

DRONELARIN SAVUNMA REFLEKSLERİ

Adnan AKPINAR

211402111

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Prof. Dr. Ensar GÜL

İstanbul

T.C. Maltepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Haziran, 2023

DRONELARIN SAVUNMA REFLEKSLERİ

Adnan AKPINAR

211402111

ORCID: 0000-0001-9295-3252

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Prof. Dr. Ensar GÜL

İstanbul

T.C. Maltepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Haziran, 2023



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.



ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.



TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aőamasında beni destekleyen, yol gösteren, motive eden kıymetli hocam, danıőmanım Prof. Dr. Ensar Göl'e çok teşekkür ederim.

Tanıdığım ilk günden itibaren beni her zaman destekleyen, bana inanan sevgili abim, dostum, sırdaőım Murat Yıldız'a baőta olmak üzere bütöl aileme ve beni hiç yalnız bırakmayan her zaman yanımda olan ve tez çalışması boyunca da desteklerini esirgemeyen dostlarım Oğuz Işık ile Ömer Faruk Artun'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimin ilk gününden son gününe kadar bilgi ve tecrübesiyle desteğini hiç esirgemeyen beni her koőulda yönlendiren, cesaretlendiren ve destekleyen bu çalışmanın her aőamasının gerçekleőtirilmesinde ilk andan itibaren hiçbir yardımını esirgemeyen çok değerli ve kıymetli eőim İrem Akpınar'a ve hiç destek olmayan, ders yapmama izin vermeyen ve hiç susmayan kızım Nil Akpınar'a da saygı ve őükranlarımı sunarım.

Adnan AKPINAR

Haziran, 2023

ÖZET

DRONELARIN SAVUNMA REFLEKSLERİ

Adnan Akpınar
Yüksek Lisans Tezi
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Danışman: Prof. Dr. Ensar Gül
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2023

Dronların kullanımı ve hayatın içindeki yerleri her geçen gün çeşitlenmekle beraber gün geçtikçe hayatın herhangi bir alanında bu araçların kullanımı ile ilgili yeni gelişmeler de yaşanmaktadır. Bu gelişmeler doğrultusunda dronlar ülkelerin savunma alanlarına da büyük katkılar sağlamıştır. Dronun gördüğü nesnelerin özelliklerini hızlı tespit ederek önlem almak mümkün hale gelmiştir. Güvenlik mesafesini ihlal eden nesnenin özelliklerinin tespit süresi gösterilecek refleksi doğrudan etkilemektedir. Ardından dronun kendini savunması için gösterdiği refleks ve verilen reaksiyon süreleri de bu bağlamda değişkenlik göstermektedir. Bu tez çalışmasında son dönemde geliştirilmiş hızlı ve başarılı nesne takip modülleri kullanılarak gelen herhangi bir saldırıya karşı dronların kendi kendilerini savunmasını sağlayacak refleksler geliştirmeleri sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Drone, Görüntü İşleme, drone savunma refleksi.

ABSTRACT

DEFENSIVE REFLEXES OF DRONES

Adnan Akpınar
Master's Thesis
Department of Computer Engineering
Computer Engineering Programme
Advisor: Prof. Ensar Gül
Maltepe University Graduate School, 2023

The use of drones and their place in everyday life is diversifying with each passing day, and new developments related to the use of these devices are being experienced in any area of life. In this context, drones have also made significant contributions to countries' defense areas. It has become possible to quickly detect the features of the objects seen by the drone and take precautions. The detection time of the features of an object that violates the safety distance directly affects the reflex that will be shown. Then, the reflexes and reaction times that the drone shows to defend itself also vary in this context. This thesis study aims to develop reflexes that enable drones to defend themselves against any attack by utilizing fast and successful object tracking modules developed recently.

Keywords: Drone, Image Processing, Drone Defense Reflex

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1.İnsansız Hava Araçları	1
1.2.Tezin Amacı	2
1.3. Tezin Önemi.....	3
1.4.Varsayım	4
1.5. Tezin Sınırlılıkları	4
1.6. Tezin Tanımları	4
2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	6
3.YÖNTEM ve KULLANILAN DONANIMLAR	13
3.1 Yapay Zekâ	13
3.2 Makine Öğrenmesi	14
3.2.1 Denetimli öğrenme	15
3.2.2 Denetimsiz öğrenme	15
3.2 Yapay Sinir Ağları (Neural Networks)	16
3.4 Derin Öğrenme.....	17
3.5 OpenCV.....	17
3.5.1 OpenCV kullanım alanları yüz algılama ve tanıma	18
3.5.2 OpenCV haar cascade algoritması.....	18
3.6 Python	19

3.7 DJI Tello EDU	20
3.7.1 Roll (Yuvarlama).....	21
3.7.2 Pitch (İleri-Geri)	21
3.7.3 Yaw (Sapma).....	22
3.8 Verilerin Toplanması	23
4.BULGU VE TARTIŞMA.....	28
4.1 Performans Metrikleri	34
4.1.1 Karmaşıklık matrisi	35
4.1.2 Doğruluk (Accuracy).....	36
4.1.3 Kesinlik.....	37
4.1.4 Duyarlılık.....	38
4.1.5 Seçicilik	38
4.1.6 Hata oranı	39
4.1.7 Yanlış pozitif oranı	40
4.1.8 F1 skoru	40
4.1.9 Roc eğrisi ve auc alanı.....	41
4.2 Tez Bulguları.....	44
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	49
KAYNAKÇA.....	51

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Bomba Atar Mermisi	30
Tablo 2. Dj1 Tello EDU Özellikleri.....	30
Tablo 3. Roketatar Mermisi	31
Tablo 4. Kamikaze Drone Özellikleri	31
Tablo 5. Drondan Atılan Roket Özellikleri.....	31
Tablo 6. Stinger Füze Özellikleri	32
Tablo 7. Karmaşıklık Matrisi	36
Tablo 8. Roc Eğrisi	43
Tablo 9. Auc Alanı.....	44
Tablo 10. FPV Dronlar ve Dj1 Tello EDU Refleks/Zaman Kıyaslaması.....	47
Tablo 11. FPV Dronlar ve Dj1 Tello EDU Mesafe/Zaman Kıyaslaması	48

