

## Yarı-otonom Drone Kullanılarak Nesnelerin İzlenmesi ve Plaka Tespitinin Gerçekleştirilmesi

Serdar ÖZER<sup>1</sup>, Furkan ÇOBANOĞLU<sup>2</sup>, Abdullah GENÇ<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Mekanik Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye  
<sup>1</sup> serdarozer10611@gmail.com, <sup>2</sup> furkan.cobanoglu07@gmail.com, <sup>3</sup> abduallahgenc@isparta.edu.tr

(Geliş/Received: 25/12/2021;

Kabul/Accepted: 27/06/2022)

**Öz:** Araçlar günlük hayatımızın büyük bir bölümünde yer alır ve sayıları gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum, hareket halindeki araçların takibini ve plakalarının tespitini ihtiyaç haline getirmiştir. Bu işlemlerin otomatik yapılması, iş gücü ve ekonomik bakımından büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada, dört rotorlu bir DJI Tello Drone kamerasıyla elde edilen verileri görüntü işleme algoritmalarıyla hareketli bir hedefi izleyen ve araçların takibini gerçekleştiren bir sistem önerilmiştir. Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır: Birincisi, drone üzerinden gelen görüntülerin yazılıma aktarılması; ikincisi, yapılan analiz sonunda gelen görüntülerin veri tabanına kayıt edilmesi; üçüncü aşamada ise elde edilen veriler dâhilinde belirtilen belli bir nesnenin yarı-otonom takibinin yapılabilmesidir. Takip yüksekliği ve mesafesi manuel olarak ayarlanabilmektedir. Sistem gerçek zamanlı tespit ettiği bir aracın; kayıt tarihi, plaka metni, plaka resmi, araç resmi ve takip resmi gibi beş farklı veriyi kaydetmektedir. Çalışmada, plaka bilgisi veri tabanına kaydedilmeden önce plaka metni, plaka resmiyle karşılaştırarak çevreden kaynaklı (plakadaki yoğun ışık yansımaları, karanlıktan aydınlığa geçiş yoğunluğu, plaka üzerindeki çıkartma veya kir vb.) olası hatalar kullanıcı tarafından manuel olarak giderilebilir ve daha sonra plaka bilgisi, veri tabanına kaydedilir. Önerilen sistem, film, hava fotoğrafçılığı ve savunma sanayisi dâhil birçok alanda kullanılabilir. Elde edilen sonuçlara göre plaka tanıma %79.54 nesne takip sisteminde ise %85 oranında başarı elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Drone, yarı-otonom, görüntü işleme, araç takibi, nesnelerin izlenmesi.

### Recognizing Objects and Tracking Vehicles Using Semi-autonomous Drone

**Abstract:** Vehicles take place in a large part of our daily life and their number is increasing day by day. This situation has made the tracking of vehicles in motion and the detection of their license plates a necessity. Performing these processes automatically will provide a great convenience in terms of labor and economy. In this study, a system that recognizes a moving target and tracks vehicles using image processing algorithms using the data obtained with a quadrotor DJI Tello Drone camera is proposed. The work consists of three stages: The first one is transferring the images from the drone to the software and the second one is recording the images received at the end of the analysis to the database; In the third stage, semi-autonomous tracking of a specified object within the data obtained is possible. Tracking height and distance can be adjusted manually. The system detects a vehicle in real-time and records five different data such as registration date, license plate text, license plate image, vehicle image, and tracking image. In the study, possible environmental (intense light reflection on the plate, the intensity of transition from dark to light, sticker or dirt on the plate, etc.) errors can be eliminated by comparing the plate text with the plate image before the plate information is recorded in the database. In case of an error, the license plate information is saved in the database after the user corrects it manually. The proposed system can be used in many fields, including film, aerial photography, and the defense industry. According to the results obtained, 79.54% success is achieved in license plate recognition and 85% success in the object tracking systems.

**Key words:** Drone, semi-autonomous, image processing, tracking vehicles, recognizing objects.

#### 1. Giriş

Plaka tanıma sistemleri, günümüzde trafik denetimi, köprü veya otoyol otomatik geçiş sistemleri ve otopark sistemleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Araç ve plaka tanıma sistemiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. 2000-2010 yılları arasında yapılan araştırmalardaki nesne tanıma ortalama başarı oranı %89.35 iken daha sonraki yıllarda gelişen teknoloji sayesinde bu başarı oranı kademeli olarak artmıştır [1]. Kameralarla donatılmış drone'lar; tarım, hava fotoğrafçılığı, film çekimleri, kargo hizmetleri gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Sonraki yıllarda ise makine öğrenme algoritmaları sayesinde daha geniş bir yelpazeye hitap etmektedir. Özellikle gerçek zamanlı nesne tespiti, yüz tespiti, nesnelere sayma, plaka tespiti gibi birçok alanda bu yöntem kullanılmaya başlanmıştır [2-4].

