14230-4 KWP (fast init)
6	ISO 15765-4 CAN (11 Bit ID, 500 kbaud)
7	ISO 15765-4 CAN (29 Bit ID, 500 kbaud)
8	ISO 15765-4 CAN (11 Bit ID, 250 kbaud)
9	ISO 15765-4 CAN (29 Bit ID, 250 kbaud)
A	SAE J1939 CAN (29 Bit ID, 250* kbaud)
B	User 1 CAN (11* Bit ID, 125* kbaud)
C	User2 CAN (11* Bit ID, 50* kbaud)
* Kullanıcı Ayarlı	

ELM 327 Hazırlık Komutları:

- AT SP X → Araca hangi OBD-II protokolü ile bağlanması gerektiğini belirler.
- ATZ → Donanımı Resetler.
- ATH1 → ATE gibi responsların formatını belirler.
- ATE 0 → 0'a çekip extended responsları kapatıp veri kalabalığını önler.
- ATL 0 → ATE gibi responsların formatını belirler.
- AT WS → ATZ gibi resetleme için kullanılır ve fark olarak daha fazla gecikme olmadan, power on led'leri yakmadan hızlı resetlemede kullanılır.

Örnek AT Komutları:

- AT SP 0
- Ok
- AT SP 2
- Ok
- AT SP A2

- Ok
 - AT DP
- SAE J1850 VPW
- ELM327

Örneğin AT DP komutu, hangi protokolü kullanıyor bilgisini aktarır.

ELM327 OBD-II diagnostik cihazının hazırlık komutları tamamlandığında aracın KAA veri yolu ile iletişim kurmasını sağlayan test modlarından biri seçilir. Çizelge 3.15’de SAE J1979 standartlı test modları verilmiştir.

Çizelge 3.15. SAE J1979 standartlı test modları

Mode	Tanımlama
1	O anki verinin görüntülenmesi
2	Freeze frame verilerinin görüntülenmesi
3	Hata arıza kodlarının görüntülenmesi
4	Hata kodlarının silinmesi ve değerlerin kaydedilmesi
5	Test sonuçları, oksijen sensörleri
6	Test sonuçları, sürekli olmayan verilerin
7	Pending' hata kodlarının görüntülenmesi
8	Özel kontrol modu
9	Araç bilgilerinin talebi
0A	Kalıcı hata kodlarının talebi

Test modlarının ardından byte olarak Pid numaraları gelir. SAE J1979 standardı Çizelge 3.15’de verilen test modlarını ve birçok standart Pid’yi destekler, ancak tüm modlara erişim üreticiler tarafından sınırlandırılmıştır. Her bir üretici kendi aracı için ek mod belirleyebilir. SAE J1979 tarafından belirlenen standart OBD-II Pid tablosu ek A’da verilmiştir. Tüm araçlar verilen Pid’leri desteklemeyebilir ve üreticiler tarafından ayrıca OBD-II standardı içinde belirlenmeyen özel Pid’ler yer alabilir.

Yapılan bu çalışmada, standart Pid’ler kullanılmıştır. 01 moduna ait örnek Pid listesi Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.17. Modu 01 olan örnek standart Pid listesi

PID(Hex)	Tanımı	Formül
0	PIDs supported [01 - 20]	Bit encoded
4	Calculated engine load value	$A \cdot 100 / 255$
*5	Engine coolant temperature	$A - 40$
0A	Fuel pressure	$A \cdot 3$
0B	Intake manifold absolute pressure	A
*0C	Engine RPM	$((A \cdot 256) + B) / 4$
*0D	Vehicle speed	A
0E	Timing advance	$(A - 128) / 2$
0F	Intake air temperature	$A - 40$
10	MAF air flow rate	$((A \cdot 256) + B) / 100$
11	Throttle position	$A \cdot 100 / 255$
12	Commanded secondary air status	Bit encoded.
13	Oxygen sensors present	Sensors 1-4. [A4..A7] == Bank 2...
14	Bank 1, Sensor 1: OBD standards this vehicle conforms to	Bit encoded. A0 == Power Take Off (PTO) status
1E	Auxiliary input status	
1F	Run time since engine start	$(A \cdot 256) + B$
20	PIDs supported [21 - 40]	Bit encoded
21	Distance traveled with malfunction indicator lamp (MIL) on	$(A \cdot 256) + B$
22	Fuel Rail Pressure (relative to manifold vacuum)	$((A \cdot 256) + B) \cdot 0.079$
23	Fuel Rail Pressure (diesel, or gasoline direct inject)	$((A \cdot 256) + B) \cdot 10$
2C	Commanded EGR	$A \cdot 100 / 255$
2D	EGR Error	$(A - 128) \cdot 100 / 128$
2E	Commanded evaporative purge	$A \cdot 100 / 255$
2F	Fuel Level Input	$A \cdot 100 / 255$
30	# of warm-ups since codes cleared	A
31	Distance traveled since codes cleared	$(A \cdot 256) + B$
32	Evap. System Vapor Pressure	$((A \cdot 256) + B) / 4$

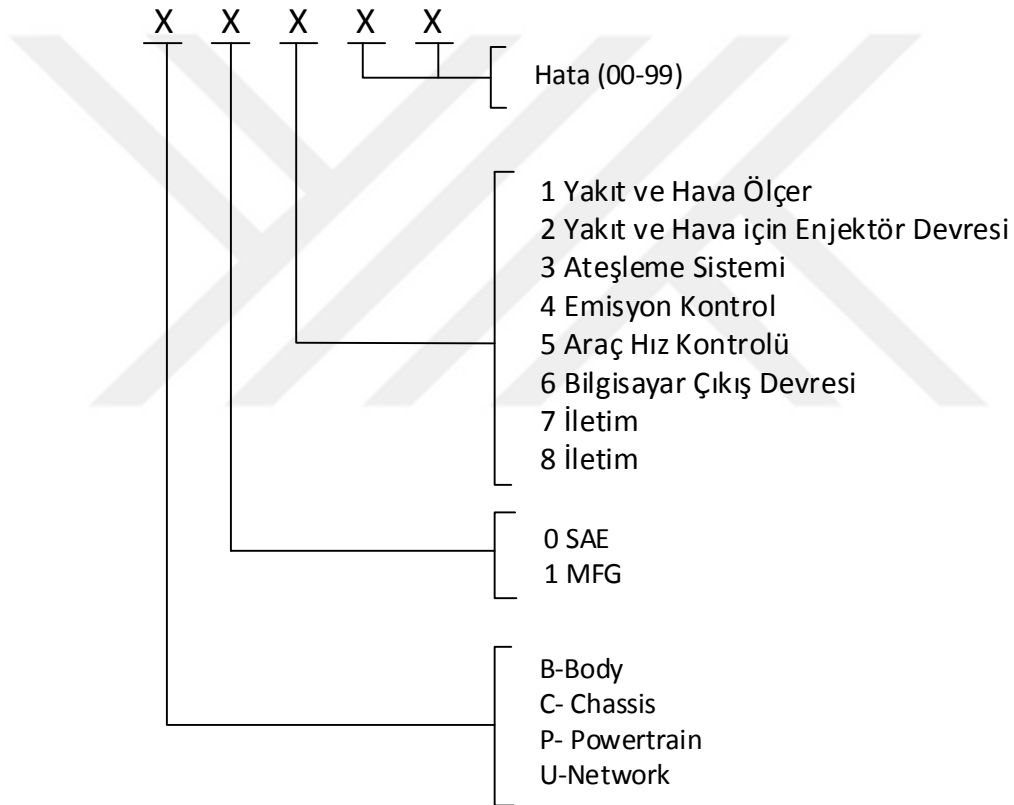
Çizelge 3.17’de belirtilen kırmızı renkli satırlar araçlar tarafından desteklendiği durumlarda kullanılır. 81-A0 arası son olarak desteklemekte olduğu Pid aralığıdır. Her bir Pid sonucu hexadecimal olarak alınır ve formül kısmında belirtildiği üzere bir işlem yapılır ve sonuçlar elde edilir.

0105 için →

- 01 MOD
- 05 PID

Elektronik kontrol ünitesi herhangi bir arıza oluştuğunda bir kod numarası bildirir. Bu kodlar DTC olarak değerlendirilir. DTC kod bloğu 5 karakterden oluşmaktadır. Her bir değer farklı bir anlam ifade eder. Şekil 3.11’de genel hata kod bloğu ve karşılıkları verilmiştir.

Genel Hata Kodları:



Şekil 3.11. Genel DTC kod bloğu ve karşılık değerleri

Örneğin P0301 olarak alınmış olan hata verisi incelendiğinde;

P: Powertrain,

0: SAE,

3: Ateşleme Sistemi,

01 ise DTC kod listesinden bakılarak hatanın ne olduğu ortaya çıkmaktadır.

3.5.3. OPCOM OBD-II diagnostik cihazı

OPCOM OBD-II diagnostik cihazı ECU üzerinden verileri alabilmek için bir dönüştürücü görevini üstlenen KAA verilerinin anlamlı hale getirilmesinde kullanılan diagnostik cihazlarından biridir. OPCOM OBD-II cihazının ELM327 OBD-II cihazından farkı olarak bilgisayar tabanlı USB bağlantısı ile çalışması ve daha geniş bilgiye erişim sağlamasıdır. Şekil 3.12’de OBD-II diagnostik cihazı verilmiştir.



Şekil 3.12. OPCOM OBD-II diagnostik cihazı

OPCOM diagnostik cihazından alınan verilerin iletimi bir bilgisayara USB üzerinden yapılır. Windows işletim sistemi üzerinde OPCOM için geliştirilmiş bir paket program ile veriler izlenir.

Çizelge 3.17’de OPCOM diagnostik cihazı erişim sağlanan araç veri yolları ve içerisinde yer alan sensör bilgileri verilmiştir.

Çizelge 3.17. OPCOM ile erişim sağlanan araç veri yolları

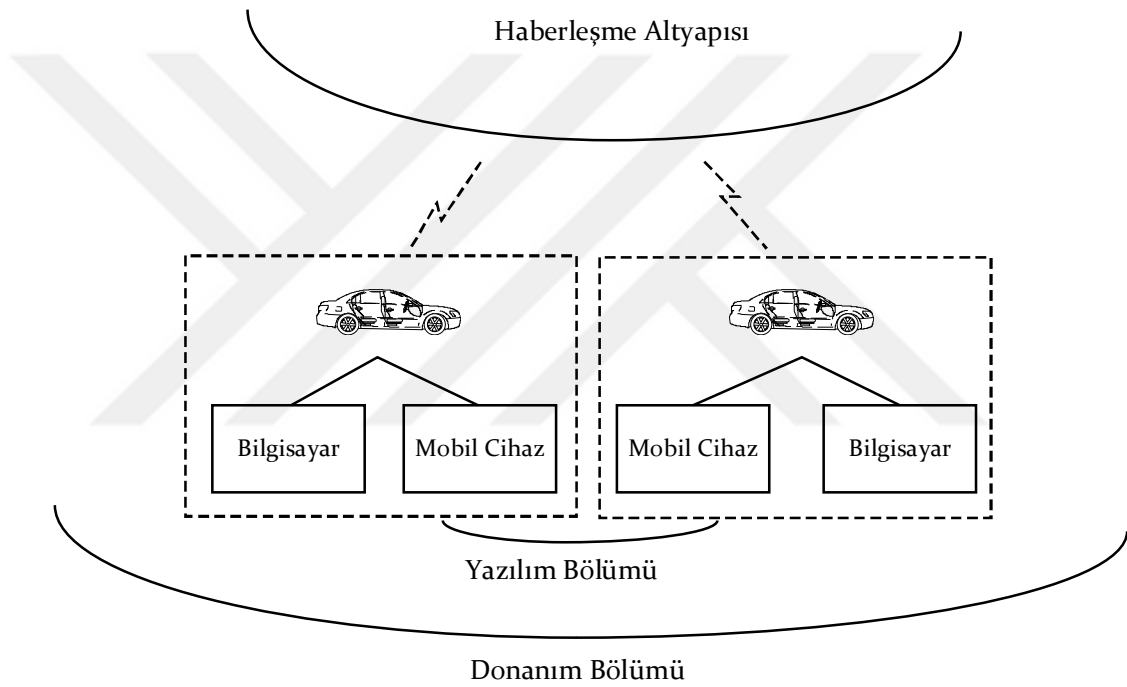
Vehicle (Araç)	Car identification Module/ECU Presense Check Vehicle DTC information
Engine (Motor)	Y 13 DTH Z 13 DTH Z 14 XEL Z 14 XEP Z 16 XE1 Z 16 XEP Z 16 XER
Transmission (İletim)	AF-40-6 AF 22-4 AF 17-4 MTA (Easytronic) MTA (Easytronic Magneti Marelli)
Chassis (Şase)	ABS/TC/ESP ECU (Electronic Control Unit) TPMS (Tyre Pressure Monitoring System) EHPS (Electrohydraulic Power Steering) Electric Power Steering CDC (Continuous Damping Control)
Body (Gövde)	Şekil 4.16'da detaylı olarak verilmiştir.
Infotainment System (Bilişim Sistemi)	EHU (Entertainment Head Unit) DIS (Info Display TID BID GID CID) UHP (Mobile Phone Portal) DAB (Digital Audio Broadcast)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde tasarlanan iTAMİS uygulmasının sistem mimarisi, haberleşme altyapısı, yazılım ve donanım kısımları ve olası araç trafik senaryoları verilmiştir.

4.1. Sistem Mimarisi

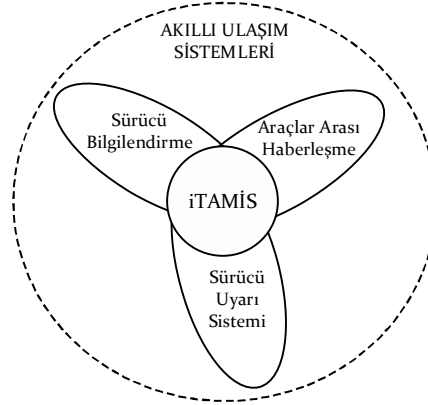
iTAMİS uygulaması için tasarlanan sistem mimarisi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. iTAMİS mimarisi

iTAMİS mimarisinde araç durum ve konum bilgilerine erişebilecek bir deney düzeneği kurulmuş ve bu bilgileri diğer araçlar ile paylaşabilecek mobil yazılım tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem, deney düzeneğinde oluşturulmuş ve iki araç için de test edilmiştir. Kullanılan donanımlar ile bu donanımların haberleşmesini sağlayan altyapı ve mobil cihaz için geliştirilen yazılım bölümü Şekil 4.1’de görülmektedir.

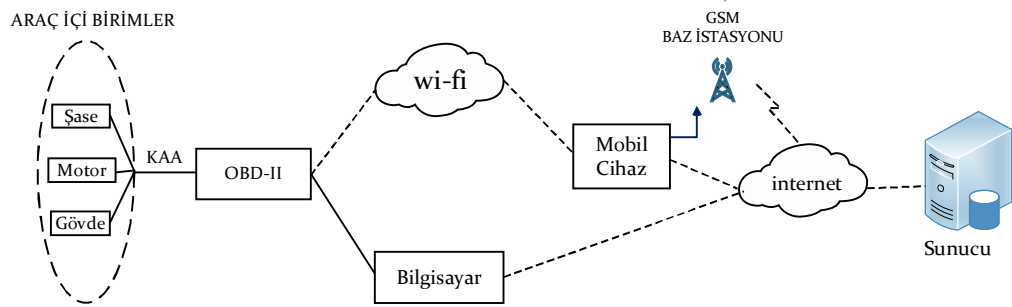
Şekil 4.2’de iTAMİS’in akıllı ulaşım sistemlerindeki kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 4.2. iTAMİS’in akıllı ulaşım sistemlerindeki kullanımı

Şekil 4.2’de görülen iTAMİS mimarisinde ECU bilgileri işlenerek sürücü bilgilendirilmesi yapılmakta verilerin sunucu üzerinden iletilerek araçlar arası haberleşme sağlanmakta ve beklenmedik bir durumda sürücüler uyarılmaktadır.

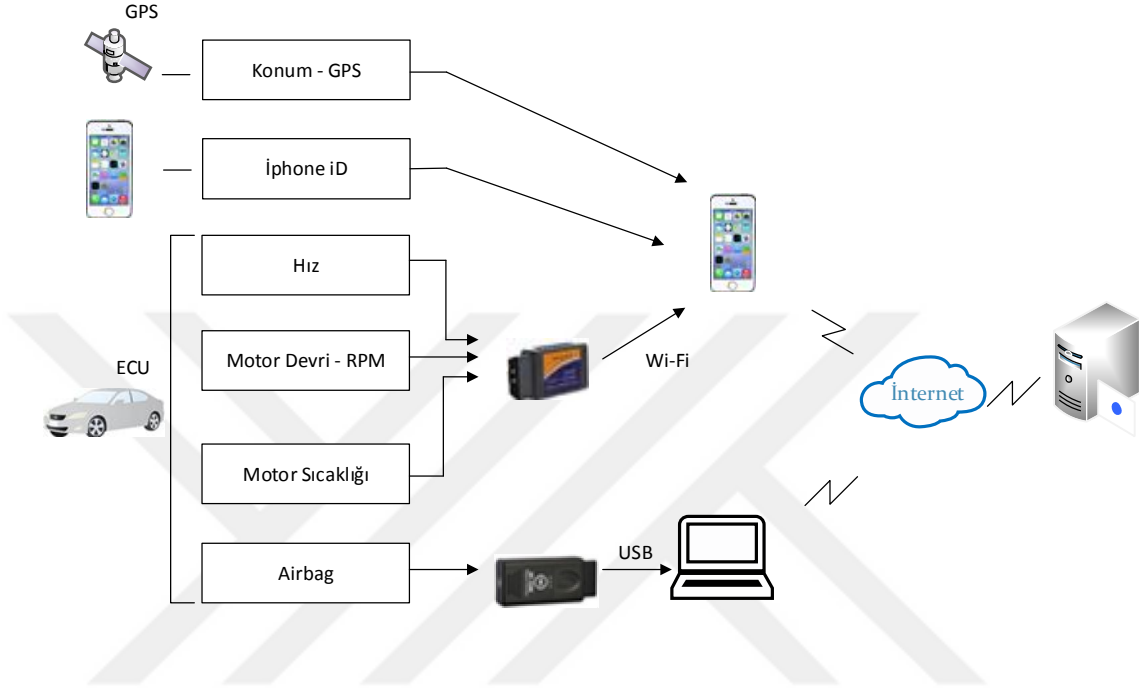
4.1.1. Haberleşme altyapısı



Şekil 4.3. iTAMİS haberleşme altyapısı

Sunucu üzerinden araçlar arası haberleşme sağlayan bu sistemde kullanılan haberleşme altyapısı Şekil 4.3’de verilmiştir.

Araç içi birimlere bağlı olan sensörler ile elde edilen veriler KAA hattı üzerinden OBD-II soketi aracılığı ile diagnostik cihazlara aktarılır. Diagnostik cihazı olarak ELM327 ve OPCOM kullanılmıştır. Şekil 4.4’de veri kaynaklarından gelen verilerin sunucuya iletim şeması verilmiştir.