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Dronlar.....	2
Şekil 2. 4 Pervaneli Drone (Quadcopter).....	4
Şekil 3. Yapay Zekâ ve Katmanları.....	14
Şekil 4. Yapay Sinir Ağı Hücre Şeması.....	16
Şekil 5. Derin Öğrenme Ağı.....	17
Şekil 6. Haar Cascade Özellikleri.....	19
Şekil 7. DJI Tello EDU Drone.....	20
Şekil 8. Yuvarlama.....	21
Şekil 9. Pitch (İleri-Geri).....	22
Şekil 10. Yaw (Sapma).....	23
Şekil 11. Oluşturulan Veri Setinden Örnek Görüntüler.....	24
Şekil 12. Maketlerden Oluşturulan Veri Setinden Örnekler.....	25
Şekil 13. Denetimli Makine Öğrenme Süreci.....	26
Şekil 14. Refleks Akış Şeması.....	27
Şekil 15. Güvenlik mesafesi oluşturulan drone.....	28
Şekil 16. Güvenlik mesafesi ihlali ve kamera tarafından ihlal tespiti.....	29
Şekil 17. Güvenlik mesafesi ihlali ve kamera tarafından tespiti sonrası güvenlik mesafesini sağlamaya yönelik refleks.....	33
Şekil 18. OpenCV'nin Veri Setimizin Tehlikeli Nesnelere Tespit Etme Başarısı.....	34
Şekil 19. Savunma Refleksleri Sırasında Alınan Görüntüler.....	46

KISALTMA ve TANIM

- AUC** : Area Under the Receiver Operating Characteristics
(Alıcı Çalışma Özellikleri Altındaki Alan)
- CUDA** : C programlama dilinde eklenti olarak kullanıma verilen mimari
bir teknolojidir
(Compute Unified Device Architecture)
- FPS** : Frames Per Second (Saniyede elde edilen kare sayısı)
- FPV** : Kullanıcı Görüşü(First Person View)
- GPU** : Grafik İşleme Ünitesi (Graphics Processing Unit)
- GUI** : Grafik Kullanıcı Arayüzü (Graphical User Interface)
- IOM** : Anlık Engel Haritası
- IT** : Bilgi Teknolojisi (Information Technology)
- İHA** : İnsansız Hava Aracı
- ML** : Makine Öğrenmesi (Machine Learning)
- MMX** : Komut Sistemi
- OPENCL** : Heterojen hesaplama platformudur (Open Computing Language)
- OPENCV** : Open Source Computer Vision Library
(Açık Kaynak Bilgisayarla Görü Programı)
- ROC** : Receiver Operating Characteristics(İşlem Karakteristik Eğrisi)
- SİHA** : Silahlı İnsansız Hava Aracı
- TOF** : Ultrasonik menzil ve lazer Uçuş Süresi
- VGG-16** : Bir ağ modeli

XML : Geniřletilir İřaretleme Dili (Extensible Markup Language)

YSA : Yapay Sinir Ağları

YZ : Yapay Zeka



1. GİRİŞ

1.1.İnsansız Hava Araçları

İnsansız hava araçları, sadece amaca uygun ekipman (video kamera, fotoğraf makinesi, lazer tarama cihazı, vb.) taşıyan, uzaktan kontrol edilebilen veya otomatik olarak görevini icra edebilen bir çeşit hava aracıdır. İha kelimesi anlam olarak insansız hava aracı demek olsa da ülkemizde İha denildiğinde akla ilk gelen kanatlı pervaneli, kanatlı motorlu insansız hava araçlarıdır. Sadece pervaneleri olan yatay ve dikey, ileri ve geri uçabilen dört ya da daha fazla pervanesi olan hava araçları drone olarak bilinmektedir ve günlük her kullanım alanında da bu şekilde yer etmiştir. Bundan dolayı bundan sonraki kısımlarda bu ayrım gözetilerek drone kelimesi kullanılacaktır. İha ve Dronların askeri, sivil ve bilimsel amaçlı profesyonel kullanımları ülkemizde ve tüm dünyada hızla artmaktadır. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda bu teknolojinin daha da ilerleyeceği öngörülmektedir.

İlk İha diyebileceğimiz “Kettirieng Bug”, 1918 senesinde İngiliz C. Ketterieng tarafından üretilen bir hava torpidosudur. İnsansız hava taşıtları 1909 senesinde Amerikalı mucit Elmer Sperry uçakların uçuş esnasında dengelerini sağlamak amacıyla aletler tasarlamaya başlamıştır. Tasarlanan, edinilen bu aletler için modern ataletsel seyrüsefer sistemlerinin atasıdır dersek doğru söylemiş oluruz. Amerika Birleşik Devletleri Donanmasının, uçak uçuşlarının daha stabil halde olması ve de pilotsuz uçuş yapılabilmesi olanağının belirmesi ile birlikte ‘uçan bir torpido’ tasarlanması fikriyle çalışmaya başlamıştır.

İnsansız teknoloji kullanmanın yaygınlaşması ile beraber gelişen teknolojinin sağladığı faydayı birlikte düşünürsek, maliyetleri ya da bazı koşulları aşabilmenin faydasını görebiliriz. İnsansız hava araçlarının otonom ya da bir yer istasyonu aracılığı ile kontrol edilebilir olması ile insanlı uçuşları kıyaslırsak eğer gerekli hayati sistemler, kokpit için gereken alan, mürettebat ağırlığının yükü gibi maliyet unsurlarından kurtulduğunu görebiliriz. İnsanlı uçakların manevra ve operasyon kabiliyetinin insan biyolojisi ile

sınırlı olduğunu (halsizlik, uykusuzluk, çalışma koşulları vb.) düşünürsek eğer operasyonel koşullar, karşı güçler tarafından fark edilme ya da kaza kırma uğrama ihtimalinin en aza indirgenmiş olması gibi üstünlük sağlayan unsurlar İha ve dronları daha tercih sebebi kılmıştır. Daha da önemlisi, insansız hava aracının kaza kırım maliyetidir.

Dünyada ki ordulara baktığımızda yetiştirilme maliyeti en yüksek personel gruplarından bir tanesinin pilotlar olduğunu görürüz. Bu sebeple hava aracının kaza kırma uğraması ile beraber yetişmiş personelin de kaybedilmesi hem maddi hem de kabiliyet kapasitesi olarak büyük kayıplara sebep vermektedir. İha ve dronların, kaza kırım maliyetinin düşük olması da onu ordular tarafından tercih edilir kılmaktadır ancak son zamanlarda artan maliyetler, üretim, tedarik, sahadaki etkileri gibi unsurları değerlendirecek olursak İha ve dronların da zayıf maliyetlerinin hayli yüksek olduğu, sahada eksikliklerinin nelere mal oldukları da hesaba katılacak olursa dronların pilottan bağımsız kendini koruyabilecek refleksler geliştirebilmelerinin önemi daha net anlaşılacaktır.