\* Sorumlu yazar: [abduallahgenc@isparta.edu.tr](mailto:abduallahgenc@isparta.edu.tr). Yazarların ORCID Numarası: <sup>1</sup>0000-0003-0300-6179, <sup>2</sup>0000-0002-5687-8950, <sup>3</sup>0000-0002-7699-2822

Literatür incelendiğinde benzer yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen birçok çalışma bulunmaktadır. Çevik çalışmasında, bir kamera yardımıyla plaka tanıma işlemi yapılmıştır. Önce önerilen sistem tarafından plaka bölgesi bulunur ve yakalanan plakadaki karakterler ayrıştırılarak Blob Coloring yöntemiyle analiz yapılır. 259 araç görüntüsü kullanılmış ve plaka yerinin tespitinde 255 araçta başarı sağlanmıştır. Plaka bölgesi doğruluk tespiti ise yaklaşık %98.4'tür [1]. Başka bir çalışmada, dört rotorlu insansız hava aracının (İHA) görüntü tabanlı nesne takibi yapılmıştır. Python yazılım dili ve OpenCv modülü kullanılmış olup 4 rotorlu insansız hava aracına wi-fi ile bağlanarak görme tabanlı nesne takibi yapılmıştır. Autoflight programı yardımıyla drone hareket ederken konum bilgileri anlık olarak arayüz üzerinde takip edilebilmektedir [2]. Kaplan çalışmasında, haarcascade sınıflandırıcı kullanılarak görüntü işleme teknikleriyle sayesinde görüntü içerisinde insan yüzünün tespiti ve görüntüdeki yerinin belirlenmesi yapılmıştır ve Python dilinde OpenCv modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir [3]. Dilmen vd. çalışmalarında, drone kullanılarak iniş, kalkış ve nesne takibi vb. fonksiyonları gerçekleştiren bir sistem önermiştir. Oto pilot modülü, Python yazılım dili ve Robot Operating System (ROS) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu modülde iki farklı bölüm bulunmaktadır. Bunlardan ilki nesne takibi gerçekleştirmek, diğeri ise GPS verileriyle bir uçuş gerçekleştirmektir [4].

Ayrıca diğeri bir çalışmada, plaka tanıma için yeni bir sistem önerilmiştir. Bu sistemdeki algoritma üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar plaka bölgesi, karakterlerin ayrıştırılması ve karakterlerin tanınmasıdır. Plaka çerçevesi için kenar algılama ve bulma algoritmaları kullanılmıştır. Karakter bölüştürme kısmında ise Smearing algoritmaları ve bazı morfolojik algoritmalar tercih edilir. Bu algoritmaların sonucunda ise %98 başarı elde edilmiştir [5]. Oral vd. araç plakası tanıma üzerine yaptıkları çalışmada, farklı olarak yapay sinir ağlarını (YSA) kullanılmıştır. Karakter ayrıştırma kısmında, yatay ve dikey Smearing algoritması kullanılmıştır. Ayrıştırılan karakter için ise 22 harf ve 10 rakam için iki farklı YPA eğitilmiş ve karakter tanıma işlemi yapılmıştır. Plaka tanıma başarısı %86 seviyelerinde kalırken, karakter ayrıştırma başarısı %99.7 ve karakter tanıma başarısı ise %96.7 seviyelerine olduğu gözlemlenmiştir [6]. Günaydın tarafından yapılan bir araştırmada ise gerçek zamanlı plaka tanıma sistemi, Java Platform tabanında gerçekleştirilmiştir. Kısıtların dikey köşe üzerinden karakter olmayan kısımların filtrelenmesiyle bulunur. Karakter tanınması için optik karakter tanıma modülü (OCR) ve çok katmanlı algılayıcı (MLP) modülleri ile çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, plaka yer tespiti konusunda %92 başarı seviyesi elde edilirken karakter tanınmasında ise %88 başarıya ulaşılmıştır [7]. Diğeri bir çalışmada, kamera görüntüsü üzerinden plaka karakterlerini otomatik olarak tanıyabilen bir sistem geliştirilmiştir. Plakanın ve plakadaki karakterlerin konumunu tespit etmek yerine doğrudan karakter tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu tanıma işlemi 0.4 saniyede yapılır ve başarı oranı ise %98 olarak görülmüştür [8]. Son olarak Hanbay vd. yaptıkları çalışmada, nesne tespit ve takip metodları incelemiştir. Nesne takibi yapan çalışmaların genel olarak dört farklı aşama içerdiği görülmüştür. Bu aşamalar ön işlemler, nesne tespiti, nesne sınıflandırma ve nesne takibi olarak sıralanabilir. Bu adımlar içerisinde nesne tespiti önemli bir yere sahiptir. Nesne tespiti, genellikle video çerçeveleri arasındaki fark, optik akış ve arka plan modeli çıkartmak gibi aşamalar altında incelenebilir [9].

