

## Fasılalı Geçiş Sistemlerinde Güvenli Geçiş Uygulamaları

\*

Tolga Yaman<sup>1</sup>

ORCID:0000-0002-5749-1897

Eren Dağlı<sup>2</sup>

ORCID:0000-0002-3892-0270

Metin Mutlu Aydın<sup>3</sup>

ORCID:0000-0001-9470-716X

Mustafa Alptekin Keleş<sup>4</sup>

ORCID:0000-0001-7461-5022

### Öz

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de trafik kazaları ciddi yaralanmalara ve can kayıplarına sebebiyet verebilmektedir. İdareciler ve araştırmacılar trafik kazalarının sebebiyet verdiği olumsuz sonuçları engellemek amacıyla çeşitli araştırmalar yapmakta ve bu doğrultuda önlemler almaktadır. Kazaların sıklıkla görüldüğü yerlerden birisi de kavşaklardır. Kavşakların yönetimi amacıyla sinyalizasyon sistemleri kullanılsa da çoğu bölgede geç saatlerde trafik hacminin düşmesi nedeniyle bekleme sürelerini azaltmak amacıyla sinyalizasyon sistemleri devre dışı bırakılarak uyarı maksatlı yanıp sönen, fasılalı geçiş sistemi uygulanmaktadır. Gece saatlerinde, karanlıkta sisli ya da yağmurlu havalarda görüş kalitesi düşmektedir. Bu durumun sebebiyet verdiği olumsuz etkileri ortadan kaldırmaya çalışmak ve daha güvenli bir sistem ortaya koyabilmek amacıyla bu çalışma kapsamında, sürücülere ve yayaları uyararak olası kazaları engellemeyi amaçlayan bir lazer sistemi önerisi geliştirilmiştir. Sistem, fasılalı sistemin devrede olduğu anlarda bölgeyi tarayarak olası bir yaya bulunması halinde araç sürücülerini lazer sistem ile uyaracaktır. Lazer sistem sayesinde yayaların fark edilirliliği arttırılacak böylelikle dikkatsizlik ve görüş problemleri nedeniyle yaşanabilecek kazalar engellenebilecektir. Lazer sistem ile bölgedeki trafik güvenliği arttırılarak sürücüler ve yayalar için daha güvenli bir ortam sağlanacaktır. Bu çalışma sonucunda uygulanabilir olabileceği öngörülen bu sistem için teorik bir tasarım altyapısı oluşturulmuştur. Böylece, sistemin uygulama aşamasına geçebilmesi için gerekli tüm işlem adımları net şekilde ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fasılalı geçiş sistemleri, trafik kazası, trafik güvenliği.

<sup>1</sup> İnşaat Mühendisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, E-mail: tolgayaman7400@gmail.com

<sup>2</sup> Öğretim Görevlisi, Selçuk Üniversitesi, E-mail: e.dagli@windowslive.com

<sup>3</sup> Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, E-mail: metinmutluaydin@gmail.com

<sup>4</sup> İnşaat Mühendisi, Ondokuz Mayıs Üni., E-mail: mustafaalptekinkeles@gmail.com



# Safe Transition Technics in Intermittent Access Systems

\*

Tolga Yaman<sup>5</sup>

ORCID:0000-0002-5749-1897

Eren Dağlı<sup>6</sup>

ORCID:0000-0002-3892-0270

Metin Mutlu Aydın<sup>7</sup>

ORCID:0000-0001-9470-716X

Mustafa Alptekin Keleş<sup>8</sup>

ORCID:0000-0001-7461-5022

## Abstract

*As in around the world, traffic accidents may cause serious injuries and loss of life in Turkey, too. Administrators and researchers conduct researches to prevent the negative consequences of traffic accidents. Intersections are one of the places where accidents are frequently seen at urban roads. Due to decreasing traffic volume at late hours, traffic signal systems are disabled to reduce waiting times. In these cases, a flashing intermittent transition system is applied for warning purposes. Quality of visibility decreases at late hours and in foggy or rainy weathers. A laser system proposal has been developed which aims to prevent possible accidents by warning drivers and pedestrians. The system will scan the area when the intermittent system is active and warn the vehicle drivers with a laser system in case of a possible pedestrian. Thanks to the laser system, the visibility of pedestrians will be increased, so that accidents that may occur due to carelessness and vision problems can be prevented. As a result of study, a theoretical design infrastructure has been established, which is predicted to be applicable for the proposed system. Thus, all the necessary steps to pass into the implementation phase have been clearly demonstrated.*

**Keywords:** *Intermittent transition systems, traffic accident, traffic safety.*

---

<sup>5</sup> Civil Engineer, Ondokuz Mayıs University, E-mail: [tolgayaman7400@gmail.com](mailto:tolgayaman7400@gmail.com)

<sup>6</sup> Lecturer, Selcuk University, E-mail: [<sup>7</sup> Assoc. Prof., Ondokuz Mayıs University, E-mail: \[metinmutluaydin@gmail.com\]\(mailto:metinmutluaydin@gmail.com\)](mailto:e.dagli>windowslive.com</a></p></div><div data-bbox=)

<sup>8</sup> Civil Engineer, Ondokuz Mayıs University, E-mail: [mustafaalptekinkeles@gmail.com](mailto:mustafaalptekinkeles@gmail.com)

## Giriş<sup>9</sup>

Günlük hayatta karşımıza çıkan trafik kazaları, ihmaller ve yanlış davranışlar sonucunda herhangi bir zamanda meydana gelebilen, öngörülemeyen, can ve mal kaybı ile sonuçlanabilen olay olarak tanımlanmaktadır (Kıran, Şemin ve Ergör, 2001). Trafik kazalarının en yoğunlaştığı kesimlerin kavşaklar olduğu bilinmektedir. Wong, Sze ve Li (2007) yapmış oldukları çalışmada, meydana gelen trafik kazalarının kavşaklarda daha yoğun olarak görülmesindeki nedenin bu bölgelerdeki yaya ve araçlar arası etkileşimin artması olarak göstermektedir. Türkiye’de şehiriçi yollarda trafik akımını düzenlemek ve yol güvenliğini arttırmak için sıklıkla uygulanan sinyalizasyon kavşaklar ele alındığında, geometrik durumun yanı sıra sinyalizasyon sistemlerindeki aksaklıkların kazalara etkisi bir tartışma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kavşakların yönetilmesinde farklı tip sinyalizasyon düzenleri mevcuttur. Sabit faz süreleri ile yönetilen sinyalizasyon kavşaklarında genellikle trafik yoğunluğunun çok düşük olduğu gece saatlerinde sabit süreli sinyalizasyon sistemleri devre dışı bırakılmaktadır. Böylelikle araçların gereksiz beklemesinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Sinyalizasyon kavşaklarında mevcut sinyalizasyon sisteminin devre dışı bırakıldığı zamanlarda araç sürücülerinin dikkatini çekmek ve uyarmak amacıyla belirli periyotlarla yanıp sönen fasılalı sistem devreye alınmaktadır. Trafik yoğunluğunun düştüğü saatlerde Şekil 1.a’da sola dönüş için teşkil edilmiş yolda ve Şekil 1.b’de sinyalizasyon dönel kavşakta uygulanan fasılalı sisteme ait görseller verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü üzere bölgelerde birkaç araç yer almakta olup araçların sinyalizasyon sistemleri nedeniyle gereksiz beklemelerinin engellenmesi amaçlanmıştır.



(a) (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2022)



(b) (Yazar, 2022)

**Şekil 1.** Fasılalı sinyalizasyon sistemine ait örnek görseller

<sup>9</sup> Bu makale çalışması 6. Kent Araştırmaları Kongresi’nde aynı başlıkla sunulan özet bildirinin geliştirilmiş halidir.

Fasılalı geçiş sisteminin uygulanması, trafik yoğunluğunun az olduğu saatlerde araçların gereksiz beklemesini engellemek için uygulanabilir bir çözüm olsa da sürücüler kırmızı ışığın o an yanmıyor olmasını geçiş serbestliği olarak yorumlayabilmektedir. Bu yanlış anlayış sebebi ile bazı bölgelerde kavşaklardan ve yaya geçitlerinden geçerken evre koşulları, fiziksel sebepler ve dikkatsizlik gibi nedenlerden dolayı araç-araç ve araç-yaya kazalarının meydana geldiği durumlar yaşanabilmektedir. Araçların yüksek hızlarda olması nedeniyle sürücüler yaya geçitlerinde yayalara yol vermeme ya da sinyalizasyon sisteminin yeşilden kırmızıya döndüğu anlarda durmaksızın geçme eğiliminde olabilirler. Bu davranış sonucu ise kaçınılmaz kazalar yaşanmaktadır. Şekil 2’de meydana gelen fasılalı sistemin uygulandığı anlarda meydana gelen kazalara ait örnek görseller verilmiştir. Fasılalı sistem nedeniyle her iki görseldeki kazaya karışan araçlar geçiş üstünlüklerinin kendilerinde olduğunu düşünerek, hız kesmeden hareketlerine devam etmişler ve kazalar meydana gelmiştir. Bu tür ihlal durumlarına trafik cezalarının caydırıcı olmasının etkisi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca şekillerde de görüldüğu üzere mevcut sisli ve yağışlı hava durumları görüş problemine sebebiyet vererek sürücülerin diğer araçları geç fark etmelerine neden olmuş olabilir.