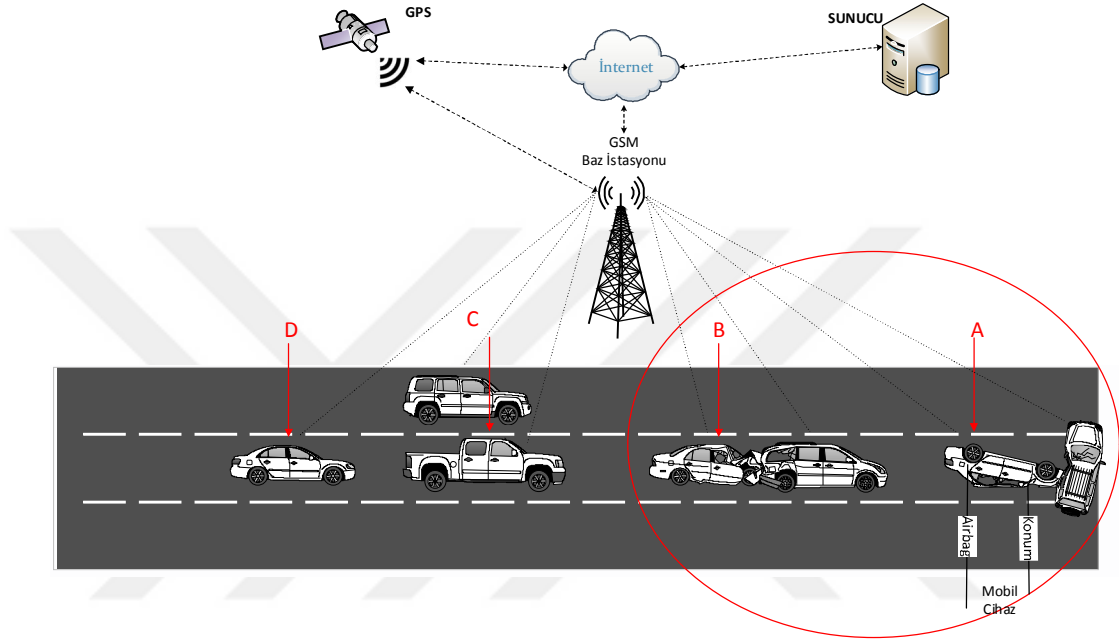


Şekil 4.4. Veri kaynaklarından gelen verilerin sunucuya iletim şeması

Şekil 4.4’de öngörüldüğü gibi araç içi birimlerinden elde edilen hız, RPM ve motor sıcaklığı bilgileri ELM327 OBD-II diagnostik cihazı tarafından hexadecimal verilere dönüştürülerek Wi-Fi iletim ortamı üzerinden mobil cihaz olarak kullanılan iPhone’a aktarılmıştır.

Araç içi birimlerinden elde edilen bir diğer veri olan airbag bilgisi OPCOM OBD-II diagnostik cihazı tarafından hexadecimal verilere dönüştürülerek USB aracılığı ile bilgisayara aktarılmıştır. iPhone ve Bilgisayar’a aktarılan veriler internet ortamında sunucuya iletilmiştir. Bu esnada GPS üzerinden alınan konum bilgisi ile iPhone mobil cihazına ait id bilgisi de internet ortamı üzerinden sunucuya aktarılmıştır.

Araç ile sunucu arasında sağlanan iletişimde iPhone ile bilgisayarın internet ortamında veri aktarabilmesi baz istasyonu altyapısı ile mümkün olabilmektedir. Bu nedenle baz istasyonunun kullandığı veri iletim teknolojisi olan GPRS, edge, 2,5G, 3,5G kullanılmıştır. Şekil 4.5’de iTAMİS mimarisi kullanımına ait örnek verilmiştir.



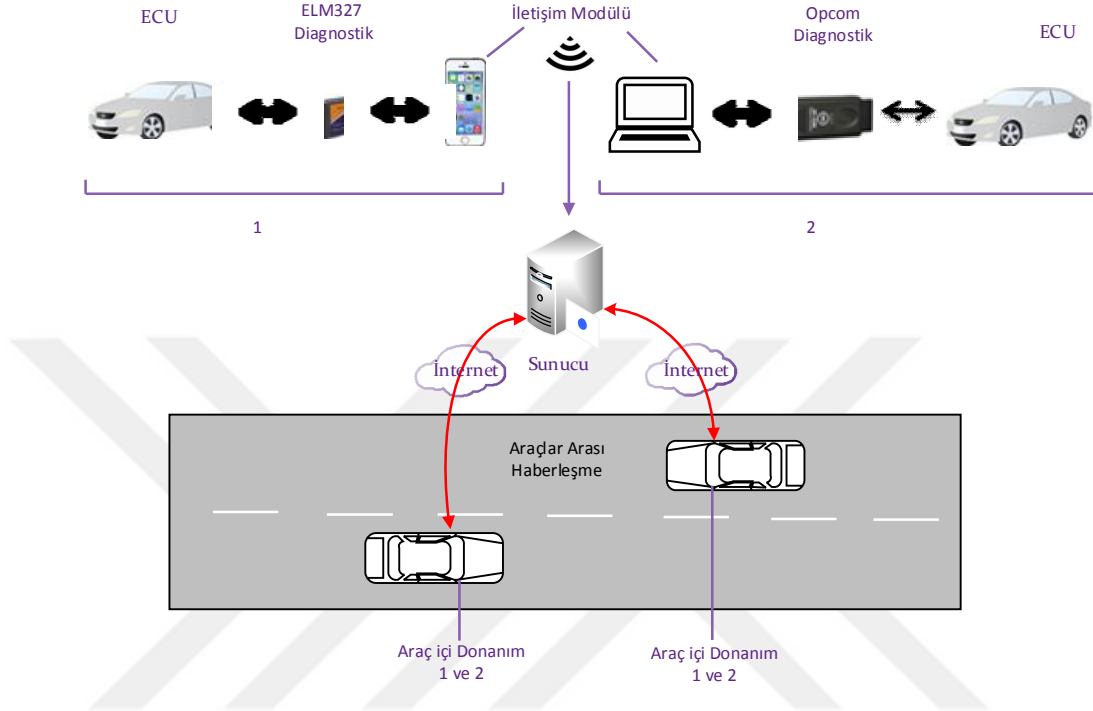
Şekil 4.5. iTAMİS mimarisi kullanımına ait örnek

iTAMİS mimarisinin kullanımına verilen örnekte (Şekil 4.5) seyir halindeki araçlardan alınan anlık durum ve konum bilgilerinin trafikte seyreden diğer araç sürücüleri ile paylaşarak olası kaza durumlarının önüne geçilmesi durumu anlatılmıştır.

A aracında kaza etkisi ile açılan airbag verileri ile GPS üzerinden alınan konum bilgileri 1 km içersindeki iTAMİS mimarisini kullanan diğer araçlara iletilmiştir. A aracının kaza yapması sonrası arkadan gelen diğer aracın ani durması sonucu B aracı da iTAMİS mimarisi kullanmadığı için kazaya karışmıştır. iTAMİS mimarisi kullanan C ve D araçlarındaki sürücüler A aracından gelen kaza bilgisi ile uyarılarak olası bir zincirleme trafik kazasının önüne geçilmiştir.

4.1.2. Donanım Bölümü

Şekil 4.6’da iTAMİS mimarisini oluşturan donanım şeması görülmektedir.



Şekil 4.6. iTAMİS donanım şeması

Sunucu temelli araçlar arası haberleşmenin gerçekleştirilmesi için sistemde yer alan her bir araç içerisinde 1 ve 2 numaralı donanımların yer alması gerekmektedir. Bir numaralı donanım bloğu ECU, ELM327 ve iPhone; 2 numaralı donanım bloğu ise ECU, OPCOM ve bilgisayardan oluşmaktadır.

iTAMİS için test aracı içerisinde hazırlanan deney düzeneğindeki donanımlar Şekil 4.7’de numaralandırılmıştır.



Şekil 4.7. iTAMİS deney düzeneği

Bu düzenekte;

1. ELM327: iPhone cihazının OBD-II üzerinden ECU bilgilerine ulaşabilmesi için gerekli arabirimdir.
2. OPCOM: Bilgisayarın OBD-II üzerinden ECU bilgilerine ulaşabilmesi için gerekli arabirimdir.
3. iPhone: Araçtan alınan bilgilerin sürücü tarafından gerçek zamanlı izlenebilmesi ve aynı zamanda bu bilgilerin sunucuya iletilerek trafikteki diğer sürücülere harita üzerinde trafik durum bilgisinin gönderilebilmesi için kullanılmaktadır.
4. Bilgisayar: Airbag verilerinin sunucuya iletilerek olası bir kaza durumunda trafikteki diğer sürücülerin uyarılması için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada aracın kontrol sistemine müdahale edilmeden sadece araç bilgilerine erişim sağlanmış ve elde edilen sensör bilgileri kullanılmıştır. Bu veriler iki farklı diagnostik cihazı ve iki farklı yöntem ile alınmıştır. Şekil 4.7’de ELM327 bağlantı şeması verilmiştir.



Şekil 4.8. ELM327 bağlantı şeması

ELM327 ECU ile haberleşmesini OBD üzerinden sağlarken iPhone ile haberleşmesini Wi-Fi teknolojisi ile sağlamaktadır.



Şekil 4.9. Pid kodları ile araç iPhone haberleşmesi

Şekil 4.9'da araç ile iPhone arası haberleşme süreci detaylı bir şekilde gösterilmiştir. KAA veri hattına erişim için Pid kodlar kullanılır.

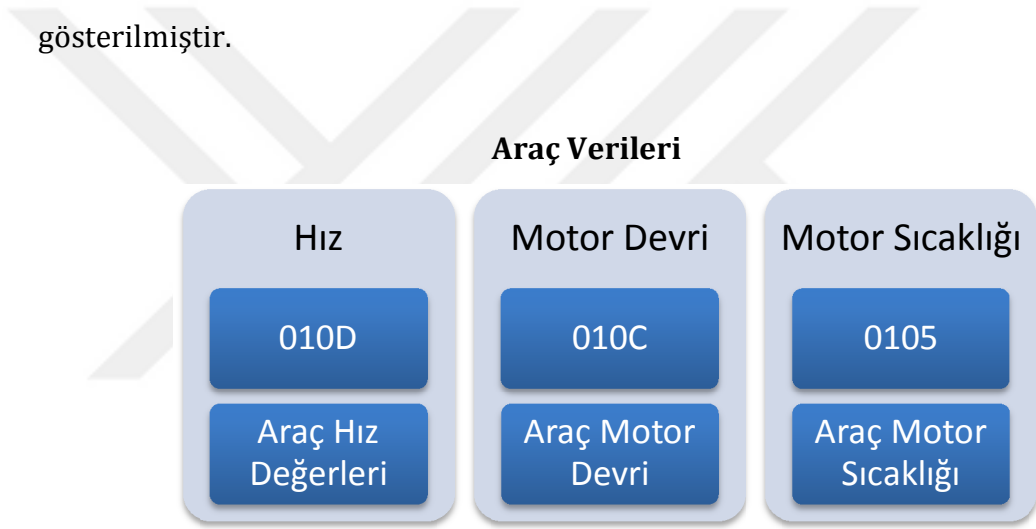
1. Pid Kodlarının OBD-II Wi-Fi Diagnostik Cihazına İletimi: OBD-II için geliştirilmiş Pid kodlar ile ECU üzerinden veriler istenir. ELM327 ile iPhone arasındaki haberleşme iPhone için geliştirilmiş farklı yazılımlar ile gerçekleştirilmektedir. Bağlantı için araca tanımlı protokol seçimi yapılarak test modları ile KAA veri hattına erişim sağlanır.

2. Pid Kodlarının KAA Veri Hattına İletimi: Doğrudan OBD-II'ye bağlı olan ELM327 girilen verilerin dönüşümünü sağlayarak KAA veri hattına isteklerin iletilmesini sağlar.

3. Pid Değerlerinin Wi-Fi Diagnostik Cihazına İletimi: İkinci aşamada belirtilen isteklerin cevapları ELM327 ile geri alınır.

4. Pid Değerlerinin Hexadecimal Formatta Wi-Fi ile iPhone'a İletimi: ECU üzerinden gelen KAA verileri ELM327 ile hexadecimal olarak çevrilir.

Şekil 4.10'da KAA veri yolundan talep edilen araç veri kodları ve karşılıkları gösterilmiştir.



Şekil 4.10. KAA veri yolundan talep edilen araç veri kodları ve karşılıkları

Burada 01 0D parametresinde 01 ile verileri izleme mod'u seçilmiş ve 0D ile araç Hız Pid numarası seçilmiştir. 01 0C parametresinde 0C Motor Devri bilgisini getiren Pid olarak standartlaştırılmıştır. Motor Devri Hesaplama: 01 0C aa bb değeri olarak gelir, 'aa' değeri Decimal'e çevrilir ve A değeri çıkar. 'bb' değeri Decimale'e çevrilir ve B değeri çıkar. Sonuç olarak işlemde $[(A*256) + B] / 4$ formülü kullanılır. Şekil 4.11'de sistemde kullanılan yardımcı veriler gösterilmiştir.

Değerlendirilebilir Yardımcı Veriler

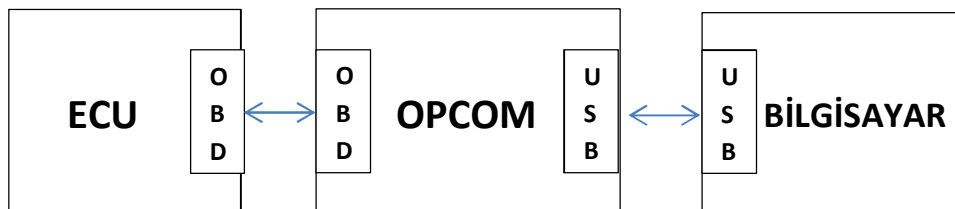


Şekil 4.11. KAA veri yolundan talep edilen araç veri kodları ve karşılıkları

01 1C komutu ile aracın OBD standardı sorgulanmıştır. 01 1C komutunun bir kez kullanımının yeterli olması sebebi ile OBD standardı sürekli sorgulanmamıştır.

VIN araçların marka, model yılı gibi özelliklerini belirten ve üreticiler tarafından standartlaştırılmış kimlik bilgileridir. KAA veri yolu üzerinden aracın VIN parametreleri 09 02 Pid kodu ile alınmaktadır.

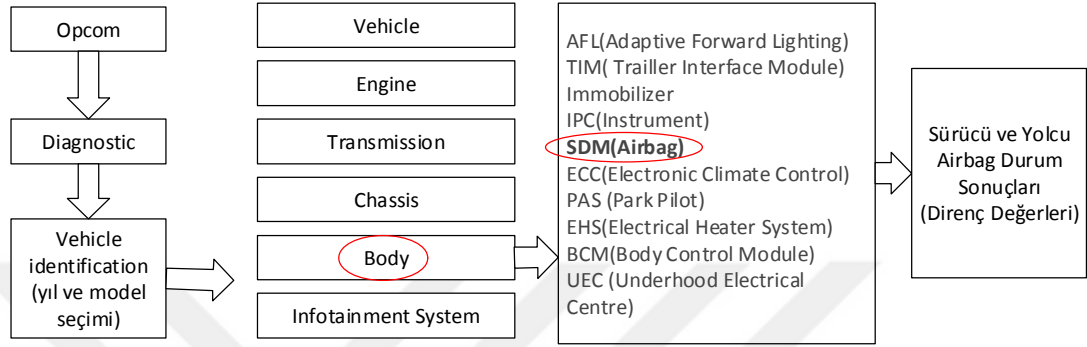
Bu çalışmada VIN numaralarının görüntülenerek araçların birbirleri ile haberleşmelerinde tanımlayıcı unsur olarak kullanılması amaçlanmıştır. Ancak her marka aracın farklı standardizasyon kod bloğu bulunduğundan tüm üreticiler ile iletişim kurulması ve VIN numaralarının karşılıklarının oluşturulması gerekmektedir. Bu işlemlerin bu süreçte yapılamaması nedeniyle VIN sonuçları değerlendirilmeden çıkarılmıştır.



Şekil 4.12. OPCOM bağlantı şeması

Şekil 4.12’de aracın ECU ile bilgisayar arasında haberleşme sağlayan OPCOM bağlantısı verilmiştir.

OPCOM ECU ile haberleşmesini OBD üzerinden sağlarken Bilgisayar ile haberleşmesini USB aracılığı ile sağlamaktadır.



Şekil 4.13. OPCOM bilgisayar arayüz programı

Şekil 4.13’de verilen OPCOM bilgisayar arayüz programında airbag verilerine erişim basamakları gösterilmiştir.



a

OP-COM - Measuring Blocks

Number of measured values: 10 9-10/10 0.0

Driver Pretensioner Squib Circuit Resistance	2,2	Ohm
Passenger Pretensioner Squib Circuit Resistance	2,2	Ohm

Record Default Export Data to File Previous block Next block

Fault Codes Clear Fault Codes Back

Masafütünü öster

b

Şekil 4.14. Airbag'in kapalı olması durumu

Bir aracın airbag'inin açık olup olmaması sensörden alınan direnç değeri ile takip edilmektedir. Airbag'in kapalı olması durumunda OPCOM üzerinden alınan veriler Şekil 4.14 a,b'de gösterilmiştir. Şekil 4.15'de airbag açık olan bir test aracı görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.15. Airbag'i açılmış test aracı

Şekil 4.15'deki deney aşamasında, airbag'i açık olan bir araç üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bunlar Şekil 4.16 a,b,c'de gösterilmiştir.

OP-COM - Measuring Blocks

Number of measured values: 10 1-8/10 0.0

Driver Airbag Stage1 Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm
Passenger Airbag Stage1 Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm
Driver Airbag Stage2 Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm
Passenger Airbag Stage2 Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm
Driver Side Airbag Squib Circuit Resistance	2,2	Ohm
Passenger Side Airbag Squib Circuit Resistance	2,2	Ohm
Driver Curtain Airbag Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm
Passenger Curtain Airbag Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm

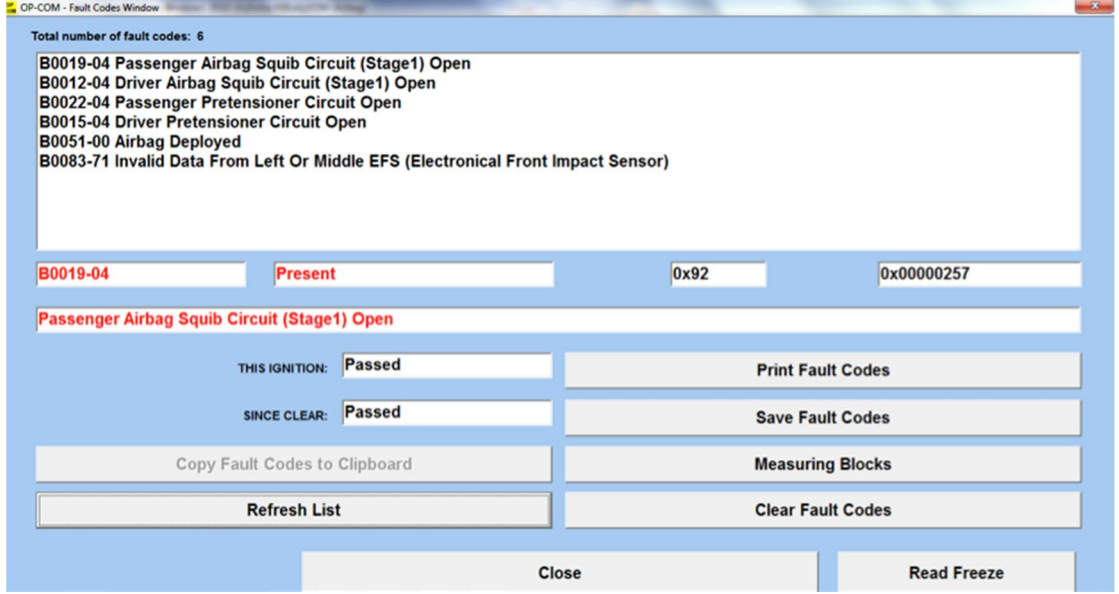
a

OP-COM - Measuring Blocks

Number of measured values: 10 9-10/10 0.0

Driver Pretensioner Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm
Passenger Pretensioner Squib Circuit Resistance	7,3	Ohm

b



C

Şekil 4.16. Airbag'in açık olması durumu

Kaza geçirmiş bir aracın sürücü ve yolcu airbag'lerinin açılması ile ölçülen direnç değerleri Şekil 4.16'da a, b, c olarak gösterilmiştir. B0019-04 ve B0022-04 hata kodları ile yolcu bölümünde yer alan airbag devresinin açık olduğu, B0012-04 ve B0015-04 hata kodları sürücü airbag devresinin açık olduğunu göstermektedir. B0051-00 airbag verilerinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini belirten hata kodudur. B0083-71 hata kodu ise orta ya da sol elektronik ön etki sensörlerinden geçersiz verinin alındığını bildirmektedir.