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, nesne izleme, plaka ve araç tespiti üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu hareketli olmayan bir kamerayla yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada 360° hareketli bir drone (DJI Tello drone) kullanılarak görüntü işleme teknikleriyle hem plaka tanıma hem de nesne izleme sistemi önerilmiştir. Literatürde nesne takibinde drone kullanılan çok fazla çalışma bulunurken iken bu çalışmada özgün olarak, plaka analizi ve araç takibi amacıyla drone kullanılmıştır. Plaka bilgisi veri tabanına kaydedilmeden önce plaka metni plaka resmiyle kullanıcı tarafından karşılaştırılarak sistemin hata oranı azaltılabilmektedir. Bazı nedenlerden dolayı (plakada oluşan ışık yansıması, karanlıktan aydınlığa geçiş yoğunluğu, karakterlerin resimde ışık kırılmasına uğraması, plakanın üzerinde bulunan çıkartma, boya ve plakanın kirli olması vb.) plaka resmi sağlıklı elde edilemediği için bu manuel olarak düzeltmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu istenmeyen durumlar, karakter analizinin doğruluğunu ve karakter analizi işlem süresini etkilemektedir. Bu makale şu şekilde organize edilmiştir: Bölüm 2'de KNN (K-en yakın komşu) algoritması ile karakter analizi ve plaka bölgesini tanımlama işlem basamakları ve yarı-otonom kontrol işlemi bulunmaktadır. Bölüm 3'te yarı-otonom nesne izleme içerirken Bölüm 4'te ise elde edilen bulgular içermektedir. Bölüm 4'de ise sonuç bölümü verilmiştir.

## 2. Araç ve Plaka Tanıma Sistemi

Bu çalışmada kullanılan yöntem üç aşamadan oluşur. Bunlardan ilki, drone üzerinden gelen görüntülerin yazılıma aktarılması; ikincisi, yapılan analiz sonunda gelen görüntülerin veri tabanına kayıt edilmesi; sonuncusu ise elde edilen veriler dâhilinde belirtilen belli bir nesnenin yarı-otonom takibinin yapılabilmesidir. Otonom sürüş kontrolü ve görüntü işleme uygulaması için programlanabilir bir işlemciye sahip DJI Tello Ryze model bir

drone Şekil 1’de verilmiştir. Sadece wifi ile direk bağlantının yapılabilmesi ve programlama işlemi için SDK kütüphanesine sahip olması gibi özelliklerden dolayı bu cihaz seçilmiştir [10].



Şekil 1. Kullanılan drone ve kamerası

Öncelikle sistemde iki farklı arayüz mevcut birincisi ana kullanıcılar (admin) için diğeri ise misafir kullanıcılar içindir. Bu kullanıcıların birbirinden farkları ise erişebildikleri verilerdir. Gelen gerçek zamanlı görüntüler üzerinden kullanıcı, istediği bir anda “ekran yakalama” diye adlandırılan anlık ekran görüntüsü alır. Bu görüntülere Python içerisinde bulunan OpenCv modülüyle bir obje tespiti yapılır. Bu işlemde ise OpenCv ile kullanılabilen hazır haarcascade paketlerinden biri olan plaka tespiti yapan xml uzantılı paketi kullanılmıştır. Burada, Haar-like olarak da isimlendirilen Haarcascade, görüntü üzerinde nesne bulmak için uygulanan bir yöntemdir. Böylece görüntü üzerinde sadece plaka bulunan kısım elde edilir. Bu plaka bulunan kısım kırılarak sadece plaka resmi verisine dönüştürülür. Kırılmış bu görüntü üzerinde plakanın metni, KNN (K-en yakın komşu) algoritmasıyla karakter analizi yapılmaktadır. Bu plaka içerisinde bulunan metnin karakter analizinden önce resmin bir takım filtreleme işlemlerine sokulması gerekiyor.

