

# Akıllı Şehirlerde Ulaşım Uygulamaları Transportation Applications in Smart Cities

**Dr. Öğr. Üyesi Ayhan KÜÇÜKMANİSA**

Kocaeli Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği  
e-posta: ayhan.kucukmanisa@kocaeli.edu.tr  
ORCID: 0000-0002-1886-1250

**Doç. Dr. Ali Can KARACA**

Yıldız Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
e-posta: ackaraca@yildiz.edu.tr  
ORCID: 0000-0002-6835-7634

## Öz

Giderek artan insan nüfusu ile dünya nüfusunun yarısından fazlasının şehirlerde yaşadığı özel bir zamanda bulunmaktayız. Şehirlerdeki nüfus artışının ulaşım, enerji, güvenlik ve yiyecek ihtiyacı gibi konularda problemler oluşturmaktadır. Bu problemlerin modern teknolojilerle çözülerek kent sakinlerinin refah düzeyinin artırılması akıllı şehirler uygulamalarının temelini oluşturmaktadır. Bu makalede, gelişen son teknolojinin kullanılmasıyla akıllı şehirlerdeki farklı ulaşım problemlerinin çözümleri üzerine bir derleme çalışması oluşturulmuştur. Makale içerisinde akıllı otopark bulma, araç tespiti ve takibi, adaptif trafik sinyalizasyonu, trafik parametrelerinin otomatik bulunması, araç davranışı ve yönelimi üzerinden çarpışma riski tahmini, kaza anı tespiti, kaza risk seviyesinin belirlenmesi ve ilgili bildirim başlıklarındaki çalışmalar bulunmaktadır. Genel olarak bu çalışmalar sabit veya uzaktan algılama platformlarından gelişmiş sensör teknolojileri ile elde edilen verilerini kullanarak amaca uygun şekilde belirlenen farklı yapay zeka yöntemlerini incelemektedir. Pek çoğu araştırma ve geliştirme aşamasında olan bu çalışma yaklaşımlar ve daha fazlasının gelecekte Nesnelerin İnterneti, Uzaktan Algılama, Bulut Bilişim, Uçta Hesaplama ve Akıllı Telefonlar konseptinin güçlenmesi ve birleşmesiyle pek çok akıllı şehir içerisinde uygulanabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Ulaşım Sistemleri, Akıllı Şehirler, Trafik Analizi ve Kontrolü, Yapay Zeka, Derin Öğrenme.

## Abstract

*We are in a special time when more than half of the world's population lives in cities with the increasing human population. Population growth in cities creates some problems such as transportation, energy, security and food consumption. Increasing the welfare level of city residents by solving these problems with modern technologies forms the basis of smart city applications. In this article, a review study was prepared on the solutions of different transportation problems in smart cities by using the latest technology. The article includes smart parking, vehicle detection and tracking, adaptive traffic signalization, automatic detection of traffic parameters, collision risk estimation based on vehicle behavior and trajectory, accident detection, accident risk level and related titles. In general, these studies examine different artificial intelligence methods determined in accordance with the purpose by using the data obtained from fixed or remote sensing platforms with advanced sensor technologies. These approaches, many of which are in the research and development stage, and more will be applied in many smart cities in the future with the strengthening and fusion of the concept of Internet of Things, Remote Sensing, Cloud Computing, Computing at the Edge and Smartphones.*

**Keywords:** Intelligent Transportation System, Smart Cities, Traffic Analysis and Control, Artificial Intelligence, Deep Learning.

## Giriş

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde insan popülasyonu gittikçe artmaktadır. Artan nüfusla birlikte köylerden şehirlere doğru bir göç söz konusudur. Birleşmiş Milletlerin yaptığı bir araştırmaya göre 2000’li yıllarda toplan nüfusun %47’si şehirlerde yaşarken, bu oranın 2030 yılında %60’ı bulacağı öngörülmektedir (United Nations, 2018). Şehirlerde artan nüfus, kaynakların kullanımı, yüksek enerji ihtiyacı, hava kirliliği, güvenlik, yiyecek ihtiyacı ve ulaşım gibi çeşitli problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, şehirlerin bu problemlerle başa çıkabilecek çözümleri geliştirmeleri gerekmektedir. Şehirler bu problemler ile başa çıkabilmek için genellikle bilişim teknolojilerinden faydalanmaktadır.

Günümüzde Yapay Zeka (Artificial Intelligence-AI), İnternet, Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT), Bulut Bilişim (Cloud Computing), Uçta Hesaplama (Edge Computing) ve Akıllı Telefonlar (Smart Phones) gibi konularda önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Akıllı şehir olarak adlandırılan şehirler bu teknolojik gelişmelerden faydalanarak sahip olduğu problemlere çözümler sunan, hayatı daha kolay ve daha verimli hale getirmek için “akıllı” teknoloji ile donatılmış bir şehirlerdir (Burlacu, Boboc ve Butila, 2022, s.1). Akıllı teknolojilerin geliştirilebilmesi için öncelikle veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Sensörleştirme (sensorization), verilerin toplanmasında temel bir rol oynamaktadır. Kameralar, sıcaklık sensörleri, nem sensörleri, rüzgar sensörleri gibi çeşitli verileri almaya olanak sağlayan sensörler bulunmaktadır. Nesnelerin İnterneti çalışmaları ile birlikte istenilen noktalara kurulan sensörlerden bu verileri almak mümkündür. Bu veriler sabit bir platformdan toplanabildiği gibi insansız hava aracı ve yer gözlem uyduları vasıtasıyla da elde edilebilmektedir. Alınan veriler internet aracılığıyla bir sunucu işlem birimine aktarılarak analizi gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca, son yıllarda bu yaklaşıma alternatif olarak veriler alındığı noktada uçta hesaplama yaklaşımları ile analiz edilebilmektedir. Analiz işlemleri için probleme özgü çözümler geliştirilmektedir. Problem herhangi bir tahminleme yada çıkarım içermiyorsa kural karar temelli yaklaşımlar ile çözüm sağlanabilmektedir. Ancak, video verisi üzerinde zorlu hava koşullarında araçların konumları ve sınıflarının tespiti yada sonraki yılın su tüketim tahmini gibi zorlu problemler için yapay zeka temelli yaklaşımlar ile çözüm aranmaktadır.