Aracın kaza öncesi ve kaza sonrası airbag direnç değişimleri:

Sürücü Durum 1: 2.7 Ohm → 7.3 Ohm

Yolcu Durum 1: 2.2 Ohm → 7.3 Ohm

Sürücü Ön Gergi Fitil Devresi: 2.7 Ohm → 7.3 Ohm

Yolcu Ön Gergi Fitil Devresi: 2.7 Ohm → 7.3 Ohm

Kullanılan OPCOM yazılımı içerisinde log dosyasına kaydedilen airbag verileri .csv formatına dönüştürülmüş, Windows ve Web Servis aracılığı ile sunucuya iletilmiştir.

Mobil cihaz özellikleri:

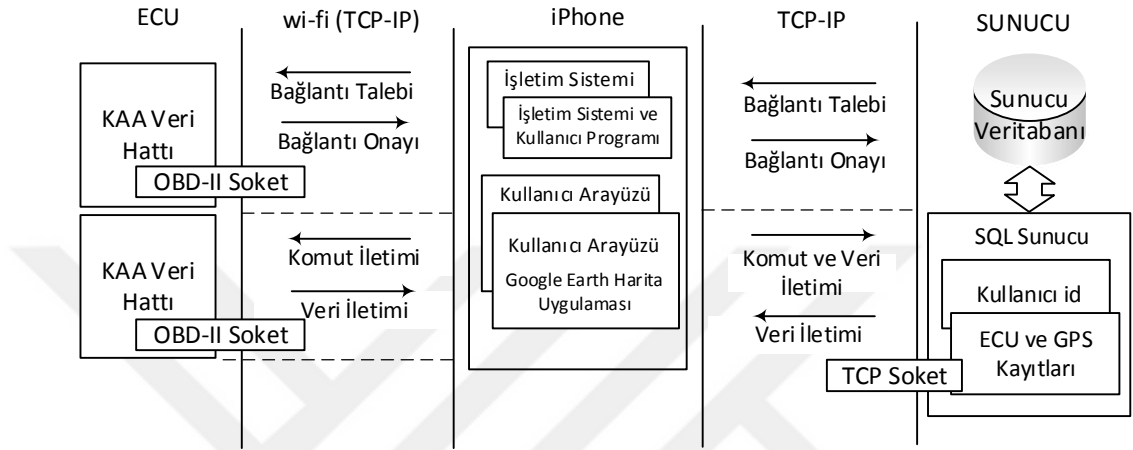
Tasarlanan iTAMİS mimarisinde Apple iPhone marka iOS işletim sistemi ile geliştirilmiş akıllı telefon tercih edilmiştir. Uygulama kapsamında iPhone akıllı telefonun kullanılan özellikleri aşağıda Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Uygulamada kullanılan iPhone akıllı telefon özellikleri

iPhone Özellikleri	Uygulamada Kullanımı
iPhone 5 ve iPhone 5s Modeller	Araçlar arası iletişim testlerinin yapıldığı modellerdir.
aGPS(Global Positioning System)	Araçların konumlarının takibinde kullanılmıştır.
İnternet altyapısı	2G, Edge ve 3G baz istasyonu üzerinden sunucu ile erişimi sağlanmıştır.
Wi-Fi	Aracın KAA veri yolu ile bağlantı kurmak için Wi-Fi ELM327 OBD-II ile eşleştirilmiştir.
Accelaration-ivme	Direksiyon açısının hesaplanmasına yardımcı olması için ivme sensör verileri alınmıştır ancak alınan sonuçlar yetersiz olduğundan değerlendirilmemiştir.

4.1.3. Yazılım Bölümü

iTAMİS için geliştirilen yazılım mimarisi Şekil 4.17’de verilmiştir. Bu şekilde iPhone ile ECU arasındaki ve iPhone ile sunucu arasındaki kablosuz bağlantı şekilleri görülmektedir.

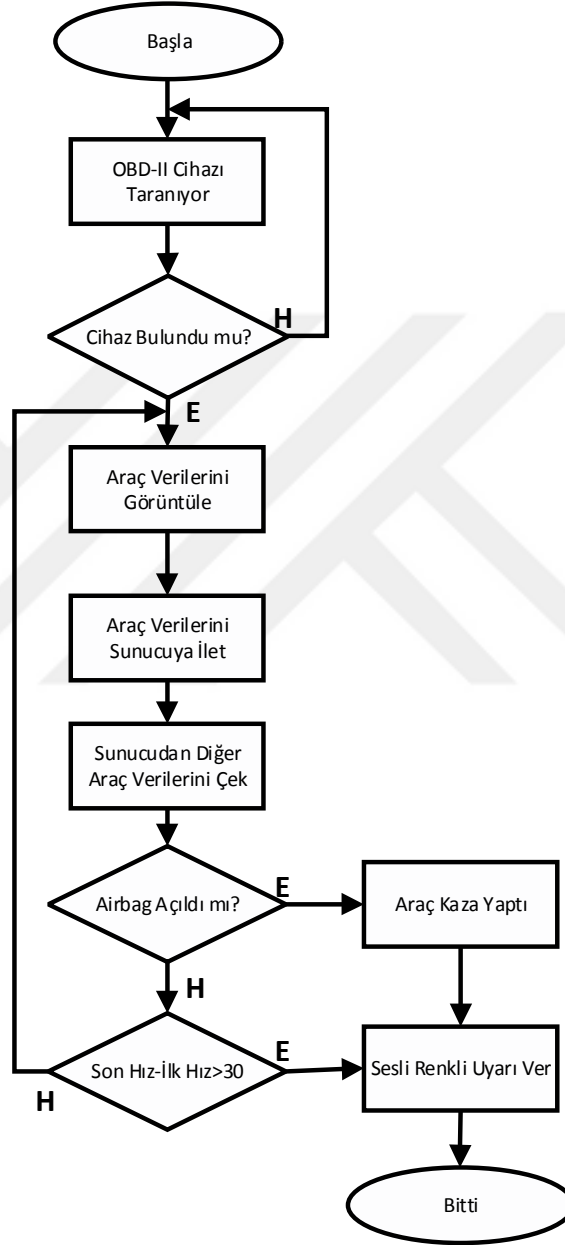


Şekil 4.17. iTAMİS yazılım mimarisi

Her bir iPhone kullanıcısı geliştirilen arayüz sayesinde OBD-II soketi ile bağlantı sağlayan diagnostik cihazına Wi-Fi üzerinden erişim sağlar. iPhone KAA mesajlarını hexadecimal sisteme dönüştürülmüş olarak alır. Hexadecimal sisteme dönüştürülen bu veriler geliştirilen yazılım ile sürücü için anlamlı hale getirilerek diğer sürücüler ile paylaşılacak üzere TCP-IP bağlantı protokolü ile sunucuya iletilir.

4.1.3.1. iPhone XCode yazılımı

Xcode üzerinde geliştirilen iPhone uygulamasının akış diyagramı Şekil 4.18' de verilmiştir.



Şekil 4.18. iPhone uygulaması akış diyagramı

Şekil 4.18’de gösterilen akış şemasında uygulamanın çalışması ile OBD-II cihazının tarama işlemi gerçekleştirilir. Wi-fi haberleşme sağlayan ELM327 diagnostik cihazından cevap alınıp alınmadığı sorgulanır. Bir cevap alınmadığı durumda yazılım tekrar tarama yaparak wi-fi bağlantısını kontrol eder. Bağlantı sağlandığı durumda iPhone cihazı araçtan istenilen ECU verilerini görüntülenmesini sağlar. Elde edilen araç verileri sunucuya iletilir. iTAMİS uygulamasında yer alan diğer araçların verileri de sunucuya iletilmiştir. Seyahat esnasında diğer araçların verileri sunucudan paylaşarak iPhone üzerinde görüntülenir. Diğer araç verileri için airbag ve hız bilgisinin kontrolü yapılır. Airbag açılması durumunda araç kaza yaptı uyarısı sesli ve renkli olarak sürücüyeye iletilir. Hız farkları kontrolü ile fren etkisi değişimi kontrol edilir ve sürücüler sesli ve renkli olarak uyarılır. Diğer araç verilerinde bir durum değişiliği olmaz ise program tekrar cihazın bulunduğu adımdan devam eder. iPhone uygulaması ile sürekli olarak araç verilerinin görüntülenmesi ve diğer araç verilerini değerlendirmesi sağlanır.

iPhone ile OBD-II arasındaki iletişimi sağlayan komut satırları aşağıda yer almaktadır.

```
-(void) scanDidStart:(FLScanTool *)scanTool
{
    FLINFO(@"Started Scan");
+   statusLabel.text=@"Tarama Başladı";
}
-(void) scanToolDidConnect:(FLScanTool *)scanTool
{
    FLINFO(@"ScanTool Connected");
}
```

Araçtan RPM ve hız verilerinin alınmasını ve iPhone üzerinde izlenmesini sağlayan komut satırları aşağıda yer almaktadır.

```
-(void)InitResponse:(NSArray*)responses
{
    FLECUSSensor* sensor = nil;
    for (FLScanToolResponse* response in responses) {
        sensor = [FLECUSSensor sensorForPID:response.pid];
```

```

[sensor setCurrentResponse:response];
if (response.pid == 0x0C)// rpm verisinin alınması
{
    rpmLabel.text = [NSString stringWithFormat:@"%d",[sensor
valueStringForMeasurement1:NO]];
    [rpmLabel setNeedsDisplay];
}
else if(response.pid == 0x0D)
{
    int* speedL = [[NSString stringWithFormat:@"%d",[sensor
valueStringForMeasurement1:NO]] intValue];
    [speedLabel setNeedsDisplay];
}

```

Araçtan alınan KAA verilerinin iPhone üzerinden sunucuya iletimini gerçekleştiren program parçası aşağıda verilmiştir.

```

-(void)SendData:(CLLocation*) location
{
    @try{
        AracBilgi* bilgi = [[AracBilgi alloc] init];
        bilgi.x = [NSString stringWithFormat:@"%f",location.coordinate.latitude];
        bilgi.y = [NSString stringWithFormat:@"%f",location.coordinate.longitude];
        bilgi.hiz = speedLabel.text;
        bilgi.devir = rpmLabel.text;
        bilgi.motorSicakligi = heatLabel.text;
        bilgi.ivmeX = @"0";
        bilgi.ivmeZ = @"0";
        bilgi.ivmeY = @"0";
        bilgi.vehicleID = [self GetDeviceID];
        [sendGeteData SendData:bilgi];
    }
    @catch (NSEException *exception) {
        NSLog([exception reason]);
    }
}

```

Araçın hız verilerinin alınarak son hız ile belli bir süre öncesindeki hız arasında karşılaştırmanın yapıldığı program parçası aşağıda verilmiştir. Yazılımda belirlenen hız farkına göre araçların ani fren bilgileri sunucu üzerinden diğer araçlar ile paylaşılmış ve sürücülerin sesli olarak uyarılması sağlanmıştır.

```

if(response.pid == 0x0D)
{
    int* speedL = [[NSString stringWithFormat:@"%d",[sensor
valueStringForMeasurement1:NO]] intValue];
    int* speedF = [speedLabel.text intValue];
    int* fark = speedL - speedF;
    if(speedL == 0)
    {
        if (fark >= 30) {
            UIAlertView* alertView = [[UIAlertView alloc] initWithTitle:@"Uyarı"
message:@"Araç kaza yaptı..." delegate:nil cancelButtonTitle:@"OK" otherButtonTitles:nil];
            [alertView show];
            [self performSelectorOnMainThread:@selector(PlaySound) withObject:nil
waitUntilDone:YES]; // sesli uyarı
        }
    }
}

```

Trafikte araçların konum bilgilerinin harita üzerinde gösterilerek diğer araçlar tarafından takip edilmesini sağlayan iPhone program parçası aşağıda verilmiştir. Google Earth harita uygulamasının iPhone ekranında yer alması ile üzerinde hız bilgileri ile konum bilgilerinin verilmesi sürücülerin trafikte dikkatini arttırmakta ve virajlı yollarda karşı şeritten gelen araç bilgisini almamızı sağlamaktadır.

```

-(void)scanTool:(FLScanTool *)scanTool didUpdateLocation:(CLLocation *)location
{
    [self SetMap:location];

    dispatch_async(dispatch_get_global_queue(DISPATCH_QUEUE_PRIORITY_BACKGROUND,
0), ^{
        [self SendData:location];
    });
}

-(void)drawLine
{
    CLLocationCoordinate2D coordinates[self.mpv.annotations.count];
    int i=0;
    for (SPAnnotation *anno in mpv.annotations) {
        coordinates[i] = anno.coordinate;
        i++;
    }
}

```

```

    }
    MKPolyline *polyLine = [MKPolyline polylineWithCoordinates:coordinates
count:mpv.annotations.count];
    [mpv addOverlay:polyLine];
    self.polyline = polyLine;
}
-(void)SetMap:(CLLocation*)location
{
    @try {
        MKCoordinateRegion region;
        region.center=location.coordinate;
        mpv.showsUserLocation = YES;
        MKCoordinateSpan span;
        span.latitudeDelta=0.001; // zoom x
        span.longitudeDelta=0.001; // zoom y
        region.span=span;
        [mpv setRegion:region animated:YES];
    }
    @catch (NSException *exception) {
    }
}

```

iPhone ekranında harita üzerinde gösterilecek araç bilgileri için bir filtreleme yapılmıştır. 1 km'lik alanda yer alan araçların harita üzerinde yer alması sağlanmıştır.

```

-(void)GetData:(CLLocation*)location
{
    @try {
        NSDate *date1 = [NSDate date];
        AracBilgisi* bilgi = [[AracBilgisi alloc] init];
        bilgi.x = [NSString stringWithFormat:@"%f",location.coordinate.latitude];
        bilgi.y = [NSString stringWithFormat:@"%f",location.coordinate.longitude];
        bilgi.vehicleID = [self GetDeviceID];
        [sendGeteData GetData:bilgi];
        NSMutableArray* array = [[sendGeteData veriler] copy];
        for (AracBilgisi* item in array)
        {
            CLLocationCoordinate2D location2;
            location2.latitude = [item.x floatValue];
            location2.longitude = [item.y floatValue];
            MKPointAnnotation *mkp = [[MKPointAnnotation alloc] init];
            mkp.coordinate = location2;

```

```

        mkp.Title=[NSString stringWithFormat:@"%@",item.vehicleID];
        mkp.Subtitle=[NSString stringWithFormat:@"%@",item.hiz];
[mpv addAnnotation:mkp];
        [mkp release];
    }
[array release];
    NSDate *date2 = [NSDate date];
NSTimeInterval diff = [date2 timeIntervalSinceDate:date1];
}
}

```

Trafikte aracı ya da sürücüyü belirlemek için iPhone id numaralarını kullanarak araçların uygulamaya dahil edildiği bilgisi harita üzerinde konum etiketlerinde gösterilmiştir.

```

-(NSString*)GetDeviceID
{
    NSUUID *oNSUUID = [[UIDevice currentDevice] identifierForVendor];
return [oNSUUID UUIDString];
}

```

Trafikte olası bir kaza sonrası arkadaki araçların zincirleme olarak kazaya karışmasını engellemek amacı ile kaza yapan aracın airbag verilerinin sunucudan paylaşarak iPhone üzerinde sesli uyarı sağlandığı yazılım kodları aşağıda verilmiştir.

```

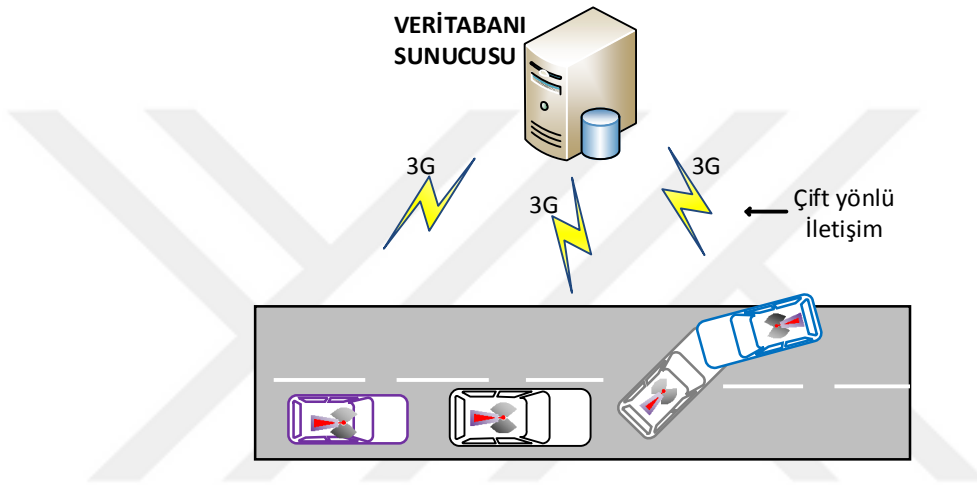
-(void)GetHavaYastigi
{
    dispatch_async(dispatch_get_main_queue(), ^{
[sendGeteData GetHavaYastigiData];
        NSMutableArray *array = [[sendGeteData airbagVeriler] copy];
        HavaYastigi* hv = [array objectAtIndex:0];
        if ([hv.driverAirBagStage1 isEqualToString:@"7.3 Ohm"]) {
            secondVLabel.text = [NSString stringWithFormat:@" Hava yastığı patladı "];
            [self performSelectorOnMainThread:@selector(PlaySound) withObject:nil
waitUntilDone:YES]; // sesli uyarı
        }
        else
        {
            secondVLabel.text = [NSString stringWithFormat:@" Hava yastığı normal "];
        }
    }
}

```

```
});  
}
```

4.1.3.2. Veritabanı programı

Araç verilerinin sunucu veritabanına iletiminde Microsoft SQL Server programı kullanılmıştır. Şekil 4.19'da iTAMİS mimarisinde araçların veritabanı sunucusu üzerinden birbirleri ile haberleşmesi görülmektedir.



Şekil 4.19. Araç bilgilerinin veritabanı sunucusu üzerinden iletimi

Araç verileri veritabanına birden fazla noktadan iletilmektedir.

Sunucu → Veritabanı → KAA Veri Kayıtları + iPhone Veri Kayıtları + OPCOM Veri Kayıtları

Hizmetler → Web Service + Windows Service

4.1.3.3. Sunucu web servis yazılımı

Günümüzde internet üzerinden çalışan web servisler, uygulamaların belli bir oranda dışa açılmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada Web Servis uygulaması Microsoft Visual Studio yazılım geliştirme ortamında c# dili

kullanılarak programlanmıştır. Web Servis uygulaması web uygulama teknolojisi olan asp.net ile geliştirilerek sunucu üzerinde yayına açılmıştır.

Web Servis uygulaması, bu çalışmada araç verilerini kaydetmek için kullanılan bir aracı olup verilerin SQL veritabanına kaydının yapılarak tekrar internet üzerinden paylaşılmasını sağlamaktadır. Şekil 4.20’de Web Servis ekran görüntüleri verilmiştir.

here for a complete list of operations.' The main section is titled 'AirbagKaydet'. Underneath, there is a 'Test' section with instructions: 'To test the operation using the HTTP POST protocol, click the 'Invoke' button.' Below the instructions is a table with two columns: 'Parameter' and 'Value'. The table contains eight rows of parameters related to airbag stages and sides for driver and passenger. Each parameter has an empty text input field next to it. At the bottom right of the table is an 'Invoke' button." data-bbox="186 281 890 575"/>

Parameter	Value
driverAirBagStage1:	
passengerAirbagStage1:	
driverAirbagStage2:	
passengerAirbagStage2:	
driverSideAirBag:	
passengerSideAirbag:	
driverCurtainAirbag:	
passengerCurtainAirbag:	

Invoke

Şekil 4.20. Web servis ekran görüntüleri

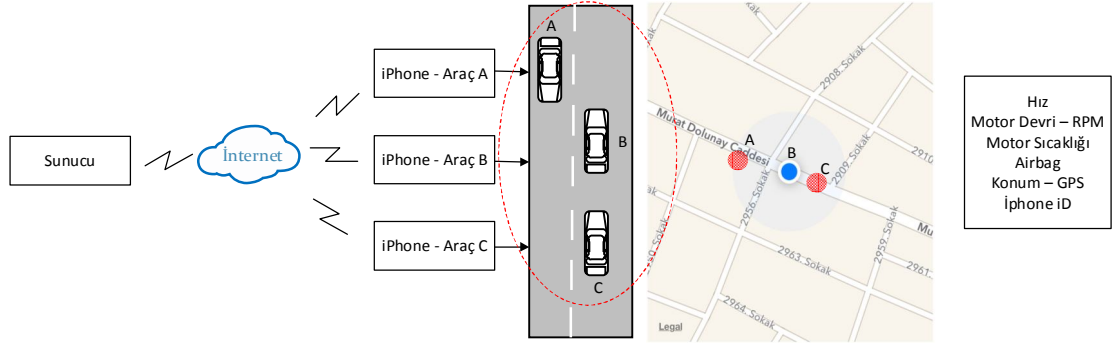
Sunucu üzerinde çalışmakta olan Web Servis hizmetine <http://obd.tmolos.net/gpskayit.asmx> adresinden erişim sağlanmaktadır. Şekil 4.20’de erişime açık Web Servis ekran görüntü örneği verilmiştir.

