

SÜRÜCÜSÜZ ARAÇ ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

İlgin GÖKAŞAR, Selim DÜNDAR, Serhan TANYEL, Ali Atilla ARISOY, Hikmet Gamze İZ,
İrem Merve ULU

SÜRÜCÜSÜZ ARAÇ ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

*İlgin GÖKAŞAR¹, Selim DÜNDAR², Serhan TANYEL³, Ali Atilla ARISOY⁴, Hikmet Gamze İZ⁵,
İrem Merve ULU⁶*

ÖZET

Günümüzde özellikle büyük kentlerde yaşanmakta olan trafik sorunlarının çözümü ya da azaltılması için üzerinde durulan çözüm önerilerinden bir tanesi de sürücüsüz araçlardır. Önümüzdeki yıllar içerisinde sürücüsüz araçların öncelikle trafiğe çıkması, daha sonra orta vadede ise trafik akımının baskın türü olması beklenmektedir. Bu nedenle, pek çok firma ve kuruluş sürücüsüz araçlar geliştirmekte ve bu araçların deneme sürüşlerini gerçekleştirmektedir. Ancak özellikle ticari kaygılar sebebiyle, bu araçlara ilişkin teknik özellikler ve bazı yetenekler kamuya henüz paylaşılmamaktadır.

Sürücüsüz araçların teknik özelliklerinin ve yeteneklerinin bilinmesi, ulaştırma ve trafik mühendisliği açısından da oldukça önemlidir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında, geliştirilmekte olan sürücüsüz taşıt örneklerinin teknik özellikleri ve yetenekleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ortaya konan sonuçlar, trafik mühendisliğinin farklı alanlarında kullanılabilir. Örneğin bu özellikler dikkate alınarak, benzetim yazılımlarında sürücüsüz araçların bulunduğu trafik koşulları gerçekçi bir biçimde modellenerek, gelecekte oluşabilecek trafik koşulları önceden kestirilebilir ve çeşitli önlemler geliştirilebilir. Ayrıca sürücüsüz araçların işletildiği trafik koşulları için toplu taşıma hatlarının, güzergahlarının ve sefer saatlerinin planlanması gerçekleştirilebilir. Bu nedenle sunulan çalışmanın sürücüsüz taşıtların işletileceği trafik koşulları için bir kılavuz niteliği görebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Sürücüsüz Araçlar, Ulaştırma Planlaması, Trafik Mühendisliği, Ulaştırma Mühendisliği, Karayolu Kapasitesi, Toplu Taşıma Planlaması

GİRİŞ

Sürücüsüz araçlar içerisinde insan gücü ve enerjisine ihtiyaç duymadan, araç içerisinde bulunan otomatik kontrol sistemleri ile, bulunduğu noktadan istenilen noktaya gidebilen trafik durumunu, trafik akışını, yolcu ve yayaları algılayarak yapay zekâ yöntemleri ile karar verebilen sistemlerdir. Dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi, Türkiye’de de trafik talebinin zaman içerisinde artması, trafik sıkışıklıklarına neden olmakta, bu da karayolu kullanıcılarını olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan, özellikle ülkemizde günden güne artan eğilimiyle en büyük toplumsal sorunlardan birisi haline gelmiş olan trafik kazaları da karayolu trafiği talebinin dolaylı sonuçlarından bir tanesidir. Bu sorunlara çözüm bulabilmek için devletler, kamu kurum ve kuruluşları, sivil toplum kuruluşları ve araştırmacılar uzun yıllardır çalışmaktadır. Trafik ve trafik kaynaklı sorunlara çözüm olması, ya da en azından iyileşme sağlanması için geliştirilen sürücüsüz araçlar da bunlardan bir tanesidir. Günümüzde çok sayıda firma sürücüsüz araç geliştirmekte ve bunlardan bazılarını deneme sürüşlerine almaktadır. Ancak, özellikle ticari kaygılar nedeniyle sürücüsüz araçlara ilişkin teknik özellikler henüz toplum ile detaylı bir biçimde paylaşılmamaktadır. Ulaştırma ve trafik mühendisliği göz önüne alındığında, araç teknik özellikleri

¹ İlgin GÖKAŞAR, Boğaziçi University Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Istanbul, Turkey, ilg.in.gokasar@boun.edu.tr

² Selim DÜNDAR, İstanbul Okan University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Istanbul, Turkey, selim.dundar@okan.edu.tr

³ Serhan TANYEL, Dokuz Eylül University Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Izmir, Turkey, serhan.tanyel@deu.edu.tr

⁴ Ali Atilla ARISOY, Boğaziçi University Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Istanbul, Turkey, aliaarisoy@gmail.com

⁵ Hikmet Gamze İZ, İstanbul Okan University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Istanbul, Turkey, hgamze.iz@gmail.com