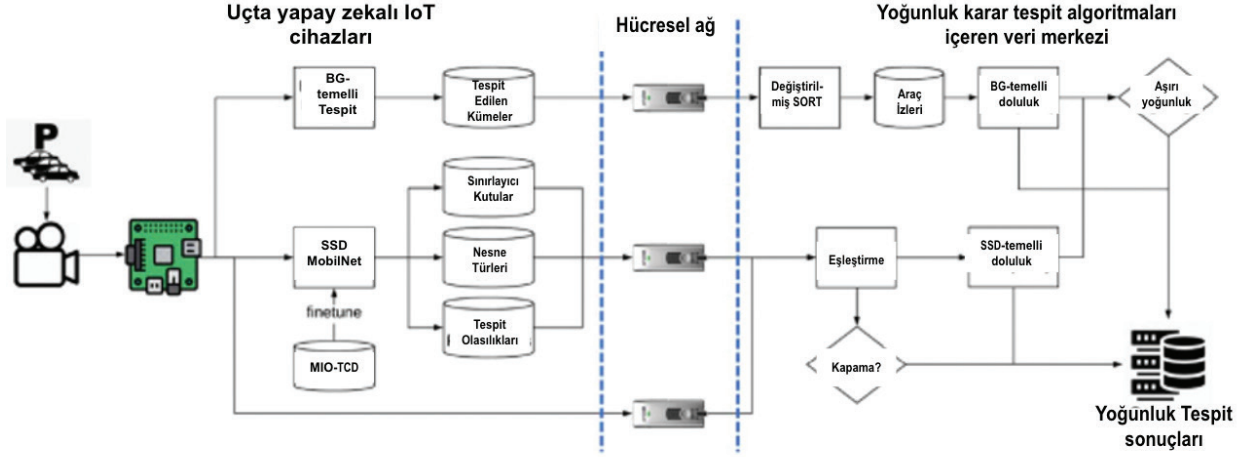
Ulaşım bir şehirde yaşayan tüm insanların yaşamını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, akıllı şehirlerin en önemli ve en çok çözüme ihtiyaç duyduğu konulardan birisidir. Trafik ışıkları ve kavşaklarda oluşan trafik ve uzun süreli bekleme süreleri, olası ulaşım gecikmelerinin insan hayatı üzerinde psikolojik olarak olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra araçların daha uzun süre çalışmaları çevreye daha fazla zararlı gaz salınımına da yol açmaktadır. Şehirde bulunan herhangi noktaya araçla giden insanların yaşadığı park bulamama sorunu da benzer etkilere sahiptir. Ayrıca, engelli bireylerin şehir içinde daha fazla hareket yeteneği kazanması önemlidir. Şehir içinde istedikleri bir noktaya bir yardıma veya refakatçiye ihtiyaç duymadan toplu taşıma araçlarını kullanarak ulaşabilmeleri gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında akıllı şehirlerde en önemli problemlerinden biri olan ulaşımaya yönelik çalışmalar detaylı irdelenmiştir.

## Akıllı Şehirlerde Ulaşım Uygulamaları

Bu bölümde, akıllı şehirlerde ulaşım problemlerinin çözümüne dair üretilen literatürdeki çalışmalar paylaşılmaktadır. Bu çalışmaların her ne kadar farklı problemlere odaklansalar da çoğunlukla sabit veya uzaktan algılama platformlarından toplanmış sensör verilerini yapay zeka destekli algoritmalarda kıymetlendirerek çözüm elde etmektedir.

Bu çalışmaların ilkinde, (Ke ve diğerleri, 2021, s.4962) tarafından kamera izleme temelli bir akıllı otopark bulma sistemi önerilmektedir. Önerilen çalışma sunucu ve uçta çalışan kısımları olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Şekil 1’de sistemin akış diyagramı verilmektedir.



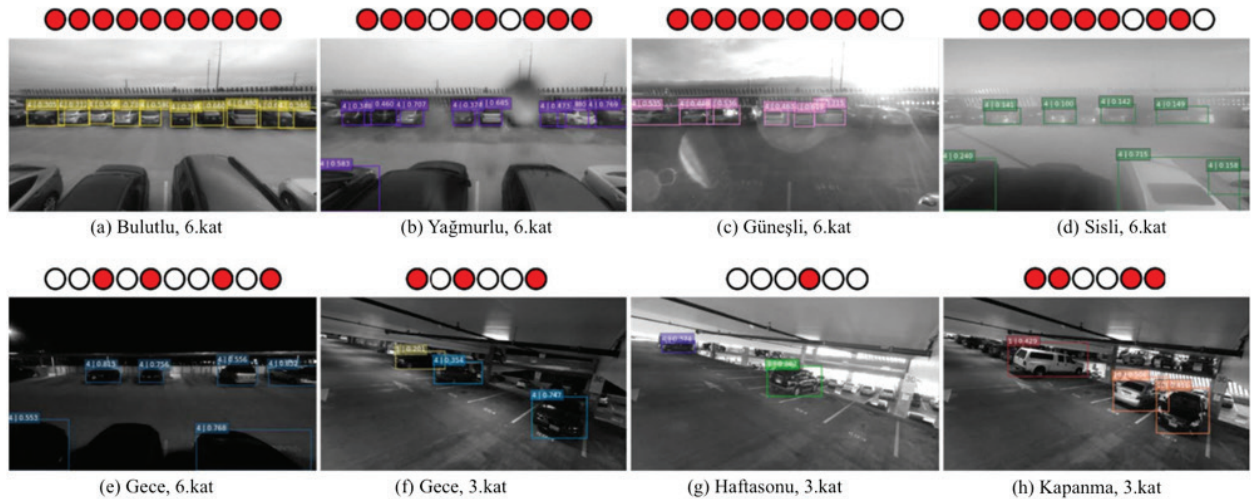
Şekil 1. (Ke ve diğerleri, 2021, s.4962) tarafından hazırlanan çalışmaya ait akış diyagramı.

Buna göre, ilk olarak park alanlarını görece şekilde yerleştirilen kameralardan alınan görüntüler, kameralara bağlı olarak bulunan Raspberry Pi 3B üzerinde analiz edilmektedir. Raspberry Pi 3B üzerinde çalışan derin öğrenme temelli SSD nesne tespit yöntemi ile araçlar tespit edilmektedir. Belirli sürelerde merkezde konumlanan bir sunucuya kameradan alınan görüntüler aktarılmaktadır. Sunucuda SORT algoritmasıyla araç konumları takip edilmektedir. Böylece tespit işleminin çoğu uçta gerçekleştirilecek daha veri transferi sağlanmış, hemde SORT gibi hesapsal yük gerektiren takip algoritması sunucu bilgisayarda çalıştırılmıştır. Önerilen sistem farklı hava ve aydınlatma koşullarında % 95,6 doğruluğa sahiptir. Sistemden alınan örnek bir görüntü Şekil 2'de gösterilmektedir.