4.1.3.4. Windows servis yazılımı

OPCOM aracılığı ile veri almak için geliştirilen yazılımın doğrudan veri aktarımı izni olmadığından anlık olarak alınan log dosyası Windows servis aracılığı ile yine anlık olarak çekilerek sunucuya iletilmiştir. Windows servis ile sürekli okunan veriler veritabanına Web Servis aracılığıyla gönderilmektedir.

4.2. Olası trafik senaryoları

Şekil 4.21’de sunucu ile araçlar arası internet üzerinden sağlanan haberleşme gösterilmiştir.



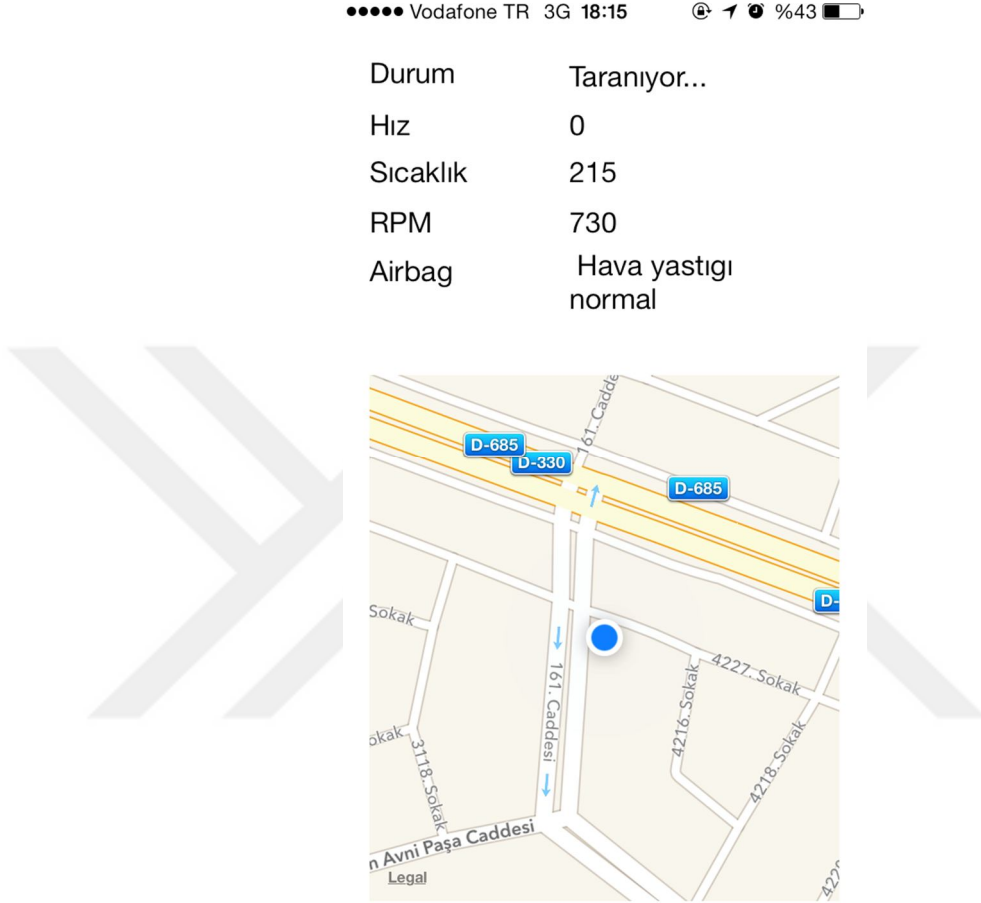
Şekil 4.21. Sunucuya iletilen verilerin internet üzerinden sürücüler ile paylaşımı

Şekil 4.21’den tasarlanan iTAMİS uygulaması ile harita üzerinde diğer araçların konum bilgileri izlenebilmektedir. iTAMİS mimarisi bulunan A, B ve C araçları birbirlerinin araç verilerini gerçek zamanlı olarak izleyebilmektedirler. Örneğin B aracının ani bir kaza durumunda airbag sensörlerinin açılmış olması durumunda A ve C araçları mesaj ve ses ile uyarılmaktadır.

Olası kaza senaryoları tasarlanan iTAMİS uygulaması ile örneklendirilmiştir. Olası hata ve kaza senaryoları:

- 1 Trafikte art arda takip eden araçlarda ani fren uyarı sistemi.
- 2 Trafik kazası uyarı sistemi.
- 3 Araç trafik yoğunluk uyarı sistemi.
- 4 Virajlı yollarda karşı şeritten araç gelme uyarısı.
- 5 Sürücü için araç arıza tespit uyarısı.

iTAMİS uygulaması için geliştirilen kullanıcı arayüzü Şekil 4.22’de verilmiştir. Aracın ECU erişim durumu, hız, sıcaklık, RPM ve diğer araçların airbag bilgileri sürücüler için anlık olarak görüntülenmektedir. GPS verileri ile araçlar harita üzerinden takip edilebilmektedir.

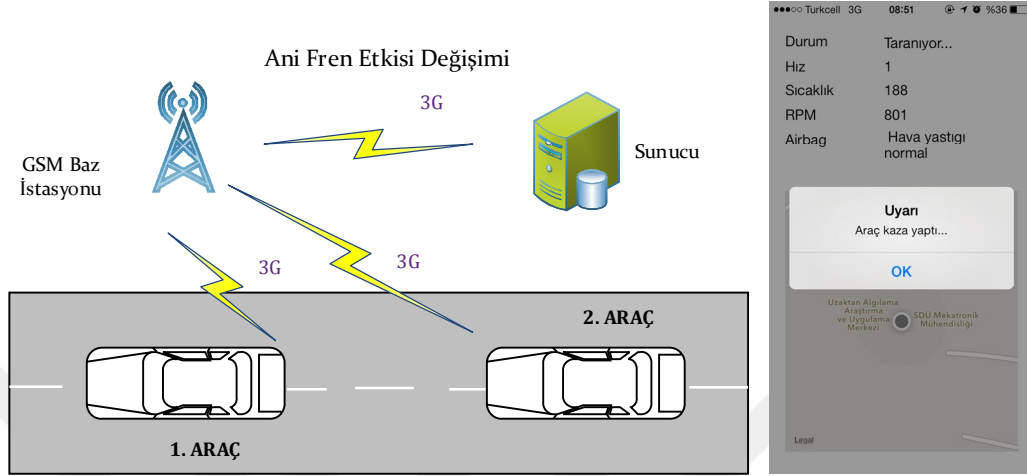


Şekil 4.22. iTAMİS kullanıcı arayüzü

iTAMİS ile elde edilen veriler sonucu üretilen trafik senaryoları için 4.22’de verilen kullanıcı arayüzü örnek oluşturmaktadır.

4.2.1. Trafikte art arda takip eden araçlarda ani fren uyarı sistemi

Şekil 4.23’de trafikte aynı yönde hareket eden iki aracın verilerinin GSM baz istasyonu üzerinden sunucuya iletimi görülmektedir.

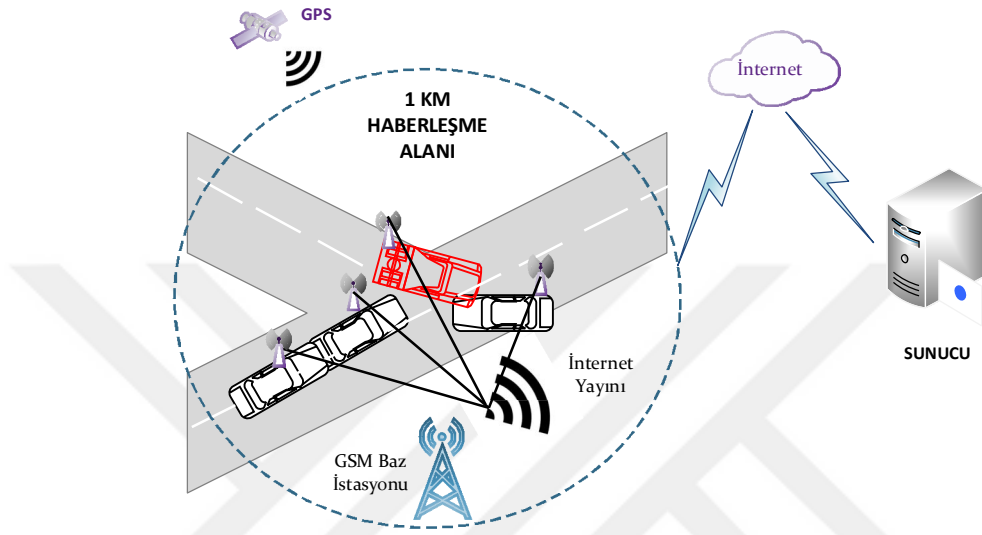


Şekil 4.23. İki araç arasında ani fren etkisi durumu

Şekil 4.23’den seyir halinde olan araçların hız verileri sürücüler tarafından gerçek zamanlı olarak takip edilmektedir. Tasarlanan iTAMİS mimarisinde sunucuya iletilen hız verilerinin son durum ve bir önceki durum değerlendirmesi yapılarak sürücünün ani fren yapıp yapmadığı tahmin edilmiştir. Şekil 4.23’de görülen birinci aracın ani fren yaptığı ECU’dan alınan anlık hız verilerinin SQL veritabanına kaydedilip burada farkının alınmasıyla anlaşılmaktadır. Öncelikle ELM327 ile ECU’dan alınan hız verileri iPhone uygulamasında izlenmektedir. Birinci araç sürücüsünün ani fren yapması üzerine ikinci aracın sürücüsü uyarılarak olası kazaya karşı önlem alması sağlanmıştır. Ayrıca ani fren sonucu aracın yüksek hızdan durma seviyesine gelmesi durumu olası bir kazanın göstergesi olabileceğinden iTAMİS uygulamasında sürücü mesaj ile uyarılmıştır.

4.2.2. Trafik kazası uyarı sistemi

Tasarlanan iTAMİS mimarisi ile karayollarında trafik kazalarının anlık tespiti airbag bilgilerinin sunucu üzerinden araçlar arası iletimi ile sağlanmıştır. Şekil 4.24’de kaza durumunda araçlar arası haberleşme sistemi verilmiştir.

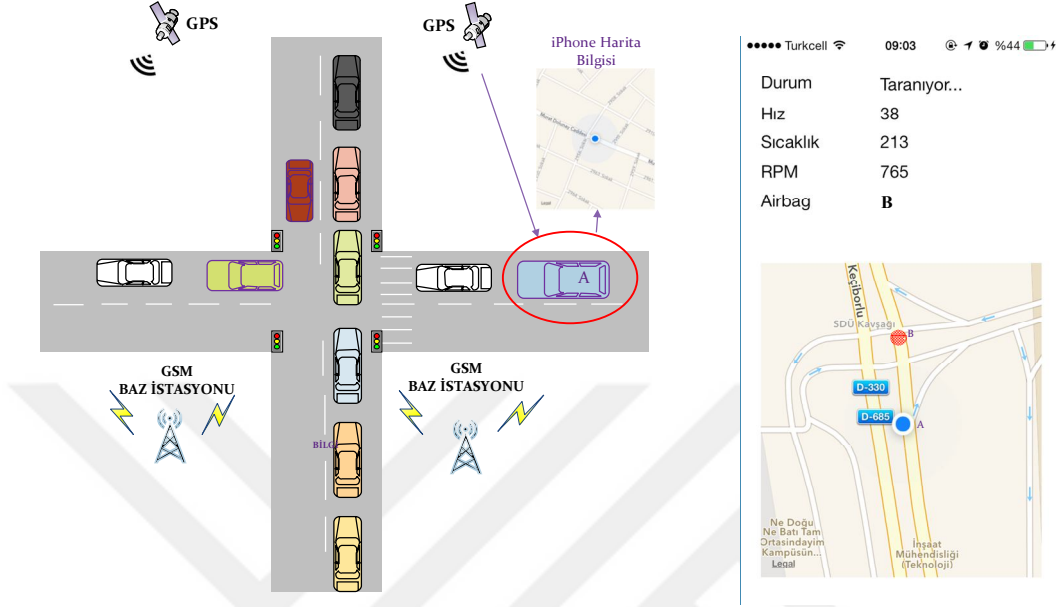


Şekil 4.24. Kaza durumunda araçlar arası haberleşme sistemi

Trafik kaza uyarı sisteminde aynı alanda seyreden araçların verileri anlık olarak sunucu üzerinden paylaşılmaktadır. Bir aracın diğer araçlar ile iletişim kurma alanı 1 km olarak ayarlanmıştır. Olası zincirleme trafik kazalarının önüne geçebilmek için kaza yapan araç veya araçların tespit edilerek diğer sürücülerin sesli ve mesajlı olarak uyarılması sağlanmıştır.

4.2.3. Araç trafiği yoğunluk uyarı sistemi

Şekil 4.25’de otoyol trafik yoğunluk harita bilgisi verilmiştir.



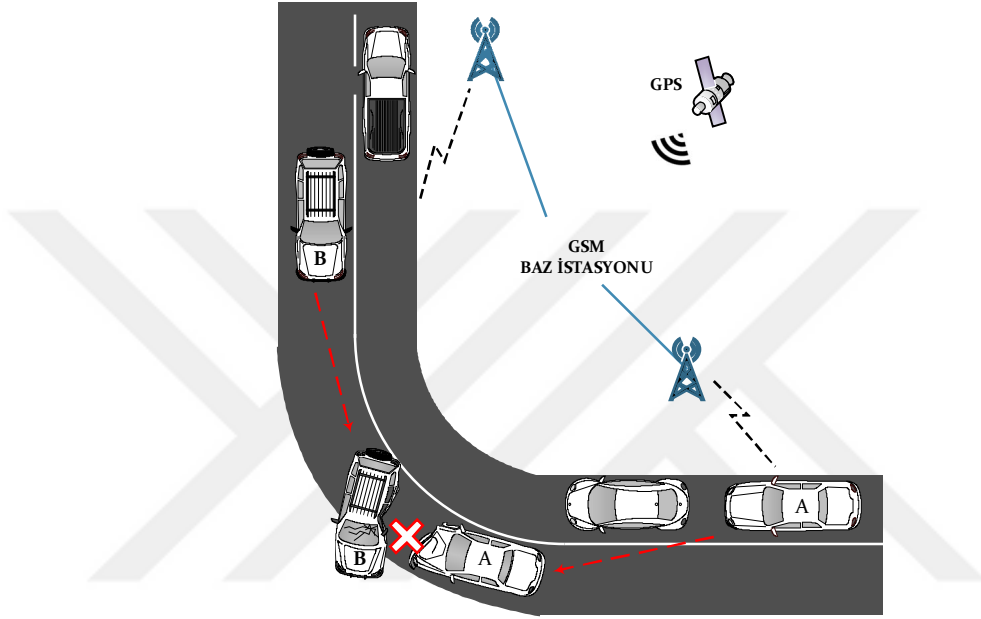
Şekil 4.25. Otoyol trafik yoğunluk harita bilgisi

Araçta yer alan iPhone cihazlarının aGPS özelliği sayesinde araçların konum bilgileri anlık olarak takip edilebilmektedir. iPhone için geliştirilen yazılıma internet üzerinden Google Earth harita uygulaması eklenmiştir. Böylece GPS üzerinden alınan konum bilgilerinin harita üzerine yerleştirilmesi sürücüler için kolaylık sağlamıştır. Tasarlanan iTAMİS mimarisi sayesinde bir aracın konum bilgisi Şekil 4.25’de gösterildiği gibi aynı alanda yer alan diğer sürücüler ile anlık olarak paylaşılabilir.

iTAMİS kullanıcı arayüzünde A aracı sürücüsü kendine ait ECU verilerini gerçek zamanlı olarak izlemekte ve B aracının hem konum bilgilerine hem de airbag bilgilerininie erişebilmektedir.

4.2.4. Karayollarında virajlı yollarda karşı şeritten araç gelme uyarısı

Karayolu ulaşımında virajlı yol, yokuş ya da tepe olması gibi durumlarda karşı şeritten araç gelip gelmediği kontrol edilerek olası bir kazanın önüne geçilerek can ve mal kayıplarının oluşması engellenmiştir. Şekil 4.26'da virajlı yollarda sollama senaryosu verilmiştir.

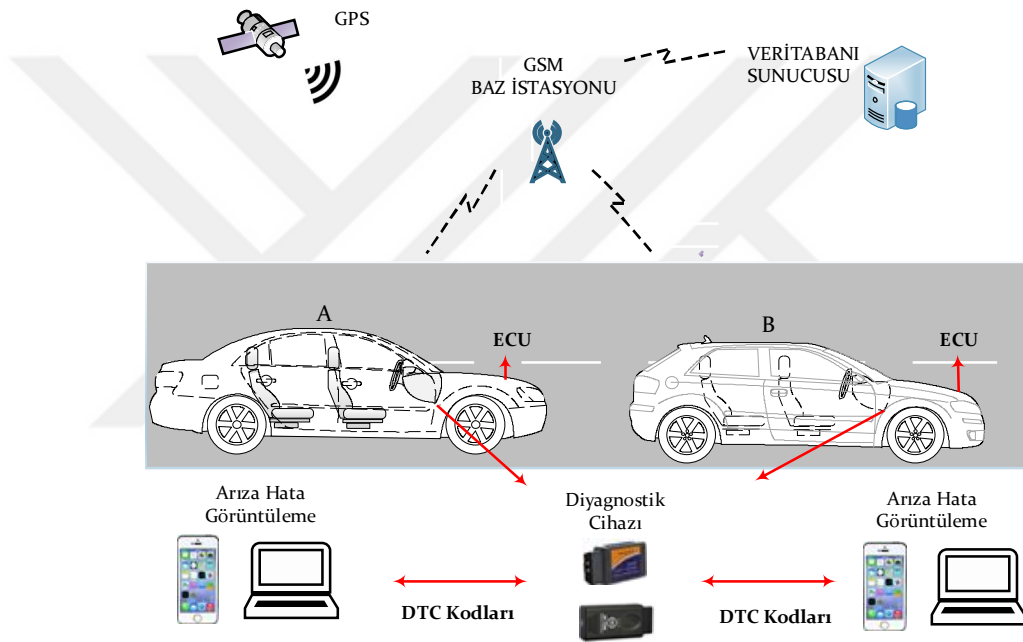


Şekil 4.26. Virajlı yollarda araçlar arası haberleşme sistemi

Virajda sollama yapan A aracı sollama yapmaya başlamadan önce karşı şeritten araç gelip gelmediğini göremez. Sürücülerin böyle bir durumda karşı şeritten araba gelip gelmediğini görebilmesi için yolun kameralar ya da aynalar ile donatılmış olması gerekir. Geliştirilen iTAMİS mimarisi ile aracın konum bilgisi diğer araçlarla paylaşılarak bu durumda olası bir trafik kazasının önüne geçilebilir.

