

İHA GÖRÜNTÜLERİNDEN OTOMATİK ARAÇ SAYILMASI

Uğur Acar¹, Bülent Bayram², Lale Arslan³,

¹Dr. Öğr. Ü., Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul, uacar@yildiz.edu.tr

²Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul, bayram@yildiz.edu.tr

³Müh., Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul, lalersln@gmail.com

ÖZET

İnsansız hava araçlarının (İHA) yaygınlaşmaları ve ekonomik maliyetlerinin düşmesi ile birlikte kullanım alanları da genişlemiştir. Diğer taraftan, özellikle video görüntüleri üzerinden araç sayma ve yoğunluk hesaplama gibi konular da güvenlik kameralarının artması ile yaygınlaşmıştır. Genel uygulamalar sabit kamera ve hareketli objelerin tespiti için olsa da sunulan çalışmada İHA ile elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntüler ile park yeri olarak önceden belirtilmiş alanlardaki araçların sayılarını hesaplamak amaçlanmıştır.

Sunulan çalışmada hobi amaçlı Yıldız Teknik Üniversitesi Kampüs uçuşu ile elde edilen görüntüler kullanılmış ve otopark olarak tanımlı olan alanlardaki araçların sayılması hedeflenmiştir. Elde edilen İHA görüntüleri Microsoft C# programlama dili ile kodlanan ana yüz ile işlenmiştir. Çalışma sonucunda bina gölge alanında kalan ve ağaç altında kalan araçların sayılmasında karşılaşılan sorunlara ilişkin çözüm önerileri sunulmuştur. Çalışmada araç sayma doğruluğu %90 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: sayısal görüntü işleme, obje yakalama, İHA, uzaktan algılama

1. GİRİŞ

Son yıllardaki ekonomik gelişme, nüfustaki artış ve kentlere göç gibi etkenlere bağlı olarak, araç sayısında çok fazla bir yükseliş görülmektedir. Araç sayısındaki bu yükseliş birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Büyük şehirlerin özellikle iş ve ticaret merkezlerinde trafikle ilgili olarak en önemli konulardan biri de araçların mağaza ve büro faaliyetleri süresince nerede park edileceği problemidir (Haldenbilen vd., 1999). Otopark sorununun trafikte önemli bir yer tutmasının nedeni tüm trafiği etkilemesidir. Altyapı ve planlama eksikliklerinin sebep olduğu yetersiz ve verimli kullanılamayan park yerleri sonucunda, araçlar park yeri dışındaki alanlara ve yol kenarlarına park ettiğinden trafiği olumsuz yönde etkilemekte ve aksamalara sebep olmaktadır. Bugün ciddi anlamda enerji ve zaman kaybına sebep olan ve ihmal edilemeyecek bir konu haline gelen park yeri bulma (Nyambal ve Klein, 2017) sorunu, iyi bir planlama ile daha verimli hale getirilebilir ve yüksek oranda iyileştirme sağlanabilir.

Sunulan çalışmada İHA ile elde edilen görüntüler kullanılarak geliştirilen görüntü işleme teknikleri içeren yazılım aracılığı ile araçların sayılması, boş yerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. İHA teknolojisinin avantajlarından bazıları; düşük maliyet, küçük boyut, güvenlik, ekolojik işleyiş ve hepsinden önemlisi hızlı ve talep üzerine görüntü elde edilebilir olmasıdır (Ammour vd., 2017). Halen kullanılmakta olan araç sayma tekniklerinin aksine bu çalışmada sabit bir kamera yerine İHA kullanılması, tek bir kamera ile farklı nokta ve açılardan görüntü almaya izin vermektedir. Böylelikle park alanlarının sadece giriş ve çıkışlarında araç saymak yerine mevcut durum, kullanılabilir ve dolu alanlar belirlenebilmektedir. Bu çalışmanın, kullanılan farklı bir yöntem olan sensör sistemine göre avantajı da açık alanlarda, İHA dışında bir sisteme ihtiyaç duymadan kullanılabilir olmasıdır. Sensör sistemleri garajdaki araçların sayısını belirler ve toplam bölme sayısı ile karşılaştırır. Park yerlerinin kullanılabilirliği ana yollardaki göstergeler ile belirtilmiştir. Bununla birlikte, bu bilinen yöntem, izlenebilir sınırlı sayıda girişe sahip otoparklar veya boşluklar ile sınırlıdır (Cuchlinski ve Beaulieu, 2001). Ayrıca sensör tabanlı bir sistem, tüm otoparkı kaplamak için gereken sensör sayısı nedeniyle çok maliyetlidir (Vitek ve Melnicuk, 2017). Bir araç birden fazla noktaya veya farklı park yerlerine park ettiğinde bu tip sistemler başarısız olmaktadır. Bu nedenle boş park yerlerini tespit etmek için bilgisayarlı görüntü algoritmalarını kullanan kamera tabanlı bir sistem önerilmektedir (True N., 2007).