## 2.1. KNN algoritmasıyla karakter analizi

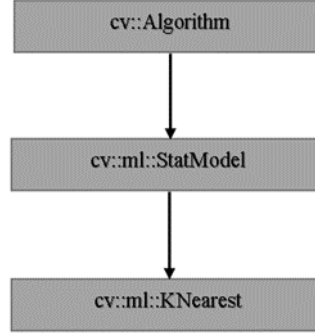
KNN algoritması, ilk olarak 1951’de Evelyn Fix ve Joseph Hodges tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir sınıflandırma yöntemidir. Her iki durumda da girdi, bir veri setindeki en yakın k eğitim örneğinden oluşur ve sınıflandırma veya regresyon için kullanılabilir [11]. Renkli görüntüyü gri görüntüye dönüştürmek için, R (Kırmızı), G (Yeşil), B (Mavi) değerlerini NTSC (National Television Standards Committee) formatına dönüştürdükten sonra renkler kullanılarak satır verilerini sıfıra çekip resmin gri değerine dönüştürülme işlemi Denklem 1’e göre yapılmaktadır.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.59 & 0.11 \\ 0.61 & -0.207 & -0.32 \\ 0.21 & -0.52 & 0.31 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada, Q ile I simgeleri renk farklarının işaretleridir. Y değeri ise Q değeri ve I değeri sıfır değerine dönüştürülüp hesaplanır. YIQ renk modelinde, Y parlaklık olup I ve Q ise renktir (I=red/green, Q=blue/yellow).

Görüntüdeki gürültüyü azaltmak ve nesne belirlemek için eşik belirleme yöntemi kullanılarak görüntü siyah beyaz renge çevrilmiştir. Daha sonra görüntü kontrol ünitesine (kullanıcı bilgisayarı) aktarılmıştır. Gri görüntü değerleri birçok etkene göre değişiklik göstermektedir. Bu değişken seviyesini ölçebilmek için bölgesel eşik algoritması adı verilen yöntem kullanılır. Bu algoritma ile renk sınır değerleri bulunur. Daha sonra gri olan görüntü siyah beyaz formata çevrilir. Otsu metoduyla gri görüntüler 0 ile 256 arasında değerler alabilmektedir. Bu değerler arasında en küçük değerleri verenler seçilir. Bu değerler daha sonra eşik değerleri için bu iki renk (siyah ve beyaz) sınıfının sınıf içi varyans değeri hesaplanır.

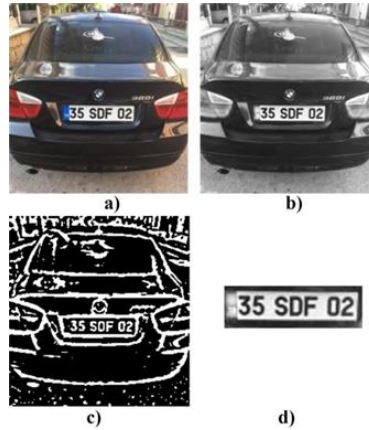
KNN algoritmasının OpenCv içerisinde sınıflandırılması Şekil 2’de verilmiştir. Elde edilen plaka görüntüsündeki karakterlerin analizi için OpenCv içerisinde bulunan “StatModel” modele dâhil olan “KNearest” algoritması kullanılmıştır. Bu algoritmayı eğitilmek için rakam ve harflerden oluşan görüntüler yüklenmiştir. Eğitildikten sonra istenilen resim üzerinde analiz yapılabilmektedir.



Şekil 2. KNN algoritmasının OpenCv içerisinde sınıflandırılması

## 2.2. Plaka bölgesini tanımlama işlem basamakları

Orijinal renkli görüntü, gri görüntü, plakanın eşik görünümü ve tespit edilen plaka resmi Şekil 3'te verilmiştir. Öncelikle gerçek zamanlı görüntü *OpenCv* kullanılarak Şekil 3b'deki gri görüntü elde edilmiştir. Plaka bölgesinin daha iyi tespit edilebilmesi için gri görüntü, Şekil 3c'deki eşik görüntüsüne kenar algılama yöntemi ile dönüştürülür. Bu sayede Haarcascade yöntemiyle olası plaka bölgeleri daha net tespit edilir. Bulunan plaka bölgeleri üzerinde yapılan filtreleme işleminden sonra en yüksek doğruluğa sahip plaka bölgesi ROI (Region of Interest) yöntemiyle kırılarak Şekil 3d'deki gibi işlenmeye hazır hale gelir. Renkli plaka resmi kullanılmamasının sebebi, işlem sayısının çok fazla olmasıdır. Burada bahsedilen ROI yöntemi, rasgele hareket eden nesnelere veya bölgelere izlemek için en yüksek kalitede görüntü sağlamaya odaklanmak için kullanılır. Haarcascade yöntemiyle elde dört parametre  $(x, y, w, h)$  kullanılarak, ROI yöntemi için gerekli iki parametre  $(y: y + h, x: x + w)$  elde edilmiş olur. Burada  $x$  ve  $y$  koordinatları gösterirken  $w$  ve  $h$  ise seçilen bölgenin en ve boyunu gösterir.