⁶ İrem Merve ULU, Dokuz Eylül University Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Izmir, Turkey, iremmerveulu@gmail.com

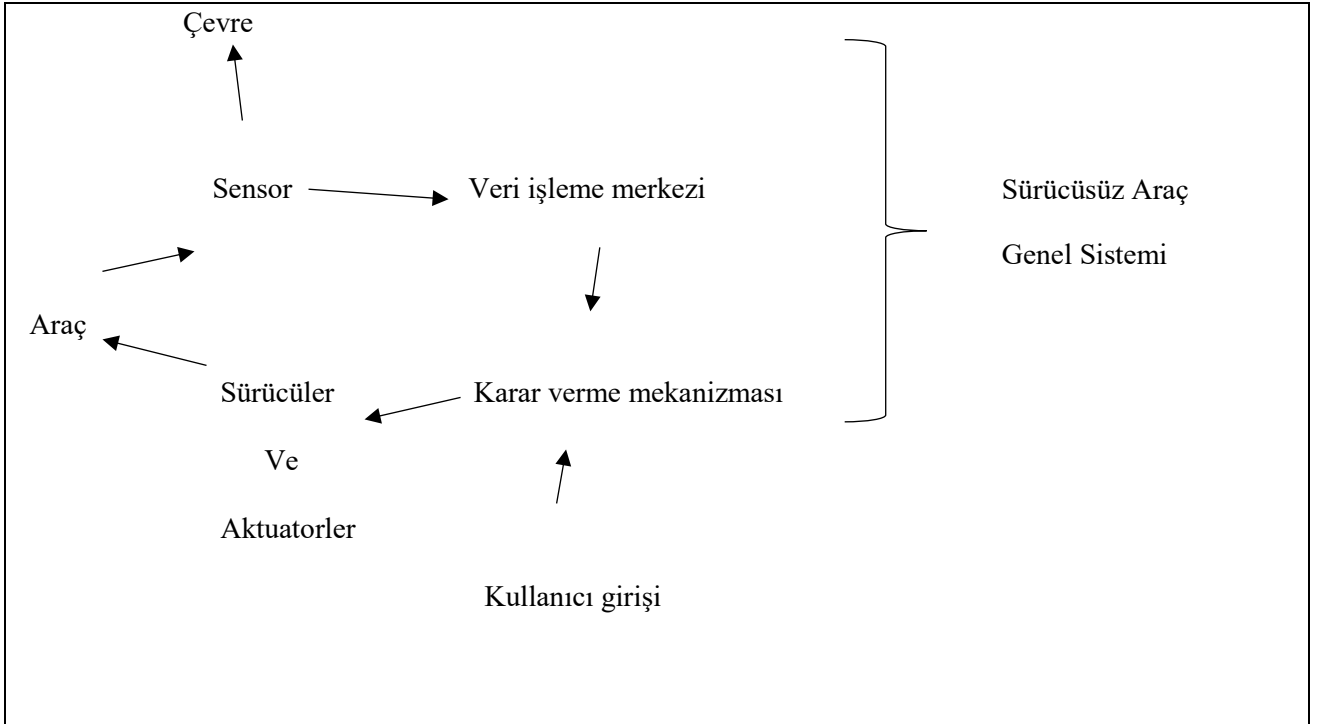
bilindiğinde hem karma trafik hem de yalnızca sürücüsüz araçların işletildiği trafik koşullarında yaşanabilecek durumlar çeşitli benzetim yazılımları ile önceden belirlenebilecek ve olası sorunlar yeterince önceden saptanarak, çözüm önerile geliştirmek olanaklı olabilecektir.

SÜRÜCÜSÜZ ARAÇLAR

Sürücüsüz araçlar, sürücülü araçlardan farklı olarak birçok ayrı teknolojinin birleşmesi ile hayat bulan yeni bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Otomotiv üreticisi ana üretici olmakla birlikte sürücüsüz araçların elektronik donanımlarındaki yoğunluğun artması ve sürücüsüz araçlardaki bilişim sistemlerinin haberleşme açısından dış dünya ile bütünleşme ihtiyacı ile birlikte; bilgisayar ve yan donanımlarını, yazılımları, bu yazılımların topladığı verileri depolayacak olan bulut bilişim sistemlerini, veri akışı için gerekli olan kablosuz ya da uydu internet erişimlerini üreten, kuran, hizmete hazır hale getiren iş kollarıyla ve yine bu sistemlerin bağlantı kuracakları alt yapıları ve tesisleri kuran şirketlerle etkileşim içerisinde çalışmalarını gerekecektir [1].