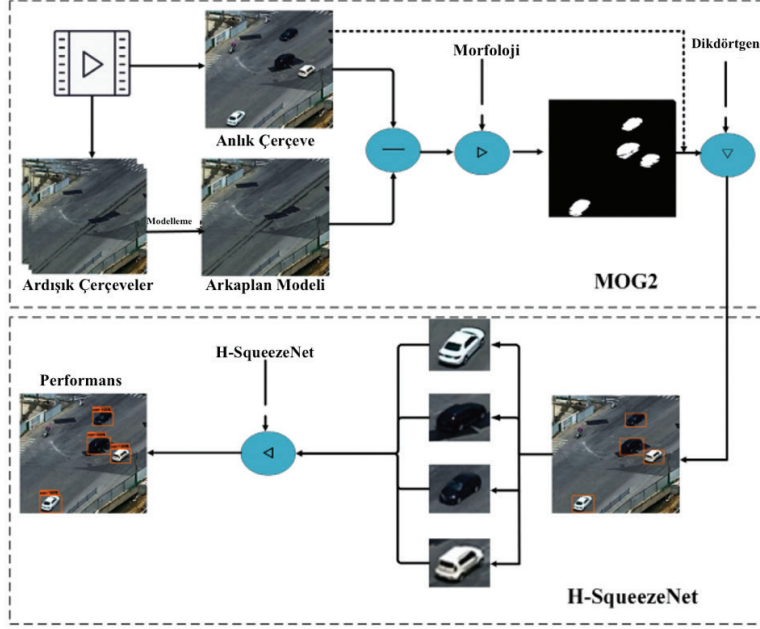
Akıllı araç tespiti, akıllı trafik gözetim sistemlerinin kritik araştırma konusu olarak kabul edilmektedir. (Wang ve diğerleri, 2020,

s.139299) gerçek zamanlı bir araç tespit ve sınıflandırma yöntemi önermiştir. Akış diyagramı Şekil 3'te verilen yöntem, arka plan çıkarma modeli MOG2'yi (Gauss Karışımı) değiştirilmiş bir SqueezeNet modeliyle (H-SqueezeNet) birleştirmektedir. MOG2 modeli, video karelerinden ölçeğe duyarız İlgili Alanı (RoI'ler) oluşturmak için kullanılmaktadır. H-SqueezeNet daha sonra araç kategorisini doğru bir şekilde belirlemek için önerilir.

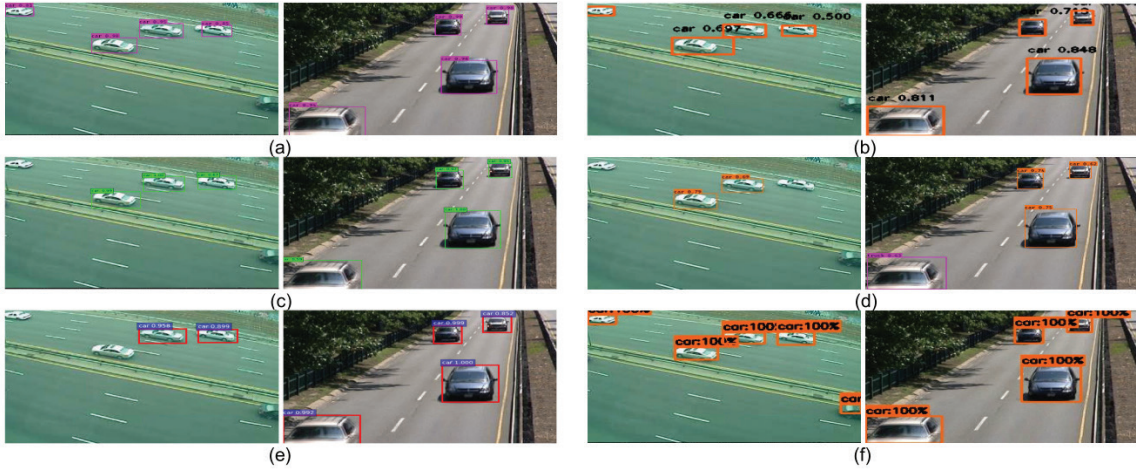
Yöntemin başarımı, Çin'in Suzhou kentindeki bir trafik kavşağından CDnet2014 veri kümesi, UA-DETRAC veri kümesi test edilmiştir. Deney sonuçları, yöntemin trafik gözetim sistemlerinde %98,93 gibi yüksek doğruluğu sağlayabildiğini ve ortalama 39,1 FPS algılama hızına ulaşabileceğini göstermektedir. Literatürde bulunan farklı yöntemlerin ve önerilen yöntemlerin görsel olarak tespit sonuçlarının karşılaştırması Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 2. (Ke vd., 2021, s.4962) tarafından hazırlanan çalışmaya ait örnek bir sonuç görseli.



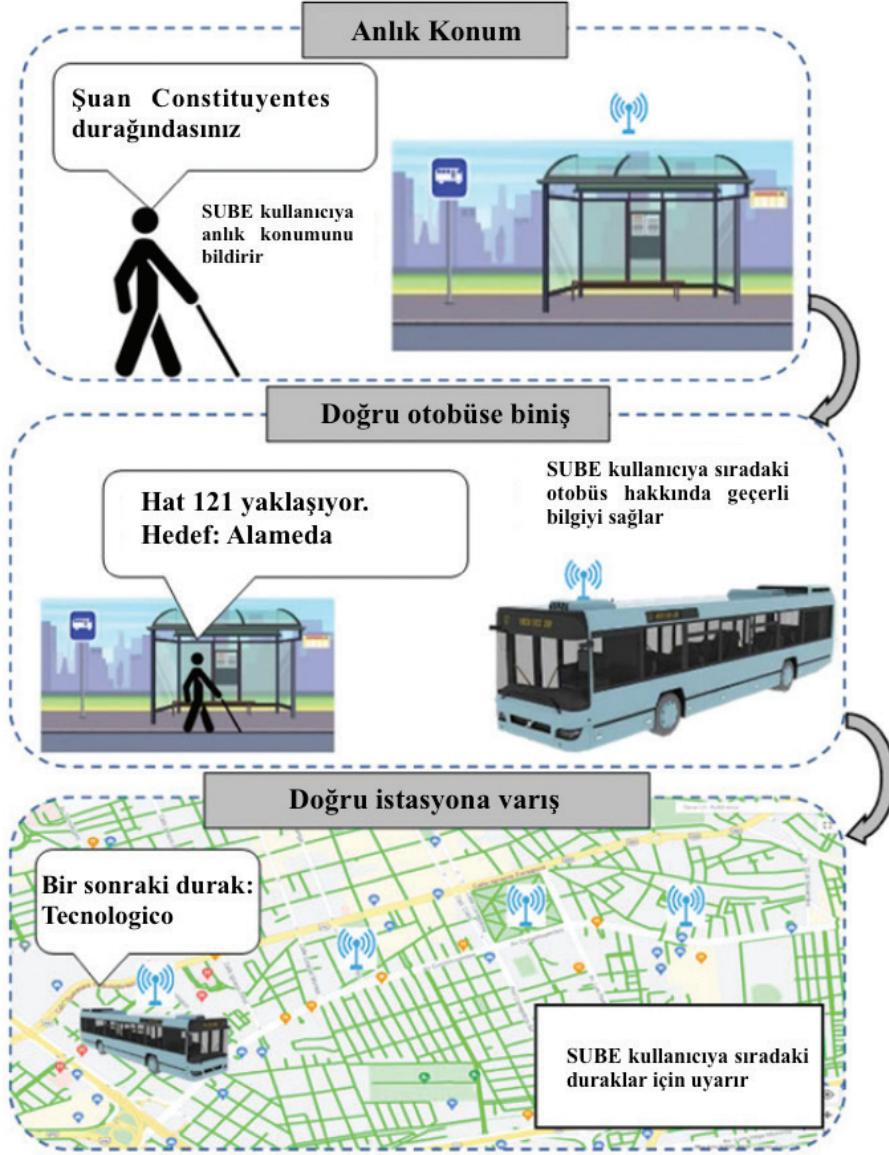
Şekil 3. (Wang ve diğerleri, 2020, s. 139299) tarafından önerilen yönteme ait akış diyagramı.