Şekil 1. Dronlar

1.2. Tezin Amacı

Dronların kendilerinin merkezde olduğu dairesel bir alan içine gelecek herhangi bir saldırıdan operatör müdahalesine gerek kalmadan kendini kurtaracak refleksi göstermesinin sağlanması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada görüntü işleme yöntemleri kullanılarak insansız hava aracının kendisine tehlike oluşturacak nesnelere tanıtılmış ve bu nesnelere herhangi birinin kendisine yaklaşması halinde nesneyi güvenlik mesafe sınırı temas ettiği anda tespit ederek

nesneden kendisini kurtaracak refleksler yapması üzerinde çalışıldı. Drone üzerinde bulunan ön kameradan alınan görüntüler Wi-Fi bağlantısı ile bilgisayara aktarılıp, OpenCV kütüphanesindeki görüntü işleme işlemlerinden geçirilerek, önceden tanıtılan nesnenin görüntülerde canlı olarak bulunması ve drone menziline girmesi ile tespit edilip refleks göstermesi hedeflenmiştir.

Veri seti oluşturmak için bilgisayar üzerinde bulunan sabit kamera ile alınan görüntüler içinden tanınması istenilen nesne, çerçeve içine alınıp veri seti oluşturularak yapay zekâ modeli eğitilmiş ve tanıtılan nesnenin tespiti ve nokta temelli takibi Python ile yazılan bir program tarafından gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada renk ve şekil özelliği kullanılıp takip edilmesi ve kaçınılması istenen nesnenin algılanması sağlanmış, nokta temelli nesne takip işlemini sağlayan program yazılmıştır. Daha sonra bu program çalıştırılıp drone üzerinde bulunan kameradan görüntü alınarak, görüntü işleme yapılacak olan bilgisayara anlık aktarım yapılarak önceden tanıtılmış hedef nesne canlı görüntü üzerinde aranmaktadır. Hedef nesne görüntü açısına girene kadar drone normal rutin uçuşunu gerçekleştirmektedir. Tanıtılan nesne drone üzerindeki ön kameranın açısına girdiğinde nesne takip algoritması çalışmaya başlayıp tanıtılan nesnenin takibine başlar ve nesnenin dronun güvenlik menziline ihlal etmeye çalışması halinde, daha önceden hesaplanmış olan menzil mesafesini savunacak refleksi göstererek kendisini koruyacaktır.

1.3. Tezin Önemi

Burada yapılmak istenen dronların görev sırasında oluşabilecek herhangi bir saldırıya karşı kendi güvenliklerini sağlayacak tedbiri, saldırı anında kendi kendilerine alabilmeleridir. Toplanan veriler ışığında yapılan çalışmalarla dronun en etkin şekilde ve minimum zayıflık ile en zor operasyonlarda dahi görevlerini yerine getirebilme yeteneklerinin en üst düzeyde tutulmasının sahadaki etkin gücünü daha da arttıracığı, zaten tercih ediliyor olmalarının daha da artacağı ve maliyetlerinin minimuma düşürülmesi ile maksimum verimlilik sağlayacağı öngörülmektedir.

1.4.Varsayım

Bu projenin daha üst düzey donanımlar ilave edilerek hayata geçmesi ile beraber oluşturulacak dronların daha hızlı, manevra kabiliyeti üst düzeyde tutulan ve ebatları büyümeyecek şekilde tasarlandığında askeri operasyonlara, sıcak çatışmalara, sokak çatışmalarına kadar en zor alanlarda dahi aktif kullanılacağı ve bu alanlarda üstün bir avantaj sağlayacağı tahmin edilmektedir.

1.5. Tezin Sınırlılıkları

Bu projede karşılaşılan zorluklara ekipmanların (kamera, sensör, pervane, motor, gps) ağırlıklarını ve ağırlıkların manevra kabiliyetini sınırlayan yönlerini söyleyebiliriz. Ekipman ağırlıkları dronun kaçma süresini uzatmakla kalmıyor normal uçuş sırasında göstereceği hızlı reaksiyonları da ağırlaştırıyor. Bundan dolayı tarafımızdan yapılan hexacopter dronlar (6 Pervaneli Drone) da manevra kabiliyeti ve hız açısından quadcopter dronlar (4 Pervaneli Drone) kadar beklenen performansı veremediğinden dolayı bu tez çalışmasında 4 pervaneli drone kullanılmıştır.

1.6. Tezin Tanımları



Şekil 2. 4 Pervaneli Drone (Quadcopter)

Sensör: Tanımlamak gerekirse sensörün amacı etrafındaki değişiklikleri ya da olayları tespit etmek, bu değişimleri ve olayları bağlantılı olduğu diğer elektronik cihazların işlemcilerine göndermektir diyebiliriz.

Pervane: Dönme hareketini doğrusal itmeye dönüştüren cihazlardır.

Motor: Dronlar için elektrik enerjisini doğrusal veya en yaygın olarak döner hareket şeklinde mekanik enerjiye dönüştürür.

Gps: Bir GPS modülü, dronun konumunu ölçer. GPS modülleri dronların rakımını da tahmin edebilir.

Kamera: Görüntü almamızı sağlayan ve buna göre hareket eden, çıktı veren, video kaydı yapan cihazlardır.

Frame: Gövde ya da çerçeve olarak da bilinen ve üzerinde dronlara ait tüm alt sistem parçalarını birbirine bağlandığı temel taşıyıcı sistem.

Kumanda (Joystick): Üzerinde bulunan joystickler sayesinde kullanıcının dronu kontrol etmesine imkân tanıyan ekipmandır.

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Perna Sharma ve Deepali Kamthania, bir ATmega328 tipi drona ekledikleri mikro denetleyici sistem ve nesne tespit etmek için kullandıkları ultrasonik sensör ile birlikte engellerden kaçınma işlevini tanımlamak için yaptıkları bir çalışmadır. Sistem, C++ ile yazılmış programların çalıştığı mikro denetleyici üzerinde konuşlandırılmıştır. Önerilen sistemin devamlılığı yabancı bir ortamda otonom olarak önceden belirlenmiş bir mesafeden engeller oluşturulmuştur. Engelle çarpışmayı önlemek için yönlendirilen ve alternatif bir yönde hareket ettirilip gözlemlenmiş ve ön tarafa yerleştirilen sensörlerin yoluna herhangi bir engel çıktığında ses dalgası ile %98 oranında başarılı bir yansıma aldığı mikroy denetleyici bu sistemde çalışmış ve vakaların %2 oranında başarısızlık göstermiştir (Sharma ve Kamthania,2019).