Sürücüsüz araçların gerekli işlevlerini yerine getirebilmeleri için araç üzerine tasarlanması gereken birçok donanıma ihtiyacı vardır. Genellikle sürücüsüz araçlar birbirine benzer ve karar verme mekanizmaları da benzerlik gösterir (Şekil 1). Karar verme ve algılamada sürücüsüz araca yardımcı olan donanım sistemleri;

- Algılayıcı (Sensör) Sistemleri (Lidar): Lazer mesafe algılayıcıları engellere olan uzaklığı belirler. Radar sistemine benzer fakat ışık ışınları göndererek, bu ışınların çevresindeki nesnelere geri dönüş süresini hesaplama mantığını kullanarak çalışır.
- Araç içerisinde bulunan sistemler (kamera, lidar, kızıl ötesi): Araç çevresinin üç boyutlu haritasını çıkarır.
- Radar: Lidara benzer bir biçime, çevresindeki nesnelere gönderdiği farklı radyo sinyali yansımalarının dönüş süresini hesaplayarak mesafe ölçümü gerçekleştirir.
- INS (International Navigation System - Ataletsel Yöngüdümlü Sistem): İçerdiği jiroskop ve ivmeölçer ile sürekli olarak aracın konumunu, yönünü ve hızını ölçer.
- Kamera: Çevredeki nesnelere algılanmasında kullanılır.



Şekil 1. Sürücüsüz Araç Genel Sistemi [2]

- Kargo taşımacılığı açısından insan gücüne ihtiyaç duymaksızın kargonun gerekli bölgeye ulaştırılmasının sağlanması.

SÜRÜCÜSÜZ ARAÇLARIN OLUMSUZ ETKİLERİ VE ZAYIFLIKLARI

Teknolojinin herhangi bir alanda gelişmesi ve ilerlemesi ile insanlığın alışmış olduğu koşulları etkilediğinden olumlu etkileri kadar, olumsuz etkileri de söz konusu olabilmektedir. Sürücüsüz araçların beklenen olumsuz etkileri ve zayıflıkları şöyle sıralanabilir;

- Araç içi olası ilave donanımdan dolayı fiyatta artış olasılığı.
- Alt yapının yetersizliğinden ve yenilenmesi gerektiğinden doğabilecek sorunlar.
- Hem üretim aşamasında hem de kullanım aşamasında insan gücüne ihtiyaç duyulmayacağından, işsizlik oranının bu alanda artmasından kaynaklı sorunlar.
- Herhangi bir siber saldırıda sürücüsüz aracın kontrolünü kaybetme olasılığı bulunmaktadır.
- Yakın gelecekte trafikte yer alacak olan araçlar hem sürücüsüz olarak üretilen hem de insan sürücü tarafından kullanılan, iki sınıf araç olarak ayrılacaktır. Sürücülü araçlarda her ne kadar kullanıcı şoför koltuğunda aracı kullanıyor olsa da araçtaki elektronik sistemler, sürücüsüz aracın diğer araçlarla sağlıklı bir şekilde iletişime geçebilmesi/ haberleşebilmesi, sağlıklı veri üretebilmesi ve rotasında gidebilmesi için aracı kullanan sürücüyü devamlı olarak bazı hareketleri yapmaya ya da yapmamaya zorlayacaktır [5]. Bu zorunluluk hem teknolojik anlamda hem de yasal anlamda bir zorunluluk olarak sürücünün karşısına çıkacaktır [1].

SÜRÜCÜSÜZ ARAÇLARIN TARİHÇESİ

Sürücüsüz araçlarının tarihi, 1939 yılında gerçekleşen FUTURAMA dünya fuarı ile başlamış sayılabilir. Ama asıl sürücüsüz araç örneği 1977 yılında Japonya Tsukuba Makine Mühendisleri Laboratuvarları'nda özel donanımlarla beyaz şeritleri takip eden 30 km/sa hızındaki deneysel araçla başlamıştır. 1980 ile 1995 yılları arasında EUREKA Prometheus projesinde yer alan Mercedes-Benz takımı, görüntü tabanlı “van” tipi aracı trafiğe kapalı alanda 100 km/sa hıza çıkararak, 800 milyon €'luk bir projenin başlangıcını yapmıştır [6]. Bu hız günümüzle kıyaslandığında çok düşük gibi görünse de o yıllarda öne çıkan bir gelişme sayılmaktadır [7]. Öte yandan aynı zaman dilimi içerisinde DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) AR&GE bölümünde araçlarda LIDAR teknolojisini kullanarak algılayıcı bazlı yön güdüm sistemleri ile saatte 30 km hıza ulaşmış, 600 m yol kat etmiş ve sürücüsüz araçlar listesine girmeyi başarmıştır.