Şekil 2. Sürücülerin fasılalı sistemde kontrolsüz geçmesi nedeniyle meydana gelen kazalara ait örnekler (Youtube, 2018)

Araçlar yüksek hızlardayken kırmızı ışıklarda durmadan geçme eğiliminde olan sürücüler fasılalı sistemde yavaşlamadan geçme eğilimi gösterebilmektedir. Bu esnada yayalar ise dikkat dağınlıklı ya da aracın yavaşlayacağı ve kendisinin geçebileceği düşünce ile ani olarak karşıdan karşıya geçme eğiliminde bulunabilmektedirler. Sürücülerin hızlarını düşürmemeleri ve olası engelleri geç görmeleri sebebiyle araçların güvenle durması için gerekli olan fren emniyet mesafeleri sağlanamayarak kazalar sıklıkla meydana gelebilmektedir.

Kavşaklarda araç-araç şeklinde meydana gelen kazaların yanı sıra araçların ve yayaların etkileşiminin fazla olduğu kavşaklarda ve yaya geçitlerinde

sürücülerin yayaya yol vermeme ve durmadan geçme eğiliminden dolayı ortaya çıkan araç-yaya kazalarına da sıklıkla rastlanmaktadır (Şekil 3).



(a) (Karadeniz’de Son Nokta, 2017)

(b) (Akçaabat Postası, 2019)

Şekil 3. Gece saatlerinde yaya geçitlerinde meydana gelen kazalara ait görseller

Sürücülerin yayaları veya diğer olası engelleri geç fark etmelerindeki bir diğer sebep ise çevre aydınlatmalarının yetersiz olduğu durumlardır. Çevre aydınlatmalarının yetersiz olduğu durumlarda, sürücüler tarafından görülebilir alan araç aydınlatmaları ile kısıtlı olacaktır. Aracın hareket hızına bağlı olarak sürücünün görüş alanı değişecek olup yüksek hızlarda seyreden araçlarda yoldaki engellerin fark edildiği anda aracın güvenle durması için gerekli güvenli mesafe sağlanamamaktadır. Dolayısı ile bu durum araçların duramamasına ve kazalara sebebiyet verebilecektir.

Görüş problemlerinin yanı sıra kazalara sebebiyet verebilecek diğer bir etken ise yaya ve sürücülerin telefon ya da araç multimedya sistemleri ile ilgilenmeleri, yüksek seste müzik dinlemeleri ve dolayısı ile çevreden soyutlanarak dikkat düzeylerinin düşmesidir. Bu durumda yayalar için araçları, sürücüler için ise yaya ve trafikteki diğer araçları fark etmek güçleşecektir.

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte kazalara sebebiyet veren etkenler yapay zekâ algoritmaları ile değerlendirilebilmekte ve kaza önleyici çeşitli uygulamalar geliştirilebilmektedir. Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de trafik kazaları sonucunda meydana gelen olumsuz etkilerin önlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bu amaçla akıllı ulaşım sistemleri (AUS) uygulamaları aktif şekilde kullanılabilir. AUS ile mevcut problemlerin ortadan kaldırılabilmesi amacıyla literatürdeki örnek uygulamalar değerlendirilmekte, gereksinimler doğrultusunda yeni çözümler üretilebilmektedir. Kavşaktaki geometrik ve işletme problemlerinin sebebiyet verdiği trafik kazalarını önleyebilmek adına yapılacak araştırmalarda kazaların türleri, mevsimsel etkiler, kaza oluş saati gibi farklı etkenler ve bu etkenlerin trafik kazalarına etkileri değerlendirilebilmektedir.

Trafik kazaları sürücü ve yayalar açısından telafisi güç olan ekonomik, psikolojik sorunların yanı sıra ölüm ve yaralanmalara yol açabilmektedir. Mevcut kaza istatistikleri incelendiğinde yaya geçitlerinde meydana gelen kazaların toplam kazalar içerisinde önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, sorunun çözümü için yeni bir sistem önerilmesi ve geliştirilmesinin gerekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Bu çalışma ile şehiriçi kavşaklarda yaya geçitlerinde meydana gelebilecek kazaları azaltabilmek amacıyla bir lazer uyarı sistemi önerisinin teorik altyapısı geliştirilmeye çalışılmıştır. Böylece çalışma kapsamında önerilen yeni AUS uygulamasının trafik kazalarının sıklıkla görüldüğü yaya geçitlerinde kurulması ile trafik kazalarına ve trafik kazalarının meydana getirdiği olumsuz etkilere engel olabileceği düşünülmektedir. Önerilen sistemin ilerleyen çalışmalarla hayata geçirilmesi öncesi, altyapı ve işlem adımları için bu çalışmanın bir kılavuz olarak kullanılabilmesi ve sistemin hayata geçirilmesi çalışmalarına da katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

### Literatür Çalışması

Yaya geçitlerinde meydana gelen trafik kazaları ve bu kazaların olumsuz sonuçlarını engellemek için öncelikli olarak ele alınması gereken konuların başında kazalara sebebiyet veren etkenlerin araştırılması gelmektedir. Meydana gelen bu kazaların başlıca sebeplerinden birisi olarak dikkat dağınlıklığı ön plana çıkmaktadır. Literatürde “dikkati dağınlık sürücü” sürücülerin araç kullanımı esnasında odaklarının araç hâkimiyetinden ve diğer yol kullanıcıları ile trafik kurallarından uzak olması olarak tanımlanmaktadır (World Health Organization [WHO], 2011). Sürüş esnasında meydana gelebilecek dikkat dağınlıklığını tetikleyen etkenlerin başında gelenlerden birisi sürücülerin akıllı telefon kullanımudur (National Highway Traffic Safety Administration [NHTSA], 2011). Bu doğrultuda Büyükbaş, Tekin ve Tekeş (2019) yapmış oldukları çalışmalarında akıllı telefon bağımlılığının sürüş esnasında gözlemlenebilecek ihmaller ile ilintili olduğunu belirlemiştir. Ayrıca yapılan bu çalışma ile birlikte sürücüler ya da yayalarda geç saatlerde oluşan yorgunluk ve dikkat dağınlıklığının da kazaları tetikleyen bir diğer etken olduğu tespit edilmiştir. Sürücülerin araçların elektronik ekranları ile ilgilenmeleri ya da yayaların telefonla uğraşmaları veya kulaklığı çevre sesleri işitemeyecek seviyede kullanmaları da dikkat dağınlıklığına dolayısı ile kazalara neden (Büyükbaş vd., 2019; NHTSA, 2011). Yaya geçitlerinde sürücü ve yayalarının dikkat dağınlıklığı veya dikkatsizliği dışında yaya geçitlerinin fiziki koşullarının yetersiz ya da yanlış olması da kazalara sebebiyet verebilmektedir (Feliciani vd., 2020; Pineda-Jaramillo, Barrera-Jiménez ve Mesa-Arango, 2022; Sahu, Maji,

Nath ve Roh, 2021). Örneğin kavşak yaklaşımlarında yetersiz düzey ve yata işaretlemelemlerin olduğu kavşaklar, sürücülerin dikkatini çekemeyerek kazalara neden olabilmektedir (Uttley ve Fotios, 2017). Yaya geçitlerinde, yaya geçişlerine yönelik sinyal planlamasının hiç olmaması ya da hatalı olması da kazaları tetiklemektedir (Gitelman, Carmel ve Pesahov, 2020; Li, vd., 2019; Simeunović, Jović, Pitka ve Dobrić, 2021). Bu sorun özellikle şehirlerarası yollarda trafiğin yoğun olduğu yollarda ışksız yaya geçitlerinin olması durumunda ya da kavşaklarda “dönüşlerde yayaya yol ver” işaretinin konularak yaya geçişlerine süre tanımlanmamasında ön plana çıkabilmektedir. Bu nedenle özellikle ışıklı ve ışksız kavşaklar ile yaya geçişlerinin yoğun olduğu ana yollarda yayalara özel ışık ve faz planlamalarının yapılması yaya geçitlerinde meydana gelebilecek kazaları azaltmada oldukça önemlidir. Bir diğer sorunda kavşak yaklaşımlarında bulunan yaya geçitlerinde meydana gelen kazalardır ki bu çalışmanın ana amacı bu sorunu çözebilecek bir öneri geliştirebilmektedir. Bu tür yaya geçitlerinde özellikle kavşak kollarından kavşağın içerisine girişte yaya geçitlerindeki yayanın sürücüler tarafından önceden fark edilememesi, sürücülerin yeşil ışıkta geçme arzusu ile hızlı hareket etmesi, yaya ve sürücülere sadece flaşör yanması durumundaki anlaşmazlık vb. nedenlerle çok sayıda ölümlü ve yaralanmalı kazalar meydana gelmektedir.