Şekil 4. (Wang ve diğerleri, 2020, s. 139299) tarafından önerilen yöntemin CDnet2014 veri setinde performans karşılaştırması (a) YoloV3'ün performansı. (b) RetinaNet'in Performansı. (c) SSD'nin performansı. (d) YoloV2'nin performansı. (e) Faster R-CNN'nin Performansı. (f) (Wang ve diğerleri, 2020, s. 139299).

Farklı bir çalışmada ise, görme problem yaşayan engelli bireylerin toplu taşımayı kullanmalarına yönelik bir yöntem önermektedir (Martinez-Cruz ve diğerleri, 2021, s. 130767). Önerilen yöntem konum ve iletişim için Bluetooth Düşük Enerji (BLE) teknolojisinden faydalanmaktadır. Geliştirilen bir mobil uygulama ile kullanıcı-akıllı telefon etkileşimi sağlanmaktadır. Öncelikle BLE beaconları otobüslere ve duraklarına kurulmaktadır. Mobil uygulama onları gerçek zamanlı olarak takip eder ve sözlü talimatlar kullanarak ulaşım hattı, varış

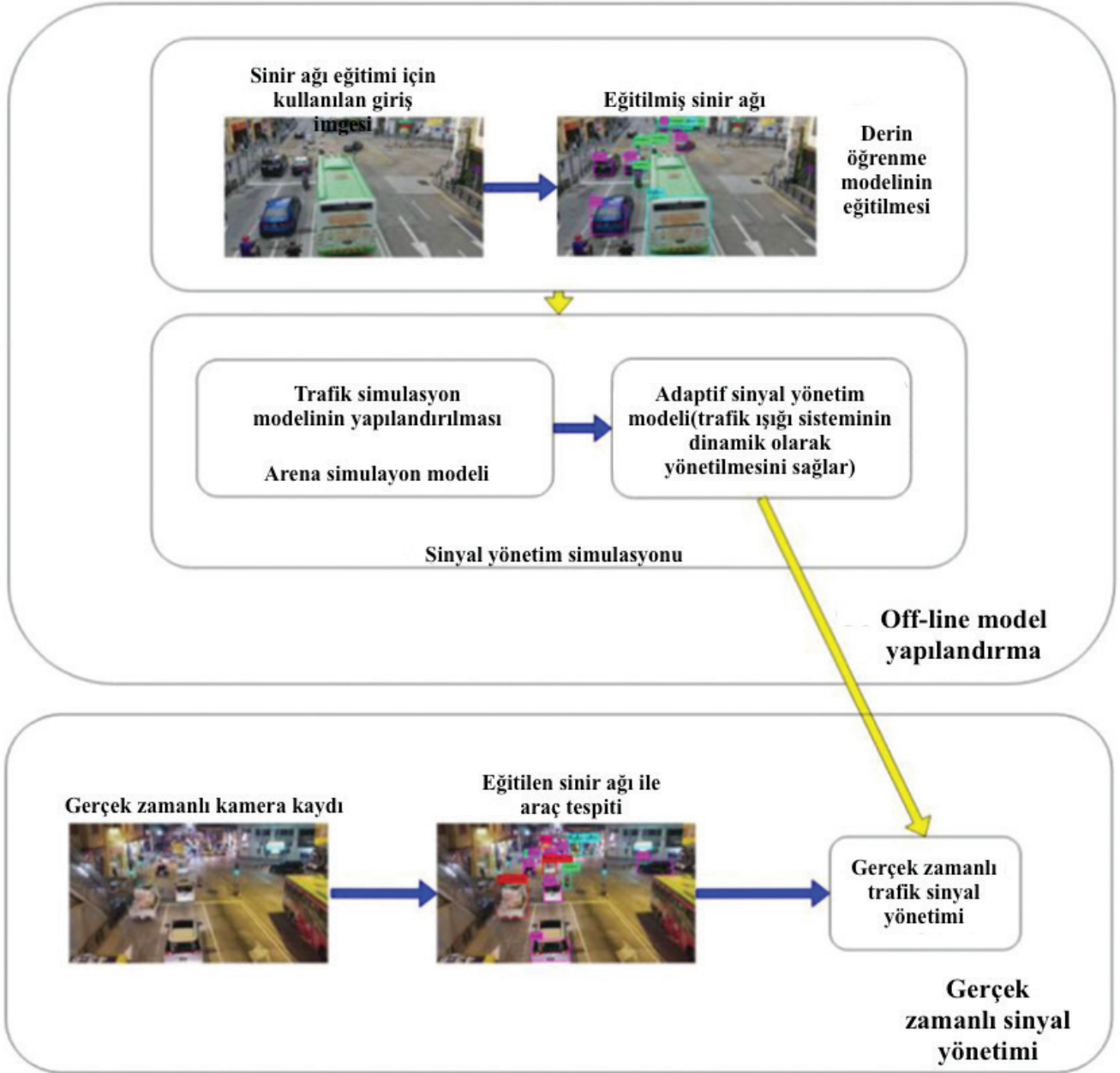
noktası, bir sonraki durak adı ve geçerli konum gibi bilgileri kullanıcıya sağlamaktadır. Bu bilgi, kullanıcının istenen otobüsü önceden doğru bir şekilde seçmesine ve doğru durakta inmesine olanak tanımaktadır. Deneysel sonuçlar, önerilen sistemin görme engelli bireylerin bir noktadan diğerine bağımsız olarak hareket etmesi durumunda % 97.6 etkili olduğunu göstermektedir. Önerilen sistemin görsel açıklaması Şekil 5'te verilmektedir.