Kamera tabanlı bir sistem öneren True, renk histogram sınıflandırması ve araç özellik tespiti kombinasyonu kullanarak iyi sonuçlar elde etmiştir. 29 görüntüden oluşan eğitim seti ve 200 görüntüden oluşan test seti kullanmıştır. Eğitilmemiş alanlardan ve eğitim setini oluşturmak için kullanılmış olan park yerlerinden yeniden görüntüler almıştır. Tüm görüntülerde %49, sınıflandırılmış ve özellik tespiti yapılmış görüntülerde %85.2 lik bir

başarıya ulaşmıştır. Ancak sistemin çok yavaş olması ve boş park yerinin ufak bir kısmının dahi farklı bir araç ya da nesne ile kaplı olması durumunda algoritmanın başarısız olması ve doğruluk için fazla sayıda kameraya ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları bulunmaktadır (True N., 2007).

Hsieh ve ark., araçları “araçtır” veya “araç değildir” argümanını temel olarak sınıflandırma yapmışlardır. Yapılan çalışma gölgeden dolayı oluşan gürültüden çok az etkilenmektedir. Bu çalışmada kullanılan yöntem çizgi tabanlı gölge algoritmasıdır. Gürültüye sebep olan gölgelerin etkisini yok etmek için çizgiler kullanılmıştır ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir (Poyraz ve Sevgen, 2017). Ammour ve ark. önceden eğitilmiş derin katmanlı sinir ağlarını doğrusal bir destek vektör makine sınıflandırıcısı ile birlikte kullanılması yoluyla büyük miktarda eğitim verisine ihtiyaç duymadan daha tanımlayıcı özellikleri çıkarmışlar ve Mean-shift algoritmasını kullanarak arama alanını önemli ölçüde azaltmışlardır. Yöntem hem doğruluk hem de hesaplama süresi bakımından gelişmiş yöntemlerden daha iyi performans göstermiştir (Ammour vd., 2017).

Troels ve ark. sağlam ve iyi bir performans gösterebilen bir sistem tasarlamak için konvolüsyonel sinir ağına dayanan ikili sınıflandırma yöntemini sunmuşlardır. Sistemin eğitilmesi ve test edilmesi için farklı park alanlarında, farklı hava ve aydınlatma koşullarında çekilen resimlerden oluşan bir referans veri tabanı kullanarak %99.71’lik başarıya ulaşmışlardır (Høg Peter Jensen vd., 2018). Masmoudi vd., perspektif bozulma etkisini azaltmak için, park alanının bakış açısını değiştirmede bir Homografi Dönüşümü kullanmışlardır. Park alanları, ilk park alanının iki köşesi ve bir genişlik ile tanımlanmıştır. Arka plan çıkarma işlemi için Gauss Karışım Modeli kullanmışlar ve ardından sadece park alanı modeliyle örtüşen nesneleri dikkate almışlardır. SURF (Speeded Up Robust Features) ile sınıflandırmada kullandıkları destek vektör makinelerini birleştirerek, özellik çıkarmada yüksek doğruluğa sahip sonuçları elde etmişlerdir. Yöntemleri tüm testlerde %92’nin üzerinde doğruluk sağlamış ancak, çakışma ve kapanmalara karşı dayanıklılık gösterememiştir (Masmoudi vd., 2014). Wu ve Zhang, sadece bir kamera kullanarak saniyeler içinde birkaç kare çekip, bir Gauss Renk Modeli ile eğitilmiş çok sınıflı destek vektör makinesi kullanan farklı bir yaklaşım tanımlamışlardır. Elde edilen en iyi sonuç yaklaşık olarak % 84’tür (Wu ve Zhang, 2006). Mehmet Ozan Kabak ve Özhan Turgut proje çalışmalarında hava görüntülerinden park noktalarını tespit etmişlerdir. Geometrik, istatistiksel ve optik bilgileri yakalayan farklı özellikler kullanmışlar ve bunları doğrusal destek vektör makinesi ile eğitmişlerdir. Bu yaklaşımla, veri kümelerinde % 90’ın üzerinde doğruluk elde etmişlerdir (Kabak ve Turgut, 2010).