Şehir içi ve şehirlerarası yollarda meydana gelen kazalar sonucunda ekonomik kayıplar, olumsuz psikolojik etkiler görülebilmekte; bunların yanı sıra yaralanma ve ölüm gibi olumsuz sonuçlar da yaşanabilmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de trafik kazalarının sebep olduğu ölümler ve yaralanmalar ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (World Health Organization [WHO], 2018). Dünya genelinde trafik kazaları önemli bir sorun olmakla birlikte özellikle az gelişmiş ülkelerde yaşanan trafik kazalarının, insan ölümleri ve dolayısı ile iş gücü kaybının öne çıkan nedenlerinden biri olduğu görülmektedir. (Öztürk ve Eken, 2006). İş gücü kaybı ve ortaya çıkan ekonomik yükler nedeniyle özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınma süreçlerini trafik kazaları yakından etkilemektedir (Akdağ, 2019). Mahdı (2019) yapmış olduğu çalışmada trafik kazaları sonucunda ülke ekonomilerinin olumsuz şekilde etkilendiğini ayrıca birçok gelişmiş ülkenin trafik kazalarını azaltmak amacıyla çeşitli araştırma ve uygulamalar yaparak bu çabalarında başarılı sonuçlara ulaştıklarını ifade etmiştir. Ewing ve Dumbaugh (2009) ise bu konuya yönelik yapmış oldukları çalışmada özellikle kavşaklarda doğru trafik yönetim altyapısı kurularak kazaların önüne geçilebileceğini vurgulamıştır ve kavşaklarda trafik kaza sayısının azaltılmasına dikkat çekmiştir.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de trafik kazalarının olumsuz sonuçlarını en aza indirebilmek; ölüm ve yaralanmalara engel olabilmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla araştırmacılar kazaların meydana geliş türleri, yerleri ve kazalara etken parametreler hakkında çeşitli bilimsel çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalara ait sonuçlarda Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından paylaşılan kaza istatistikleri belirleyici bir faktör olabilmektedir. Örneğin Tablo 1’de 2016 – 2020 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarına ait toplam kaza sayısı, bu trafik kazalar içerisinde görülen ölümlü ve maddi hasarlı kaza sayıları ayrıca meydana gelen kazalardaki ölü ve yaralı sayıları verilmiştir. Tablo 1’de verilen istatistikler incelendiğinde, 2016 yılından 2018 yılına toplam kaza sayısında bir artış görülürken, 2018 yılından sonra toplam kaza sayıları bir azalma eğilimine girmiştir. Toplam kaza sayılarında yıllar arasında artış ve azalışlar görülürken bu kazalar içerisindeki ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası oranı tüm yıllarda yaklaşık %15’lik bir payı oluşturmaktadır. Bu kazalarda meydana gelen ölüm ve yaralanma sayıları incelendiğinde ise 2016 ve 2017 yıllarında yaklaşık olarak her 100 ölümlü yaralanmalı trafik kazasında 4 kişi vefat ederken, 2019 ve 2020 yıllarında bu sayının yaklaşık olarak 3 kişiye düştüğü görülmektedir. Benzer şekilde 2016 yılından 2020 yılına ölümlü yaralanmalı trafik kazalarında yaralanan kişi sayısında da kayda değer bir azalma olduğu (ölümlü yaralanmalı kaza sayısı başına düşen yaralı sayısı 2016 yılı için %164, 2020 yılı için %150 tespit edilmiştir. Maddi hasar ile sonuçlanan trafik kazaları sayısı incelendiğinde ölümlü yaralanmalı kaza sayılarında olduğu gibi 2016 yılından 2018 yılına kadar bir artış gözlemlenirken, 2018 yılından sonra 2019 ve 2020 yıllarında maddi hasarlı kaza sayısında azalış söz konusudur. Tablo 1’den de görüleceği üzere ölü ve yaralı sayılarında da kaza sayılarına paralel olarak ciddi düşüşler olmasında, yapılan altyapı iyileştirmeleri ve sürücülerini bilgilendirici çalışmaların etkili olduğu söylenebilmektedir. (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2020).

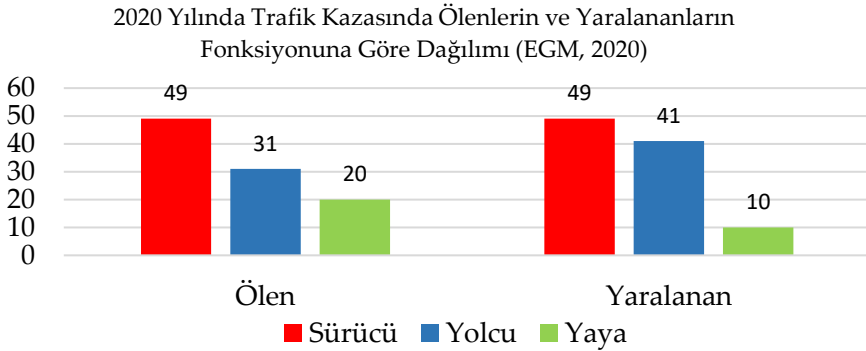
**Tablo 1.** Son 5 yıla ait kaza istatistikleri, (TÜİK, 2020)

Yıl	Toplam Kaza Sayısı	Ölümlü Yaralanmalı Kaza Sayısı	Maddi Hasarlı Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
2016	1.182.491	185.128	997.363	7.300	303.812
2017	1.202.716	182.669	1.020.047	7.427	300.383
2018	1.229.364	186.532	1.042.832	6.675	307.071
2019	1.168.144	174.896	993.248	5.473	283.234
2020	983.808	150.275	833.533	4.866	226.266



Ayrıca araçlara ait güvenlik donanımı parametreleri, araç yaşı gibi teknik veriler elde edilerek meydana gelen trafik kazaları sonucu maddi hasarlı ya da ölümlü yaralanmalı kaza oranları ile ölü ve yaralı sayılarına araç teknik donanımlarının etkisi de farklı bir araştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kazalara sebep olana nedenler incelendiğinde, sürücü kusurları nedeniyle meydana gelen trafik kazalarının toplam kazalar içerisinde %88,34'lük bir orana sahip olduğu yayaların sebebiyet verdiği kazalar %7,03 iken geriye kalan %4,63'lük kısmın ise yol kusurları, yolcu kusurları ve taşıt kusurları nedeniyle meydana gelen kazalardan oluştuğu belirlenmiştir (TÜİK, 2020).

Kaza istatistiklerinin nedenleriyle birlikte daha detaylı incelenmesi için yapılan araştırmadan Şekil 4'te verilen EGM (2020) Trafik İstatistikleri Bülteni'ne göre, 2020 yılında meydana gelen ölümlü ya da yaralanmalı trafik kazalarının 21.765'inde yayaya çarpma eylemi görülmektedir. Ölüm ya da yaralanma ile sonuçlanan trafik kazalarına ait veriler (Şekil 4) incelendiğinde trafik kazaları sonucu ölen kişilerin %49'u sürücüler, %31'i yolcular iken %20'lik kısmı da yayalar oluşturmaktadır. Ayrıca trafik kazalarında yaralananlara ait oranlar incelendiğinde ise yaralananların %49'unun sürücüler, %41'inin yolcular %10'unun ise yayalar olduğu görülmektedir.

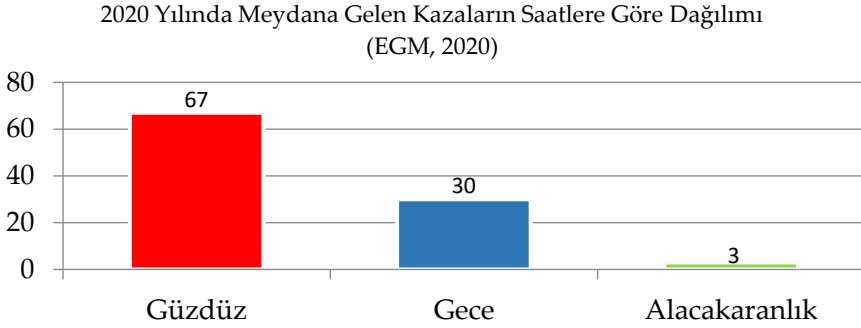


Şekil 4. 2020 yılında trafik kazasında ölenlerin ve yaralananların dağılımı (EGM, 2020).

Şekil 4'te verilen istatistiklerde görüldüğü üzere meydana gelen kazalarda yayalar da olumsuz etkilenebilmektedir. Bu sonuç sürücü ve yolcunun yanı sıra yayaların güvenliğini sağlama odaklı araştırmalar yapılması gerektiğini net olarak göstermektedir. Şehir içi bölgelerdeki sinyalizasyon kavşaklarında trafik hacmi, kaza sayısını etkileyen önemli bir etken olarak ön plana çıkmaktadır (Greibe, 2003). Örneğin, Taç (2018) yapmış olduğu çalışmada akıllı ulaşım sistemlerinin trafiği yönetmedeki etkisi ile birlikte trafik güvenliğinin arttığı ve

trafik sıkışıklığının azaldığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca akıllı ulaşım sisteminin bu olumlu etkileri ile birlikte trafik akışının daha düzenli olmasına ve kazaların azalmasına altyapı sağladığını vurgulamıştır.

Trafik yoğunluğunun yanı sıra kazaların sebeplerini incelerken üzerinde durulması gereken noktalardan biri de trafik kazalarının meydana geliş saatleridir. Şekil 5'te kazaların gün içerisinde meydana gelme zamanları grafiksel olarak verilmektedir. Şekil 5 incelendiğinde yaklaşık olarak her 3 kazadan 2'si gündüz saatlerinde olurken 1'i ise gece saatlerinde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5. 2020 yılında meydana gelen kazaların saatlere göre dağılımı (EGM, 2020).

Greibe (2003) çalışmasında trafik hacminin kazalara etkisi üzerine bir tespit bulunmuş olsa da Şekil 5'te yer alan veriler incelendiğinde gece saatlerinde trafik hacminde düşüş görülmesine rağmen meydana gelen kazaların gece saatlerinde yaşanma oranının yüksek olması dikkat çekmiştir. Bu durum kazaların meydana gelmesinde saatlerin, dolayısı ile de görüş yetkinliklerinin araştırılmasını gerekli kılmaktadır. Görüş yetkinliği konusunda irdelemeler yapıldığında, görüş alanının aydınlık olması ve hava durumunun etkileri ön plana çıkmaktadır. Tablo 2'de verilen meydana gelen ölümlü yaralanmalı trafik kazalarında gün ışığı durumuna göre kaza başına düşen ölüm ve yaralanma sayıları incelendiğinde en düşük ölüm ve yaralanma oranlarının gündüz saatlerinde olduğu görülürken, en yüksek ölüm oranının gece, en yüksek yaralanma oranının alacakaranlık saatlerinde olduğu belirlenmiştir (TÜİK, 2020). Havanın kararması nedeniyle görüş kalitesinde meydana gelen düşüşlerin, yaya ölümlü ya da yaralanmalı kaza oranlarını arttırdığı görülmektedir.