Şekil 3. a) Orijinal renkli görüntü b) gri görüntü c) plakanın eşik görüntü d) tespit edilen plaka

Karakter belirlemeden önce kenar belirleme işlemi yapılmasında yarar vardır. Bu işlem, bir görüntünün sınırlarını ve nesnelerin sınırlarında bulunan pikselleri tespit etmek için kullanılır. Görüntüdeki yoğunluğun ani değişim gösterdiği yerleri arayan kenarları tespit etmek için aşağıdaki kıstaslardan biri kullanılır:

- Yoğunluğun birinci türevinin diğer eşiklerden büyük olduğu yerler
- Yoğunluğun türevinin sıfır olduğu yerler

Kenar belirleme işlemi, plaka metninin bulunduğu bölge ve plakada tespit edilen karakterler Şekil 4'te verilmiştir. Belirlenen kenarlar kırmızı bir çerçeve içerisine alınarak karakter tanımanın yapılacağı bölge işlenir ve tespit edilen karakterler ifade edilir. Karakter analizinden sonra tespit edilen karakterler tek tek çerçeve içerisine alınır. Filtreleme işlemlerinden sonra KNN algoritması ile karakter tanımlama işlemi yapılır. Plakanın

ışık yoğunluğu, karanlıktan aydınlığa geçiş yoğunluğu, karakterlerin görüntüde ışık kırılmasına uğraması, plakanın üzerinde bulunan çıkartma ve boya gibi etkenler ve plakanın kirli olması karakter analizinin doğruluğunu ve karakter analizi işlem süresini değiştirmektedir. Şekil 4c'de yukarıda belirttiğimiz olumsuz etkenlerden hiçbirisini içermeyen bir plakaya yapılan karakter analizi gösterilmektedir.



Şekil 4. a) Kenar belirleme işlemi, b) plaka metninin bulunduğu bölge  
c) plakada tespit edilen karakterler

Karakter tanıma işleminden sonra elde edilen sonuçların çıktısı Şekil 5'te verilmiştir. Bu arayüzün üzerinde, analiz sonucunda görüntü verilerinin üzerinde tespit edilen metin yazdırılır. Daha fazla veri elde etmek için plakanın yanı sıra araç resmi de veri tabanına kaydedilir. Araç resmi ise daha önce belirtildiği gibi kullanıcı tarafından ekran yakalama işlemiyle kayıt edilir. Bu iki veri (plaka ve araç) farklı işlemler için kullanıcı isteğine göre geçici veya kalıcı olarak tutulur. Geçici tutma işlemi "yakalanan plakalar" ve "yakalanan araçlar" adlı klasörlerde gerçekleştirilirken kalıcı tutma işlemi ise "kayıtlı plakalar" ve "kayıtlı araçlar" adlı klasörlerde gerçekleştirilmiştir.



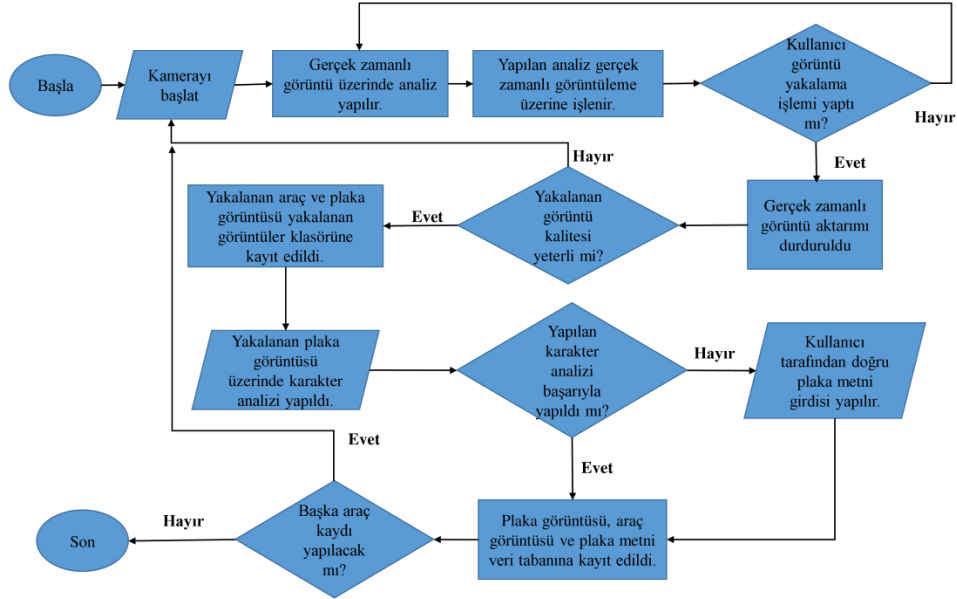
Şekil 5. a) Plaka tespiti ve plaka karakter analizi b) plaka verisinin veri tabanı kayıt işlemi