Sunulan çalışmada, araçların daha önceden tanımlı park alanları ile oluşan renk farklılıkları her 3 bant için de incelenmiştir. Araçların bıraktığı gölgeler, ani renk değişiklikleri, camı olan araçların görüntüde oluşturduğu farklı kontrastlar da sonuç almak için kullanılan görüntüye ait veri setleridir.

2. İHA OTOPARK GÖRÜNTÜSÜ VE GÖRÜNTÜNÜN ANALİZİ

Sunulan çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa kampüsünde yapılan İHA uçuşundan elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Uygulamanın farklı koşullardaki sonuçlarının irdelenebilmesi amacıyla, farklı yüksekliklerden uçuşlar yapılmıştır. Bu yapılan uçuşa göre elde edilen görüntüler incelendiği zaman, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Farklı yüksekliklerden uçan İHA’lar için elde edilecek çözümde farklı parametreler kullanılmalıdır.
- Farklı çözünürlükteki kameraya sahip İHA’lar için elde edilecek çözümde farklı parametreler kullanılmalıdır.
- Farklı zamanlarda görüntü alan İHA’lar için elde edilecek çözümde farklı parametreler kullanılmalıdır.



Şekil 1. Farklı yüksekliklerden elde edilen İHA görüntüsü.

Yukarıda belirtilen sorunların dışında, otoparkta oluşabilecek ve genel uygulamanın başarısını düşürebilecek veya tamamen başarısız olabilecek koşullar da tespit edilmiştir. Bunlar;

- Aracın bir binanın gölgesi altında kalması, bu nedenle yansıma değerlerini değişmesi
- Aracın başka bir yakın aracın gölgesi altında kalması ve yansıma değerlerini değişmesi
- Aracın ağaç altında kalması ve araç görüntüsünün birden fazla araca bölünmesi
- Yansıma değerleri düşük olan araçların gölge altında kalarak, gölge yansımalarına yakın yansıma yapması
- Aracın boya renk düzenliliğini bozacak düzeyde kirli olan araçlar



Şekil 2. Otopark içinde araç tespitinde karşılaşılabilecek sorunlar.

3. UYGULAMA

Otoparkta park etmiş araçların, genel olarak cam olan yüzeyleri dışındaki yüzeyleri tek bir renge sahiptir. Sunulan çalışmada ilk olarak bu düzenlilik üzerinde çalışılmıştır. Bu nedenle test görüntüsünde araçların sabit renge sahip kısımlarındaki histogramları her üç bant için de incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, araç üzerindeki homojen boya veya sunroof kısımlarında histogramdaki maksimum ve minimum değerler arasındaki farkın 20 değerini aşmadığı görülmüştür (Şekil 3). Diğer alanlarda ise farklı sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3a. Araç üstünde homojen renge sahip kısım ve 3 banda göre ayrı ayrı histogramları.

Şekil 3b. Araç üstünde heterojen renge sahip kısım ve 3 banda göre ayrı ayrı histogramları.

Histogramdan elde edilen bu bilgi kullanılarak, görüntü üzerinde tarama pencereleri oluşturulmuş ve homojen bölgeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Ancak görüntü çözünürlüğü ve uçuş yüksekliği homojen yapının büyüklüğünü değiştirdiği için, uygulama üzerine tarama penceresi büyüklüğü bir parametre olarak getirilmiştir.

Böylelikle kullanıcı, uçuş yüksekliğini ve/veya çözünürlük bilgisini girerek tarama penceresi büyüklüğünü otomatik olarak ayarlayabilir veya kendisi bir tarama penceresi büyüklüğü girebilmektedir. Tarama penceresinin bir diğer önemi de, aynı aracın birden fazla sayılmasını engellemektir.