**Tablo 2.** Gün ışığı durumuna göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza istatistikleri, (TÜİK, 2020)

Gün Işığı Durumu	Ölümlü Yaralanmalı Kaza Sayısı	Ölüm Sayısı	Kaza Başına Düşen Ölüm Sayısı	Yaralı Sayısı	Kaza Başına Düşen Yaralı Sayısı
Gündüz	100.578	2793	0,278	148.870	1,48
Gece	45.623	1905	0,418	70.923	1,55
Alacakaranlık	4074	168	0,412	6473	1,59
Toplam	150.275	4866	0,324	226.266	1,51

2020 yılında yerleşim yeri içerisinde meydana gelen kazaların %18,97'si yayaya çarpma şeklinde olurken %9,79'u yaya %0,54'ü okul geçitlerinde meydana gelmiştir. Sürücü kusurları açısından yerleşim yerlerinde meydana gelen kazalara göre kazaların %3,37'sinin kırmızı ışık veya görevlinin dur işareti uymama sebebiyle, %1,24'ünün yaya ve okul geçitlerinde yavaşlamak ve yayalara geçiş hakkı vermemek nedeniyle olduğu tespit edilmiştir. Yerleşim yerlerinde yaya kusurları açısından meydana gelen trafik kazaları incelendiğinde ise sebebin %30,62'sinin trafik ışık ve işaretlerine uymamak, %6,51'in görüşün az olduğu hallerde çarpmayı önleyici önlem almamak ile %3,05'inin karşıdan karşıya geçişlerde trafik kurallarına uymamak olduğu görülmüştür (Karayolları genel Müdürlüğü [KGM], 2020).

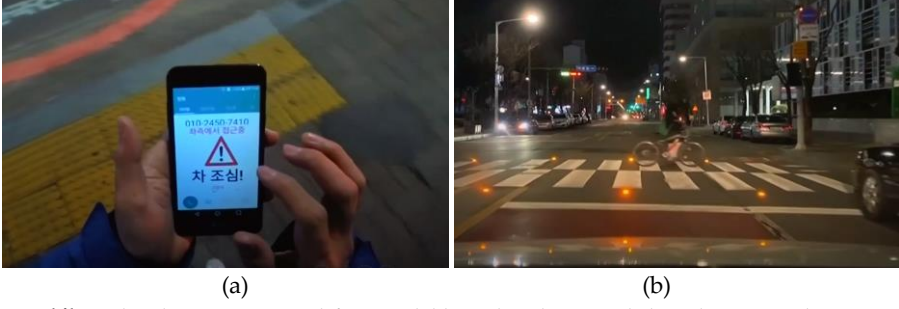
Mevcut literatüre göre araştırmacılar kavşaklardaki etkin bir sinyal yönetiminin, toplam kaza ve ölümlü ya da yaralanmalı kaza sayılarını azalttığını belirtmektedir (Jin, Chowdhury, Khan ve Gerard, 2021). Örneğin Çodur, Kuşkapan, Kaya ve Tortum (2018) bu duruma dikkat çekmek için yaptıkları çalışmada kavşak yönetiminde akıllı ulaşım sistemlerinin önemine değinerek dinamik kavşak yönetim sistemi ile trafik sıkışıklığının yanı sıra trafik kazalarının da azalacağını belirtmişlerdir. Mevcut çalışmalarda sıkça ön plana çıkan Akıllı Ulaşım Sistemleri, teknolojik gelişmelerin ulaştırma alanında güvenliği ve verimliliğin artırılması amacıyla uygulanan yeni sistemler olarak ön plana çıkmaktadır (Shaheen ve Finson, 2013). Gelişmiş ülkelerde ve birçok gelişmekte olan ülkede farklı ve çeşitli akıllı ulaşım sistemleri uygulamalarını sıklıkla görmek mümkündür. Gelişmekte olan ülkeler arasında nitelendirebileceğimiz Türkiye'de de bu uygulamaların araştırılması, geliştirilmesi ve kullanılması amacıyla özellikle de son yıllarda hem yerel idareler hem de devlet tarafından yürütülen çalışmalar görülmektedir. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2014), Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014- 2023)

ve Eki Eylem Planı (2014-2016)'nda akıllı ulaşım sistemlerinin ortaya çıkmasının öncelikli amacının, etkin bir trafik yönetimi olduğu belirtilmektedir. Bu kapsamda Türkiye'de akıllı ulaşım sistemleri uygulamaları 2000'li yıllardan sonra yaygınlaşmaya başlamış olsa da her geçen gün çeşitli akıllı ulaşım sistemleri çözümleri üretilmekte olup hala Türkiye'de uygulanabilir birçok alan bulunmaktadır.

Yaşanan trafik kazalarının önlenmesinde sorunların doğru tespit edilmesi oldukça önemlidir. Dünyada ve Trafik mühendisliği alanında yapılan çalışmalarda verilerin ve problemlerin doğru tespit edilmesi amacıyla Akıllı Ulaşım Sistemleri içerisinde yer alan çeşitli algılama sistemlerinden istifade edilmiştir. Örneğin Ahmed, Hussain ve Saadawi (1994) yaptıkları öncü bir çalışmada sensörler ile araçları kategorik olarak saymışlardır. Pagounis, Tsakiri, Palaskas, Biza ve Zaloumi (2006) ise çalışmasında, meydana gelen trafik kazalarının sebeplerini daha iyi irdeleyebilmek amacıyla kaza olaylarının 3 boyutlu dokümantasyonunu yapan bir lazer sistem geliştirmişlerdir. Hâkim bir noktaya yerleştirilen lazer sistem bölgedeki yağış, sis ve rüzgâr gibi olumsuz etkilerinden ayrıca gündüz ya da gece olmasından bağımsız olarak kaza noktasındaki araç ve çevre parametrelerini belirlemektedir. Bu işlemde kullanılan lazer sistem ile hem hata oranları minimize edilmiş hem de olay yerinde geçirilen sürenin azaltılması ve trafik akışındaki aksaklıkların daha kısa sürede giderilmesi gibi faydalar sağlanmıştır. Ayrıca sistem kaza mahallinin ileride yapılabilecek çalışmalar için kalıcı olarak kaydedilmesi gibi büyük bir avantaj içermektedir. Lazer sistemin trafik güvenliği amacıyla kullanıldığı bir diğer çalışma ise araç çarpışma sistemleri üzerinedir. Kumar, Jaiswal, Jaiswal ve Sharma (2014) yapmış oldukları bu çalışmada araçlara entegre edilen lazer dedektör ile kazaları engellemeyi amaçlamaktadırlar. Sistemdeki lazer dedektörler araçların hız ve mesafelerini algılayarak sürücülere uyarı mesajları verecek, araçlar arası mesafelerin güvenlik eşik değerini geçtiğinde ise otomatik frenleme yapacaktır. King ve Morgan (2019) ise yapmış oldukları çalışmada kazaları video kamera ve lazer sistemler aracılığı ile analiz ederek olası senaryoları belirlemişler. Bu sistemin uzmanlar tarafından yapılan teknik analizlerde kullanılması amaçlanmaktadır.

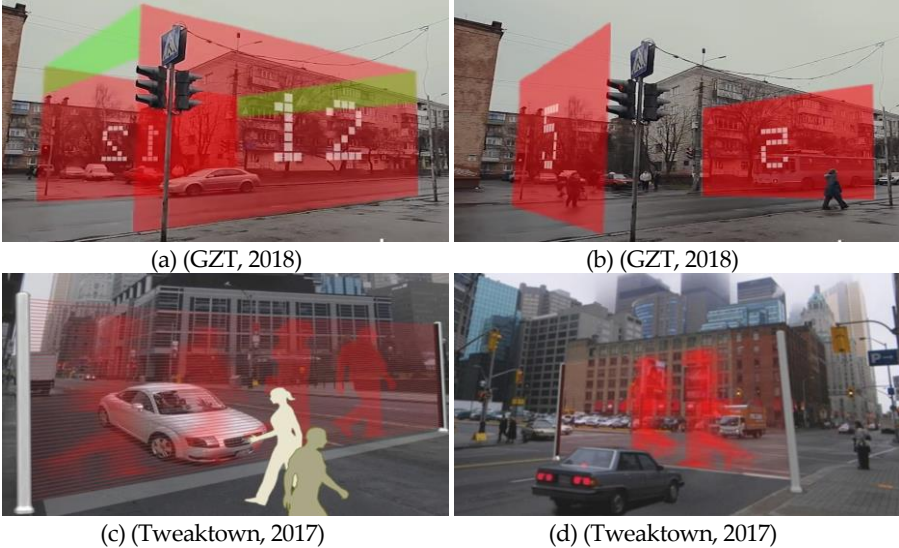
Lazer sistemlerin ulaştırma alanında tespit ve algılama sistemleri haricinde çeşitli kullanımları da mevcuttur. Akıllı ulaşım sistemleri kapsamında yaya güvenliğini sağlamak amacıyla hayata geçirilen uygulamalardan birisi Güney Kore'de yapılmıştır. İnsanların akıllı telefonlara odaklanıp kontrolsüz şekilde yola çıkması durumuna karşın kurulan radar sensörü ve termal gö-

rüntüleme sistemi ile araç ve yayalar tespit edilmektedir. Tespit doğrultusunda hem yayaların telefonlarına bir uyarı gitmekte (Şekil 6.a) hem de yolda yanıp sönen ışıklar (Şekil 6.b) ile sürücüler uyarılmaktadır (TRT Haber, 2019).