Jawad N. Yasin ve arkadaşları, nesnelere algılayan ve etkili çarpışma önleme algoritması ile bir nesnenin yakınında otonom olarak engellerden kaçınan tek bir ultrasonik sensör kullanan ve aracın hareketlerini tespit etmişlerdir. Nesnelere, aracın orijinal yolundan sapmasını en aza indirmek için kullanan bir algoritmanın geliştirilmesi çok maliyetli sistemler içinde mevcut en ucuz sensörler ile yapılmıştır. Örneğin ana menzile sensörünün olduğu bir senaryoda arızalar için düşük maliyetli sensörler gereklidir. Geliştirilen algoritma yalnızca bir ultrasonik sensör ve aracın önüne monte edilmiş sensör ile algılanan nesne, aracın bulunduğu alanın etrafında hareket ettirilip kenar algılama için çalıştırılmıştır. Çeşitli iç mekân koşullarında test edilerek farklı nesnelere, sabit nesnelere, hareketli nesnelere ve yumuşak veya düzensiz şekilli nesnelere kullanılmıştır. Bu sonuçlar, algoritmanın engellerden tamamen kaçınarak ve yeniden yönlendirilerek tatmin edici sonuçlar sağladığını göstermektedir (Jawad ve diğerleri,2021).

Metin Koç, günümüzde askeri alanda sıklıkla kullanılan İha'lar yardımıyla kamikaze dalışları ve mühimmat konuşlandırması üzerinde araştırmalarını yapmıştır. Hareketli bir nesneyi İha ile yakalamayı hedefleyen bu projede literatürde daha önce gerçekleştirilmiş çalışmalardan farklı olarak İha uçuş modundayken hedef tespitini görüntü işleme teknikleri yerine derin öğrenme teknikleriyle gerçekleştirmek istenmiş ve bu iki tekniğin

de karşılaştırması ve sonuçları ortaya konması amaçlanmıştır. Drone belirli bir irtifada hedefi tanımlar ve akabinde 3 ekseninde takibini gerçekleştirerek hedefe doğru alçalarak çalışmasını tamamladığı ifade edilmiştir. Simülasyon ortamında gerçekleştirilen testlere göre derin öğrenme teknikleri hedefi tanımlama konusunda geçmiş çalışmalarda kullanılan yöntemlere göre daha isabetli olmaktadır (Koç,2020).

Wai Lun Leong ve arkadaşları, çarpışmadan kaçınma, yol planlamasının kritik bir bileşenidir ve işbirlikçi İha'lardan oluşan çok aracılı ağların, birbirlerinden kaçınırken ortak hedeflere doğru birlikte çalışmasına izin veren bir çalışma yapmışlardır. Yerel hava sahasındaki diğer İha'lar tespit etmek ve takip etmek ve iletişimin bozulması veya çarpışmadan kaçınma gerçekleştirmek için gerçek zamanlı bilgisayar görüş algoritmalarına sahip düşük maliyetli, geniş açılı bir monoküler kamera kullanmanın etkinliğini ölçülmüş entegre edilip ve değerlendirilmiştir (Gavrila ve Philomin,1999).

Ricardo Omar Chavez-Garcia ve Olivier Aycard mesafe dönüşümlerine dayalı şekilli nesne algılama yöntemi sunan ve bunun yerleşik araçlarda gerçek zamanlı görüş için kullanımını açıklamaktadır. Yöntem, çeşitli şekildeki nesnelere yakalamak için bir şablon hiyerarşisi kullanılmıştır. Verimli hiyerarşiler, stokastik optimizasyon teknikleri kullanılarak verilen şekil dağılımları yapılmıştır. Çevrimiçi eşleştirme, şekil hiyerarşisi ve dönüşüm parametreleri üzerinde kabadan inceye doğru eş zamanlı bir yaklaşım yapılmıştır ve bu yaklaşım eşdeğer kaba kuvvet formülasyonu ile karşılaştırıldığında nesne tespitinin daha da hızlı yapıldığı tespit edilmiştir. Birkaç büyüklük mertebesindeki kazançları ölçüp hareket halindeki bir araçtan trafik işaretleri ve yayaların gerçek zamanlı olarak algılanması üzerine sonuçlar elde edilmiştir (Omar, Garcia ve Aycard,2015).

Paweł Smoczyński ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmanın temel amacı, drone sistemine farklı ekipmanlarla kolay uyum sağlayan yazılımlar geliştirmektir. Sunulan sistemde, çeşitli donanım platformlarında kullanılabilir ve minimum ayarlarla farklı görevleri gerçekleştirebilir işlemler yapılmaya çalışılmıştır. Sunulan genel sistem mimari konsepti, hareketli hedefi takip etmek ve üzerine iniş yapmak için tasarlanmış gerçek hayattaki çalışma modeli ile desteklenmektedir.

İniş alanı tespiti görüş sistemi ile gerçekleştirilerek yapılmış. Tespit edilen görüntüyü izlemek için Lucas-Kanade optik akış algoritması uygulanmıştır.

Sistem tasarımı, ROS (Robot İşletim Sistemi) kullanılarak oluşturulmuştur ve ayrı yazılım birimleri arasında verici-yayıncı alışverişi yöntemini kullanmaktadır. Örnek sistem, araç bilgisayarı olarak Raspberry Pi 3 ve Pixhawk uçuş kontrolörü ile gerçekleştirilmiştir (Smyczyński, Starzec ve Granosik,2017).