4.2.5. Sürücü için araç arıza uyarısı

Araç arızalarının herkes tarafından aynı şekilde yorumlanabilmesi için araç arıza hata kodları standart hale getirilmiştir. Teknik elemanlar bir aracın arızasını tespit edebilmek için OBD-II konektörü üzerinden KAA dönüştürücü cihazı ile o aracın hata kodlarına ulaşmaktadır. Bu dönüştürücü standartaştırılarak herkesin kullanabileceği hale getirilmiştir. Tasarlanan iTAMİS mimarisinde ise kullanılan ekipmanlar ile sürücülerin araçlarının hata kodlarına anlaşılabilir bir şekilde erişimi sağlanmaktadır. Şekil 4.27’de DTC iletim şeması verilmiştir.



Şekil 4.27. Araç arıza kodlarının sürücüye iletilmesi

Günümüzde araçlara airbag bilgisi, motor arızası, düşük yağ basıncı uyarısı, kalan yakıt uyarısı, cam suyu eksikliği uyarısı, ABS arızası, akü şarj olmuyor bilgisi, bagaj açık uyarısı ve motorda yüksek ısı uyarısı gibi sürücü bilgilendirme sistemleri eklenmiştir. Ancak bu ikaz sistemleri trafikte yer alan çoğu araçta henüz mevcut değildir. iTAMİS mimarisinde aracın hata kodları (airbag açık bilgisi hariç) ELM327 üzerinden alınmakta ancak KAA hattının veri trafiğini meşgul etmemesi ve sistemin genel performansını düşürmemesi için sürücüye iletilmemiştir. Ayrıca bu kodlar OPCOM aracılığı ile alınmakta ve bilgisayar

üzerinden sürücünün bilgisine sunulmaktadır. Ancak sürücünün seyir halindeyken bilgisayara bağlanıp aracın hata kodlarını takip etmesi mümkün değildir. Bu nedenle sürücülerin aracın tüm arızalarını tek bir ekran üzerinde kolayca görebileceği bir yazılım iTAMİS mimamirisine eklenebilir.

4.3. Denemelerin Sonuçları

Tasarlanan iTAMİS mimarisinin test aşamasında sahada yapılan çalışmalar sonucu araçların birbirleri ile haberleşme süreleri ölçülmüştür. Bir aracın diğer araç ile haberleşmesinde veri iletiminin tüm evrelerinin süreleri ölçülerek kayıt altına alınmıştır.

İlk olarak iki araç için oluşturulan test ortamında hareket halinde olan araçların ECU verilerinin iPhone cihazında görüntülenme hızları ölçülerek Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Araç verilerinin iPhone ile alınma süreleri

Veriler	Ortalama İletim Süreleri
Start scan durum hızı	0.002045 s
Hız, RPM, sıcaklık bilgilerinin telefona iletim hızı	0.001553 s
Araç pozisyonun belirlenmesi haritada konumlanma hızı	0.006164968 s

İkinci olarak iPhone ile bilgisayardan alınan tüm verilerin sunucuya iletimi ve sunucudan hareket halinde olan iki aracın sürücü iPhone cihazına verilerin gelme hızları kaydedilmiştir. Çizelge 4.7'de araç verilerinin kayıt altına alındığı sunucu ile iPhone veri iletişim hızları verilmiştir.

Çizelge 4.7. Araç verilerinin iPhone ile sunucu arası iletim süreleri

Veriler	Ortalama İletim Süreleri
Diğer araçların araç ve GPS bilgilerinin sunucuya iletim hızı	0.282956958 s
Hız, RPM, sıcaklık, GPS bilgilerinin sunucuya iletim hızı	1.231819987 s
Kaza kaydetme işlem hızı	0.482460976 s
Diğer araçların airbag bilgilerinin sunucuya iletim hızı	1.40822804 s
Diğer araç kaza bilgilerinin sunucudan alınma hızı	0.218231976 s

Sunucu üzerinden araçlar arası haberleşme sağlayan bu sistemde trafikte oluşabilecek ani durum değişikliklerine karşı verilerin iletim hızlarının sürücülerin uyarılması için yeterli olduğu gözlenmiştir.

Standart durma mesafeleri; durma mesafesi (D) üç kısımdan oluşur:

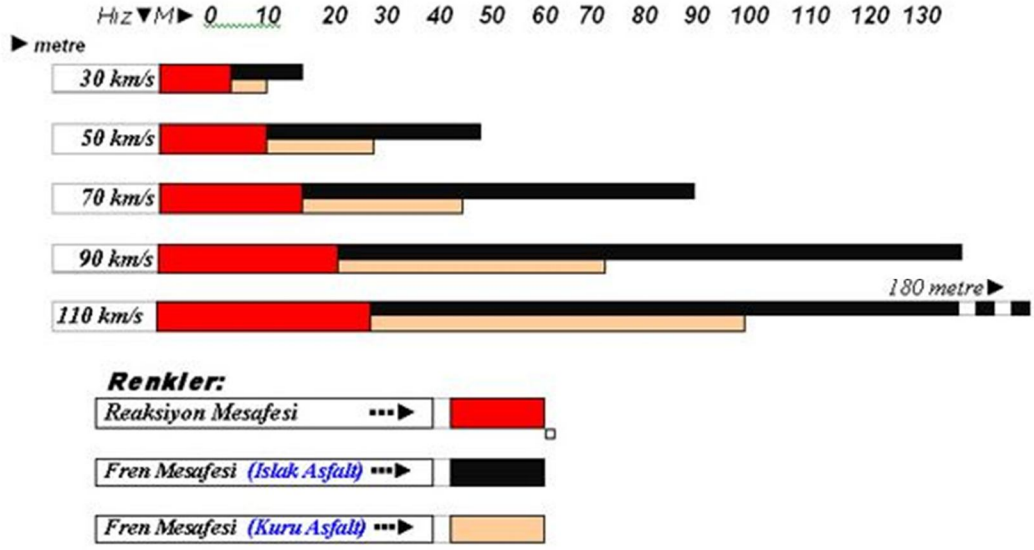
1. Tepki (İntikal) mesafesi: (R) (Ayağın gazdan çekilip, fren pedalına basıncaya kadar katedilen yol)
2. Fren Mesafesi: (F) (Frene basıldığı andan, aracın durmasına kadar katedilen yol)
3. Durma Mesafesi: Her ikisinin toplam mesafesi (TUTEV, 2015).

Çizelge 4.8’de araçların hızına göre tepki mesafesi verilmiştir.

Çizelge 4.8. Araçların hızına göre tepki mesafeleri

Hız (km/s)	Tepki Mesafesi (metre)
30	9
50	15
70	21
90	27
110	33

Şekil 4.28’de Araçların hızlarına göre durma mesafeleri verilmiştir.



Şekil 4.28. Araçların hızlarına göre durma mesafeleri (TUTEV, 2015)

Kaza bilgisinin diğer araçlarla paylaşılması iki şekilde olur. Birincisi kaza yapan aracın ani hız değişimi ikincisi kaza yapan aracın airbag açılma bilgisinin iletilmesi.

Birinci durumda kaza kaydetme işlem hızı ve diğer araç kaza bilgilerinin sunucudan alınma hızı toplamı kadar bir sürede diğer araçlar uyarılacaktır. Bu sürelerin toplamı 0.70064 saniyedir. Ortalama 90 km/s ile yol alan bir araç için bu süre içerisinde sadece 17,5 metre ilerlemiş olacaktır. İkinci durumda ise diğer araçların airbag bilgilerinin sunucuya iletim hızı ve diğer araç kaza bilgilerinin sunucudan alınma hızı toplamı kadar bir sürede diğer araçlar uyarılacaktır. Bu sürelerin toplamı 1.626459 saniyedir. Ortalama 90 km/s ile yol alan bir araç için bu süre içerisinde sadece 70 metre ilerlemiş olacaktır. Bu mesafeler sürücünün kazayı görmeden ve kaza yerine gelmeden uyarılarak bunun için önceden hazırlanabilmesine ve olası bir kazanın önüne geçilebilmesine olanak sağlar.

Çizelge 4.9'da trafikte üretilen girdi ve çıktı tablosu verilmiştir.

Çizelge 4.9. Trafikte üretilen girdi ve çıktı tablosu

Trafik Araç Durumu		Veritabanı Girdileri					Üretilen uyarı	
Uyarı Açıklaması	Hata Kaza Cinsi	Airbag	Hız	RPM	Motor Sıcaklığı	GPS	Kaza Durum Mesajı	Kaza Durum Uyarısı
Olası Bir Kazada Çevreyi Uyarma	Araç Kaza Yaptı	Var	Yok	Yok	Var	Var	Kaza Uyarı Mesajı	Sesli Uyarı
Zincirleme Kazayı Engelleme	Araç Fren Yaptı	Yok	Var	Var	Var	Var	Ani Fren Yapıldı	Sesli Uyarı
Araç Devir Arıza Durumu Bilgisi	Araç Kod Hatası	Yok	Yok	Var	Yok	Var	Devir Hata Mesajı	Sesli Uyarı
Araç Airbag Arıza Durumu Bilgisi	Araç Kod Hatası	Var	Var	Var	Var	Var	Airbag Hata Mesajı	Sesli Uyarı
Araç Konum Hata Bilgisi	iPhone GPS Hatası	Yok	Var	Var	Var	Yok	GPS Açınız Mesajı	Sesli Uyarı
Araç Motor Sıcaklığı Arıza Durumu Bilgisi	Araç Kod Hatası	Var	Var	Var	Yok	Var	Motor Sıcaklığı Hata Mesajı	Sesli Uyarı
Araç Motor Sıcaklığı Artış Bilgisi	Araç Hararet Yaptı	Yok	Var	Var	Var	Var	Araç Su Kontrolü Mesajı	Sesli Uyarı

Çizelge 4.9'da verilen tablodaki uyarı açıklamaları aşağıdaki gibidir:

1 numaralı durumda var olan bir kaza çevredeki diğer araçlara bildirilerek sürücülerin önlem alıp kazaya karışmaları engellenir. 2 numaralı durumda ani fren yapan bir aracın arkasından gelen diğer araçlar uyarılarak sürücülerin hızlı tepki vermeleri sağlanarak olası kazanın önüne geçilmiş olur. 3, 4, 5, 6 ve 7 numaralı hata kodları aracın donanımında meydana gelen arızaları bildirir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu doktora tez çalışmasında;

- Kontrol Alan Ağı üzerinden iletişim sağlayan araçların veri trafiğinin izlenmesini ve bu bilginin OBD-II protokolü kullanan araçlar için geliştirilmiş OBD-II kit ile Wi-Fi üzerinden haberleşerek araçların veri trafiğinin sunucuya gönderilmesi,
- Seçilen bir ağ üzerinden araç takip sistemlerinde GPS ile aracın konum bilgisi diğer araçlarla karşılaştırılarak sunucuya gönderilmesi,
- Sunucuya kullanıcıların internet üzerinden şifrelerini girerek “Google Earth” haritası üzerinden araçlarının yerlerinin belirlenmesi,
- Araçların çalınması veya kaybolması durumunda kolayca bulunması,
- Akıllı telefon veya tabletler aracılığı ile araç ağ bilgisine erişerek aracın arıza hata kodlarının izlenmesi,
- Olası kaza veya acil durumda kaza riskinin düşürülmesi,
- Acil durumlarda ise sürücülerin uyarılabilmelerini sağlayan iTAMİS uygulaması tasarlanmıştır.

iTAMİS uygulama aşamaları: araç veri trafiğinin izlenmesi, verilerin sunucuya iletimi, verilerin sunucudan paylaşılması ve tüm verilerin trafikte olası senaryolara karşı değerlendirilmesinden oluşmuştur.

İlk yaklaşım olarak sürücünün kendi ECU verilerine erişimi sağlanmıştır. Bu aşamada seçilmiş olan iki diagnostik cihazının kullanımlarında ne gibi farklılık olduğu görülmüştür. ELM327 ile ECU’dan birçok veri alınabilmesine rağmen airbag verisi alınamamaktadır. Yalnızca airbag verisi alabilmek için farklı bir arabirim kullanma ihtiyacı doğmaktadır. Bu nedenle OPCOM tercih edilmiştir. Bu da sistemin maliyet, ergonomi ve performans gibi önemli kriterlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle ELM327’nin airbag bilgisini alabilecek şekilde yeniden tasarlanması gerekmektedir. Böylece tek bir arabirim

kullanarak sistemin performansı artacak, maliyeti düşecek ve sistem daha ergonomik hale getirilebilecektir.

İkinci yaklaşımda araç, konum ve id bilgilerinin sunucuya iletimi gerçekleştirilmiştir. Deney sürecinde aracın ivme ve VIN numaraları alınmış ancak verimli bir sonuca ulaşamaması nedeni ile sisteme dahil edilmemiştir. Alternatif olarak kullanılan mobil id numarası ile çözüm sağlanmıştır. Mobil internet ile sunucuya iletilen tüm verilerin kayıt süreleri ölçülmüştür. Test aşamalarında hareket halinde olan araçların verileri gerçek zamanlı olarak kayıt altına alınmıştır. Yapılan testler sonucunda sistemin araçtan alınan verilerin sunucuya iletim hızının kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür.

Üçüncü yaklaşım olan sunucudan veri paylaşımında haberleşme alanı 1km olarak belirlenmiştir. Sunucuya aktarılan verileri yalnızca haberleşme alanı dahilindeki sürücüler tarafından izlenebilmektedir. Veri iletim hızı ölçümleri sonucunda en uzun iletim süresinin 1.4s ile diğer araçların airbag bilgilerinin sunucuya iletim hızı olduğu izlenmiştir. Mobil veri iletişiminin 4.5G teknolojisine ulaşması ile birlikte veri iletim sürelerinin çok daha kısa seviyelere düşerek olası bir kaza durumunda daha hızlı müdahale yapılmasına imkan sağlanacaktır.

Deneyler sonucunda elde edilen verilerin trafikte kullanımı için senaryolar üretilerek bu senaryolar tasarlanan iTAMİS uygulaması ile örneklendirilmiştir. Elde edilen veriler tasarlanan iTAMİS uygulamasının günlük hayatta kullanılabilir olduğunu ispatlamıştır.

iTAMİS uygulamasının avantajlarından biri mobil teknolojinin tercih edilmiş olmasıdır. Uygulama için mevcut işletim sistemleri içerisinde iPhone cihazı seçilmiştir. Literatürde iPhone ile geliştirilen uygulamaların olması örnek alınmıştır. Hafıza yönetimin kolay yapılması, framework'lerin daha fazla olması, tasarım özelliklerinin güçlü olması avantaj sağlamıştır. Geliştirilen iTAMİS yazılımı diğer akıllı telefonlar için yeniden geliştirilebilir ve sunucu temelli

araçlar arası haberleşme sağlanabilir. Mobil cihaza olan ihtiyaç araçlar arası haberleşme sağlayan diğer teknolojiler içerisinde oldukça hızlı çözüm üretmiştir. Büyükşehirlerde oluşan trafik karmaşası için mevcut çözüm uygulamalarına dahil edilebilir. iTAMİS ile elde edilen veriler Trafik Yönetim Merkezleri ile paylaşarak daha geniş veri paylaşımı sağlanabilir, gerekli acil durumlarda ilkyardım birimleri uyarılabilir.

Bu tezin özgün değeri araçlar arası haberleşme sistemleri olan DSRC ve VANET haberleşme ağ teknolojilerinde kullanılan harici modüllerin yerine sürücülerin kendilerine ait mobil cihazları üzerinden veri iletimi yapabilme ve görüntüleyebilme kolaylığının olmasıdır. AUS sistemleri içerisinde ECU verilerinin doğrudan sunucu üzerinden paylaşılması ile araçlar arası haberleşme ağı kurulması ayrıca katkı sağlamaktadır. Sürücülerin halihazırda günlük hayatta kullandığı cihazları iTAMİS mimarisi'nin bir parçası olarak kullanabildiğinden fazladan ek bir ücret ödemesine gerek kalmadığı için düşük maliyetli bir sistem kurulabilmiştir.

Araçlar arası haberleşme sağlayan teknolojilerden biri olan DSRC teknolojisinde 1km'lik alanda radyo frekansı ile haberleşme sağlayan modüller bulunarak yol kenarına ve araç içersine yerleştirilmesi gerekmektedir. iTAMİS uygulamasında ise sadece araç için donanım sağlanarak sürücülerin kolaylıkla erişebileceği bir akıllı telefon ile araçlar sunucu üzerinden haberleştirilmiştir. VANET teknolojisi heterojen bir ağ yapısı kullanarak geniş bir haberleşme altyapısı oluşturmaktadır. VANET teknolojisi Ad-hoc olarak IEEE 802.11.p protokolü ile daha çok radyo frekansları kullanarak haberleşme sağlamaktadır. Bu nedenle çözüm üretebilmek için yol ve çevre altyapısının kurulmasına ihtiyaç vardır. DSRC ve VANET teknolojilerinde aracın doğrudan ECU verilerine erişim uygulamaları oldukça azdır. iTAMİS uygulaması VANET teknolojisinden daha hızlı bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca iTAMİS uygulaması VANET teknolojisine entegre edilerek trafik problemlerine çözüm üretebilir.

iTAMİS ile sunucu üzerinde trafik yönetim sistemleri tarafından erişilebilir çok sayıda anlamlı veri oluşturulmuştur. Trafikte oluşan yoğunluk ve buna bağlı olarak yaşanan tıkanıklar nedeniyle sürücüler trafikte sürekli olarak dur-kalk yapmak zorunda kalmaktadır. Bu durum araçların kısa sürede yıpranmasına, yakıt tüketiminin artmasına, karbonmonoksit salınımının artmasına ve çevre kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu problemlerin çözülmesi için araçların hız ortalamaları hesaplanarak trafiğin sürekli akışı sağlanabilir. Sunucu üzerinde GPS, hız ve araç VIN numaralarının bir değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bunun için her aracın hız ortalaması alınmalı, araç sayısı ve araçların uzunlukları VIN numaralarından belirlenmeli ve son olarak GPS konum bilgisi ile hem yoğunluk hem de araçların yön durumları tespit edilmelidir. Bu süreç sonrasında araçlar için yol yoğunluk durumu ile araçların en etkin hız değeri tespit edilerek elektronik panolardan dur-kalk yapmamaları için sürücülerin gitmeleri gereken hız değeri verilmelidir. Böylece trafiğin daha akıcı hale getirilmesi ve hava kirliliğinin azaltılması sağlanacaktır.

Tasarlanan iTAMİS ile mobil cihaz üzerinden merkezi birimlere araç VIN numaraları iletilerek otoyollardaki ağırlık hesaplamaları ve araç sayılarının tespiti için çözüm sağlanabileceği öngörülmektedir.

Araçlardan alınan hız verileri kayıt altına alınarak olası bir kaza durumunda hukuki süreçlerde kullanılabilir. Hız ve GPS verileri ile olası kaza nedenleri daha net ortaya koyulabilir. Ayrıca anlık hız bilgileri karayolu hız sınır bölgeleri için ayrı ayrı incelenerek sürücünün kusuru daha doğru tespit edilebilir.

iTAMİS sayesinde araçların çalınması veya kaybolması halinde kolayca bulunması sağlanabilir. Bunun için GPS konum koordinatlarının kayıt altına alınmış olması yeterlidir.

Geleceğe yönelik bir çalışma olarak araçlar için kablosuz diagnostik cihazları ve GPS cihazları araç içine gömülü hale getirilerek araç veri trafik bilgisi, DTC

kodları ve araç konum bilgileri gerçek zamanlı izleyerek sürücüler her zaman mobil cihazlar aracılığı ile gerekli önlemleri alabilirler.