Şekil 6. Geliştirilen sisteme ait a) telefon uyan bildirimi, b) yol uyan aydınlatmaları (TRT Haber, 2019)

Lazer sistemin kullanıldığı diğer bir uygulama ise Şekil 7 (a-b)'de verilmiştir. Sürücü ve yayaların dikkat seviyelerini arttırmak amacıyla kavşaktaki sinyalizasyon sistemi ile entegre şekilde çalışan lazer sistem, kırmızı ışık yanan yöne aynı renkte bir lazer duvar oluşturmaktadır. Lazer duvar üzerine aynı zamanda kalan ışık süresi de yansıtılmaktadır. Böylelikle, sürücü ve yayalar sadece bir lamba ile değil sanal bir duvar ile yönlendirilmektedir. Benzer şekilde diğer bir uygulamada araç sürücülerinin dikkatini çekmek amacıyla lazer duvar üzerine yürüyen yaya silüetleri yansıtılmaktadır (Şekil 7 c-d).



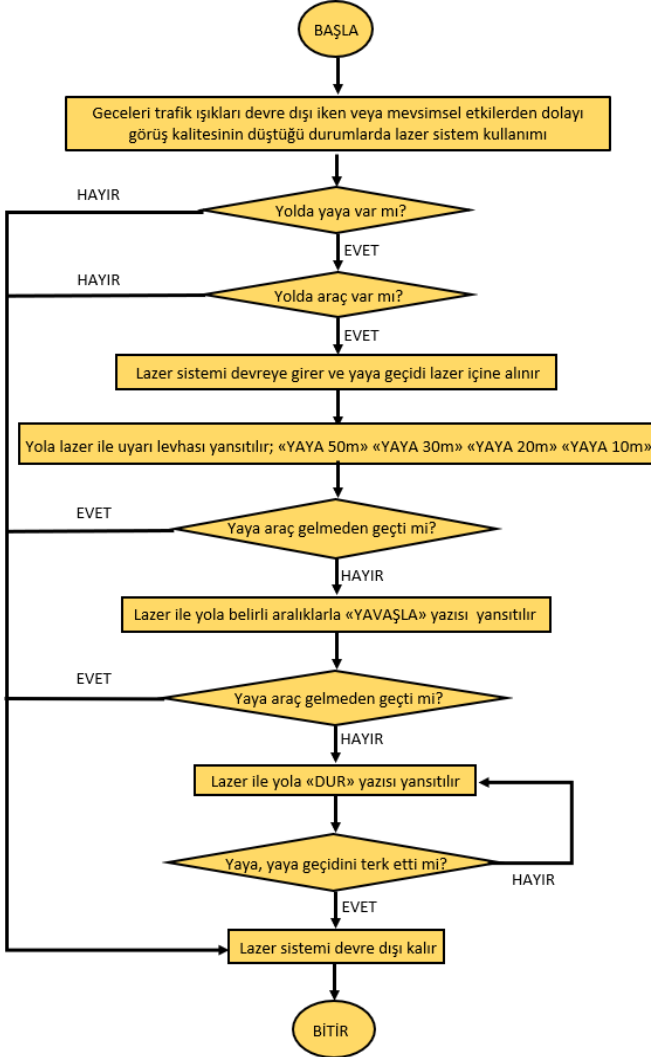
Şekil 7. Yaya geçitlerinde lazer uygulamasına ait örnek

Mevcut literatür ve kaza araştırmalar sonrasında çalışma kapsamında kazalara sebebiyet verebilen görüş kalitesi probleminden yola çıkarak özelikle araç – yaya etkileşiminin fazla olduğu kavşaklarda ya da yaya geçitlerinde uygulanabilecek, görüş kalitesinin düşük olduğu durumlarda devreye girecek olan bir lazer uyarı sistemi nerisi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Özellikle yapılan araştırmalardan yaya geçitlerinde yaya hareketliliğinin olduğu durumlarda sürücüleri yaya geçidi öncesinde ve yaya geçidine yakın mesafede uyarı bir sistemin varlığına ulaşılamamıştır. Bu doğrultuda, yaya geçitlerinde yayaların görünürlüğünü ön plana çıkaracak ve sürücüleri bu konuda etkin şekilde uyarı bir sistemin geliştirilmesine yönelik bir teorik altyapı çalışması geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, hazırlanan çeşitli senaryolar doğrultusunda farklı öneriler belirlenerek; yaya geçitlerinde özellikle görüş kalitesinin zayıf olması sebebiyle meydana trafik kazalarını, dolayısı ile trafik kazalarının sonucunda ortaya çıkan olumsuz etkileri lazer ve sesli uyarı sistemi aracılığı ile engelleyebilmek amaçlanmaktadır. Çalışma, benzer uygulamalardan dikkat seviyesinin arttırılmasının yanı sıra, gece saatleri ve hava koşulları nedeniyle meydana gelebilecek görüş problemlerine çözüm arama yönüyle de farklılık oluşturmaktadır.

## **Yöntem**

Trafiğin düzenlenmesi amacıyla kullanılan trafik işaretleri ve sinyalizasyon sistemleri, havanın karanlık olduğu saatlerde ve kötü hava şartlarının hkim olduğu zamanlarda görüş kalitesindeki düşüş nedeniyle fark edilmeyebilmektedir. Bu soruna karşın geliştirilecek sistemde uyarı tabelaları gibi klasik yöntemler yerine son yıllarda ulaştırma alanında çeşitli kullanımları görülen lazer uyarıcıların kullanılması tercih edilmiştir. Bu alışma kapsamında geliştirilecek algılama ve uyarı sistemi, bölgeye yerleştirilen olumsuz hava koşulları ve karanlık saatlerde tespit olanağı sağlayabilecek uygun nitelikteki kamera ve kamera görüntülerini destekleyecek hareket sensörleri ile ses algılayıcılar aracılığı ile yoldaki yayaları ve araçları tespit edebilecektir. Kameraların tespit başarısını arttırmak amacıyla yeni nesil güçlü led aydınlatmalar ile kamera desteklenecektir. Ayrıca araç ve insanların belirli uzuv, nitelik ve hareket tipleri yapay zekâ algoritmaları ile çözümlenerek tespit sisteminin tespit doğruluğu arttırılmaya çalışılacaktır. Çeşitli senaryolar doğrultusunda uyarıcı lazer sistemin sürücü ve yayaların dikkat seviyesini yükselterek kazaların dolayısı ile de kazaların olumsuz sonuçlarının engellenmesi amaçlanmaktadır.

Önerilen algılama ve uyarı sistemi kapsamında görüş kalitesi problemi nedeniyle meydana gelebilen kaza ve can kayıplarını önlenecek; trafik akışını düzenlemek için sinyalizasyon sisteminin fasıllı sisteme geçtiği zamanlarda kavşak yönetimi amacıyla algılayıcı sistem aktifleşecektir. Tasarlanan sistemin çalışma algoritması Şekil 8’de verilmiş olup, çalışma prosedürü görsellerle desteklenerek adım adım anlatılmıştır.

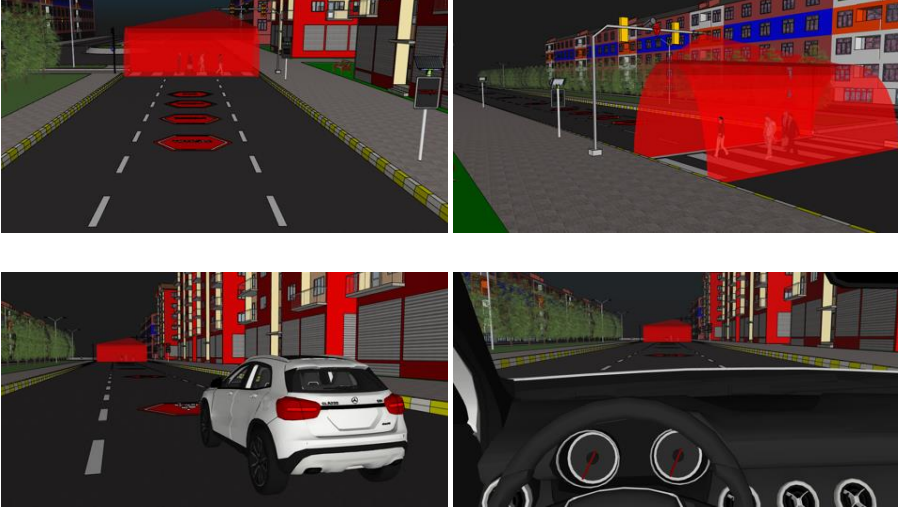


Şekil 8. Tasarlanan lazer uyarı sisteminin çalışma algoritması (Yazar, 2022).



Şekil 9. Gece karanlık saatlerde algılayıcı sistem tarafından yolda yaya ve aracın aynı anda algılandığı duruma ait simülasyon görselleri (Yazar, 2022).

Algılayıcı sistem tarafından yolda yaya ve aracın aynı anda algılanması durumunda (Şekil 9) lazer uyarı sistemi devreye girecektir. Bu aşamada öncelikli olarak tasarlanan lazer uyarı sistemi sürücülerin ve yayaların dikkat seviyelerini yükseltmek amacıyla yola uyarıcı levhalar yansıtacak; ayrıca yaya geçidine lazer ışıkları ile çeper oluşturacaktır. (Şekil 10).



Şekil 10. Gece karanlık saatlerde lazer sistem tarafından uyarı lazerlerinin gönderildiği duruma ait simülasyon görselleri (Yazar, 2022).