Misafir kullanıcı kalıcı tutulan bir veriyi silebilmesi için ana kullanıcı olması gerekmektedir. Sistemde tespit edilen araç ve plaka görüntüsü manuel olarak yakalanır ve yerel bir klasör içine kayıt edilir. Daha sonra görüntünün çözünürlüğü istenen değerlerde ise kullanıcı tarafından veri tabanına kayıt edilir. Araç resmi ve plaka görüntüsü, yakalanan ve kayıt edilen olmak üzere iki farklı klasörlerde tutulur. Bu sayede görüntü verilerinin fazla olması nedeniyle sistem bir veri bankası görevi de görür. Veri fazlalığının verilerin filtrenmesinde zorluk oluşturmaması için görüntüler, analiz edilen plaka metni ile beraber kayıt edilir. Plaka analizinin işlem basamakları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Plaka analizinin işlem basamakları

Gerçek zamanlı görüntü üzerine plaka tespitinde ilk olarak uygulanan Haarcascade algoritması plaka bölgesini tespit etmektedir. Plaka bölgesinin tespitinden sonra plaka bölgesinin resmi OpenCv kütüphanesinin içerisinde bulunan ROI fonksiyonu ile kırılmaktadır. Bu kırılan görüntü karakter tespit üzere analiz edilir ve bu analiz Şekil 6'da verilmiştir. Bu aşamaya kadar olan işlemlerin kayıt akış şeması Şekil 7'de verilmiştir. Ayrıca, araç ve drone'un hareket halinde olmasından dolayı plaka görüntüsü istenilen açıdan yakalanamayabilir ve bu durum karakter analizini ve kullanıcı tarafından okunmasını güçleştirir. Bu nedenle yakalanan görüntünün okunabilir olup olmadığı kullanıcı tarafından belirlenir.



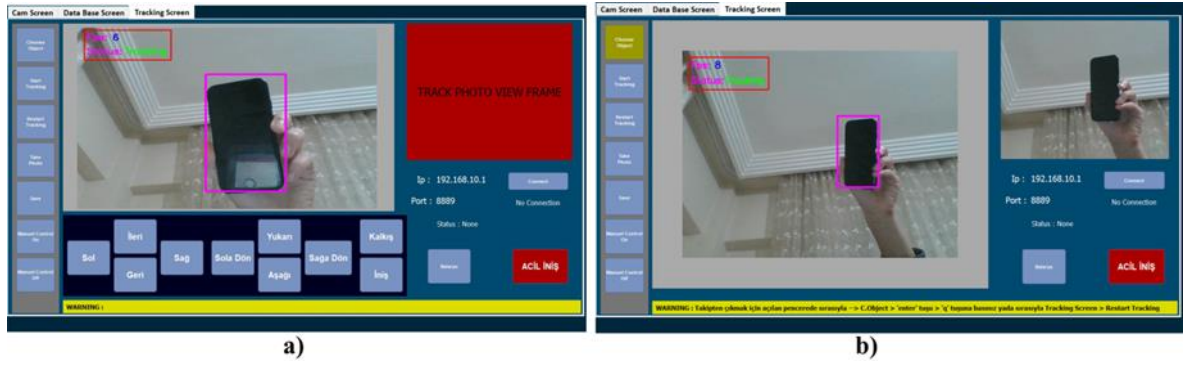
Şekil 7. Kayıt akış şeması

### 3. Yarı-otonom Nesne izleme

Drone'un uçuşu esnasında hem kontrolü hem de istenilen bir nesnenin izlenmesi bilgisayar üzerindeki arayüz sayesinde yapılır. Bu işlemler hem manuel hem de otonom olarak Şekil 8'de verildiği gibi yapılabilir. Uçuş başlangıçta manuel olarak başlar. Daha sonra OpenCv kütüphanesinin içerisinde bulunan selectROI fonksiyonuyla gerçek zamanlı alınan görüntü üzerinde izlenecek nesne kullanıcı tarafından seçilir. CSRT (Channel and Spatial Reliability Tracking) yönteminin içerisinde bulunan init fonksiyonunu, gerçek zamanlı

görüntü verileri ve seçilen bölge olmak üzere iki parametreyi kullanır ve gerçek zamanlı nesneyi sürekli takip eder. Anlık takip yapabilmek için seçilen dikdörtgen alanın konum bilgileri sürekli drone üzerindeki işlemciye gönderilir. Bu CSRT yöntemi, seçili bölgenin büyütülmesi ve yerleştirilmesi, dikdörtgen olmayan bölgelerin veya nesnelerin daha iyi izlenmesine olanak sağlar. Nesnenin uzaklaşması durumunda seçilen bu dikdörtgen bölge küçülür ve daha iyi takip yapmak için drone nesneye doğru hareket eder. Arayüz üzerindeki “start tracking” butonuyla seçilen nesne otonom olarak takip edilir.