Semih Murat, gelişen teknoloji sayesinde havadan alınan görüntülerde nitelik ve nicelik anlamında artışlar olduğunu göstermiştir. Hem bu alanda hem de bilgisayarlı görüntü alma dünyasında yaşanan gelişmeler havadan alınan görüntülerden nesne tespit çalışmalarını daha da önemli bir hale getirmiştir. Bu tez çalışması evrimsel sinir ağları kullanılarak, havadan alınan fotoğraflarla nesne tespit çalışmalarını yapmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar grafiklerle anlaşılır şekilde izah edilmiştir. İnsansız hava araçlarından elde edilen görüntüler kullanılarak farklı evrimsel sinir ağı modelleri üzerinde performans ve verimlilik çalışmaları yapılmıştır. Yapılan deneme ve iyileştirmeler neticesinde 4 farklı evrimsel sinir ağı modelinde ve nesne tespit çalışmalarında en yüksek çıkan doğruluk oranı 0,69 dır. Burada en yüksek ortalama doğruluk oranının 0,69 olarak elde edilmesinin nedeni veri seti olarak kullanılan hava fotoğraflarıdır. Hava fotoğraflarında nesne tespit başarısının diğer veri setlerine göre düşük olmasının sebeplerini anlamak için tez çalışmasında iki veri seti birden kullanılmış ve yapılan çalışmalar ise şu şekilde sıralanmış; İlk olarak kullanılan Dota veri seti eğitime sunulmadan bakıldığında görüntü kalitesi yüksek ve nesne belirginliği fazla olan görüntülerden oluştuğu görülmüştür. Diğer veri setleri ise basit, net ve küçük boyutlu olarak oluşturulmuştur. Ancak insansız hava aracından alınan görüntüler nesnelere uzak açıdan sadece tek perspektiften görünmeleri nedeniyle tanınma ya da algılanma olasılığını da azaltmaktadır. Bu durum da başarıyı olumsuz yönde etkilemektedir. İnsansız hava aracından alınan görüntülerde başarıyı etkileyen en önemli kriterlerden diğeri de hava aracının yerden yüksekliğidir. Yerden yükseklik ne kadar artarsa görüntü içerisindeki nesne ve özellik sayısı artmış ve nesnelere anlaşılabilirliği de o oranda azalmıştır (Murat,2021).

Abdülaziz Ceylan yaptığı çalışmada drone ile alınan görüntülerle nesne takibi denemeleri yapmıştır. Görüntü işlemede ise OpenCV kütüphanesinden faydalanılarak, hareketli nesnenin tespitinde renk ve şekil özellikleri üzerinden nesnelere tanıtılarak işlem gerçekleştirilmiştir. Daha sonra nesne takibinde, cihazda bulunan ön kameradan alınmış olan görüntü kullanılarak takibi yapılması istenilen nesnenin renk, şekil özellikleri üzerinden takip işlemleri yapılmıştır. Python programlama dili kullanılarak yazılan kodlar ile nokta ve çekirdek tabanlı nesne takibini gerçekleştirecek program oluşturulmuştur. Kameradan alınan görüntülerden RGB (Red-Green-Blue) renk uzayında kırmızı renkli hareketli nesnenin, HLS (HueLuminance-Saturation) renk uzayında sarı renkli hareketli nesnenin ve YCbCr (Luminance-Chrominance blue- Chrominance red) renk uzayında da sarı ve yeşil renkli nesnelerin sisteme tanıtılması ve takip edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir (Ceylan,2018).

S. Badal, S.Ravela, B.Draper ve A.Hanson tarafından pasif engel için basit bir yaklaşım algılama ve çarpışmadan kaçınma kullanarak otonom uçan drone ve düşük maliyetli ultrasonik sensörler ile basit veri birleştirme işlemi çalıştırıldığı öne sürülmüştür. Bu yaklaşım uygulanmış ve kendilerinin geliştirdiği drone ile test edilmiş ve değerlendirilmesi genel gerçekleştirilir olarak tanımlanmıştır. Bu sunulan yaklaşımın amacı, AQopterI8 projesinin bir parçası olarak kullanılan otonom uçan quadcopterlerin iç mekanlardaki performansı olarak nitelendirilmiştir (Badal, Ravela, Draper ve Hanson,1994).

Adam Vykovský ve Univerzita Karlova tarafından yapılan AR. Drone ön kamera da dahil olmak üzere yerleştirilmiş sensörlere sahip bir quadcopter'dir. Drone, WiFi bağlantısı ile bir bilgisayar üzerinden kontrol edilebiliyor. Bu makale, AR. Drone için seçilen nesnenin otonom takibi için bir yöntemi ortaya koymaktadır. Dronun ön kamerasından gelen video akışında kullanıcı tarafından seçilen rastgele bir nesneyi izlemek için izleme-öğrenme- algılama adı verilen bir bilgisayarla görme yaklaşımı kullanılmaktadır. İzlenen nesnenin konumu hakkındaki bilgiler daha sonra orantılı-integral-türev denetleyicisi kullanılarak insansız hava aracına rehberlik etmek için kullanılır (Vykovský ve Karlova,2015)

Daş R., Polat B. ve Tuna G.'nin yaptıkları çalışmada görüntü işleme kullanılarak durağan görüntülerin analizlerini yapılmış ve söz konusu görüntülerden anlamlı bilgiler çıkarılmıştır. Tespit ve tanıma sonrasında takip edilen nesnenin değişken hava koşulları içinde bulunması nesne tanıma ve tespit sürecini zorlaştırıcı unsurlardan birkaçıdır. Bunun gibi zorlaştırıcı unsurlarla başa çıkabilecek ve nesne takibini başarıyla gerçekleştirebilecek farklı yöntemler geliştirilmiştir. Askeri uygulamalarda yaygın olarak kullanılan elektro-optik algılayıcı sistemleri hareketli ve sabit hedeflerin belirlenmesini sağlamaktadır. Son yıllarda yapay zekâ tabanlı bileşenlerle güçlendirilen bu sistemler hem daha hızlı hem de daha kesin hedef tespiti yapmayı sağladılar. Öte yandan, derin öğrenme algoritmaları yapay zekâ alanında bir devrim yaratmıştır. Derin öğrenme algoritmalarının görüntü işlemede kullanılması oldukça başarılı sonuçlar alınmasını ve karmaşık görüntü işleme problemlerinin kolaylıkla çözüme kavuşturulmasını sağladılar. Bu çalışmada derin öğrenme ile hareketli nesne tanıma ve takibi için açık kaynak kodlu makine öğrenmesi kütüphanesi olan TensorFlow kullanılmıştır. Nesne takibi için Region Based Convolutional Networks kütüphanesinden Faster R-CNN modeli ele alınmıştır. Bu kütüphaneler ile durağan görüntüler, video görüntüleri ve webcam görüntüleri üzerinde nesne tanıma işlemi gerçekleştirilmiş ve incelenen kütüphanelerin güçlü ve zayıf yönleri ortaya çıkarılmış (Daş, Polat ve Tuna, 2019).