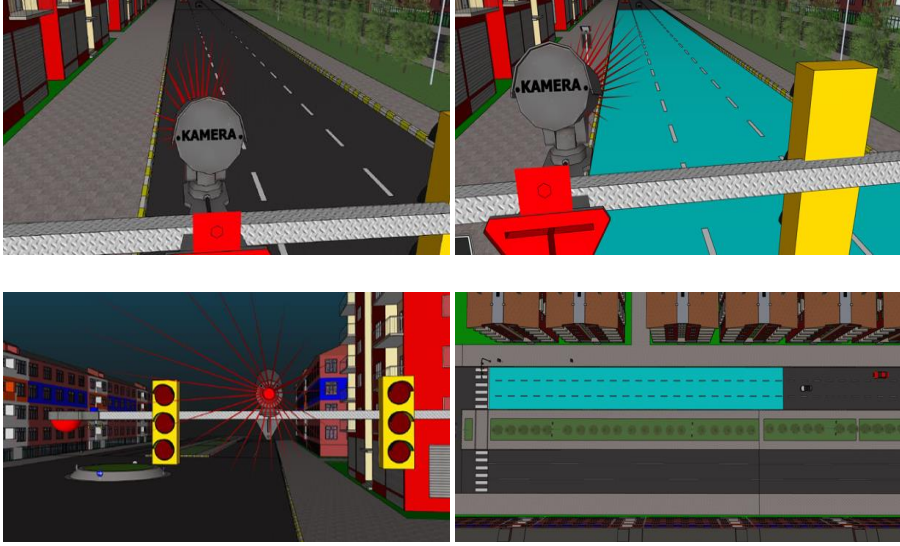
Gece saatlerinde olduğu gibi görüş kalitesinin mevsimsel etkiler (sisli hava, yağışlı hava gibi) ile düştüğü durumlarda da sistem aktif olacaktır. Belirlenen protokoller çerçevesinde algılayıcı sistem tarafından ilgili alanda yaya ve araç tespit edilmesi halinde sisli, yağışlı havalarda da lazer uyarı sistemi devreye girecektir. Sistem yaya ve sürücülerin uyarılması amacıyla lazer ışıkları ile belirlenen bölgeye lazer çeper yansıtacaktır. (Şekil 11). Tasarlanan sistemde yaya ve sürücüler açısından lazer sistemlerin fark edilirliliği ve problemi çözmedeki başarısı her zaman istenen düzeyde başarı gösteremeyebilir. Bu durumda sistem özellikle yayaları ve araçları daha dikkat çekici şekilde uyarabilmek amacıyla sesli uyarı sistemleri ile desteklenerek daha etkin bir sonuç sağlayabilecektir.



**Şekil 11.** Sisli havalarda a) lazer sistemin olduğu ve b) lazer sistemin olmadığı duruma ait simülasyon görselleri (Yazar, 2022).

Sistemde akıllı sensörler kullanılarak sensörden yaya varlığına dair uyarı gelirse lazer sistem devreye girecektir. Yaya geçidinde yayanın olup olmadığını algılanarak, yaya yok ise sistem devre dışı kalacaktır. Yaya – araç kaza tehlikesi haricinde araç – araç kaza tehlikesi durumuna karşı da kavşak bazlı değerlendirme algoritmaları ile kavşağın farklı yaklaşım kollarında kavşağa yaklaşan araçlar tespit edilerek, lazer uyarı sistemi çalışmaya devam edecektir. Akıllı sensörler, sinyalizasyon sistemi direğinin üzerine konumlandırılabilir gibi yaya geçidinin altına gömülerek de yerleştirilebilir. Bu sensörlere yaya geçidini algılayacağı alan tanımlanarak bölge belirlenmiş olacaktır. Akıllı sensörlerin yazılımlarına görüntü işleme teknolojileri vasıtası ile insan ile birlikte köpek, kedi ve benzeri canlılar da tanımlanarak görüş kalitesinin düştüğü anlarda eğer alanda hareket eden bir canlı varsa sistem aktif edilerek sürücü uyarılacak, böylelikle de yola çıkan herhangi bir canlıya zarar gelmesi engellenmeye çalışılacaktır.

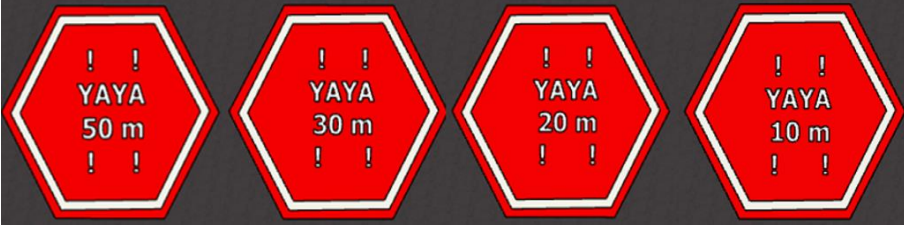
Araçların güvenli şekilde durabileceği mesafeler bölgelerin yasal hız limitleri ve fiziki standartları doğrultusunda literatürdeki formüller ile belirlenecektir. Sistem tarafından algılayıcı sensörler ile her bölge için belirlenen mesafedeki ilgili alan sürekli olarak izlenecektir. O anda yaya geçidinden yaya geçtiği algılanırsa sensörlü kamera araçların güvenle duramama riski olan bölgede araç olup olmadığını da kontrol edecektir. (Şekil 12).



Şekil 12. Tasarlanan sensörlü kameralar ile yolun taranması işlemine ait simülasyon görseli (Yazar, 2022).

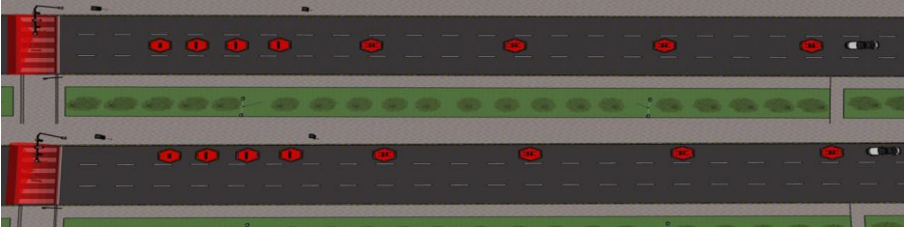
Algılayıcı sistem tarafından taranan alanda araç yoksa lazer sistem devre dışı kalıp yaya normal bir şekilde karşıdan karşıya geçecektir. Yoldan sadece araç geçtiği yani yaya olmadığı zaman yaya geçidi için risk olmasa da diğer kavşak kollarından araç gelmesi riskine karşı tüm kollardaki sistemler tarama yapacak ve araç – araç kaza riskine karşı uyarı mekanizmasını devreye alacaktır.

Yolda yaya varlığı durumunda yaya geçidi lazer içine alındıktan sonra gelmekte olan sürücü için yol üzerine lazer ile yatay uyarı işaretleri yansıtılarak yolda yaya olduğunu, kaç metre kaldığını gösterecek ve hızını yavaşlatması gerektiğini hatırlatacaktır. Yol üzerine yansıtılacak olan bu uyarı işaretleri Şekil 13'te verilmektedir. Buradaki mesafeler ilgili standart ve formüller vasıtası ile emniyetli duruş mesafesine göre belirlenmiştir.



Şekil 13. Yol üzerine yansıtılacak olan uyarı işaretleri (Yazar, 2022).

Yol üzerine yansıtılan bu uyarı işaretleri hangi şeritte ya da şeritlerde araç algılanıyorsa o şerit(ler)e yansıtılacaktır. Araç eğer şerit değiştirirse aynı zamanda diğer şerite de lazer yansıtılacaktır (Şekil 14).



(a)



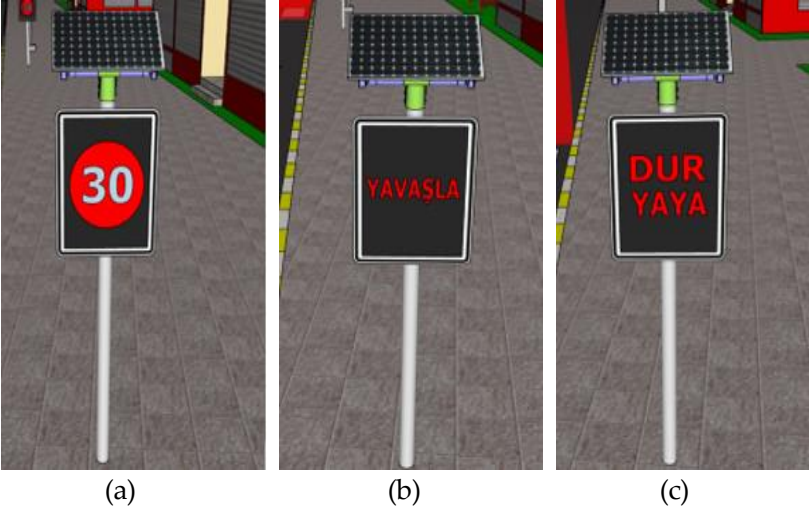
(b)

Şekil 14. a) Tek bir şeritten b) tüm şeritlerden araç gelmesi duruma ait simülasyon görselleri (Yazar, 2022).

Mevcut sistemde yaya yolu terk etmiş ise lazer sistem devre dışı kalacak ve araç durmadan güvenli bir şekilde geçmiş olacaktır. Ancak yaya halen yaya geçidinde ise bu defa yol üzerine "YAVAŞLA" yazısı yansıtılarak sürücüye aracın hızını daha da düşürmesi gerektiği gösterilecektir. Son adımda ise yaya araç yaklaşına kadar geçememiş olabilir. Bu durumda ise belli bir mesafe kaldığında araca "DUR" yazısı yansıtılarak yayanın güvenli bir şekilde geçmesi sağlanacaktır.