Tarama penceresi büyüklüğüne karar verdikten sonra, yukarıda belirtilen kısıtlara sahip olmayan araçlar kolay bir şekilde otopark üzerinde tespit edilmiştir. Ancak bununla birlikte otopark içerisindeki asfalt olan ve homojen renge sahip olan bölgeler de araç olarak tespit edilmiştir. Bu hatanın düzeltilmesi için Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa kampüsünde yer alan tüm otoparkların RGB kodları okunmuş, sisteme kayıt edilmiştir. Böylelikle bu RGB değerlerine sahip olan homojen bölgeler araç olarak tespit edilmemektedir.

Algoritma buraya kadar yapılan çalışma ile düşük gölgeye sahip, otopark yakınında ağaç olmayan kısımlarda % 85 üstünde başarı ile çalışmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Otoparkta tespit edilen araçlar (Kırmızı pikseller: Tarama penceresi tarafından tespit edilen homojen alanlar).

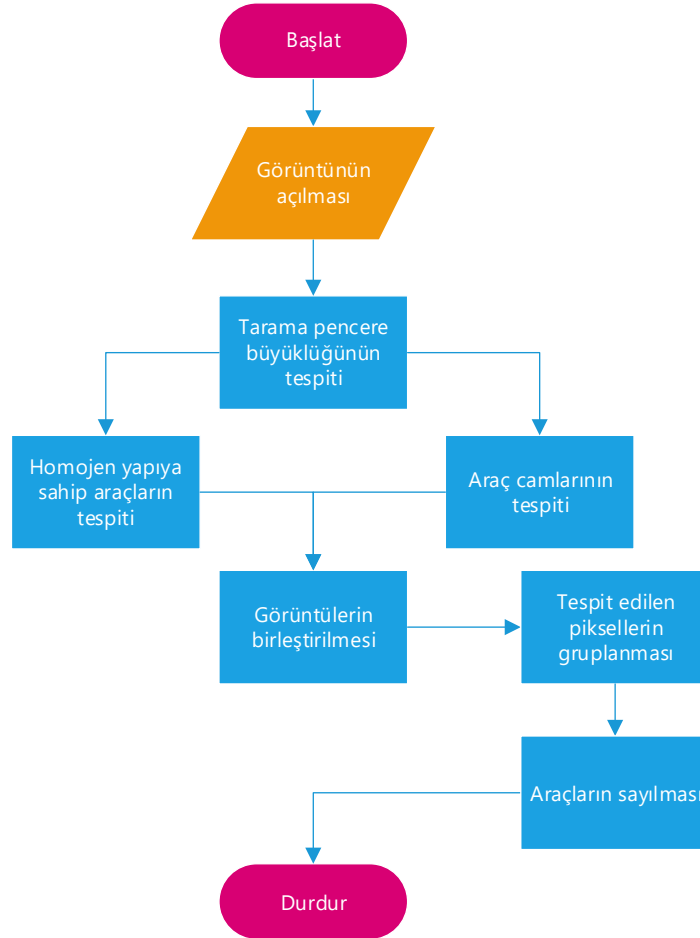
Sunulan çalışmanın amacı tüm zorlayıcı koşullara rağmen otoparktaki araçların tespiti olduğu için, yukarıda daha önce belirtilen özellikle gölgelerin neden olduğu sorunların çözülmesi için de çalışmalar yapılmıştır. Bu sorunların çözülebilmesi için yine araç görüntüsünde yer alan diğer bir homojen alan olan araçların yan, ön ve arka cam alanlarından yararlanılmıştır. Araçların cam alanları homojen ve çok düşük miktarda yansıma yapmaktadır. Ayrıca aracın cam bölmesinin bittiği yer ile boyanın başladığı yer arasında da büyük bir kontrast farkı vardır. Algoritma tespit edilen bu bilgi üzerine kurulmuştur. Kurulan algoritma, bir tarama penceresi kullanmanın yanı sıra, cam alan olarak tespit edilen pikseller tek tek tespit etme ve komşuluk ilişkilerine bakma yöntemini de kullanmıştır. Tarama penceresini kullanarak da ortalama histogram değerleri arasındaki farklara bakılmıştır. Sonuç olarak “araç camı” olarak görüntüde pikseller elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Otoparkta tespit edilen araç camları (Kırmızı ve yeşil pikseller: Farklı koşullar ile elde edilen araç cam noktaları Mavi Pikseller: Ağaç gölgesi).