Otonom takip esnasında bir sorunla karşılaşılır ise manuel kontrol paneline geçilebilir. Gerçek zamanlı takip edilen nesnenin yerine başka bir nesne takibi yapmak için Şekil 8a’da “restart tracking” komutu mevcuttur. Kullanıcı istediğinde anlık görüntü kayıt edebilir. Beklenmedik bir sorunla karşılaşılır ise drone acil iniş seçeneği ile kendini durdurup yere bırakacaktır. Ayrıca arayüzdeki batarya göstergesi ile mevcut batarya doluluk oranı kullanıcı ile paylaşılır ve bataryadaki enerji bitmeden kullanıcı manuel olarak cihazı geri çağırabilir. Kırmızı dikdörtgen içerisinde fps (Frame Per Second) değeri ve nesnenin takip durumu verilmiştir. Fps değeri, kameranın özelliklerine göre 5-24 arasında değişmektedir. Ekranda “tracking” ve “lost” olmak üzere iki farklı takip durumu okunabilir.



Şekil 8. Seçilen nesnenin a) manuel ve b) otonom olarak izlenmesi

Önerilen sistem, hem plaka tespiti ve karakter analizi hem de yarı-otonom nesne izleme için 100 araç üzerinde test edilmiştir ve aynı drone kullanılarak görüntüler elde edilmiştir. Deneyler açık otoparkta bulunan farklı renkte ve modeldeki araçlar üzerinden testleri gerçekleştirilmiştir. Bu testler yaklaşık 2 metre yüksekliğinde ve araçtan 4-5 m uzaklığında gündüz açık havada yapılmıştır. Sistemin doğruluk oranları Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre, plaka bölgesini tespitinde başarımları % 90 olup, plakadaki karakterlerin tespitinde ise başarımları % 87.7’dir. Karakterlerin doğruluğu tespitinde bu oran, % 79.54’e düşmektedir. Bu değerler kabul edilebilir seviyededir. Elde edilen sonuçlara göre başarısız sonuçlar, plakadaki yoğun ışık yansımaları, plakanın üzerinde bulunan çamur ve boya gibi çeşitli maddeler ve kamera çözünürlüğünden kaynaklanmış olabilir. Elde edilen bu başarımları artırmak için algoritma büyük bir eğitim veri setiyle eğitilmelidir. Ayrıca, test işlemleri genellikle kapalı ortamda yapılmıştır. Bunun sebebi ise kullanılan kameranın ışık hassasiyetinin yüksek olmasıdır. Daha yüksek kamera kalitesine sahip bir drone ile ışık hassasiyeti sorunu kolaylıkla çözülebilir. 4K çekim özelliğine sahip FPV (First Person Video) kamera kullanmak yeterlidir.

Literatürdeki benzer çalışmaların performanslarının karşılaştırılması Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre plaka tespiti için yapay sinir ağları (YPA) ve çeşitli algoritmalar kullanılmıştır. Evrimsel sinir ağlarında başarımları, YPA’na göre daha yüksektir. Nesne takibinde ise YSA, YOLO algoritması ve CSRT tracking algoritması kullanılabilir.

Tablo 1. Sistemin doğruluk oranları

İşlemler	Test sayısı	Başarılı sonuç	Başarımları
Plaka bölgesini tespiti	100	90	% 90
Plakadaki karakterlerin tespiti	90	79	% 87.7
Plakadaki karakterlerin doğruluğunun tespiti	88	70	% 79.54
Otonom nesne izleme	100	85	% 85

**Tablo 2.** Literatür karşılaştırması

Referans	Uygulama alanı	Kullanılan yöntem	Başarım oranı
[1]	Plaka tespiti	Blob cloring	%95
[5]	Plaka tespiti	Edge detection and smearing algoritması	%92
[6]	Plaka tespiti	Yapay sinir ağları (YPA)	%86
[7]	Plaka Tespiti	Çok katmanlı algılayıcılar (MLP)	%88
[8]	Plaka tespiti	Evrişimsel sinir ağları	%98
[12]	Nesne takibi	Yapay sinir ağları (YPA)	%88
[13]	Nesne takibi	YOLO algoritması	%76
Bu çalışma	Plaka tespiti ve nesne takibi	KNN algoritması ve CSRT tracking algoritması	%90-%85