Bu çalışmanın literatüre katkısı araç içi anlık sürücü bilgilendirme uygulamaları, trafik yoğunluk tahmini çalışmaları, araç takip uygulamaları, kaza tespit ve uyarı sistemi, araçlar arası haberleşme sistemleri, agresif sürücü davranışlarının tespiti gibi uygulamalar için bir kaynak oluşturmaktadır. Ayrıca iTAMİS uygulaması seyahat esnasında fren etkisinin değişimi, airbag'lerin açılması gibi ani durum değişiklik uyarısının alınması ile kaza yapma olasılığı azaltılarak maddi hasar, yaralanma ve can kaybı gibi risklerin azaltılmasına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi Eylem Planı (2014-2023).
- Al-Tae, M., Khader, O. B., & Al-Saber, N. (2007, May). Remote monitoring of vehicle diagnostics and location using a smart box with Global Positioning System and General Packet Radio Service. In Computer Systems and Applications, 2007. AICCSA'07. IEEE/ACS International Conference on (pp. 385-388). IEEE.
- Alfarraj, O., Baihan, A., & Baihan, M. (2015). Design and Development of a Smart Sensing Kit for the Detection of Accident Location Using Smartphone. *Sensor Letters*, 13(5), 365-370.
- Andreas, W., Shangbo, W., & Peter, J. (2009). Traffic congestion estimation service exploiting mobile assisted positioning schemes in GSM networks. *Procedia Earth and Planetary Science*, 1(1), 1385-1392.
- Anonim (2015). ELM327 OBD to RS232 Interpreter: 94.
- Anonim, (2010). Teknolojik Araştırmalar. 7: 63-72.
- Armitage, D. L., Kushnir, G. F., & Mason, M. A. (2013). U.S. Patent No. 8,604,920. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Atzl, C., Meschtscherjakov, A., Vikoler, S., & Tscheligi, M. (2015). Bet4EcoDrive. In *Persuasive Technology* (pp. 71-82). Springer International Publishing.
- Ayala, D., Lin, J., Wolfson, O., Rishe, N., & Tanizaki, M. (2010, February). Communication reduction for floating car data-based traffic information systems. In *Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services (GEOPROCESSING)*, 2010 Second International Conference on (pp. 44-51). IEEE.
- Baek, S.-h. & J.-W. Jang (2015). "Implementation of integrated OBD-II connector with external network." *Information Systems* 50: 69-75.
- Basir, O. A. (2010). Traffic profiling and road conditions-based trip time computing system with localized and cooperative assessment, Google Patents.
- Basir, O. A. (2011). User-centric traffic enquiry and alert system, Google Patents.
- Basir, O. and W. Miners (2007). Vehicle communication system with navigation, Google Patents.

- Batistatos, M. C., Tsoulos, G. V., & Athanasiadou, G. E. (2012). Mobile telemedicine for moving vehicle scenarios: Wireless technology options and challenges. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(3), 1140-1150.
- Bauza, R. and J. Gozávez (2013). "Traffic congestion detection in large-scale scenarios using vehicle-to-vehicle communications." *Journal of Network and Computer Applications* 36(5): 1295-1307.
- Bottero, M., Dalla Chiara, B., & Deflorio, F. P. (2013). Wireless sensor networks for traffic monitoring in a logistic centre. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26, 99-124.
- Briante, O., Campolo, C., Iera, A., Molinaro, A., Paratore, S. Y., Ruggeri, G., & Booyesen, M. J. (2013, April). Itsphone: an integrated platform for participatory its data collection and opportunistic transfer. In *Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)*, 2013 IEEE Conference on (pp. 37-38). IEEE.
- Čabala, M. & J. Gamec (2012). "Wireless real-time vehicle monitoring based on android mobile device." *Acta Electrotechnica et Informatica* 12(4): 7-11.
- Campolo, C., Iera, A., Molinaro, A., Paratore, S. Y., & Ruggeri, G. (2012, November). SMarTCaR: An integrated smartphone-based platform to support traffic management applications. In *Vehicular Traffic Management for Smart Cities (VTM)*, 2012 First International Workshop on (pp. 1-6). IEEE.
- Cantarella, G. E. (2013). "Day-to-day dynamic models for Intelligent Transportation Systems design and appraisal." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 29: 117-130.
- Ceuca, E., Tulbure, A., Taut, A., Pop, O., & Farkas, I. (2013, May). Embedded system for remote monitoring of OBD bus. In *Electronics Technology (ISSE), 2013 36th International Spring Seminar on* (pp. 305-308). IEEE.
- Chen, S. H., Wang, J. F., Wei, Y., Shang, J., & Kao, S. Y. (2011, August). The implementation of real-time on-line vehicle diagnostics and early fault estimation system. In *Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC)*, 2011 Fifth International Conference on (pp. 13-16). IEEE.
- Chen, Y., Xiang, Z., Jian, W., & Jiang, W. (2009, August). Design and implementation of multi-source vehicular information monitoring system in real time. In *Automation and Logistics, 2009. ICAL'09. IEEE International Conference on* (pp. 1771-1775). IEEE.

- Cheng, Y. H., Kuo, W. K., & Su, S. L. (2010, October). A heterogeneous internet device design based on android OS. In *Intelligent Computing and Integrated Systems (ICISS)*, 2010 International Conference on (pp. 832-835). IEEE.
- Chien, J. C., Lee, J. D., Chen, C. M., Fan, M. W., Chen, Y. H., & Liu, L. C. (2013). An integrated driver warning system for driver and pedestrian safety. *Applied Soft Computing*, 13(11), 4413-4427.
- Chinnadurai, M., Raichle, K., & Sontheimer, P. (2012). U.S. Patent No. 8,340,855. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Cho, W., Han, K. S., Choi, H. K., & Oh, H. S. (2009, October). Realization of anti-collision warning application using v2v communication. In *Proceedings of the IEEE Vehicular Networking Conference (VNC 2009)* (pp. 1-5).
- Cho, W., Kim, S. I., Choi, H. K., Oh, H. S., & Kwak, D. Y. (2009). Performance evaluation of V2V/V2I communications: The effect of midamble insertion. In *Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology, 2009. Wireless VITAE 2009. 1st International Conference on* (pp. 793-797). IEEE.
- Chowdhury, S. I., Lee, W. I., Choi, Y. S., Kee, G. Y., & Pyun, J. Y. (2011, October). Performance evaluation of reactive routing protocols in VANET. In *Communications (APCC)*, 2011 17th Asia-Pacific Conference on (pp. 559-564). IEEE.
- Chuang, Y. T., Yi, C. W., Lu, Y. C., & Tsai, P. C. (2013, October). iTraffic: A Smartphone-based Traffic Information System. In *Parallel Processing (ICPP)*, 2013 42nd International Conference on (pp. 917-922). IEEE.
- Chuang, Y. T., Yi, C. W., Lu, Y. C., & Tsai, P. C. (2013, October). iTraffic: A Smartphone-based Traffic Information System. In *Parallel Processing (ICPP)*, 2013 42nd International Conference on (pp. 917-922). IEEE.
- Corcoba Magaña, V., & Muñoz-Organero, M. (2011). Artemisa: early design of an eco-driving assistant, *Actas del XIII Jornadas de ARCA: Sistemas Cualitativos y sus Aplicaciones en Diagnósis, Robótica e Inteligencia Ambiental*, (pp.26 – 29).
- De Fabritiis, C., Ragona, R., & Valenti, G. (2008, October). Traffic estimation and prediction based on real time floating car data. In *Intelligent Transportation Systems, 2008. ITSC 2008. 11th International IEEE Conference on* (pp. 197-203). IEEE.

- Dehzingi, O., & Williams, C. (2015, May). Multi-Modal Biological Driver Monitoring via Ubiquitous Wearable Body Sensor Network. In *Proceedings of the 5th International Conference on Digital Health 2015* (pp. 65-70). ACM.
- Deshpande, A. A., Ho, S. S. W., Oehlerking, A. L., & Sarma, S. E. (2011). U.S. Patent Application No. 13/233,648.
- Diewald, S., Möller, A., Roalter, L., & Kranz, M. (2012, September). DriveAssist-A V2X-Based Driver Assistance System for Android. In *Mensch & Computer Workshopband* (pp. 373-380).
- Drury, B., Knockeart, R. P., Rode, M. A., Brown, S., & Asher, H. (2004). U.S. Patent No. 6,707,421. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM), 2015, Erişim Tarihi: 1.8.2015. <http://www.trafik.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler/Genel-Kaza.aspx>.
- Enriquez, D. J., Bautista, A., Field, P., Kim, S. I., Jensen, S., Ali, M., & Miller, J. (2012, September). CANOPNR: CAN-OBd programmable-expandable network-enabled reader for real-time tracking of slippery road conditions using vehicular parameters. In *Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2012 15th International IEEE Conference on* (pp. 260-264). IEEE.
- Environmental Protection Agency (EPA), 2015, Erişim Tarihi: 15.7.2015. <http://www3.epa.gov/obd/>
- Fernandes, C., Ng, K. Y., & Khoo, B. H. (2011, November). Development of a convenient wireless control of an autonomous vehicle using apple iOS SDK. In *TENCON 2011-2011 IEEE Region 10 Conference* (pp. 1025-1029). IEEE.
- Fernandes, S. J. and S. R. Feero (2015). System and method to determine an initial insurance policy benefit based on telematics data collected by a smartphone, Google Patents.
- Foundation, A., 2015, Erişim Tarihi: 3.7.2015. <http://automotive.softing.com>
- Fukushima, M. (2011). The latest trend of v2x driver assistance systems in Japan. *Computer Networks*, 55(14), 3134-3141.
- Geisler, S., Quix, C., Schiffer, S., & Jarke, M. (2012). An evaluation framework for traffic information systems based on data streams. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 23, 29-55.
- Gerlach, M. (2006). "Assessing and improving privacy in VANETs." *ESCAR, Embedded Security in Cars*.

- Görener, A., & Görener, Ö. (2008). Türk Otomotiv Sektörünün Ülke Ekonomisine Katkıları ve Geleceğe Yönelik Sektörel Beklentileri. *Journal of Yasar University*, 3(10), 1213-1232.
- Green, J., Fabrick, K., Katzenmeyer, B., & Jones, J. M. (2015). U.S. Patent No. 8,930,067. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Green, J., Fabrick, K., Katzenmeyer, B., & Jones, J. M. (2015). U.S. Patent No. 8,930,067. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Harsch, C., Festag, A., & Papadimitratos, P. (2007, September). Secure position-based routing for VANETs. In *Vehicular Technology Conference, 2007. VTC-2007 Fall*. 2007 IEEE 66th (pp. 26-30). IEEE.
- Hilpert, H., Thoroe, L., & Schumann, M. (2011, January). Real-time data collection for product carbon footprints in transportation processes based on OBD2 and smartphones. In *System Sciences (HICSS), 2011 44th Hawaii International Conference on* (pp. 1-10). IEEE.
- Hirschfeld, R. A. (2010). Integration of Vehicle On-Board Diagnostics and Smart Phone Sensors, Google Patents.
- Hu, X., Li, X., Ngai, E. C., Zhao, J., Leung, V., & Nasiopoulos, P. (2015, January). Health Drive: Mobile Healthcare Onboard Vehicles to Promote Safe Driving. In *System Sciences (HICSS), 2015 48th Hawaii International Conference on* (pp. 3074-3083). IEEE.
- Humphrey, J., & Memedovic, O. (2003). The global automotive industry value chain: what prospects for upgrading by developing countries. *UNIDO Sectorial Studies Series Working Paper*.
- Huth, V., & Gelau, C. (2013). Predicting the acceptance of advanced rider assistance systems. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 51-58.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB), 2015, Erişim Tarihi: 8.6.2015. <http://www.isbak.com.tr>
- İstanbul Ulaşım Haberleşme ve Güvenlik Teknolojileri (İSBAK), 2015, Erişim Tarihi: 2.6.2015. <http://www.isbak.com.tr>
- James, M. A., Wisniewski, J. A., & Samson, L. D. (2012). U.S. Patent Application No. 13/627,986.
- Jarašūniene, A. (2007). "Research into intelligent transport systems (ITS) technologies and efficiency." *Transport* 22(2): 61-67.

- Jenelius, E. and H. N. Koutsopoulos (2013). "Travel time estimation for urban road networks using low frequency probe vehicle data." *Transportation Research Part B: Methodological* **53**: 64-81.
- Jeong, D. W., & Jang, J. W. (2012, July). Mobile-based vehicle supplies check management system. In *Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2012 Fourth International Conference on* (pp. 140-144). IEEE.
- Jerbi, M., Marlier, P., & Senouci, S. M. (2007, October). Experimental assessment of V2V and I2V communications. In *Mobile Adhoc and Sensor Systems, 2007. MASS 2007. IEEE International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Jhou, J. S., Chen, S. H., Tsay, W. D., & Lai, M. C. (2013, December). The Implementation of OBD-II Vehicle Diagnosis System Integrated with Cloud Computation Technology. In *Robot, Vision and Signal Processing (RVSP), 2013 Second International Conference on* (pp. 9-12). IEEE.
- Jie, H., Fuwu, Y., Jing, T., Pan, W., & Kai, C. (2010, March). Developing PC-based automobile diagnostic system based on OBD system. In *Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2010 Asia-Pacific* (pp. 1-5). IEEE.
- Jie, L., Van Zuylen, H., Chunhua, L., & Shoufeng, L. (2011). Monitoring travel times in an urban network using video, GPS and Bluetooth. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 20, 630-637.
- Kamga, C. N., Mouskos, K. C., & Paaswell, R. E. (2011). A methodology to estimate travel time using dynamic traffic assignment (DTA) under incident conditions. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(6), 1215-1224.
- Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), 2015, Erişim Tarihi: 25.7.2015. <http://www.kgm.gov.tr>
- Keeratiwintakorn, P., Thepnorarat, E., & Russameesawang, A. (2009, March). Ubiquitous communication for V2V and V2I for Thailand intelligent transportation system. In *NTC International Conference, Thailand*.
- Kızılören, T. (2012). Objective C: 530.
- Kim, H. S., Jang, S. J., & Jang, J. W. (2015). A Study on Development of Engine Fault Diagnostic System. *Mathematical Problems in Engineering*.
- Kim, M., Nam, J. H., & Jang, J. W. (2014). Implementation of smart car infotainment system including black box and self-diagnosis function. *Int. J. Softw. Eng. Appl*, 18, 267-274.

- Knockeart, R. P., Drury, R. L., Rode, M. A., & Asher, H. (2003). U.S. Patent No. 6,622,083. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Kote, T. S., Miljkovic, L., Jayaraman, R., & Palmer, D. T. (2013). U.S. Patent Application No. 13/860,003.
- Kozlowski, T. C., Briggs, R. M., Iqbal, I., Vozella, H. A., & Holmes, L. M. (2011). U.S. Patent No. D642,194. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Kutlu, A. and C. Turan (2010). "Elektronik Deney Modüllerinin LabVIEW ile Kontrolü." *SDU International Journal of Technological Science* 2(3).
- Lee, J. M., Yu, M. J., Yoo, Y. H., & Choi, S. G. (2008, September). A new scheme of global mobility management for inter-vehicle handover of vehicles in v2v/v2i network environments. In *Networked Computing and Advanced Information Management, 2008. NCM'08. Fourth International Conference on* (Vol. 2, pp. 114-119). IEEE.
- Lee, M. G., Park, Y. K., Jung, K. K., & Yoo, J. J. (2011). Estimation of fuel consumption using in-vehicle parameters. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*, 4(4), 37-46.
- Leiner, G., Pishro-Nik, H., Ni, D., Morrell, S., Marcq, D., LaBarge, J., & Swachak, A. (2011, July). Project crossroads: Vehicular ad-hoc network for collision warning. In *Vehicular Electronics and Safety (ICVES), 2011 IEEE International Conference on* (pp. 193-198). IEEE.
- Leiner, G., Pishro-Nik, H., Ni, D., Morrell, S., Marcq, D., LaBarge, J., & Swachak, A. (2011, July). Project crossroads: Vehicular ad-hoc network for collision warning. In *Vehicular Electronics and Safety (ICVES), 2011 IEEE International Conference on* (pp. 193-198). IEEE.
- Li, Q., Zhang, T., Wang, H., & Zeng, Z. (2011). Dynamic accessibility mapping using floating car data: A network-constrained density estimation approach. *Journal of Transport Geography*, 19(3), 379-393.
- Liang, G. (2015). Automatic Traffic Accident Detection Based on the Internet of Things and Support Vector Machine. *International Journal of Smart Home*, 9(4).
- Lin, C. E., Shiao, Y. S., Li, C. C., Yang, S. H., Lin, S. H., & Lin, C. Y. (2007). Real-time remote onboard diagnostics using embedded GPRS surveillance technology. *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, 56(3), 1108-1118.
- Lin, L., Wang, Q., & Sadek, A. W. (2015). A novel variable selection method based on frequent pattern tree for real-time traffic accident risk prediction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 55, 444-459.

- Ling, R. S., Hutchinson, R. A., Steigerwald III, W. J., Say, W. A., O'malley, P. L., Shralow, D. A., ... & McMillan, R. J. (2012). U.S. Patent No. 8,140,358. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Lundsgaard, S. K., Hefferan, J., & Lundsgaard, N. (2014). U.S. Patent Application No. 14/147,419.
- Luskin, E., Petrochuk, A., & Kizhnerman, D. (2008). U.S. Patent No. 7,317,974. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Mader, J. T., Mader, T. E., & McKown, R. C. (2014). U.S. Patent No. 8,676,151. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Mazzarello, M. & E. Ottaviani (2007). "A traffic management system for real-time traffic optimisation in railways." *Transportation Research Part B: Methodological* 41(2): 246-274.
- Mazzarello, M. and E. Ottaviani (2007). "A traffic management system for real-time traffic optimisation in railways." *Transportation Research Part B: Methodological* 41(2): 246-274.
- McClure, R., Such, D. M., & Jewell, M. T. (2010). U.S. Patent No. 7,660,934. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Menard, T., & Miller, J. (2010, December). FreeSim_Mobile: A novel approach to real-time traffic gathering using the apple iPhone™. In *Vehicular Networking Conference (VNC), 2010 IEEE* (pp. 57-63). IEEE.
- Menard, T., & Miller, J. (2011, June). Comparing the GPS Capabilities of the iPhone 4 and iPhone 3G for Vehicle Tracking using FreeSim_Mobile. In *Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2011 IEEE* (pp. 278-283). IEEE.
- Meseguer, J. E., Calafate, C. T., Cano, J. C., & Manzoni, P. (2013, July). Drivingstyles: A smartphone application to assess driver behavior. In *Computers and Communications (ISCC), 2013 IEEE Symposium on* (pp. 000535-000540). IEEE.
- Messelodi, S., Modena, C. M., Zanin, M., De Natale, F. G., Granelli, F., Betterle, E., & Guarise, A. (2009). Intelligent extended floating car data collection. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4213-4227.
- Milanés, V., Villagrà, J., Godoy, J., Simó, J., Pérez, J., & Onieva, E. (2012). An intelligent V2I-based traffic management system. *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, 13(1), 49-58.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2015, Erişim Tarihi: 17.8.2015. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Araç%20Yönetim%20Sistemleri.pdf.

- Mitroi, M. and C. Arama (2014). "On Board Diagnosis Implications on the Viability of Military Patrol and Intervention Vehicles." Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES 1.
- Nadeem, T., Dashtinezhad, S., Liao, C., & Iftode, L. (2004). Trafficview: A scalable traffic monitoring system. In Mobile Data Management, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International Conference on (pp. 13-26). IEEE.
- Nagy, D. (2007). System for monitoring, controlling, and reporting vehicle operation through onboard diagnostic port, Google Patents.
- Nair, R., Soh, B., Chilamkurti, N., & Park, J. J. H. (2013). Structure-free message aggregation and routing in traffic information system (SMART). Journal of Network and Computer Applications, 36(3), 974-980.
- Ngoduy, D. (2013). "Analytical studies on the instabilities of heterogeneous intelligent traffic flow." Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation 18(10): 2699-2706.
- Nkenyereye, L. and J.-W. Jang (2015). "Adaptive In-Car External Applications using Nomadic Smartphones and Cloudlets." International Journal of Control and Automation 8(3): 75-80.
- Nygard, K. (1995). "Computing and modeling issues in wide-area Advanced Traveler Information Systems." Mathematical and computer modelling 22(4): 431-437.
- Oglesbee, R. J., Dickie, D., & Charles, M. L. I. (2015). U.S. Patent No. 9,003,500. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Olaf Pfeiffer, A. A., Christian Keydel (2003). Embedded Networking with CAN and CANopen. America.
- Oral, M. Y. (2012). "Şehirsel Yerleşme Alanlarında Ulaşım ve Trafik Planlaması Açısından Talep Yönetimi ve Akıllı Ulaşım Sistemleri İlişkisi." Akıllı Ulaşım Sistemleri Çalıştayı.
- Otomotiv Mühendisliği (OM), 2015, Erişim Tarihi: 9.6.2015. <http://www.tasitteknolojileri.com/2014/08/30/elektronik-modulu-can-bus-iletisim-hatlari-3/>
- Pfeiffer, O., Ayre, A., & Keydel, C. (2008). Embedded networking with CAN and CANopen. Copperhill Media.
- Picone, M., Amoretti, M., & Zanichelli, F. (2012, June). A decentralized smartphone based traffic information system. In Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2012 IEEE (pp. 523-528). IEEE.