Yoldaki dikkatsizlik nedeniyle meydana gelebilecek her türlü olumsuzluğu engelleyebilmek için çeşitli senaryolar düşünülmüştür. Bunlardan birisi de sürücünün yol üzerindeki işaretleri görememesi halidir. Bu gibi bir durum

için de yol kenarına dijital levhalar koyularak düşey uyarı işareti de verilmiş olacaktır. Yol kenarına yerleştirilmiş olan dijital levhalar lazer sistem ile entegre olarak uyarıları iletecektir. Öncelikli olarak sürücüye ilgili bölgedeki yasal hız limitini (Şekil 15.a) gösterecek ve yavaşlaması konusunda uyaracaktır (Şekil 15.b). Ardından yaya geçidi öncesinde Şekil 15.c’de verildiği üzere “DUR YAYA” şeklinde sürücü ikaz edilecektir. Aynı zamanda bu dijital levhaların üzerine güneş enerji sistemi konularak sistemin yenilenebilir enerji ile çalışması sağlanacaktır.



Şekil 15. Yol kenarına kademe kademe yerleştirilecek olan uyarı maksatlı dijital levhalar (Yazar, 2022).

## Sonuç ve Öneriler

Trafik kazaları ve trafik kazalarının sebebiyet verdiği olumsuz sonuçları azaltabilmek amacıyla tüm dünyada çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda, kazalara sebebiyet veren etkenlerin doğru tespit edilmesi ve tespit edilen etkenlerin ortadan kaldırılması ile başarı kazanılacağı öngörülmektedir. Yapılan araştırmalardan trafik kazalarına sebebiyet veren birçok faktör belirlenmiştir. Çalışma kapsamında birçok ülkede sıkça gözlemlenen yaya geçitlerinde meydana gelen kazalar incelenerek, önlenmesine yönelik bir akıllı kontrol sistemi altyapısı önerilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda özellikle fasıllı trafik sinyal sistemlerinin olduğu kavşaklardaki yaya geçitlerine odaklanılmıştır. İlk olarak mevcut sorunu belirleyebilmek amacıyla saha incelemeleri yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda fasıllı sistemde sürücüler, kavşaklardan kontrollü geçiş yapmak için yavaşlaması gerekirken aksine

geçiş serbestliğinin olduğunu düşünerek direkt olarak geçme eğilimi gösterdiği görülmüştür. Sürücülerin yanı sıra yayalar, yaya geçitlerinde ve kavşaklarda araçların duracağını düşünerek temkinsiz hareketler sergileyebilmektedir. Özellikle yayaların telefon, sürücülerin telefon ya da araç multimedya sistemleri ile ilgilenmesi ve yüksek sesle müzik dinleme gibi durumlar dikkat dağınıklığına sebebiyet vermektedir. Çevresel etkiler açısından bakıldığında ise karanlık saatlerde ve yağmur, sis gibi mevsimsel etkilerle görüş kalitesinin düşmesine bağlı olarak bölgedeki fark edirlilik düşmektedir.

Bu tespitler doğrultusunda sürücü ve yayaların dikkat seviyesini ayrıca görüş kalitesinin kötü olduğu durumlarda fark edirliliği yükseltmek amacıyla son yıllarda ulaştırma alanında da çeşitli uygulamaları görülen bir lazer uyarı sistemi fikri geliştirilmiştir. Önerilen lazer uyarı sisteminin yapılan değerlendirmeler ile birlikte gözlemlenebilecek çeşitli senaryolar için belirlenen algoritma dâhilinde devreye girmesi hedeflenmiştir. Lazer uyarı sistemi ile birlikte dikkat seviyesi ve görüş imkânı artırılarak kazaların engellenebilmesi, böylelikle de yaralanmaların ve can kayıplarının önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Çalışma kapsamında yapılan 3D modelleme çalışmalarında özellikle karanlık saatlerde ve kötü hava koşullarında görüş kalitesinin oldukça düştüğü görülmüştür. 3D modelleme çalışması doğrultusunda belirlenen problemlere göre lazer ışıkları ve uyarıcı ses sistemleri yerleştirilmiştir. Yerleştirilen lazer ışıkları ve ses sistemleri karanlık saatlerde ya da yağışlı ve sisli havalarda son derece belirgin olarak fark edilmektedir. Böylelikle lazer sisteminin sürücü ve yayaların dikkatini çekeceği, dolayısı ile dikkat dağınıklığı sebebiyle meydana gelebilecek kazalara ve kazalar sonucu ortaya çıkabilecek ölüm, yaralanma ya da diğer olumsuz etkilere engel olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca sistemin uyarı sistemleri ile desteklenmesi, kazaları önlemedeki başarı olasılığını yükselteceği düşünülmektedir.

Trafik mühendisliği problemlerine karşı geliştirilen önerilerin gerçek hayatta bu problemlere çözüm olup olmayacağı ne yazık ki doğrudan belirlenememektedir.

Çözümlerin sahada uygulanması ve test edilmesi zaman, maliyet hatta çoğu zaman mevcut imar durumları tarafından kısıtlanmaktadır. Bu tip durumlarda önerilerin test edilebilmesi amacıyla çeşitli trafik analiz ve simülasyon programları ile değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu çalışmada sistemin 3D modellemeleri yapılmış olsa da mevcut trafik simülasyon programları olanaklarına bakıldığında önerilen lazer uyarı sisteminin ön testinin yapılabileceği bir altyapı henüz mevcut değildir. Bu çalışmada geliştirilen sistem bir ön tasarım fikri olup ne yazık ki saha uygulaması henüz yapılamamıştır.

Bir sonraki araştırmada bu fikrin bir projeye dönüştürülerek saha uygulamalarının ve sonrasında testlerinin yapılması ve böylece yavaş yavaş Ar-Ge'ye dönüşmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada belirtilen lazer uyarı sistemlerinin trafik güvenliği için etkin şekilde kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Geliştirilen fikrin daha önce benzer kazaların yaşandığı bölgelerin pilot bölgeler olarak belirlenip sistemin kurulması ile olası kazaları engellemedeki etkisi incelenebilecektir. Bu çalışmanın kazalar ve trafik güvenliği açısından lazer sistemin kullanıldığı örnek bir çalışma olarak ilerleyen süreçte çeşitli projelere dönüştürülebileceği ve sistemin yerel idareler tarafından hayata geçirilerek kazaların sıklıkla yaşandığı bölgelerde bu kazalara ve kazaların olumsuz etkilerine çözüm olabileceği düşünülmektedir.

### **Bilgilendirme ve Teşekkür**

Bu çalışma, British Council destekli "i-gCar4ITS: Innovative and Green Carrier Development for Intelligent Transportation System Applications" projesi kapsamında desteklenmektedir.



## Extended Abstract

# Safe Transition Technics in Intermittent Access Systems

\*

Tolga Yaman

ORCID:0000-0002-5749-1897

Eren Dağlı

ORCID:0000-0002-3892-0270

Metin Mutlu Aydın

ORCID:0000-0001-9470-716X

Mustafa Alptekin Keleş

ORCID:0000-0001-7461-5022

An accident is defined as an unpredictable event that can result in loss of life and property at any time as a result of the wrong behavior and negligence of vehicle drivers (Kiran, Semin and Ergor, 2001). A traffic accident is an unpredictable situation where the driver, pedestrian and vehicle are mixed together or separately, causing loss of life and property (Uyurca and Atilgan, 2018). Administrators and researchers conduct various researches to prevent the negative consequences of traffic accidents, and take precautions accordingly. One of the places where accidents are frequently seen is intersections. Signaling systems are used for the management of intersections. Due to decreasing traffic volume at late hours, signaling systems are usually disabled to reduce waiting times. In these cases, flashing intermittent transition system is applied for warning. Visibility decreases at late hours and in bad weather. When approaching the intersection, if the red light is not on and there is an intermittent transition, the driver may misinterpret this. If the driver notices the pedestrian late, it can cause an accident. In addition to vision, distraction is also a problem. For example, factors such as pedestrians and drivers dealing with the phone, thinking that pedestrians can pass until the vehicle reaches the pedestrian crossing can cause accidents.

Intelligent transportation systems, which bring a different dimension to the transportation, can be described as technological infrastructure supported systems that aim to increase efficiency and safety in the transportation network

(Shaheen and Finson, 2013). Intelligent transportation systems, offer applicable solutions for the problem we have examined. It is aimed to try to eliminate the negative effects caused by the visibility quality problem and lack of attention and to present a safer system.

Within the scope of this study, a laser system proposal has been developed as an intelligent transportation system that aims to prevent possible accidents by warning drivers and pedestrians. The basic working principle of the system is to activate the laser system and send a warning to the road and pedestrian crossing with a laser system if the pedestrian and vehicle are detected on the road at the same time, especially at night when the signaling system is deactivated, in order to prevent accidents, loss of life and regulate the traffic flow. One of the most important steps of the system is the detection stage. It is planned to place sensing sensors in the area in line with the existing road and environmental conditions. Different types of sensors will detect visibility quality and will be the first step in the system activation in cases where the visibility quality decreases. If the mentioned first step takes place and if a warning comes from these sensors that the visibility is below the specified limit, the system will proceed to second step and the other sensor will detect pedestrians.