#### 4. Sonuç

Günlük hayatımızın ayrılmaz bir parçası olan araçların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum araçların takibinin ve plakalarının tespitini gerekli kılmaktadır. Bu takibin ise otomatik yapılması iş gücü ve ekonomik açılarından büyük kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca sadece araçlar değil birçok nesnenin takibinin yapılması her alanda gerekli bir ihtiyaçtır. Bu çalışmada dört rotorlu bir DJI Tello Drone kamerası ile elde edilen görsel verileri görüntü işleme algoritmalarıyla hareketli bir hedefin tespit ve takip sistemi önerilmiştir. Drone'un çalışma sistemi yarı-otonom olarak gerçekleştirecek şekilde hazırlanmıştır. Otonom drone, gerçek zamanlı tespit ettiği aracın; kayıt tarihi, plaka metni, plaka resmi, araç resmi ve takip resmi olmak üzere beş veri kaydetmektedir. Drone'nun takip yüksekliği ve takip mesafesi istenilirse manuel olarak ayarlanabilmektedir ve veri tabanına kayıt edilen her veri, yedeklenebilir ve kullanıcıya mail olarak gönderilebilir. Çalışmada Python programlama dili kullanılmıştır. Sonuçları incelendiğinde plaka tanıma %79.54 nesne takip sisteminde ise %85 oranında başarı elde edilmiştir. Veri tabanında elde edilen bilgiler ile okunan plakalar karşılaştırıldığı da ise sistemin düşük hata oranıyla çalıştığı tespit edilmiştir. Nesne izlemede veri kaybı ve gecikmeler yaşanmaması için takip edilen nesne ile drone arasındaki mesafenin mümkün oldukça yakın olmasına dikkat edilmelidir. Plaka görüntüsü yapılamayan aracın otonom sistemle plakasının elde edilmesi mümkündür. Plaka analizi ve araç takibinin yanı sıra dur ihzarına uymayan şüphelilerin de otonom takibi yapılabilmektedir. Sabit kamerayla tek açıdan yapılan kayıtlar için daha fazla sayıda kameraya ihtiyaç olduğu açıktır ve bu görüntülerin elde edilmesi ve izlenmesi maliyeti artırır. Sabit kameranın avantajı ise enerjinin sürekli sağlanabilmesidir.

#### Teşekkür

Bu araştırma, "Yarı otonom drone ile araç takibi ve nesne izleme" başlıklı 2209-A proje olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu çalışmanın ortaya çıkmasında verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- [1] Çevik K.K. Yapay zekâ yöntemleri ile araç plaka tanıma sistemi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2010.
- [2] Ceylan A. Dört rotorlu hava aracı ile görme tabanlı nesne takibi, Yüksek lisans tezi, Fırat üniversitesi, Elazığ, 2018.
- [3] Kaplan A, Gerçek ve yarı zamanlı yüz tespit etme, Yüksek lisans tezi, Fırat üniversitesi, Elazığ, 2018.
- [4] Dilmen H, Santur Y, Baysal H, Talu F. M. Multi rotor robotlar için oto pilot yer kontrol birimi, ELECO 2014 Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu; 27 - 29 Kasım 2014; Bursa. 764-766.
- [5] Özbay S. Automatic vehicle identification by plate recognition. Master school thesis, Gaziantep University, Gaziantep, 2006.
- [6] Çelik U, Oral M. Motorlu araç plaka görüntülerinden karakter ayrıştırma ve tanıma, IJCI Proceedings of International Conference on Signal Processing; Eylül 2003; 453-456.
- [7] Günaydın G. Ö. A constraint based real-time license plate recognition system, Master school thesis, Middle East Technical University, Ankara, 2007.
- [8] Bayram F. Derin öğrenme tabanlı otomatik plaka tanıma, Politeknik dergisi, 2020, Cilt:23, Sayı:4, 955-959.



- [9] Hanbay K. Üzen H. Nesne tespit ve plaka öğrenme metotları, Türk Doğa ve Fen Dergisi, Cilt:6, Sayı:2, 40-47.
- [10] Dji, Tello sdk 2.0 User Guide. Kasım 2018, URL <https://dl-cdn.ryzrobotics.com/downloads/Tello/Tello%20SDK%202.0%20User%20Guide.pdf>, 2021.
- [11] N. S. Altman. An introduction to kernel and nearest neighbor nonparametric regression, Thesis, Cornell University, New York, 1991.
- [12] Altundoğan T. G Karaköse M. Derin yapay sinir ağları kullanan dinamik bulanık bilişsel haritalarla çoklu görüde nesne takibi, Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi, 2021, Cilt:33, Sayı:2, 456-469.
- [13] Li-Yu-Lo. Chi Hao Yiu. Yu Tang. An-shik Yang. Boyang Li. Chih-Yung Wen. Dynamic Object Tracking on Autonomoues UAV System for Surveillance Applications, Sensors21, Cilt:21 Sayı:23, 3-20.