1994 yılında Daimler-Benz ve Ernst Dickmanns, VaMP ve Vita-2 adlı robot araçları ile Paris'te, 2x3 şeritli bir otoyolda, yoğun trafikte, aralıklı insan müdahaleleriyle 130 km/sa'e çıkabilen araçlarını geliştirmişlerdir. 1995 yılında, Dickmanns S-Class'ı yeniden tasarlamış ve Münih'ten Kopenhag'a gidip gelerek, tam 1600 km'lik yolu, saatte 175 km'lik hızla, sadece 9 km'sinde müdahalede bulunarak %95 verim ile kat etmiştir.

1995 yılında Carnegie Mellon Üniversitesi'nin “No Hands Across America” (Amerikan'ın bir kısıyından diğerine, el değmeden) sloganını kullanan Navlab isimli projesi %98,2 verim ile 5000 km yol almıştır. Bu aracın direksiyonu yapay sinir ağları ile kontrol edilmekteyken, fren ve gaz donanımları sürücü tarafından kontrol edilmektedir. 2002 yılında DARPA tarafından insansız araç yarışması düzenleneceği ve birinci olan takıma 2 milyon dolar ödül verileceği duyuruldu. Buna göre ABD silahlı kuvvetleri için, askeri operasyonlarda kullanılan savaş araçlarının üçte birinin 2015 yılı itibari ile insansız olması hedefleniyordu. 2004 ve 2005 yıllarında sürücüsüz araçlar şehir dışı olarak tanımlanan bölgelerde yarıştılar. 2007 yılında ise arazide yapılan DARPA Grand Challenge yarışının yerini DARPA Urban Challenge almıştır. Şehir (caddeler, trafik işaretleri, vs.) şeklinde düzenlenmiş bir parkurda 3 Kasım 2007'de yapılan sürücüsüz, robotik arabalar trafik kurallarına uyarak, diğer arabalara, yayalara ve çarpılmaması gereken engellere çarpmadan 60 millik parkuru altı saatin altında bitirmeye çalışmışlardır.

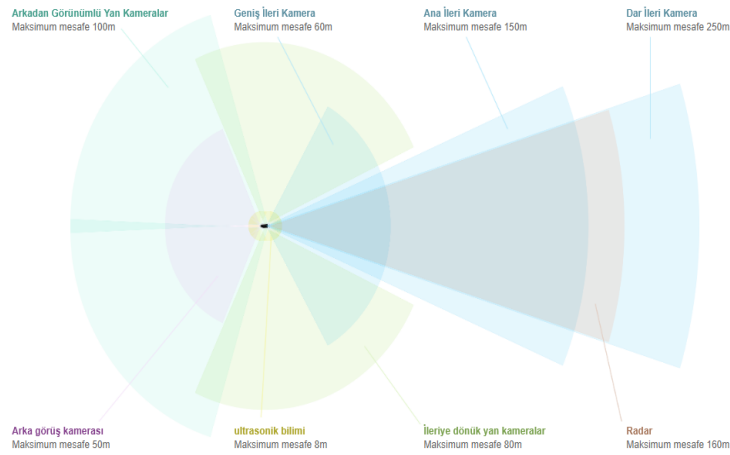
2010 yılında VisLab adlı şirketin düzenlediği VIAC (Vislab Intercontinental Autonomous Challenge – Vislab Kıtalar Arası Sürücüsüz Taşıtlar Meydan Okuması) adlı yarışmada, sürücüsüz dört araç 13000 km yol katetmiş ve İtalya’dan Çin, Şangay’daki Expo’ya uğrayarak yarışmayı bitirmişlerdir.

Ekim 2010’da ise Google’ın yaptığı insansız aracı San Francisco – Los Angeles arasında toplamda 230000 km yol kat etmiştir [6].

GELİŞTİRİLEN SÜRÜCÜSÜZ ARAÇ ÖRNEKLERİ

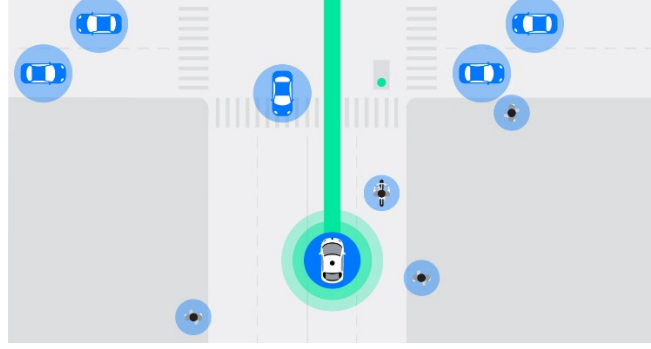
Günümüzde sürücüsüz araçların geliştirilmesi konusunda çalışma yapan ve test sürüşlerini devam ettiren birçok firma yer almaktadır. Bu şirketlerin başlıcaları şöyle sıralanabilir;

Tesla; S ve x model olarak 2 araç ön modelinde çalışmaktadır. Araç bireyin iş takvimine bakarak 12 ses üstü algılayıcı ile nereye gideceğine karar verebilir ve ileri görüş sağlayan kameraları ile karmaşık yollarda ilerleyebilir [8]. Bu aracın algılayıcıları ve etki alanları Şekil 3’te görülmektedir.