Mustafa Burgaz, derin öğrenme algoritmalarının yaygınlaşması görüntü ve videolardan nesne tespiti ve nesne tanıma yöntemlerinin artmasına sebep olmuştur. R-CNN'nin geliştirilen nesne tespit uygulamalarına yardımcı olmaları açısından hızlı bölgesel tabanlı konvolüsyonel sinir ağları (Fast R-CNN) kullanılmıştır. Nesne tespit uygulamalarının başarısını daha da artırmak amacıyla kullanılan diğer konvolüsyonel sinir ağları (CNN) algoritması da ResNet101 algoritmasıdır. Yapılan bu çalışmada insansız hava aracı ile çekilen görüntüler üzerinden silah tespiti yapılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda İha ile havadan çekilmiş 200 adet görüntü kullanılarak eğitim veri seti ile test veri seti oluşturulmuştur. Eğitilen veri seti üzerinde R-CNN mimarisi ve ResNet101 mimarisiyle %99 doğruluk oranı ile görüntü tespiti yapılmıştır. Bu çalışma ile İha'dan elde edilen görüntülerde bulunan nesnelere derin öğrenme algoritmaları ile tespit edilmiştir. Nesne tespitinde Python program dili kullanılmış ve Tensorflow kütüphanesinden faydalanılmıştır. Bununla birlikte görüntü sınıflandırma alanında oldukça etkili olduğu

ispatlanan ResNet mimarisi de yine bu çalışmada kullanılmıştır. Nesne tespitinde kullanılan veri setleri eğitimleri Tensorboard üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bu algoritmalar, görüntü üzerindeki nesnelere tespit etmek için nesnelere bölgesel özellik haritasını çıkararak sağlamaktadır. (Burgaz,2020)

Engin Güzel ve Mustafa Yağcı tarafından dört motorlu insansız hava araçları ile insan yüzü tespit ve takibi uygulaması gerçekleştirilmiştir. İnsansız hava aracı olarak DJI Tello EDU Drone programlanabilir olmasından dolayı tercih edilmiştir. Uygulama da kolay öğrenilmesi ve çokça kaynağa sahip olmasından dolayı Python dili tercih edilmiş. İnsan yüzü tespiti ve takibi işlemi gerçekleştirilmesi için OpenCV kütüphanesi kullanılarak oluşturulmuştur. İnsansız hava aracında bulunan kameradan elde edilen gerçek zamanlı görüntüde tespit edilecek nesnenin insan yüzü olduğuna kullanıcı tarafından herhangi bir müdahale olmaksızın, karar vermesi ve ardından takip etmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Uygulamada nesne tespit ve takibi, görüntü işleme teknolojisi yöntemleri araştırılmıştır. Kamera kadrajından insan yüzü çıktığında veya kamera kadrajında herhangi bir insan yüzü görüntülendiğinde, insan yüzü ile kamera arasındaki tespit ve takip işlemi gerçekleşmiş olacaktır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar sayesinde makine öğrenmesi teknolojisi de kullanılarak İha'ya öğretilen insan yüzünü takip edebilen bir sistem gerçekleştirilmesi değerlendirilmiştir. (Güzel ve Yağcı,2021)

Ali Tezcan Sarızeybek ve Ali Hakan Işık yaptıkları çalışma ile bir kamera sistemi kullanarak elde ettikleri görüntünün 2 boyutlu olmasından dolayı cisimlerin mesafelerini doğrudan tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle, 2 boyutlu görüntüyü 3 boyutlu hale getirmek için derinlik tahmini yöntemleri kullanılır. Derinlik tahmini, nesnelere uzaklıklarını tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir ve bu sayede 2 boyutlu görüntüler 3 boyutlu olarak algılanabilir. Farklı teknikler kullanılabilmesine rağmen, bu çalışmada tek bir kamera kullanarak derinlik algısı tespit edilecektir. Elde edilen derinlik haritası, yakın mesafedeki nesnelere belirlenmesi için filtrelenir ve uzak görüntü kesilir. Daha sonra, nesne algılama modeli kullanılarak yeni bir görüntü çalıştırılır ve sadece önemli nesnelere algılanması sağlanır. Bu yöntem, çift kamera veya daha pahalı cihazlara ihtiyaç duymadan düşük bütçeli projelerde robotların tek kamera ile engelleri algılamasını mümkün kılmaktadır. Deney sonuçlarına göre, gömülü cihaz üzerinde iki model çalıştırılarak 8 FPS performans elde edilmiştir. Derinlik tahmini sonrasında sadece

yakın nesnelere odaklanarak yapılan nesne algılama testinde kayıp değeri 0,342 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı, tek bir kamera kullanarak engel algılama ve mesafe tahmini işlemlerini gerçekleştirmektir (Sarızeybek ve Işık, 2022).

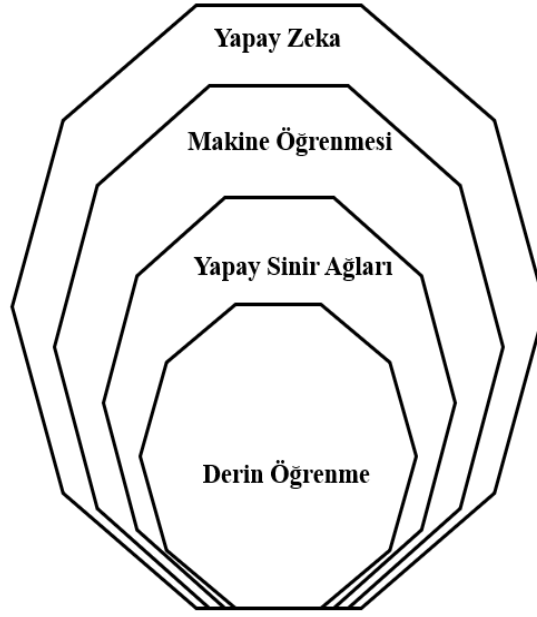
İha ve drone ile alınan görüntülerle yapılan nesne tespiti, sensörler ile yapılan nesne tespit ve nesnelere kaçınma çalışmaları incelendiğinde; genel olarak sensörler ile ön plana çıkan tek aşamalı nesne tespit dedektörleri ve doğruluk oranının yüksek olduğu görülen nesne tespit dedektörleri üzerine çalışmalarda yoğunlaşıldığı görüntü işleme temelinde yapılan çalışmalarda ise tanıtılan nesnelere takibi ve herhangi bir nesneyi tespit etme ve nesneyi takip etme üzerine yapılan çalışmalara ağırlık verildiği görülmüştür. Yapılan çalışmalar karşılaştırılırken genellikle yakın mesafe sensörleri, normal sensörler, uzak mesafe sensörleri ya da görüntü işleme OpenCV, Yolo 3, Yolo 5 gibi olmak üzere iki ya da üç veri seti üzerinden çalışılarak sonuçlar değerlendirilmektedir. İlk olarak herhangi bir nesne seçmek yerine daha spesifik bir seçim yapılarak, drona tehdit oluşturan bomba atar, ısı güdümlü roket atar, kamikaze drone, bazuka fotoğraflarından bir veri seti oluşturuldu. Tamamen hazır veri setleri yerine daha sağlam dayanak oluşturabilmek için hem kameradan hem de drone ile elde edilen görüntüler barındıran bir veri seti kullanılarak sonuçların daha iyi değerlendirilmesi yapılmaya çalışıldı. Çalışmaya konu olan ikinci amaç ise son zamanlarda sadece nesne tespiti ve sensörlere denk gelen herhangi bir nesneden kaçınma olarak kalmış ve üzerinde yeterince gelişim gösterilmemiştir. Bu yüzden sadece tanıtılan tehlikeli nesneyi tanıması ile beraber sadece o nesneye karşı refleks gerçekleştirilmesi ile güvenlik mesafesini ve tabiki kendisini korumasını sağlayacaktır.