- Placzek, B. (2012). "Selective data collection in vehicular networks for traffic control applications." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 23: 14-28.
- Rahier, M., Ritz, T., & Wallenborn, R. (2015). Information and Communication Technology for Integrated Mobility Concepts Such as E-Carsharing. In *E-Mobility in Europe* (pp. 311-326). Springer International Publishing.
- Rahmani, M., Koutsopoulos, H. N., & Ranganathan, A. (2010, September). Requirements and potential of GPS-based floating car data for traffic management: Stockholm case study. In *Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2010 13th International IEEE Conference on* (pp. 730-735). IEEE.
- Rao, K. C. and C. A. Panem (2014) "Accident Detection in Vehicular Networks Using Android- based Smartphones". *International Journal of Scientific Research in Computer Science (IJSRCS)*, 2(1).
- Raw, R. S.& S. Das (2011). "Performance comparison of Position based routing Protocols in vehicle-to-vehicle (V2V) Communication." *International Journal of Engineering Science and Technology* 3(1): 435-444.
- Roberts, S. C., Ghazizadeh, M., & Lee, J. D. (2012). Warn me now or inform me later: Drivers' acceptance of real-time and post-drive distraction mitigation systems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(12), 967-979.
- Rodelgo-Lacruz, M., Gil-Castineira, F. J., Gonzalez-Castano, F. J., Pousada-Carballo, J. M., Contreras, J., Bueno-Delgado, M. V., ... & García-Haro, J. (2007, June). Base technologies for vehicular networking applications: review and case studies. In *Industrial Electronics, 2007. ISIE 2007. IEEE International Symposium on* (pp. 2567-2572). IEEE.
- Rodelgo-Lacruz, M., Gil-Castineira, F. J., Gonzalez-Castano, F. J., Pousada-Carballo, J. M., Contreras, J., Bueno-Delgado, M. V., ... & García-Haro, J. (2007, June). Base technologies for vehicular networking applications: review and case studies. In *Industrial Electronics, 2007. ISIE 2007. IEEE International Symposium on* (pp. 2567-2572). IEEE.
- Ruta, M., Scioscia, F., Gramegna, F., & Di Sciascio, E. (2010). A mobile knowledge-based system for on-board diagnostics and car driving assistance. In *UBICOMM 2010, The Fourth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies* (pp. 91-96).
- Ruta, M., Scioscia, F., Gramegna, F., Loseto, G., & Di Sciascio, E. (2012). Knowledge-based Real-Time Car Monitoring and Driving Assistance. In *SEBD* (pp. 289-294).

- Sampson, D., Webster, T. L., & Mattox, R. (2012). U.S. Patent No. 8,296,008. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Santa, J., Gómez-Skarmeta, A. F., & Sánchez-Artigas, M. (2008). Architecture and evaluation of a unified V2V and V2I communication system based on cellular networks. *Computer Communications*, 31(12), 2850-2861.
- Silver, A. & L. Lewis (2014). Automatic identification of a vehicle driver based on driving behavior, Google Patents.
- Silver, A. and L. Lewis (2014). Automatic identification of a vehicle driver based on driving behavior, Google Patents.
- Simon, S. (2013). System and method for determining smartphone location, Google Patents.
- Simon, S. (2013). System and method for determining when smartphone is in vehicle, Google Patents.
- Simroth, A. and H. Zähle (2011). "Travel time prediction using floating car data applied to logistics planning." *Intelligent Transportation Systems*, IEEE Transactions on 12(1): 243-253.
- Sirichai, P., Kaviya, S., Fujii, Y., & Yupapin, P. P. (2011). Smart Car with Security Camera for Road Accident Monitoring. *Procedia Engineering*, 8, 308-312.
- Society Automotive Engineering (SAE), (2001). ClassBData Communications NetworkInterface. J1850.
- Society Automotive Engineering (SAE), (2001). Diagnostic Connector Equivalent to ISO/DIS Standard. J1962.
- Society Automotive Engineering (SAE), (2002). Diagnostic Trouble Code Definitions Equivalent to ISO/DIS. J2012.
- Society Automotive Engineering (SAE), 2015, Erişim Tarihi: 12.4.2015. <http://www.sae.org>
- Sourav, H., Ali, M., & Mary, G. I. (2013). Ethernet in Embedded Automotive Electronics for OBD-II Diagnostics. *International Journal of Applied Engineering Research*, 8(19).
- Su, K. C., Wu, H. M., Chang, W. L., & Chou, Y. H. (2012, December). Vehicle-to-vehicle communication system through wi-fi network using android smartphone. In *Connected Vehicles and Expo (ICCVE), 2012 International Conference on* (pp. 191-196). IEEE.

- Sukuvaara, T. and C. Pomalaza-Ráez (2009). "Vehicular networking pilot system for vehicle-to-infrastructure and vehicle-to-vehicle communications." International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS) 1(3).
- Sullivan, J. W. (2009). Systems and methods for optimizing vehicle fuel efficiency, Google Patents.
- Sun, M. T., Feng, W. C., Lai, T. H., Yamada, K., Okada, H., & Fujimura, K. (2000). GPS-based message broadcasting for inter-vehicle communication. In Parallel Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on (pp. 279-286). IEEE.
- Tahat, A., Said, A., Jaouni, F., & Qadamani, W. (2012, June). Android-based universal vehicle diagnostic and tracking system. In Consumer Electronics (ISCE), 2012 IEEE 16th International Symposium on (pp. 137-143). IEEE.
- Tefft, R. J. and S. J. Gordon (2008). Method and system for vehicle emissions testing at a kiosk through on-board diagnostics unit inspection, Google Patents.
- Teng, H. F., Wang, M. J., & Lin, C. M. (2011, December). An implementation of android-based mobile virtual instrument for telematics applications. In Innovations in Bio-inspired Computing and Applications (IBICA), 2011 Second International Conference on (pp. 306-308). IEEE.
- Thomas, M. (2012). K-2 Inter-Vehicle Communication at Intersections: An Evaluation of Ad-Hoc and Cellular Communication.
- Transportation Research Institute University of Michigan (UMTRI), 2015, Erişim Tarihi: 27.8.2015. <http://www.umtri.umich.edu/our-focus/advanced-traffic-management-systems>.
- Turan, M. C. (2011). Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Araçsal Ağların Kullanıldığı Adaptif Seyir Kontrol Sistemi Benzetimi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi: 68.
- Tuttle, J. R. (2000). RFID system in communication with vehicle on-board computer, Google Patent.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2015, Erişim Tarihi: 1.6.2015. <http://tuik.gov.tr>
- Türkiye Teknik Elemanlar Vakfı (TUTEV), 2015, Erişim Tarihi: 1.8.2015. <http://yeni.tutev.org.tr>

- Weiß, C. (2011). "V2X communication in Europe-From research projects towards standardization and field testing of vehicle communication technology." *Computer Networks* 55(14): 3103-3119.
- Wikipedia Organization, 2015. Board_diagnostics. Erişim Tarihi: 10.6.2015. <https://en.wikipedia.org/wiki/On>
- Work, D. B., Tossavainen, O. P., Blandin, S., Bayen, A. M., Iwuchukwu, T., & Tracton, K. (2008, December). An ensemble Kalman filtering approach to highway traffic estimation using GPS enabled mobile devices. In *Decision and Control, 2008. CDC 2008. 47th IEEE Conference on* (pp. 5062-5068). IEEE.
- Xiang, X., Qin, W., & Xiang, B. (2014). Research on a DSRC-Based Rear-End Collision Warning Model. *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, 15(3), 1054-1065.
- Yang, S. (2013). On feature selection for traffic congestion prediction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26, 160-169.
- Yang, X., Liu, J., Vaidya, N. H., & Zhao, F. (2004, August). A vehicle-to-vehicle communication protocol for cooperative collision warning. In *Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, 2004. MOBIQUITOUS 2004. The First Annual International Conference on* (pp. 114-123). IEEE.
- Yang, Y., Chen, B., Su, L., & Qin, D. (2013). Research and Development of Hybrid Electric Vehicles CAN-Bus Data Monitor and Diagnostic System through OBD-II and Android-Based Smartphones. *Advances in Mechanical Engineering*, 5, 741240.
- Ye, F., Adams, M., & Roy, S. (2008, May). V2V wireless communication protocol for rear-end collision avoidance on highways. In *Communications Workshops, 2008. ICC Workshops' 08. IEEE International Conference on* (pp. 375-379). IEEE.
- Yıldırım, H. U. (2012). An Application for Automobile Security on Android Operating System, Yaşar Üniversitesi: 64.
- Yong-chuan, Z., Xiao-qing, Z., & Zhen-ting, C. (2011). Traffic Congestion Detection Based On GPS Floating-Car Data. *Procedia Engineering*, 15, 5541-5546.
- Zaldivar, J., Calafate, C. T., Cano, J. C., & Manzoni, P. (2011, October). Providing accident detection in vehicular networks through OBD-II devices and Android-based smartphones. In *Local Computer Networks (LCN), 2011 IEEE 36th Conference on* (pp. 813-819). IEEE.

- Zeadally, S., Hunt, R., Chen, Y. S., Irwin, A., & Hassan, A. (2012). Vehicular ad hoc networks (VANETS): status, results, and challenges. *Telecommunication Systems*, 50(4), 217-241.
- Zhang, X., Zhao, J., Tang, J., & Liu, B. (2012). You Take Care of the Drive, I Take Care of the Rule: A Traffic-Rule Awareness System Using Vehicular Sensors and Mobile Phones. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2012.
- Zhang, Y. and H. Ge (2013). "Freeway travel time prediction using Takagi-Sugeno-Kang fuzzy neural network." *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 28(8): 594-603.



EKLER

EK A. Pid Kodları

SAE J1979 tarafından belirlenen Mod 1 için standart Pid Listesi

PID (hex)	Data bytes	Description	Min value	Max value	Units	Formula ^[a]
00	4	PIDs supported [01 - 20]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$01..PID \$20] See below
01	4	Monitor status since DTCs cleared. (Includes malfunction indicator lamp (MIL) status and number of DTCs.)				Bit encoded. See below
02	2	Freeze DTC				
03	2	Fuel system status				Bit encoded. See below
04	1	Calculated engine load value	0	100	%	$A \cdot 100 / 255$
05	1	Engine coolant temperature	-40	215	°C	$A - 40$
06	1	Short term fuel % trim— Bank 1	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) \cdot 100 / 128$
07	1	Long term fuel % trim— Bank 1	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) \cdot 100 / 128$
08	1	Short term fuel % trim— Bank 2	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) \cdot 100 / 128$
09	1	Long term fuel % trim— Bank 2	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) \cdot 100 / 128$
0A	1	Fuel pressure	0	765	kPa (gauge)	$A \cdot 3$
0B	1	Intake manifold absolute pressure	0	255	kPa (absolute)	A
0C	2	Engine RPM	0	16,383.75	rpm	$((A \cdot 256) + B) / 4$

0D	1	Vehicle speed	0	255	km/h	A
0E	1	Timing advance	-64	63.5	° relative to #1 cylinder	(A-128)/2
0F	1	Intake air temperature	-40	215	°C	A-40
10	2	MAF air flow rate	0	655.35	gram s/sec	((A*256)+B) / 100
11	1	Throttle position	0	100	%	A*100/255
12	1	Commanded secondary air status				Bit encoded. See below
13	1	Oxygen sensors present				[A0..A3] == Bank 1, Sensors 1-4. [A4..A7] == Bank 2...
14	2	Bank 1, Sensor 1: Oxygen sensor voltage, Short term fuel trim	0 -100(lean)	1.275 99.2(rich)	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
15	2	Bank 1, Sensor 2: Oxygen sensor voltage, Short term fuel trim	0 -100(lean)	1.275 99.2(rich)	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
16	2	Bank 1, Sensor 3: Oxygen sensor voltage, Short term fuel trim	0 -100(lean)	1.275 99.2(rich)	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
17	2	Bank 1, Sensor 4: Oxygen sensor voltage, Short term fuel trim	0 -100(lean)	1.275 99.2(rich)	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
18	2	Bank 2, Sensor 1: Oxygen sensor voltage, Short term fuel trim	0 -100(lean)	1.275 99.2(rich)	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
19	2	Bank 2, Sensor 2: Oxygen sensor voltage, Short term fuel trim	0 -100(lean)	1.275 99.2(rich)	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
1A	2	Bank 2, Sensor 3: Oxygen sensor voltage,	0	1.275	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF,

		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		sensor is not used in trim calc)
1B	2	Bank 2, Sensor 4: Oxygen sensor voltage, Short term fuel trim	0 -100(lean)	1.275 99.2(rich)	Volts %	A/200 (B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
1C	1	OBD standards this vehicle conforms to				Bit encoded. See below
1D	1	Oxygen sensors present				Similar to PID 13, but [A0..A7] == [B1S1, B1S2, B2S1, B2S2, B3S1, B3S2, B4S1, B4S2]
1E	1	Auxiliary input status				A0 == Power Take Off (PTO) status (1 == active) [A1..A7] not used
1F	2	Run time since engine start	0	65,535	seconds	(A*256)+B
20	4	PIDs supported [21 - 40]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$21..PID \$40] See below
21	2	Distance traveled with malfunction indicator lamp (MIL) on	0	65,535	km	(A*256)+B
22	2	Fuel rail Pressure (relative to manifold vacuum)	0	5177.265	kPa	((A*256)+B) * 0.079
23	2	Fuel rail Pressure (diesel, or gasoline direct inject)	0	655,350	kPa (gauge)	((A*256)+B) * 10
24	4	O2S1_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	1.999 7.999	N/A V	((A*256)+B)*2/65535 or ((A*256)+B)/32768 ((C*256)+D)*8/65535 or ((C*256)+D)/8192
25	4	O2S2_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	2 8	N/A V	((A*256)+B)*2/65535 ((C*256)+D)*8/65535
26	4	O2S3_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	2 8	N/A V	((A*256)+B)*2/65535 ((C*256)+D)*8/65535
27	4	O2S4_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	2 8	N/A V	((A*256)+B)*2/65535 ((C*256)+D)*8/65535

28	4	O2S5_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	2 8	N/A V	$((A*256)+B)*2/65535$ $((C*256)+D)*8/65535$
29	4	O2S6_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	2 8	N/A V	$((A*256)+B)*2/65535$ $((C*256)+D)*8/65535$
2A	4	O2S7_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	2 8	N/A V	$((A*256)+B)*2/65535$ $((C*256)+D)*8/65535$
2B	4	O2S8_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Voltage	0 0	2 8	N/A V	$((A*256)+B)*2/65535$ $((C*256)+D)*8/65535$
2C	1	Commanded EGR	0	100	%	$A*100/255$
2D	1	EGR Error	-100	99.22	%	$(A-128) * 100/128$
2E	1	Commanded evaporative purge	0	100	%	$A*100/255$
2F	1	Fuel Level Input	0	100	%	$A*100/255$
30	1	# of warm-ups since codes cleared	0	255	N/A	A
31	2	Distance traveled since codes cleared	0	65,535	km	$(A*256)+B$
32	2	Evap. System Vapor Pressure	-8,192	8,192	Pa	$((A*256)+B)/4$ (A and B are two's complement signed)
33	1	Barometric pressure	0	255	kPa (Absolute)	A
34	4	O2S1_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Current	0 -128	1.999 127.99	N/A mA	$((A*256)+B)/32,768$ $((C*256)+D)/256 - 128$
35	4	O2S2_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Current	0 -128	2 128	N/A mA	$((A*256)+B)/32,768$ $((C*256)+D)/256 - 128$
36	4	O2S3_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32768$

		Equivalence Ratio Current	-128 128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
37	4	O2S4_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Current	0 -128	2 128	N/A mA	$((A*256)+B)/32,768$ $((C*256)+D)/256 - 128$
38	4	O2S5_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Current	0 -128	2 128	N/A mA	$((A*256)+B)/32,768$ $((C*256)+D)/256 - 128$
39	4	O2S6_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Current	0 -128	2 128	N/A mA	$((A*256)+B)/32,768$ $((C*256)+D)/256 - 128$
3A	4	O2S7_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Current	0 -128	2 128	N/A mA	$((A*256)+B)/32,768$ $((C*256)+D)/256 - 128$
3B	4	O2S8_WR_lambda(1): Equivalence Ratio Current	0 -128	2 128	N/A mA	$((A*256)+B)/32,768$ $((C*256)+D)/256 - 128$
3C	2	Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 1	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
3D	2	Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 1	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
3E	2	Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 2	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
3F	2	Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 2	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
40	4	PIDs supported [41 - 60]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$41..PID \$60] See below
41	4	Monitor status this drive cycle				Bit encoded. See below
42	2	Control module voltage	0	65.535	V	$((A*256)+B)/1000$
43	2	Absolute load value	0	25,700	%	$((A*256)+B)*100/255$
44	2	Fuel/Air commanded	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32768$

		equivalence ratio				
45	1	Relative throttle position	0	100	%	A*100/255
46	1	Ambient air temperature	-40	215	°C	A-40
47	1	Absolute throttle position B	0	100	%	A*100/255
48	1	Absolute throttle position C	0	100	%	A*100/255
49	1	Accelerator pedal position D	0	100	%	A*100/255
4A	1	Accelerator pedal position E	0	100	%	A*100/255
4B	1	Accelerator pedal position F	0	100	%	A*100/255
4C	1	Commanded throttle actuator	0	100	%	A*100/255
4D	2	Time run with MIL on	0	65,535	minutes	(A*256)+B
4E	2	Time since trouble codes cleared	0	65,535	minutes	(A*256)+B
4F	4	Maximum value for equivalence ratio, oxygen sensor voltage, oxygen sensor current, and intake manifold absolute pressure	0, 0, 0, 0	255, 255, 255, 2550	, V, mA, kPa	A, B, C, D*10
50	4	Maximum value for air flow rate from mass air flow sensor	0	2550	g/s	A*10, B, C, and D are reserved for future use
51	1	Fuel Type				From fuel type table see below
52	1	Ethanol fuel %	0	100	%	A*100/255
53	2	Absolute Evap system Vapor Pressure	0	327.675	kPa	((A*256)+B)/200
54	2	Evap system vapor pressure	-32,767	32,768	Pa	((A*256)+B)-32767
55	2	Short term secondary oxygen sensor trim bank 1 and bank 3	-100	99.22	%	(A-128)*100/128 (B-128)*100/128
56	2	Long term secondary oxygen sensor trim bank 1 and bank 3	-100	99.22	%	(A-128)*100/128 (B-128)*100/128