Şekil 3. Tesla Araç İçi Ek Algılayıcılar ve Etki Alanları [9]

Google; Waymo adını vermiş olduğu araç 3 futbol sahasını görebilecek etki alanına sahiptir. Birçok olasılığı hesaplayan araç, bisiklet ve yayaları ayırt edebilme özelliğine sahiptir. Google araç içi algılayıcıların nesnelere görüş benzetimi Şekil 4’te görülmektedir. Google, Waymo dışında, Toyota Prius, Lexus RX450h, Chrysler Pacifica, Phoenix, Jaguar I-Pace araçların da sürücüsüz araç yazılımını geliştirmeye başlamıştır [10]. Google aynı zamanda sürücüsüz araç projesi kapsamında Firefly aracını tasarlamıştır. Firefly artık yerini Chrysler Pacifica’ya bırakmıştır. Google tarafından yapılan açıklamada; 2013 yılında kağıtla hazırlanan bir ön modelle hayatımıza giren Firefly’nin birkaç eyalet yolculuğunun ardından bir sürücüsüz araç örneği olarak müzede yer alacağı belirtilmiştir. Aslında sürücüsüz araç uygulamalarını sınamak için geliştirilen bir platform olan Firefly, California’da tasarlanmış ve Michigan’da elle üretilmiştir. Testler için ayrıca bir de test şehri kurulurken, ilk sürücüsüz seyahatini 20 Ekim 2015’te yapmış ve o günden bugüne 5 milyon km’den fazla yol katetmiştir. 50 adet kadar üretilen Firefly saatte 40 km hızla sınırlandırılırken, yerini bıraktığı Pacifica’nın normal hızında seyredeceği belirtilmektedir [11].



Şekil 4. Google Araç İçi Algılayıcıların Nesneleri Görüş Benzetimi [10]

Mercedes Benz; CityPilot (Şekil 5), trafik ışıklarını tanıyabilmekte, onlarla iletişim kurabilmekte ve onlarla kontrol edilen kavşakları güvenli bir şekilde geçebilmektedir. Aynı zamanda yoldaki engelleri, özellikle de yayaları tanıyabilmekte ve sürücüsüz olarak frenleyebilmektedir. Otobüs duraklarına otomatik olarak yaklaşarak kapılarını açıp, kapatabilmektedir. CityPilot'un en önemli özelliklerinden bir tanesi de tünellerden geçebilmesidir. Araç açık havadaki bir yolda 70 km /sa'lık bir hızla hareket edebilmektedir [12].

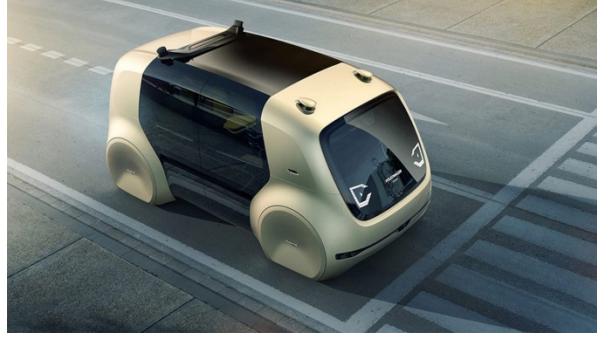


Şekil 5. Mercedes Benz'in Ürettiği Sürücüsüz Toplu Taşıma Aracı CityPilot [12]

Baidu; Apollo 3.0 adını verdiği araçta, Duer adlı yapay zekâ destekli sesli asistan uygulaması da bulunmaktadır. Çinli otobüs üreticisi King Long ile ortaklaşa geliştirilen ve Baidu'nun Apollo sürücüsüz sürüş açık platformu tarafından desteklenen Apolong'un Çin'in bazı büyük kentlerinde ticari faaliyetlere sokulması planlanmaktadır.[13]

Apple; Temmuz 2017'de ABD meclisinin sürücüsüz araçlar üzerinde bulunan sınırlamaları azaltmıştır. Bunun üzerine Apple Project Titan adı verdiği sürücüsüz araç projesinde; 25 Ağustos tarihinde yeni SUV (Sport Utility Vehicle – Sportif Arazi Aracı) araçlara Lidar kurulumu ile sürücüsüz araç çeşitlerini arttırmıştır. Kasım 2017'de kendi ürettiği sürücüsüz araçların testini gerçekleştirmiştir. Ocak 2018'de ise ürettiği araç sayısını 27'ye çıkarmıştır. Araçlar şubat ayında Kaliforniya'da sınanmıştır. Mart ayında ise iki katına çıkan filo, 2018 Mayıs ayında ise Apple Kaliforniya'da 62 araçlık filosu ile büyümeye devam etmektedir [14].