3.YÖNTEM ve KULLANILAN DONANIMLAR

Gözden ilham alınarak geliştirilen teknoloji ile üretilmiş olan cihazlar görüntü işleme yöntemleri ile kullanılıp görüntüdeki nesnelerin ayırt edilerek şekillenmesi için birçok işlem ile çalıştırılmaktadır. Bundan dolayı tezin bu kısmında kullanılan yapay zekâ uygulamasından, görüntü işlemeye ve bu alanda kullandığımız donanımlar ve yöntemler hakkında genel bilgi verilecektir.

3.1 Yapay Zekâ

İnsan zekâsı, bulunduğu ortamın farkında olan ve ortamın durumuna göre olanı biteni kavrayabilme ve bu kavrayabilme durumuna göre de uygun hareket edebilme yeteneğinin isimlendirilmesidir. Yapay zekâ hakkında ise kısaca şunu diyebiliriz, makinelere zeki davranabilme becerisi kazandırma çabasıdır. İnsanoğlu gelişen zekâsıyla ve kabiliyetleri ile mantıklı davranışlar sergileyen, kendine hedefler koyabilen ve bu doğrultuda plan yapıp hareket eden, bir dili anlayıp cümle kurabilen, duyuşal girdiler üzerinden olayları algılayan ve bunlara tepkiler veren canlılardır. Yine matematik teoremlerini çözebilen, oyun kurgulayan, edindiğı bir bilgiyi değerlendirebilen, özetleyebilen, sanat icra edebilen ve beste yapabilen insanın kendi zekâsıyla elde ettiği ve gerçekleştirdiğı kendine has çıktılardır. Bunlara bakacak olursak insanların matematikteki zor bir işlemi yapmaları işlemin zorluk katsayısına göre birkaç dakika ya da daha uzun zaman alırken; görmeyi, konuşmayı ya da yorumlamayı çok kısa sürelerde gerçekleştirdiğı görülmektedir. Yaşamı boyunca kazandığı tecrübelerinden faydalanarak, yeni bir durumla karşı karşıya kaldığında davranışlarını belirleyebilir ya da davranışlarını değiştirebilir. Bilgisayar ise karmaşık ve kompleks matematik hesaplamalarını insanlara göre oldukça kısa sürede yapabilirken insanlar için kolay olan görme, işitme vb. yeteneklere asla sahip değillerdir. Tam olarak burada yapay zekâ olarak adlandırdığımız bu çalışmalar insanların tecrübe ile elde ettiği davranışları bilgisayarların da yapabilmesini sağlayacak şekilde bu becerilerin bilgisayarlara kazandırılmasıdır. Şekil 3'de yapay zekâ ve katmanları hiyerarşik bir biçimde gösterilmektedir.



Şekil 3. Yapay Zekâ ve Katmanları

3.2 Makine Öğrenmesi

Bilgisayar programlarının eğitim verileri ve algoritmalar aracılığı ile kalıplar öğrenebildiği bir çeşit uygulama olarak tanımlanabilen makine öğrenmesine yapay zekânın bir katmanıdır diyerek tanımlayabiliriz. İnsan hareketlerini taklit eden uygulama, programlama olmaksızın, deneyim yoluyla öğrenmeyi hedefler. Eğitim verileri ve algoritmalar sayesinde verileri algılar ve tahminler yaparak görevleri otomatik şekilde tamamlamaya çalışır. İlk kez IBM araştırmacısı Arthur Samuel tarafından 1959 yılında kullanılan makine öğrenmesi, bugün kullanılan Google Asistan ve Siri gibi uygulamaların temelini oluşturmaktadır. Yapay zekânın bir katmanı olarak değerlendirebileceğimiz makine öğrenmesi, bilgisayarın insan gibi düşünmesine olanak sağlayarak, görevlerini kendi başına gerçekleştirmesini planlar. Kısacası bilgisayarın insan gibi düşünebilmesi için, insan beyni temel alınarak modellenen algoritmalarından oluşan bir sinir ağı diyebiliriz.

3.2.1 Denetimli öğrenme

Veri bilimciler algoritmalara, bağıntıları değerlendirmeleri için etiketlenmiş ve tanımlanmış veriler sağlar. Örnek verilerde algoritmanın hem girdi hem de çıktısı belirtilerek işlemler yapılır. Örneğin, el yazısı içeren şekillerin görüntülerine açıklamalar eklenerek bu şekillerin hangi rakama karşılık geldiği belirtilir. Bir denetimli öğrenme sistemi, yeterli örnek verilmesi halinde her bir rakamla ilişkili piksel ve şekil kümelerini tanıyabilir ve bunun sonucunda 1 ile 3'ün veya 11 ile 13'ün gibi rakamları birbirinden güvenilir bir şekilde ayırt ederek elle yazılmış rakamları tanıyabilir.