Sunulan çalışmada tespit edilen sorunlar için de algoritmada geliştirmeler yapıldıktan sonra, yukarıda belirtilen sorunlu alanlar için de başarılı araç tespiti yapılmıştır.

Araç olarak tespit edilen piksel ve piksel gurupları tespit edildikten sonra, araçların sayılması için tespit edilen ve yukarıda da belirtildiği gibi özel renklerle boyanan pikseller komşuluk ilişkileri kullanılarak gruplanmıştır. Böylelikle her bir araç için araç sayısına sadece 1 eklemek amaçlanmıştır. Çalışmanın algoritması ile ilgili akış diyagramı aşağıdaki gibidir (Şekil 6).



Şekil 6. Akış çizelgesi.

4. SONUÇ

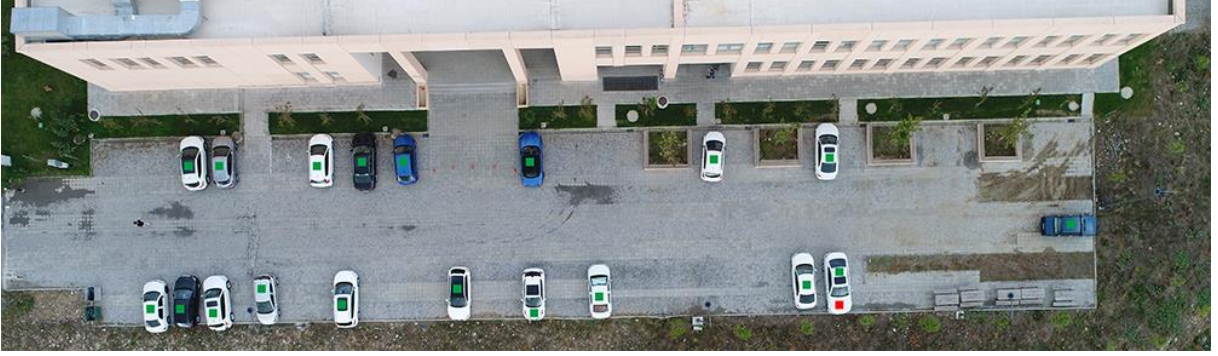
Microsoft C# kodlama dili kullanılarak, görüntüler açılmış, yukarıdaki sunulmuş olan algoritma kodlanarak çalıştırılmıştır. Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü'nde yapılan uçuşta elde edilen aynı piksel sayısına sahip görüntüler için 25x25 piksellik tarama penceresi kullanan algoritma Intel Core i7-7500U işlemci 8 GB ram ve SSD HDD e sahip bir bilgisayarda 67 saniyede sonuç üretmektedir. Kampüs içerisindeki 5 farklı otoparkta algoritma çalıştırılmıştır. Tüm otoparklar için insan gözü ile sayımlar yapılmış ve bunlar algoritma ile kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Çizelge 1. Uygulama başarı oranları.