Şekil 5. (Martinez-Cruz vd., 2021, s. 130767) tarafından önerilen yöntemin görsel açıklaması.

Adaptif trafik sinyalizasyonu da alternatif bir çalışma konusu olup bu konuda bir çalışma önerilmiştir (Mok vd., 2022). Bu çalışmada, ilk adım olarak bilgisayarla görme tabanlı bir derin öğrenme ağı, farklı araç türlerini algılamak için çevrimdışı (offline) olarak eğitilmektedir. Bu işlem için çalışma yapılması planlanan ilgili şehir veya ülkeden büyük miktarda eğitim verisi toplanması yeterlidir. Toplanan veriler ile derin ağ bir kez eğitilmektedir. Ardından, trafik akışının tahmin edilmesi planlanan her kavşak için az miktarda veri toplanmaktadır. Toplanan veriler yerel trafik akışını tahmin etmek için bir bilgisayar simülasyon modeli geliştirmek için kullanılmaktadır. Son

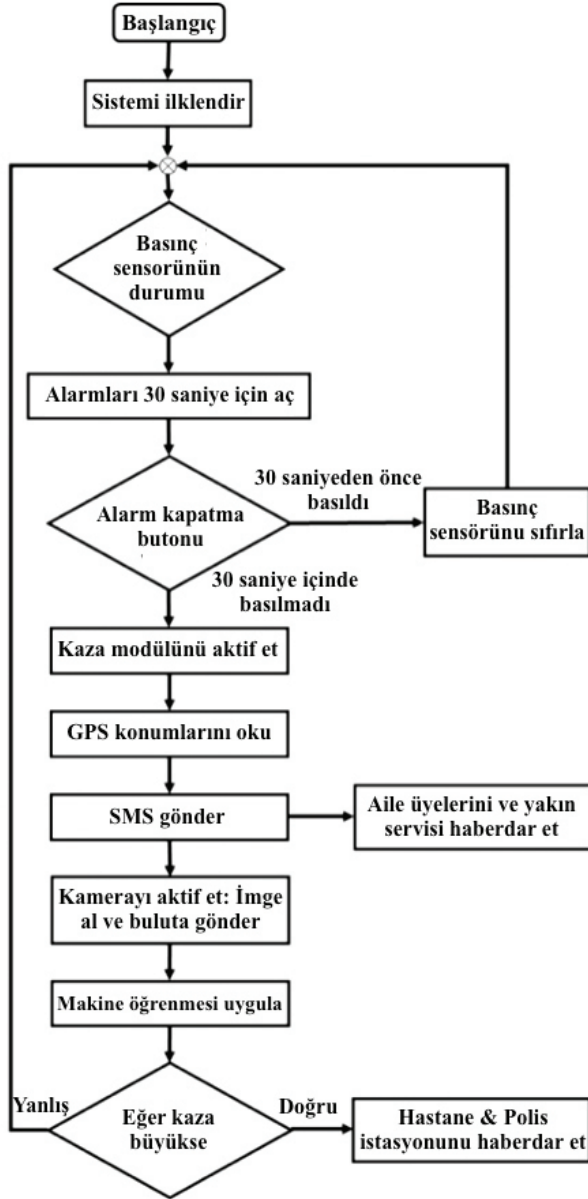
olarak, derin öğrenmeye dayalı trafik izleme sistemini optimize edilmiş simülasyon sonuçlarıyla birleştirilerek, uyarlanabilir bir trafik ışığı yönetimi algoritması geliştirilmiştir. Önerilen uyarlanabilir gerçek zamanlı trafik ışığı yönetim sisteminin temel prensibi, en trafik ışıklarında bekleyen araç sayısı ve zaman kontrol mantığı için eşikler oluşturmaktır. Derin öğrenme ağı kullanılarak trafik ışıklarında bekleyen araç sayısı tespit edildikten sonra araç sayısı eşikten fazlaysa, yönetim sistemi trafik sıkışıklığı sorununu dinamik olarak çözmek için yeşil ışıkların süresini ayarlamaktadır. Önerilen sistemin akış diyagramı Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. (Mok vd., 2022) tarafından önerilen yöntemin akış diyagramı.

Literatürde yapay zeka ve nesnelerin interneti temelli bir kaza tespit ve uyarı sistemi öneren çalışmalar da bulunmaktadır (Pathik vd., 2022, s.701). Önerilen çalışma kapsamında Raspberry Pi temelli bir nesnelerin interneti kiti geliştirilmiştir. Bir kuvvet sensöründen alınan veriler sürekli yorumlanarak, belirlenen eşik değerinin geçilmesi sonrası alarm durumu oluşmaktadır. Alarm durumu ile birlikte araç sahibinin yakınlarına bilgi geçilmektedir. Alarm durumunda

ayrıca ön camın görme açısına sahip bir kamera tetiklenerek sahnenin görüntüsü alınmaktadır. Bu görüntü bulut sunucuya gönderilerek analiz edilmektedir. Analiz sonucu değerlendirmede kazanın büyüklüğü tespit edilerek, gerekli eşiğin aşılması durumu hastane ve polis birimlerine bilgi verilmektedir. Sunucuda analiz işlemi derin öğrenme temelli bir algoritma ile gerçekleştirilmektedir. Sistemin akış diyagramı Şekil 7de verilmektedir.



Şekil 7. (Pathik vd., 2022, s.701) tarafından önerilen yöntemin akış diyagramı.

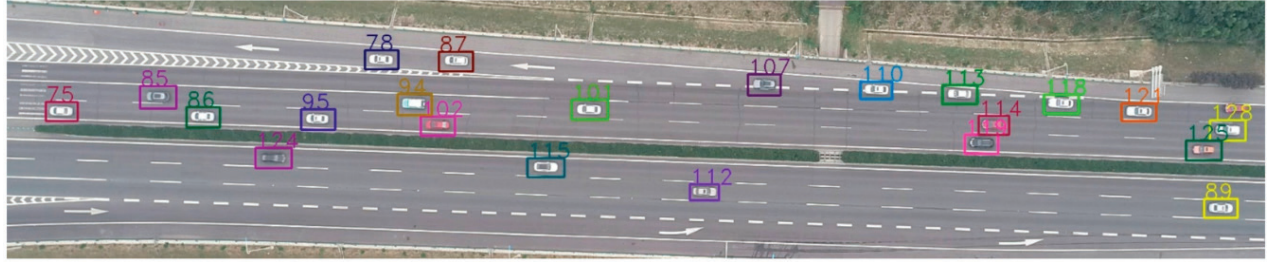
Yukarıdaki uygulamalardan farklı olarak akıllı ulaşım için insansız hava araçları ve yer gözlem uyduları gibi çeşitli uzaktan algılama platformları üzerinden elde edilen bilgileri kullanan çalışmalar da bulunmaktadır. Maliyet avantajı, hızlı teminedilebilir olması, kullanılabilen insan sayısının giderek artması, kolay kullanımı ve insan hayatına riskin düşük olması gibi sebeplerden dolayı insansız hava araçlarının akıllı şehirler için uygulamaları literatürde oldukça popüler hale gelmiştir (Butila ve Boboc, 2022, s.1).