Volkswagen; Sedic (Şekil 6) adını vermiş olduğu araç tipinde, akü, araç tabanına monte edilmiştir ve araç bu akü ile 400 km yol gidebilmektedir. Arka akstaki elektrikli motor 100 kW enerji üretir. İçeride “Git”, “Dur” ve “Ara” işlevlerini gören sadece üç düğme bulunmaktadır. İkincisine basmak, yolcuları Volkswagen çalışanlarının talepleriyle ilgilenen bir hareketlilik merkezine bağlar [15] .



Şekil 6. Volkswagen'in Üretmiş Olduğu Sürücüsüz Araç Sedric [15]

CMU Navlab grubu; otomatik ve birlikte sürüş için bilgisayar kontrollü araçlar üretmektedir. 1984'ten beri bir dizi robot otomobil, kamyonet, SUV ve otobüs üretmektedir. Geliştirmekte olduğu sürücüsüz araçta, GPS ve ek algılayıcılar ile açı ölçmeyi sağlayan bilgisayar sistemi ile hassas zaman ve frekans bilgisi sağlar [16].

Bu şirketlerin yanı sıra; Audi'nin "Piloted Driving", BMW'nin "Electronic co-pilot system", Ford'un "Automated Fusion Hybrid", General Motor'un "Super Cruise" ve "Chevy EN-V", Lexus'un "Advanced Active Safety Research Vehicle", Mercedes-Benz'in "Mercedes-Benz Intelligent Drive", Nissan'ın "Autonomous Drive", Tesla'nın "Auto Pilot", Volkswagen'in "Temporary Auto Pilot", Volvo'nun "Drive Me", Google'nin "Driverless Car Project" ve Bosch'un "Autonomous Vehicle" projeleri bulunmaktadır. Mercedes-Benz firması, diğer firmalardan farklı şekilde çalışacak sürücüsüz araçlarla birlikte UBER türü bir kısım hizmetleri de vermeyi hedeflemektedir. Car2go ve My Taxi bu projelerin önde gelenleri arasındadır. Uber yolcu taşımacılığıyla ilgili başarılı bir girişimde bulunan firma da kendilerine ait sürücüsüz araçların denemelerini 2015 yılının başından itibaren yapmaya başlamıştır [1]. Geliştirilen sürücüsüz araç örneklerinin toplumla paylaşılan teknik verileri Çizelge 1'de görülmektedir.

SÜRÜCÜSÜZ ARAÇLARA İLİŞKİN YASAL DURUM

Sürücüsüz araçların kullanımıyla insanlar bir kısım sınırlarını/kişisel verilerini bu araçların elektronik sistemleri ile paylaşacak, araçlar da bu verileri sürücüsüz araç bileşenleri kapsamında yer alan akıllı trafik sistemleri, yazılım firmaları, araç üreticileri ve yerel yönetimlerle paylaşacaktır. Sürücüsüz araçlarda sürücü bileşeni ortadan kalkacağından, meydana gelen trafik kazalarında; araç mekanik ve elektronik sistem üreticisi, yazılım geliştiricisi, altyapı hizmetlerinin sağlayacak olan yerel yönetimler ve araç sahibinin yasal sorumlulukları konusunda birçok karmaşa meydana gelecektir. Tutulan kişisel verilerin korunması, belgelendirme ve internet erişimlerinde standartların belirlenmesi, araçların sigortacılık sistemlerinin yeniden yapılandırılması konusu, sorunların çözümünde evrensel yargılama yetkisine ihtiyaç duyulması hep birlikte değerlendirildiğinde tekelleşmeye, haksız rekabete, ticari güç dayatmalarına karşı küçülen dünyada, sorunların çözümü için, ülkelerin daha fazla iş birliği yapmaları kaçınılmaz bir sonuçtur [1].