In addition, animals like cats and dogs, bicycles, which have recently become widespread in most cities, will be perceived as pedestrians by the system against possible accidents. If the system performs this detection process, the third type of sensors will be activated in the next step and detect if there is a vehicle. The positioning of the sensors used is extremely important for the designed laser transition system to operate efficiently. For this reason, when placing the sensors, appropriate apparatus and protective material should be used in order not to be affected by environmental factors (such as rain, wind), and they should be placed at the right height and angle. Field definition should be made by making lanes, pedestrian crossings and other definitions that vary according to the region to the existing sensors placed. In the installed system, if the visibility is determined by the relevant sensor to fall below the defined limit, the system will be activated to prevent possible accidents. Then, if it is detected that a pedestrian, bicycle, or animal is passing through the pedestrian crossing, in the next step, it will be checked whether there is a vehicle in that area by scanning the determined distance of the road. The distances that vehicles can safely stop will be determined by calculating with certain formulations within the regional conditions and maximum speed limits. If there is no vehicle, the system will be disabled. If there is a vehicle in the defined area, sensors will detect the vehicle's position and lane and move to the laser application stage. Thus, if



there are both pedestrians and vehicles in the system, the pedestrian crossing area will be enclosed within a perimeter with the laser system. In this way, both the driver will notice the pedestrian and the pedestrian will notice the driver and pass more cautiously and quickly. In the designed systems, if the human factor is affecting, the determined process steps may not always proceed as expected. For this reason, in order to minimize the risk, various warnings will be reflected on the road surface and roadside signs, and driver-related errors will be tried to be eliminated. Within the scope of this study, the behavior of the pedestrians and oncoming drivers at the pedestrian crossing was examined through field studies. It has been observed that if there is no existing signaling system, the vehicles do not decrease their speed noticeably while approaching the intersections and pedestrian crossings. While this problem was observed even during the daytime, it was felt that precautions should be taken as a result of the accident statistics, which were also examined for the night hours and weather events when the visibility decreased.

As a result of the evaluations, a common laser warning system idea was developed for different types of scenarios. Thanks to the system to be established, it is aimed to prevent accidents caused by carelessness and environmental effects and visibility problems, injuries and loss of life. Considering the economic losses of injuries and deaths caused by traffic accidents, it is thought that this system, which can be established with low costs, will have an invaluable human contribution as well as a great economic contribution.

### Kaynakça/References

- Ahmed, S. A., Hussain, T. M. ve Saadawi, T. N. (1994). Active and passive infrared sensors for vehicular traffic control. *Proceedings of the IEEE Vehicular Technology Conference (VTC)*, 1393-1397.
- Akcaabat Postası (2019). Yayaya yol vermek isterken zincirleme kazaya neden oldu. 18.10.2021 tarihinde <https://www.akcaabatpostasi.com/yayaya-yol-vermek-isterken-zincirleme-kazaya-neden-oldu/> adresinden erişildi.
- Akdağ, İ. 2019. *Türkiye'deki trafik kazaları ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişkinin analizi (1995-2017)*. (Doktora tezi). Dicle Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı, Diyarbakır. (553240).
- Büyükbaş, S., Tekin, E. ve Tekeş, B. (2019). Akıllı telefon bağımlılığı ile sürücü davranışları arasındaki ilişki. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 16-29.
- Çodur, M. Y., Kuşkapan, E., Kaya, Ö. ve Tortum, A. (2018). Kavşak yönetiminde akıllı ulaşım sistemleri. *Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı*, 159-170.
- Emniyet Genel Müdürlüğü [EGM] (2020). *EGM trafik istatistik bülteni (Aralık 2020)*, Ankara, Türkiye. Emniyet Genel Müdürlüğü.

- Ewing, R. ve Dumbaugh, E. (2009). The built environment and traffic safety: A review of empirical evidence. *Journal of Planning Literature*, 23(4), 347-367.
- Feliciani, C., Gorrini, A., Crociani, L., Vizzari, G., Nishinari, K. ve Bandini, S. (2020). Calibration and validation of a simulation model for predicting pedestrian fatalities at unsignalized crosswalks by means of statistical traffic data. *Journal of traffic and transportation engineering (English edition)*, 7(1), 1-18.
- Gitelman, V., Carmel, R. ve Pesahov, F. (2020). Evaluating impacts of a leading pedestrian signal on pedestrian crossing conditions at signalized urban intersections: a field study. *Frontiers in Sustainable Cities*, 2(45), 1-12.
- Greibe, P. (2003). Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis and Prevention*, 35(2), 273-285.
- Gzt (2018). Ukrayna'da lazer teknolojili trafik ışıkları görenleri şaşırtıyor. 16.03.2022 tarihinde <https://www.gzt.com/video/jurnalist/ukraynada-lazer-teknolojili-trafik-isklari-gorenleri-sasirtiyor-2167212> adresinden erişildi.
- Li, R. He, Y. L., T., Li, L., Schwebel, D. C., Huang, H. L., Yin, Q. Y. ve Hu, G. Q. (2019). Left-turning vehicle-pedestrian conflicts at signalized intersections with traffic lights: Benefit or harm? A two-stage study. *Chinese journal of traumatology*, 22(2), 63-68.
- Jin, W., Chowdhury, M., Khan, S. M. ve Gerard, P. (2021). Investigating the impacts of crash prediction models on quantifying safety effectiveness of adaptive signal control systems. *Journal of Safety Research*, 76, 301-313.
- Karadeniz'de Son Nokta (2017). Trabzon'da kaza! 6 yaralı. 18.10.2021 tarihinde <https://www.karadenizdesonnokta.com.tr/trabzon/trabzon-da-kaza-6-yarali-h36452.html> adresinden erişildi.
- Karayolları Genel Müdürlüğü [KGM] (2020). Trafik kazaları özeti 2020. Ankara, Türkiye. Karayolları Genel Müdürlüğü.
- Kıran, S., Şemin, S., ve Ergör, A. (2001). Kazalar ve toplum sağlığı yönünden önemi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 10(2), 50-1.
- King, C. R., ve Morgan, J. F. (2019). Synthesis of video and 3D laser metrology to reconstruct a vehicle vs pedestrian collision: a case study. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 63(1), 542-546.
- Konya Büyükşehir Belediyesi (2022). 16.03.2022 tarihinde <http://www.konyabuyuksehir.tv/trafikcanliyayin.php> adresinden erişildi.
- Kumar, A., Jaiswal, A., Jaiswal, N. ve Sharma, R. (2014). Vehicles anti-collision System. *International Journal of Computer Applications*, 99(19), 7-9.
- Mahdı, M. M. 2019. Genç sürücülerin karıştkları trafik kazaları ve sürüş davranışları arasındaki ilişkinin yapısal eşitlik modellemesi ile incelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir. (561415).
- National Highway Traffic Safety Administration [NHTSA], (2011). Driver electronic device use in 2010. Washington, USA.
- Öztürk, O. ve Eken, C. (2006). Motorlu taşıt satışlarının trafik kazaları üzerine olan etkileri. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 13(4), 12-15.

- Pagounis, V., Tsakiri, M., Palaskas, S., Biza, B. ve Zaloumi, E. (2006). 3D laser scanning for road safety and accident reconstruction. *In Proceedings of the XXIIIth international FIG congress*, 8, 13-27.
- Pineda-Jaramillo, J., Barrera-Jiménez, H. ve Mesa-Arango, R. (2022). Unveiling the relevance of traffic enforcement cameras on the severity of vehicle-pedestrian collisions in an urban environment with machine learning models. *Journal of Safety Research*, 81(2022), 225-238.
- Sahu, P. K., Maji, A., Nath, B. ve Roh, H. J. (2021). Questionnaire based study of drivers' error and violation at four-legged signalized intersection. *Transportation Letters*, (2021), 1-12.
- Shaheen, S. A., ve Finson, R. (2013). Intelligent transportation systems. *Reference module in earth systems and environmental sciences*.
- Simeunović, M., Jović, A., Pitka, P. ve Dobrić, M. (2021). The impact of uncertainty on pedestrians' decision to start roadway crossing during the clearance phase. *Complexity*, 2021, 1-14
- Taç, Ş. G. (2018). Karayolu ulaşımında meydana gelen trafik kazalarının önlenmesinde akıllı ulaşım sistemlerinin etkisi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1 (2), 12-21.
- Trt Haber (2019). Akıllı telefon zombileri için akıllı yol geliştirildi. 16.03.2022 tarihinde <https://www.trthaber.com/haber/dunya/akilli-telefon-zombileri-icin-akilli-yol-gelistirildi-409753.html> adresinden erişildi.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] (2020). *TÜİK kaza istatistikleri (2020)*. Ankara, Türkiye. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Tweaktown (2017). Could this laser hologram concept be the stoplight of the future. 16.03.2022 tarihinde <https://www.tweaktown.com/news/35489/could-this-laser-hologram-concept-be-the-stoplight-of-the-future-/index.html> adresinden erişildi.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2014). Ulusal akıllı ulaşım sistemleri strateji belgesi (2014-2023) ve eki eylem planı (2014-2016), Ankara, Türkiye. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.
- Uttley, J. ve Fotios, S. (2017). The effect of ambient light condition on road traffic collisions involving pedestrians on pedestrian crossings. *Accident Analysis and Prevention*, 108(2017), 189-200.
- Wong, S. C., Sze, N. N. ve Li, Y. C. (2007). Contributory factors to traffic crashes at signalized intersections in Hong Kong. *Accident Analysis and Prevention*, 39(6), 1107-1113.
- World Health Organization [WHO] (2011). Mobile Phone Use: A Growing problem of driver distraction (2011), Geneva, Switzerland. World Health Organization.
- World Health Organization [WHO] (2018). Global status report on road safety (2018), Geneva, Switzerland. World Health Organization.
- Youtube (2018). En feci trafik kazaları. 16.03.2022 tarihinde [https://www.youtube.com/watch?v=1XEITw6vy\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=1XEITw6vy_Y) adresinden erişildi.