Yer gözlem uydularıyla kıyaslandığında daha yüksek mekansal çözünürlük sağlayabilmesi insansız hava araçlarının hassas değerlendirme gerektiren tüm uygulamalar için ön plana çıkarmaktadır. İnsansız hava araçlarının akıllı şehirlerdeki genel uygulama alanlarından birisi şehir trafik analizi ve gözlemidir. Trafik gözleminde gerçek zamanlı araç tespiti ve araç takibinin yanı sıra akıllı gözlem sistemleri çalışmaları yapılmaktadır. Trafik analizi uygulamalarında ise aşağıdaki gibi özel amaçlar bulunabilmektedir (Butila ve Boboc, 2022, s.1).

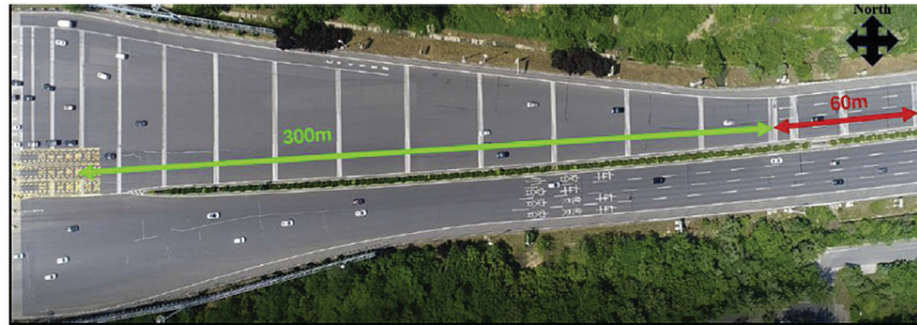
- Trafik parametrelerinin eldesi,
- Trafik yoğunluğunun tahmini,
- Araç davranışı tanıma,
- Araçlarda çarpışma riski değerlendirmesi.

Yukarıda paylaşılan amaçlardan trafik parametrelerinin eldesi için üretilen çözümlerden biri insansız hava aracı üzerine yerleştirilen 3840×2160 çözünürlüğündeki video kayıtlarından araç tespiti, araç izleme ve hız tahmini yapan bir sistem önerilmektedir (Shan, Lei, Yin, Luo ve Gong, 2021, s.11). Öncelikle videodaki her bir çerçeve YOLO v3 modeline uygulanmakta ve araç tespiti yapılmaktadır. Örnek tespit sonuçları Şekil 8'de görülebilir. Sonrasında araçların ardışık çerçevelerdeki konumları DeepSORT algoritmasıyla bulunarak birden fazla aracın takibi yapılmaktadır. Ardından bu bilgiler kullanarak araç hızları ve araç yörüngesi gibi trafik parametreleri elde edilmektedir. Deneysel kısımda 150-500 metre arasındaki yüksekliklerde 40-90 km/h hızlarında hareket eden farklı araçların tespit ve takip başarısı sırasıyla %90,88 ve %98,9 olarak paylaşılmaktadır. Trafik parametrelerinden araç hızlarının da 3 km/h hız mutlak hata ile tahmin ettiği verilmiştir. Elde edilen metrik sonuçları ve diğer benzer literatürdeki çalışmalar ışığında gelecekte de gerek trafik parametrelerinin belirlenmesinde gerekse araç tespit ve takibinde çok daha başarılı sonuçların elde edilebileceğini düşünmekteyiz.

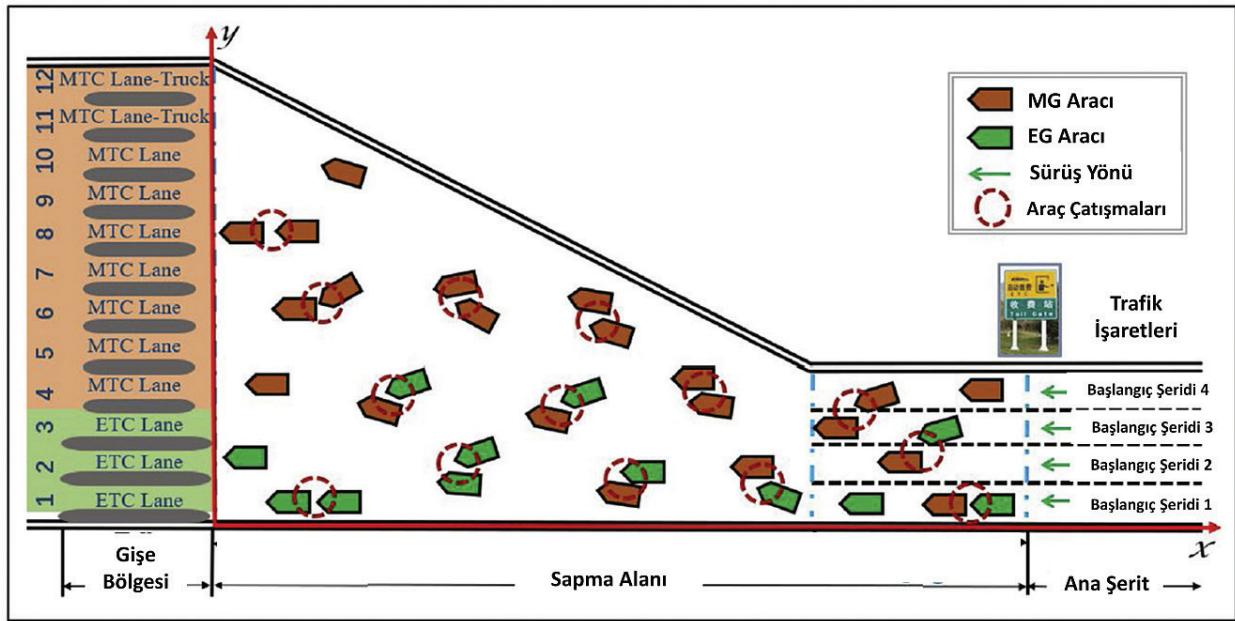
Başka bir çalışmada ise ücretli karayollarının başlangıç ve bitişlerinde yer alan MG (Manuel Gişe) ve EG (Elektronik Gişeler)'de çarpışma riskinin yüksek olacağını öngörerek bu bölgelerin insansız hava aracından gelen görüntüler kullanılarak otomatik değerlendirilmesi üzerinedir (Xing, He, Li, We, Yuan ve Gu, 2020, s.1). Şekil 9'da deneysel çalışmalarda kullanılan örnek bir görüntü ve olası çarpışma durumları belirtilmektedir. İlgili çalışmada, stabilizasyon, öznitelik çıkarımı ve takibi gibi adımlar sonrasında 1031 farklı araç takibi yapılmış ve yörüngeleri elde edilmektedir. Yörünge bilgisi içerisinde bulunan çerçeve indisi, zaman indisi, pozisyon gibi bilgiler üzerinden aracın hızı, yol ile hız vektörünün yaptığı açı, aracın başlangıçtaki şeridi, aracın hedefindeki gişe şeridi, araçların merkezleri arasındaki uzaklıklar gibi pek çok bilgi elde edilmiştir. Elde edilen bu yoğun bilgi farklı makine öğrenmesi yöntemleriyle sınıflandırıldığında çarpışma riskinin başarılı bir şekilde elde edilebileceği ifade edilmiştir.