Çizelge 1. Sürücüsüz Araçların Toplumla Paylaşılan Teknik Verileri

MARKA	ARAÇ	MODEL	YIL	EN YÜKSEK HIZ (KM/SA)	ETKİ UZUNLUĞU (KM)	GÜCÜ (KWH)	0-100 SN	GÜCÜ (HP)	CO ₂ SALIMI	ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ (LT/100 KM)
TESLA	S MODEL		2017	225	417	75	4,2			
	X MODEL		2017	209	382	75	4,9			
GOOGLE	WAYMO	TOYOTA PRIUS		180		64,9	10,6			
		LEXUS RX450H		200		193	7,7	263		
		JAGUAR I-PACE		470		90	4,8	400		
		HONDA				134	8,4		137	
		FİREFLY	2013	40						

BMW	5 SERİSİ	TOYOTA PRIUS		250		340	4			
	7 SERİSİ			250				265	127	4,8
VOLVO	XC90					173	6,1	235		
FORD	FORD FUSION			140				325		
	CHEVROLET VOLT				675		8,4			
	CRUISE AV				500		5,1			
MERCEDES BENZ	CITY PILOT		2018	70						
AUDI	A7 SERİSİ		2018	305		331	3,7			
HYUNDAI	IONIQ SUV			185			11,1			
PEUGEOT	2008			188			10,3			
	308			188			12,4		105	5,8
	208			175			12,2		104	5,5
CIRTOEN	C4			184			12,4			
	C6			230			9,3	204	230	8,7
APPLE	TITAN		2018							
VOLKSWAGEN	SEDRIC		2018		400	100				

Bugüne kadar gerçekleştirilen sürücüsüz araç sürüş denemelerinde araçların başında bir mühendis bulundurmak zorunluluğu bulunmaktaydı. Kaliforniya Motorlu Araçlar Dairesi (DMV), yürürlüğe soktuğu yeni bir düzenlemeyle sürücüsüz otomobillerin insan eşlikçileri olmadan yola çıkmasının önünü açmıştır [5].

Ülkemizde de sürücüsüz taşıtların ölümlü ya da yaralamalı trafik kazalarının meydana gelmesine sebep olmaları durumunda, ceza sorumluluğunun ne şekilde belirleneceği konusu henüz belirsizdir. TCK'nın 20. maddesindeki “*Ceza sorumluluğu şahsîdir. Kimse başkasının fiilinden dolayı sorumlu tutulamaz. Tüzel kişiler hakkında ceza yaptırımı uygulanamaz.*” şeklinde bir hüküm bulunmaktadır [17]. Bu düzenleme gereğince tüzel kişiler hakkında doğrudan yasal yaptırım uygulanamayacaktır. Sürücüsüz araçların karışma ihtimali olan suçlar ise; taksirle ölüme ya da yaralamaya sebep olma suçlarıdır. Bu araçların karışabilecekleri bu iki eylemin kasten işlenmesi durumu da söz konusu olmayacağından TCK'nın 60. Maddesi gereğince sürücüsüz aracın yazılımını geliştiren, araç trafik verilerinin iletilmesinde aracılık yapan internet erişimini sağlayan, bu araçlar için güvenlik teknolojileri üreten, trafik altyapısını kurmak ve işletmekle görevli olan tüzel kişiler hakkında güvenlik tedbirine de hükmedilmesi de olanaklı olmayacaktır [1].

Diğer bir yasal düzenlemede TCK 89/1. fıkradan sonra gelmek üzere; “Sürücüsüz araçların, bir başkasının vücuduna acı veren veya sağlığının ya da algılama yeteneğinin bozulmasına neden olması durumunda; araç maliki, araç mekaniğini üreten, araç yazılımını geliştiren, araç trafik verilerinin iletilmesinde aracılık yapan internet erişimini sağlayan, bu araçlar için güvenlik teknolojileri üreten, trafik altyapısını kurmak ve işletmekle görevli olan kamu veya özel sektör yöneticilerinden kusuru üç aydan bir yıla kadar hapis veya adli para cezası ile cezalandırılır.”[1].

SONUÇ

Sürücüsüz araçların yaygınlaşmasının insanlığa birçok yarar sağlayacağı gibi bu araçların bazı zararları da söz konusu olabilecektir. Sürücüsüz araçlar insanlığa zaman kazancı, konfor, kaliteli bir yaşam vaat ederken alt yapı yetersizliğinden doğabilecek sorunları da beraberinde getirecektir. Ayrıca sürücülü taşıtların da bulunduğu karma trafik koşullarında trafik kazalarında artışlar söz konusu olabilecektir.

Hollandalı yöngüdümlü sistemi üreticisi TomTom'un 2015 yılında hazırlanmış olduğu listeye göre, en kötü trafiğe sahip şehirler sıralamasında İstanbul 146 kent içerisinde birinci sıradadır. Ortalama trafik sıkışıklığı %58 düzeyinde gerçekleşirken, bir yılda ortalama 100 saatini trafikte geçirmektedir [18]. Tüm bu verilere göre, sürücüsüz taşıtların artmasıyla İstanbul'daki sürücüler bu zaman kaybını faydaya dönüştürme olanağına sahip olacaktır.