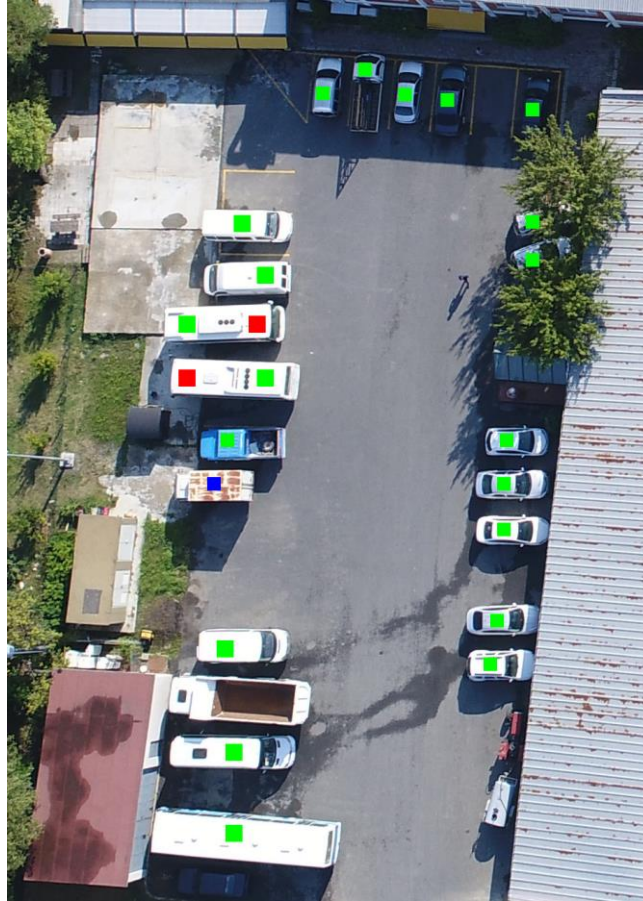
Otopark No	Başarı Yüzdesi
1	90,4
2	98,8

3	94,6
4	96,5
5	92,3

Sunulan çalışmada, İHA’lardan elde edilen görüntülerde önceden otopark olarak tanımlanmış bölgelerdeki araçların yüksek oran ile tespiti sağlanmıştır.



Şekil 7. Sonuç (Kırmızı pikseller: Yanlış sayım yapılan araç (iki defa sayım), Yeşil pikseller: Doğru sayım yapılan araçlar).



Şekil 8. Sonuç (Kırmızı pikseller: Yanlış sayım yapılan araç (iki defa sayım), Yeşil pikseller: Doğru sayım yapılan araçlar, Mavi Pikseller: Sayılamayan araç).

Çalışmanın bundan sonraki amacı, çalışmada %100 başarı olmasını engelleyen ve algoritmanın hata yaptığı noktalar ile ilgili geliştirmeler yapmaktır. Çalışmada tespit edilen başarı oranını düşüren faktörler aşağıdaki gibidir.

- Çok geniş ve birbirinden ayrı yerlerde olan birden fazla homojen yapıya sahip araçların 2 araç gibi sayılması (kaput ve tavan)
- Otopark alan yansıma değerleri ile aynı değerlere sahip araçların sayılamaması

Ayrıca çalışmanın bundan sonraki diğer amaçları, otopark tanımlaması yapmadan İHA görüntülerinden otomatik olarak araçların sayılması, otopark alanlarının da İHA görüntülerin otomatik olarak elde edilmesi, araçların hareketli olduğu alanlarda araç sayımı yaparak trafik hakkında Coğrafi Bilgi Sistemleri altyapısına destek sağlamaktır.

KAYNAKLAR

Haldenbilen S., Murat Y. Ş., Baykan N., Meriç N., 1999, Parking Problems in Cities: Sample of Denizli, *Journal Of Engineering Science*, 5(2-3), 1099;1108

Nyambal J., Klein R., 2017, Automated parking space detection using convolutional neural networks, *Pattern Recognition Association of South Africa and Robotics and Mechatronics*.

Ammour N., Alhichri H., Bazi Y., Benjdira B., Alajlan N., Zuair M., 2017, Deep Learning Approach for Car Detection in UAV Imagery, *Remote Sensing*, 9(4), 312; 2017

Cuchlinski W. A., Beaulieu Y., 2001, Parking Space Detection, *United States Patent*, US 6,266,609 B1

Vítek S., Melnicuk P., 2017, A Distributed Wireless Camera System for the Management of Parking Spaces, *Sensors*, 18, 69

True N., 2007, Vacant Parking Space Detection in Static Images, *University of California*

Poyraz Y., Sevgen S., 2017, GPU Programlama Tekniği ile Yüksek Performanslı Araç Takibi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, CİLT: 10, SAYI: 3

Høg Peter Jensen, T., Thomsen Schmidt, H., Dyremose Bodin, N., Nasrollahi, K., & Moeslund, T. B. (2018). Parking Space Verification: Improving Robustness Using A Convolutional Neural Network. In *VISAPP - International Conference on Computer Vision Theory and Applications*

Masmoudi I., Wali A., Jamoussi A., Alimi A. M., 2014, Vision based System for Vacant Parking Lot Detection: *VPLD*,

Wu Q., Zhang Y., 2006, Parking Lots Space Detection

Kabak M.O., Turgut O., 2010, Final Project