Şekil 8. Yolo v3 sonrasında elde edilen örnek bir araç tespit sonucu (Shuan ve diğerleri, 2021, s. 9).



(a)

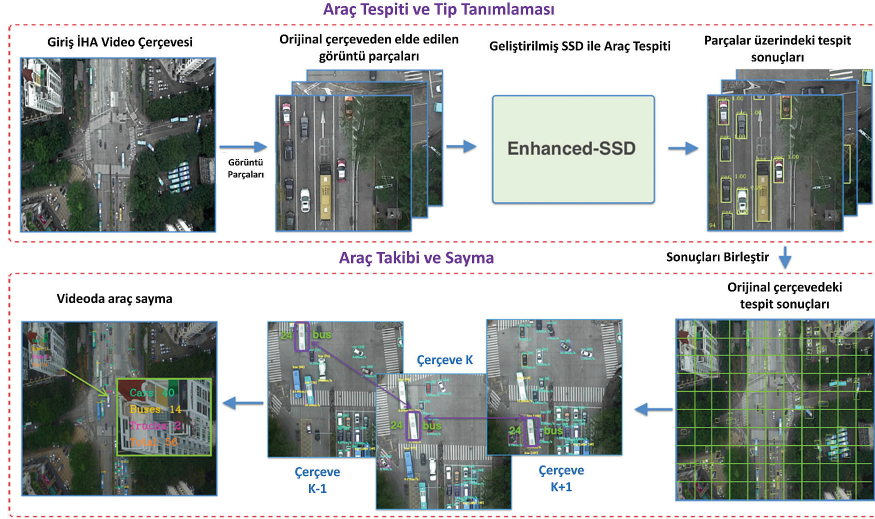


Şekil 9. Deneylerin yapıldığı gişe bölgesi ve olası çarpışma durumları (Xing ve arkadaşları, 2020, s. 3).

Trafik yoğunluğunun tahmini amacıyla yapılan başka bir çalışmada ise 64 bine yakın araba, otobüs ve tır sınıflarından araçlar içeren 512x512 çözünürlüğünde görüntüler kullanılmaktadır (Zhu, Sun, Jia, Li, Hou, Lin, Liu ve Qiua, 2018, s.1). Yönteme ilişkin blok diyagram Şekil 10'da verilmektedir. İlgili çalışmada öncelikle orjinal görüntülerden görüntü parçaları elde edilerek Gelişmiş SSD modeline uygulanarak

araçların tespiti yapılmaktadır. Sonrasında her bir parçadan gelen bilgiler birleştirilerek ardışık çerçeveler için araç takibi yapılmaktadır. Araç takibi sonrasında ise izlenen bölgedeki araç sayısı elde edilmektedir. Önerilen yaklaşım, %93 sayma doğruluğunda 720p çözünürlüğündeki bir videoyu saniyede 125 çerçeve işleme işleme yeteneğine sahip olduğu paylaşılmıştır (Zhu ve diğerleri, 2018, s.12).

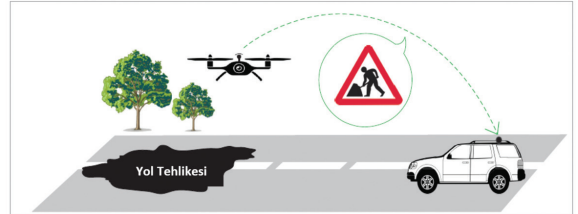
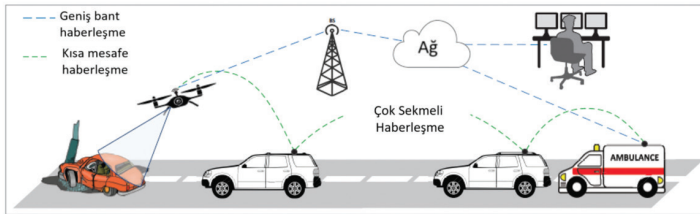




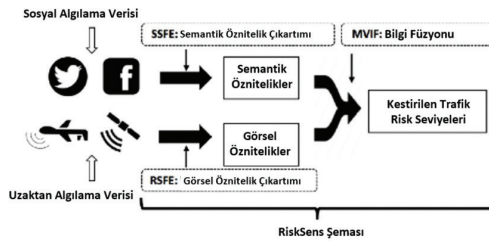
Şekil 10. Trafik yoğunluk tahmini için kullanılan yaklaşım (Zhu ve diğerleri, 2018, s. 1).

İnsansız hava araçları kullanan bazı akıllı şehir uygulamalarında ise zincirleme kaza ve doğal afet vb. sebeplerden dolayı yolda meydana gelen hasarlar gibi durumlarda ilk müdahale amaçlı kullanılabilirliği ifade edilmiştir (Menouar, Güvenc, Akkaya, Uluagac, Kadri, ve Adem, 2017, s. 1). İlgili makaledeki görsel Şekil 11'de paylaşılmaktadır. Makalede yoğun trafik bulunan bölgeye ilkyardımanın daha hızlı amacıyla insansız hava araçlarının kullanılacağından bahsedilmektedir. Bu süreçte en kısa sürede kaza ile ilgili raporlamanın yapılabilmesi için ilgili bilgilerin genişbant ve kısa mesafe haberleşme yollarıyla ambulans ve trafik ekipleriyle gerçek zamanlı paylaşılması konseptin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Alternatif olarak insansız hava araçlarının sürekli olarak belirli bir rotada dolaşarak yoldaki kazaya yol açabilecek durumları denetlemesi ve ilgili birimlere bu durumu raporlamasının da yine önemli akıllı şehir uygulamalarından biri olabileceği düşünülmektedir.