İnsanlarda görsel bir bilgiden sonra tepki süresi 0,25 saniyedir. Sürücüler üzerinde ise algılama ve tepki verme süresi ile ilgili pek çok çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalara ve farklı ülkelerde kullanılan

standartlara göre, 0,75 – 1,5 saniye arası insanların bir hareketi algılayıp yeni hareket planlamaları için geçen süre olarak ortak kabul görmektedir. Hız sınırları, takip mesafeleri, trafik ışıklarının yanma süreleri gibi karayolu ve trafik mühendisliğinde kullanılan kimi değişkenler bu süreden yararlanarak belirlenmektedir [7]. Belirlenen bu değişkenler yakın gelecekte karma araç trafiğine uygun olmalı ve sürücüsüz araçların algılama ve tepki süreleri göz önüne alınarak tasarlanmalıdır.

Sürücüsüz araçlar kuşkusuz insan sürücülere kıyasla daha kısa tepki sürelerine, daha yüksek hızlanma ve yavaşlama ivmelerine, daha düşük güvenli takip süresi ve uzunluğuna sahip olacaktır. Bu da karayolu kapasitesinin, güvenli bir biçimde artmasını sağlayacaktır. Buna karşın sürücüsüz taşıtların trafik sıkışıklığı sorunları tamamen çözeceğini beklemek de gerçek dışı bir yaklaşımdır. Sürücüsüz taşıtların sunduğu kapasite artışı nedeniyle trafik sıkışıklıkları ve dolayısıyla insanların trafik geçirdikleri süre azalacak, bu nedenle insanların yolculuk taleplerinde ve hareketliliklerinde artış söz konusu olacaktır. Hareketlilik artışı da trafiğe olan talebin artmasını sağlayacak ve er ya da geç, trafik talebi yine kapasite düzeyine ulaşacaktır.

Sürücüsüz taşıtların beklenen ve istenen yararları sağlaması kuşkusuz toplu taşımının ve araç paylaşımı gibi yenilikçi ve sürdürülebilir politikalarla desteklenmesi sayesinde gerçekleştirilebilir. Bu politikaların göz ardı edildiği şehirlerde sürücüsüz taşıtların oluşturduğu trafik tıkanıklıkları gündelik sorunlardan bir tanesi olmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Yetim, D. S. (2015). Sürücüsüz Araçlar Ve Getirdiği/Getireceği Hukuki Sorunlar. Tübitak – Ulakbim Veri Tabanı
- [2] Güner, Ş. (2012). Otonom Bir Otomobil İçin Hız Kontrolörü Tasarımı. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı.Yüksek Lisans Tezi.İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [3] Future Gelecek Bilim Ve Teknoloji: [https://www.futurenotes.org/surucusuz-otonom-araclar-otonom Surus-Seviiyeleri/](https://www.futurenotes.org/surucusuz-otonom-araclar-otonom-Surus-Seviiyeleri/) (Son Erişim:15.09.2018)
- [4] Ararat, Ö. (2017). Tübitak . Efficiency Chalenge Eğitim Programı./tubitak.gov.tr/anasayfa.html (Son Erişim:14.09.2018)
- [5] <https://www.haberturk.com/otonom-arac-testlerinde-acil-durum-surucusu-bulundurma-zorunlulugu-kaldirildi-1856349-ekonomi>. (Son Erişim:13.09.2018)
- [6] https://www.academia.edu/7386851/the_second_shift_in_the_second_machine_age_automation (Son Erişim:13.09.2018)
- [7] <https://medium.com/deep-learning-Turkiye>. (Son Erişim:17.09.2018)
- [8] Highlights Of Robot Car History <http://www.idsia.ch/~juergen/robotcars.html>.(Son Erişim:30.08.2018)
- [9] <https://www.tesla.com/autopilot> .(Son Erişim: 24.08.2018)
- [10] <https://www.guideautoweb.com/en/makes/toyota/prius/2018/specifications/base/>.(Son Erişim 17.09.2018)
- [11] <https://medium.com> (Son Erişim :27.08.2018)
- [12] <https://www.daimler.com/innovation/autonomous-driving/future-bus.html>.(Son Erişim :27.08.2018)
- [13] <https://webrazzi.com/2018/07/04/bauidi-seviye-4-otonom-araclarinin-seri-uretimine-basladi/>.(Son Erişim: 26.08.2018)
- [14] <https://www.macrumors.com/roundup/apple-car/>. (Son Erişim: 27.08.2018)
- [15] <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/02/sedric-the-future.html>.(Son Erişim: 30.08.2018)
- [16] <http://www.cs.cmu.edu/~tyata/project/navlab11.html>.(Son Erişim 27.08.2018)
- [17] Türk Ceza Kanunu. <http://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5237.pdf>. (Son Erişim:19.09.2018)
- [18] <http://www.diken.com.tr/tescillendi-dunyanin-en-berbat-trafigi-istanbulda-yilda-125-saatimiz-caliniyor/> (Son Erişim 19.09.2018)