57	2	Short term secondary oxygen sensor trim bank 2 and bank 4	-100	99.22	%	(A-128)*100/128 (B-128)*100/128
58	2	Long term secondary oxygen sensor trim bank 2 and bank 4	-100	99.22	%	(A-128)*100/128 (B-128)*100/128
59	2	Fuel rail pressure (absolute)	0	655,350	kPa	((A*256)+B) * 10
5A	1	Relative accelerator pedal position	0	100	%	A*100/255
5B	1	Hybrid battery pack remaining life	0	100	%	A*100/255
5C	1	Engine oil temperature	-40	210	°C	A - 40
5D	2	Fuel injection timing	-210.00	301.992	°	((A*256)+B)-26,880/128
5E	2	Engine fuel rate	0	3212.75	L/h	((A*256)+B)*0.05
5F	1	Emission requirements to which vehicle is designed				Bit Encoded
60	4	PIDs supported [61 - 80]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$61..PID \$80] See below
61	1	Driver's demand engine - percent torque	-125	125	%	A-125
62	1	Actual engine - percent torque	-125	125	%	A-125
63	2	Engine reference torque	0	65,535	Nm	A*256+B
64	5	Engine percent torque data	-125	125	%	A-125 Idle B-125 Engine point 1 C-125 Engine point 2 D-125 Engine point 3 E-125 Engine point 4
65	2	Auxiliary input / output supported				Bit Encoded
66	5	Mass air flow sensor				
67	3	Engine coolant temperature				
68	7	Intake air temperature sensor				
69	7	Commanded EGR and				

		EGR Error				
6A	5	Commanded Diesel intake air flow control and relative intake air flow position				
6B	5	Exhaust gas recirculation temperature				
6C	5	Commanded throttle actuator control and relative throttle position				
6D	6	Fuel pressure control system				
6E	5	Injection pressure control system				
6F	3	Turbocharger compressor inlet pressure				
70	9	Boost pressure control				
71	5	Variable Geometry turbo (VGT) control				
72	5	Wastegate control				
73	5	Exhaust pressure				
74	5	Turbocharger RPM				
75	7	Turbocharger temperature				
76	7	Turbocharger temperature				
77	5	Charge air cooler temperature (CACT)				
78	9	Exhaust Gas temperature (EGT) Bank 1				Special PID. See below
79	9	Exhaust Gas temperature (EGT) Bank 2				Special PID. See below
7A	7	Diesel particulate filter (DPF)				
7B	7	Diesel particulate filter (DPF)				
7C	9	Diesel Particulate filter (DPF) temperature				

7D	1	NOx NTE control area status				
7E	1	PM NTE control area status				
7F	13	Engine run time				
80	4	PIDs supported [81 - A0]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$81..PID \$A0] See below
81	21	Engine run time for Auxiliary Emissions Control Device(AECD)				
82	21	Engine run time for Auxiliary Emissions Control Device(AECD)				
83	5	NOx sensor				
84		Manifold surface temperature				
85		NOx reagent system				
86		Particulate matter (PM) sensor				
87		Intake manifold absolute pressure				
A0	4	PIDs supported [A1 - C0]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$A1..PID \$C0] See below
C0	4	PIDs supported [C1 - E0]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$C1..PID \$E0] See below
C3	?	?	?	?	?	Returns numerous data, including Drive Condition ID and Engine Speed*
C4	?	?	?	?	?	B5 is Engine Idle Request B6 is Engine Stop Request*
PID (hex)	Data bytes returne d	Description	Min value	Max value	Units	Formula^[a]

EK B. XCODE Yazılımı

```
#import "AppViewController.h"
#import "FLLogging.h"
#import "FLECU Sensor.h"
#import "WebService.h"
#import <MapKit/MapKit.h>
#import "SPAnnotation.h"
#import <AVFoundation/AVFoundation.h>
#import <AudioToolbox/AudioToolbox.h>
#import <Foundation/Foundation.h>
#import "HavaYastigi.h"
```

```
@interface AppViewController ()
```

```
@end
```

```
@implementation AppViewController
```

```
@synthesize sendThread;
@synthesize statusLabel;
@synthesize scanToolNameLabel;
@synthesize speedLabel;
@synthesize heatLabel;
@synthesize secondVLabel;
@synthesize mpv;
@synthesize rpmLabel;
@synthesize polyline;
@synthesize lineView;
@synthesize removeTo;
@synthesize timer;
@synthesize location;
```

```
- (void)viewDidLoad
{
    [super viewDidLoad];
}
```

```
- (void)removeAllPinsButUserLocation1
{
    [mpv removeAnnotations:[mpv annotations]];
}
```

```
- (void)didReceiveMemoryWarning
{
    [super didReceiveMemoryWarning];
}
```

```
-(void)viewDidAppear:(BOOL)animated
{
    [super viewDidAppear:animated];
}
```

```

    [self scan];
}

-(void) viewWillAppear:(BOOL)animated {
    [super viewWillAppear:animated];
    [self stopScan];
}

-(void)dealloc{

    [_scanTool release];
    [statusLabel release];
    [scanToolNameLabel release];
    [rpmLabel release];
    [speedLabel release];
    [sendGetData release]; [heatLabel release];
    [mpv release];// harita

    [super dealloc];
}

-(void) scanDidStart:(FLScanTool *)scanTool
{

    FLINFO(@"Started Scan");
    statusLabel.text=@"Tarama Başladı";
}

-(void) scanDidPause:(FLScanTool *)scanTool
    FLINFO(@"Paused Scan");
}

-(void) scanDidCancel:(FLScanTool *)scanTool
{
    FLINFO(@"Canceled Scan");
}

-(void) scanToolDidConnect:(FLScanTool *)scanTool
{
    FLINFO(@"ScanTool Connected");
}

-(void) scanToolDidDisconnect:(FLScanTool *)scanTool
    FLINFO(@"ScanTool Disconnected");
}

-(void) scanToolWillSleep:(FLScanTool *)scanTool {
    FLINFO(@"ScanTool Sleep");
}

-(void) scanToolDidFailToInitialize:(FLScanTool *)scanTool

```

```

{
    FLINFO(@"ScanTool Initilization Failure");
    FLDEBUG(@"scanTool.scanToolState: %@", scanTool.scanToolState );
    FLDEBUG(@"scanTool.supportedSensors count:
%d",[scanTool.supportedSensors count]);
}

-(void) scanToolDidInitialize:(FLScanTool *)scanTool
{
    FLINFO(@"ScanTool Initilization Complete");
    FLDEBUG(@"scanTool.scanToolState: %08X", scanTool.scanToolState );
    FLDEBUG(@"scanTool.supportedSensors count:
%d",[scanTool.supportedSensors count]);

    statusLabel.text = @"Taraniyor...";
    [_scanTool setSensorScanTargets: [NSArray arrayWithObjects:
        [NSNumber numberWithInt:0x0C],
        [NSNumber numberWithInt:0x0D],
        [NSNumber numberWithInt:0x05], nil]];
    scanToolNameLabel.text = _scanTool.scanToolName;
}

-(void)scanTool:(FLScanTool*)scanTool didSendCommand:(FLScanToolCommand
*)command
{
    FLINFO(@"DID SEND COMMAND");
}

-(void) scanTool:(FLScanTool*)scanTool didReceiveResponse:(NSArray
*)responses
{
    FLINFO(@"DID RECEIVE RESPONSE");
    [self performSelectorOnMainThread:@selector(InitResponse:)
withObject:responses waitUntilDone:NO];
}

-(void)InitResponse:(NSArray*)responses

    FLECUSENSOR* sensor = nil;

    for (FLScanToolResponse* response in responses) {
        sensor = [FLECUSENSOR sensorForPID:response.pid];
        [sensor setCurrentResponse:response];
        if (response.pid == 0x0C)
        {
            rpmLabel.text = [NSString stringWithFormat:@"%d",[sensor
valueStringForMeasurement1:NO]];
            [rpmLabel setNeedsDisplay];
        }
        else if(response.pid == 0x0D)
        {
            int* speedL = [[NSString stringWithFormat:@"%d",[sensor

```

```

valueStringForMeasurement1:NO]] intValue];
    int* speedF = [speedLabel.text intValue];
    int* fark = speedL - speedF;

    if(speedL == 0)
    {

        if (fark >= 30) {

            UIAlertView* alertView = [[UIAlertView alloc] initWithTitle:@"Uyarı"
message:@"Araç kaza yaptı..." delegate:nil cancelButtonTitle:@"OK"
otherButtonTitles:nil];
            [alertView show];
            [self performSelectorOnMainThread:@selector(PlaySound)
withObject:nil waitUntilDone:YES];
            [self KazaKaydet];
        }
    }

    speedLabel.text = [NSString stringWithFormat:@"%d",[sensor
valueStringForMeasurement1:NO]];
    [speedLabel setNeedsDisplay];
}

else if(response.pid == 0x05)
{
    heatLabel.text = [NSString stringWithFormat:@"%d",[sensor
valueStringForMeasurement1:NO]];
    [heatLabel setNeedsDisplay];
}
}

}

-(void)KazaKaydet
{
    [sendGetData KazaKaydet:[self GetDeviceID]];

    -(void)scanTool:(FLScanTool*)scanTool didReceiveVoltage:(NSString *)voltage
    {
        FLTRACE_ENTRY
    }

    -(void)scanTool:(FLScanTool*)scanTool
didTimeoutOnCommand:(FLScanToolCommand *)command{
        FLINFO(@"DID TIMEOUT");
        statusLabel.text = @"Zaman Aşımı";
    }

    -(void)scanTool:(FLScanTool*)scanTool didReceiveError:(NSError *)error{
        FLINFO(@"DID RECEIVE ERROR");
        FLNSERROR(error);
    }

    -(void)scanTool:(FLScanTool *)scanTool didUpdateLocation:(CLLocation *)location

```

```

{

[self SetMap:location];

dispatch_async(dispatch_get_global_queue(DISPATCH_QUEUE_PRIORITY_BACKGROUND, 0), ^{
    [self SendData:location];
});
}

-(void)drawLine
{
    CLLocationCoordinate2D coordinates[self.mpv.annotations.count];
    int i=0;
    for (SPAnnotation *anno in mpv.annotations) {
        coordinates[i] = anno.coordinate;
        i++;
    }
    MKPolyline *polyLine = [MKPolyline polylineWithCoordinates:coordinates
count:mpv.annotations.count];
    [mpv addOverlay:polyLine];
    self.polyline = polyLine;
}

-(void)SetMap:(CLLocation*)location
{
    @try {
        MKCoordinateRegion region;
        region.center=location.coordinate;
        mpv.showsUserLocation = YES;
        MKCoordinateSpan span;
        span.latitudeDelta=0.001;
        span.longitudeDelta=0.001;
        region.span=span;
        [mpv setRegion:region animated:YES];
    }
    @catch (NSEException *exception) {
    }
    @finally {
    }
}

-(void)GetData:(CLLocation*)location
{
    @try {
        NSDate *date1 = [NSDate date];
        AracBilgisi* bilgi = [[AracBilgisi alloc] init];

```

```

bilgi.x = [NSString stringWithFormat:@"%%.20f",location.coordinate.latitude];
bilgi.y = [NSString stringWithFormat:@"%%.20f",location.coordinate.longitude];
bilgi.vehicleID = [self GetDeviceID];
[sendGeteData GetData:bilgi];

NSMutableArray* array = [[sendGeteData veriler] copy];

for (AracBilgisi* item in array)
{
    CLLocationCoordinate2D location2;
    location2.latitude = [item.x floatValue];
    location2.longitude = [item.y floatValue];

    MKPointAnnotation *mkp = [[MKPointAnnotation alloc] init];
    mkp.coordinate = location2;
    mkp.Title=[NSString stringWithFormat:@"%%%",item.vehicleID];
    mkp.Subtitle=[NSString stringWithFormat:@"%%%",item.hiz];

    [mpv addAnnotation:mkp];
    [mkp release];
}
[array release];
NSDate *date2 = [NSDate date];

NSTimeInterval diff = [date2 timeIntervalSinceDate:date1];

}
@catch (NSEException *exception) {

}
@finally {

}
}

-(void)GetKazaData
{
    [sendGeteData GetKazaVeriler:[self GetDeviceID]];
    NSMutableArray *array = [[sendGeteData kazaVeriler] copy];
    for (AracBilgisi* item in array)
    {
        secondVLabel.text = [NSString stringWithFormat:@"%%%@
        %%%",item.vehicleID,@ " kaza yapti"];
        [self performSelectorOnMainThread:@selector(PlaySound) withObject:nil
        waitUntilDone:YES];
    }
}

-(void)GetDate
{
    NSDateFormatter *format = [[NSDateFormatter alloc] init];
    NSTimeZone *timezone = [NSTimeZone timeZoneWithName:@"UTC"];

```

```

[format setTimeZone:timezone];
[format setDateFormat:@"%dd.MM.yyyy HH:mm:ss z ZZ"];

NSDate *now = [NSDate date];
double timePassed_ms = [now timeIntervalSinceNow] * -1000.0;

NSString *nsstr = [format stringFromDate:now];
UIAlertView* alertView3 = [[UIAlertView alloc] initWithTitle:@"Bilgilendirme"
message:[NSString stringWithFormat:@"%f",timePassed_ms] delegate:nil
cancelButtonTitle:@"OK" otherButtonTitles:nil];
[alertView3 show];
}

-(void)SendData:(CLLocation*) location
{
    @try{
        AracBilgisi* bilgi = [[AracBilgisi alloc] init];

        bilgi.x = [NSString stringWithFormat:@"%f",location.coordinate.latitude];
        bilgi.y = [NSString stringWithFormat:@"%f",location.coordinate.longitude];
        bilgi.hiz = speedLabel.text;
        bilgi.devir = rpmLabel.text;
        bilgi.motorSicakligi = heatLabel.text;
        bilgi.ivmeX = @"0";
        bilgi.ivmeZ = @"0";
        bilgi.ivmeY = @"0";
        bilgi.vehicleID = [self GetDeviceID];

        [sendGeteData SendData:bilgi];
    }
    @catch (NSEException *exception) {
        NSLog([exception reason]);
    }
    @finally {
    }
}

-(NSString*)GetDeviceID
{
    NSUUID *oNSUUID = [[UIDevice currentDevice] identifierForVendor];

    return [oNSUUID UUIDString];
}

-(void)scan{

    statusLabel.text = @"Yükleniyor.";
    sendGeteData = [[WebService alloc] init];
    _scanTool = [FLScanTool
scanToolForDeviceType:kScanToolDeviceTypeELM327];

    _scanTool.useLocation = YES;
}

```

```

        _scanTool.delegate = self;

        if (_scanTool.isWifiScanTool) {
            [_scanTool setHost:@"192.168.0.10"];
            [_scanTool setPort:35000];
        }

        [_scanTool startScan];

        timer = [NSTimer scheduledTimerWithTimeInterval: 5.0
            target: self
            selector:@selector(onTick)
            userInfo: nil repeats:YES];
    }

    -(void)onTick
    {
        dispatch_async(dispatch_get_global_queue(DISPATCH_QUEUE_PRIORITY_BACKGROUND, 0), ^{
            [self GetKazaData];
            [self removeAllPinsButUserLocation1];
            [self GetData:location];
            [self GetHavaYastigi];
        });
    }

    -(void)GetHavaYastigi
    {
        @try {

            dispatch_async(dispatch_get_main_queue(), ^{
                [sendGetData GetHavaYastigiData];

                NSMutableArray *array = [[sendGetData airbagVeriler] copy];

                if ([array count] != 0) {
                    HavaYastigi* hv = [array objectAtIndex:0];

                    if ([hv.driverAirBagStage1 isEqualToString:@"7.3 Ohm"]) {
                        secondVLabel.text = [NSString stringWithFormat:@" Hava yastığı patladı
"];
                        [self performSelectorOnMainThread:@selector(PlaySound) withObject:nil
                            waitUntilDone:YES]; }
                    else
                    {
                        secondVLabel.text = [NSString stringWithFormat:@" Hava yastığı normal
"];
                    }
                }
            });
        }
    }
}

```

```

    @catch (NSException *exception) {

    }
    @finally {

    }
}

-(void)PlaySound
{
    SystemSoundID mBeep;

    NSString* path = [[NSBundle mainBundle] pathForResource:@"light_chime"
ofType:@"mp3"];
    NSURL* url = [NSURL fileURLWithPath:path];
    AudioServicesCreateSystemSoundID((CFURLRef)url, &mBeep);

    AudioServicesPlaySystemSound(mBeep);
    sleep(1);
    AudioServicesDisposeSystemSoundID(mBeep);
}

-(void) stopScan
{
    if(_scanTool.isWifiScanTool)
    {
        [_scanTool cancelScan];
        statusLabel.text = @"Tarama Durduruldu.";
    }
    _scanTool.sensorScanTargets = nil;
    _scanTool.delegate = nil;
}
@end

```

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gül Fatma TÜRKER
Doğum Yeri ve Yılı : Bodrum, 1986
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : gulturker@sdu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : Aydın Mimar Sinan Anadolu Teknik Lisesi, 2003
Lisans : Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik Öğretmenliği, 2008
Yüksek Lisans : Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Bilgisayar Eğitimi, 2011

Mesleki Deneyim

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2008-2010
Bodrum Sitare Özkan Ç.P.L	2010-2011
SDÜ, Rektörlük Uzman	2011-..... (halen)

Yayınları

Türker, G. F., Güler İ., " Farksal Yalıtılmış EKG Tasarımı ve Uygulaması ", Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,2012, 16-(3), 264- 268
Türker, G. F, Kutlu A., " Mobil Cihaz Temelli Araç Hız Uyarı Sistemi ", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2015 (Basımda)
Türker, G. F, Tarımer İ., " Kablosuz Algılayıcı Ağ (KAA) tabanlı Taşınabilir EKG Tasarımı ve Uygulaması, Portable ECG Design and Application Based on Wireless Sensor Network (WSN) ", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2015 (Basımda)

- Türker, G. F., Kutlu A., "Survey of Smartphone applications based on OBD-II for Intelligent Transportation Systems", Journal of Engineering Research and Applications, 6(1), 2016.
- Türker, G. F., Kutlu, A., " Evaluation of Healthcare Applications Wireless Sensor Network ", 3rd World Conference on Innovation and Computer Sciences, Antalya, 2013.
- Türker, G. F., Kutlu A., " Evaluation of Car Accident Prevention Systems Through Onboard Diagnostic ", 4rd World Conference on Innovation and Computer Sciences İtalya, 2014.
- Türker, G. F., Kutlu A., " Methods of Monitoring Vehicle's CAN Data with Mobile Devices ", 5th World Conference on Innovation And Computer Sciences, (INSODE-2015), Global Journal on Technology, Antalya, 2015.
- Türker, G. F., Kutlu A., " Vehicle's On-Board Diagnostic (OBD) and Road Data-Board Communication over Mobile Devices in Traffic ", ICENS International Conference on Engineering and Natural Science, Makedonya, 2015.
- Türker, G. F., Kutlu A., " iPhone and Android Based Driver Information Applications in Intelligent Transportation Systems ", International Science and Technology Conference, ISTEK-2015, Rusya, 2015.
- Türker, G. F., Tarımer İ., " Türkiye'de Kablosuz Algılayıcı Ağlar İle Yapılan Teknolojik Uygulamalar Üzerine Bir İnceleme ", Akademik Bilişim, Malatya, 2011.
- Türker G. F., Kutlu A., " Medikal Bilişimde Kablosuz Algılayıcı Ağlar ve İnternet " İnet-tr Konferansı, İzmir, 2011.
- Türker, G. F., Kutlu A., " Giyilebilir EKG Uygulaması ve Kullanılabilir Kablosuz İletişim Teknolojilerinin Karşılaştırılması " Akademik Bilişim Konferansı, Uşak, 2012.
- Türker, G. F., Kutlu A., Bekçibaşı U., " Medikal Bilişimde Akıllı Ev Sistemleri ", inet-tr12, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 2012.
- Türker, G. F., Kutlu A., " Kontrol Alan Ağı (KAA) ve Tıbbi Cihaz Uygulamaları ", Akademik Bilişim Konferansı, Antalya, 2013.
- Akman, H., Türker G.F., Akman H., " Türkiye'de Wi-Max Kullanımının Değerlendirilmesi ", Akademik Bilişim Konferansı, Antalya, 2013.
- Kavak, İ., Türker G.F., " LDAP ile Güvenli Kullanıcı Kontrol Sistemi ", Akademik Bilişim Konferansı, Mersin, 2014.
- Türker, G. F., Kutlu A., " Araçlarda On Board Diagnostic Sistem ve Mobil Cihaz Uygulamaları ", Akademik Bilişim Konferansı, Mersin, 2014.