Yer gözlem uyduları da insansız hava araçları gibi akıllı şehirler için önemli kaynaklar sağlamaktadır. Bu uydular belirli zaman periyotlarıyla görüntüler elde ettiğinden daha çok yol kalite kontrolü gibi hızlı değişim olmayan ve durağan olayların incelemesinde kullanılmaktadır (Karimzadeh ve Matsuoka, 2021, s.1). Bir başka çalışma da Google Maps gözlem uydusu ve sosyal medyayı birlikte kullanarak riskli trafik bölgelerin tanımlanması üzerine (Zhang, Lu, Zhang, Shang ve Wang, 2018, s.1). RiskSens isimliyle paylaşılan bu çalışmaya ait şema ve örnek veri çifti Şekil 12'de verilmiştir. Buna göre, Twitter ve Facebook gibi sosyal medya kanallarından elde edilen metinlerden semantik öznitelikler elde edilmektedir. Google Maps üzerinden elde edilen görüntülerden de görsel öznitelikler çıkartılmakta ve bu iki farklı öznitelik tipi kaynaştırılmaktadır. Kaynaştırılan bu veri üzerinden trafik risk seviyesi belirlenmektedir. Yapılan çalışmada, sadece sosyal medya verisi risk seviyesi çıkarmak iki bilgiyi birlikte kullanmaya göre %10 daha düşük sonuçlar sağladığı ifade edilmektedir.



Şekil 11. Trafik kaza ve yol kaynaklı sorunların tespiti ve iletilmesi (Menouar ve diğerleri, 2017, s. 4).



**Cindy Vero** ... · 17h  
Accident Investigation in Queens - WB Northern Blvd (RT-25A) between 38th St and 34th St road closed, .



Şekil 12. RiskSens çalışması akış şeması ve örnek veri çifti (Menouar ve diğerleri, 2017, s. 4).

## Sonuçlar

Akıllı şehirlerin en önemli bileşenlerinden biri olan akıllı ulaşım sistemleri kısmında son yıllarda önemli sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır. İstanbul gibi nüfusun hızla büyüdüğü şehirlerde trafik en önemli problemlerden biri olmaktadır. Bu kısımda, bir yandan mevcut trafiği izlemek ve yönlendirmek için trafik ile ilgili farklı parametrelerin takibi gerekirken diğer yandanda da elde edilen bu bilgilerin gelecekteki ulaşım planlamalarına dahil edilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, trafik yoğunluğu, araç hızları, araç davranışları, araç yönelimleri ve birbirileri arasındaki mesafeler gibi pek çok parametrenin özellikle insansız hava araçları kullanılarak başarı elde edilebileceği görülmektedir. Bazı durumlarda trafik sıklığına kazalar sebep olabilmektedir. Literatürde kazanın otomatik tespiti, kaza risk seviyesinin belirlenmesi ve hızlıca ilk yönlendirmenin yapılarak sağlık ve trafik ekiplerine raporlamanın yapılması

ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır. Bunlardan farklı olarak akıllı şehirlerde görme engellilerin toplu taşımayı verimli kullanması için bir çalışma da bulunmaktadır. Kötü hava koşullarında ve farklı zaman dilimlerinde akıllı otopark bölgesinin tespiti de başka bir çalışma konusu olarak öne çıkmaktadır.

Tüm bu çalışmalar akıllı şehirlerdeki ulaşım uygulamaları hakkındaki makaleler içerisinden bir kesit oluşturmaktadır. Yüzlerce farklı çalışma içeren bu konuda gelecekte teknolojinin daha da gelişmesi ve bölge yönetimleri tarafından gerekli yatırımların yapılması neticesinde akıllı şehirlerde farklı ulaşım uygulamalarının hızlıca hayatımıza gireceğini düşünüyoruz.

## Kaynakça

- Burlacu, M., Boboc, R. G. ve Butilă, E. V. (2022). Smart Cities and Transportation: Reviewing the Scientific Character of the Theories, Sustainability, 14, 8109.
- Butilă, E. V. ve Boboc, R. G. (2022). Urban Traffic Monitoring and Analysis Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Systematic Literature Review. Remote Sensing, 14(3), 620.
- Karimzadeh, S. ve Matsuoka, M. (2021). Development of nationwide road quality map: Remote sensing meets field sensing. Sensors, 21(6), 2251.
- Ke, R., Zhuang, Y., Pu, Z. ve Wang, Y. (2021). A Smart, Efficient, and Reliable Parking Surveillance System With Edge Artificial Intelligence on IoT Devices, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 22(8), 4962-4974.
- Martinez-Cruz, S., Morales-Hernandez, L. A., Perez-Soto, G. I., Benitez-Rangel, J. P. ve Camarillo-Gomez, K. A. (2021). An outdoor navigation assistance system for visually impaired people in public transportation. IEEE Access, 9, 130767-130777.
- Menouar, H., Guvenc, I., Akkaya, K., Uluagac, A. S., Kadri, A. ve Tuncer, A. (2017). UAV-enabled intelligent transportation systems for the smart city: Applications and challenges. IEEE Communications Magazine, 55(3), 22-28.
- Mok, K. ve Zhang, L. (2022). Adaptive Traffic Signal Management Method Combining Deep Learning and Simulation. Multimedia Tools and Applications, 1-21.
- Pathik, N., Gupta, R. K., Sahu, Y., Sharma, A., Masud, M. ve Baz, M. (2022). AI enabled accident detection and alert system using IOT and deep learning for smart cities. Sustainability, 14(13), 7701.
- Shan, D., Lei, T., Yin, X., Luo, Q. ve Gong, L. (2021). Extracting key traffic parameters from UAV video with on-board vehicle data validation. Sensors, 21 (16), 5620.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2018) United Nations web sitesinden 20 Kasım 2022 tarihinde erişildi: [www.un.org/development/desa/pd/themes/urbanization](http://www.un.org/development/desa/pd/themes/urbanization).
- Wang, Z., Huang, J., Xiong, N. N., Zhou, X., Lin, X. ve Ward, T. L. (2020). A robust vehicle detection scheme for intelligent traffic surveillance systems in Smart Cities. IEEE Access, 8, 139299-139312.
- Xing, L., He, J., Li, Y., Wu, Y., Yuan, J. ve Gu, X. (2020). Comparison of different models for evaluating vehicle collision risks at upstream diverging area of toll plaza. Accident Analysis & Prevention, 135, 105343.
- Zhang, Y., Lu, Y., Zhang, D., Shang, L. ve Wang, D. (2018). Risksens: A multi-view learning approach to identifying risky traffic locations in intelligent transportation systems using social and remote sensing. IEEE International Conference on Big Data (Big Data) (ss. 1544-1553).
- Zhu, J., Sun, K., Jia, S., Li, Q., Hou, X., Lin, W. ve Qiu, G. (2018). Urban traffic density estimation based on ultrahigh-resolution UAV video and deep neural network. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 11(12), 4968-4981.