Denetimli öğrenmenin avantajları basitlik ve tasarım kolaylığıdır. Veri etiketleme, girdi verilerini karşılık gelen tanımlı çıktı değerleriyle sınıflandırma sürecidir. Denetimli öğrenme, etiketli eğitim verileri gerektirir. Örneğin, milyonlarca roket ve bombaatar görüntüsünün "roket" veya "bombaatar" sözcüğüyle etiketlenmesi gerekecektir. Bu işlem tamamlandığında makine öğrenimi uygulamaları bir roket yada bombaatar görüntüsü verildiğinde bu eğitim verilerini kullanarak bu mühimmatların adını tahmin edebilir.

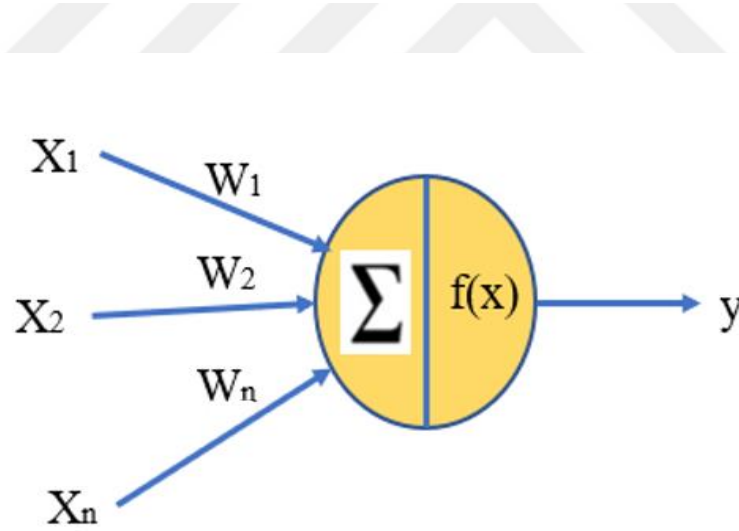
3.2.2 Denetimsiz öğrenme

Denetimsiz öğrenme algoritmaları, etiketsiz veriler kullanılarak eğitilir. Bu algoritmalar yeni verileri tarayarak girdiler ve önceden belirlenmiş çıktılar arasında anlamlı bağlantılar kurmaya çalışır. Düzenleri tespit edebilir ve verileri kategorize edilebilirler. Örneğin, denetimsiz algoritmalar farklı haber sitelerindeki haber yazılarını spor, suç vb. genel kategoriler altında gruplandırabilir. Denetimsiz öğrenme, anormalliklerin saptanmasında ve verilerin otomatik olarak kategorilere ayrılmasında yararlı olur.

Eğitim verisi, etiketleme gerektirmediği için kurulum süreci kolaydır. Bu algoritmalar ek modelleme için verileri otomatik olarak temizlemek ve işlemek amacıyla da kullanılabilir. Bu yöntemin sınırlaması kesin tahminler sunamıyor olmasıdır.

3.2 Yapay Sinir Ağları (Neural Networks)

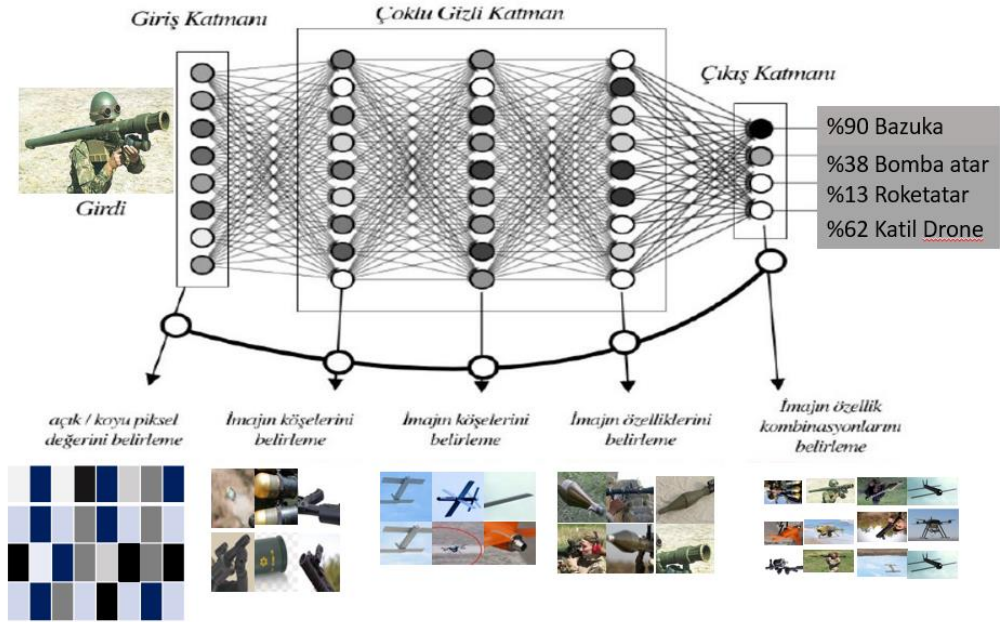
Bu sistem insan beyninin çalışma şeklini taklit edip beynin öğrenme, hatırlama yada genelleme yapma yolu ile yeni bilgiler üretebilme gibi temel fonksiyonlarını gerçekleştirmek üzere geliştirilen mantıksal yazılımlardır. Yapay sinir ağları, yapısal ve kavramsal olarak insanın biyolojik sinir hücrelerinden ilham alınarak birbirlerine bağlı yapay sinirlerden oluşmaktadır. Yapay Sinir Ağları biyolojik sinir ağlarını taklit eden yapay yapılardır. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında bir sinir hekimi olan Warren McCulloch ve bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından Sinir Aktivitesinde Düşüncelere Ait Bir Mantıksal Hesap (A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity) başlıklı makale ile bu karmaşık sistemi matematiksel olarak taklit ederek yapay zekânın ve makine öğrenmesinin temelini oluşturmuşlardır. Aşağıda yapay sinir hücresi görülmektedir. Buradaki fonksiyonları inceleyecek olursak, sinyalin girişi $x(i)$ vektörü, $w(i)$ ise girdinin ağırlığını göstermektedir. Girdi değeri, diğer adı ile sinyal değeri, w ile belirtilmiş olan ağırlıklar ile çarpılarak veri akışı gerçekleşir.



Şekil 4. Yapay Sinir Ağı Hücre Şeması

3.4 Derin Öğrenme

Makine öğrenmesi konusunun bir katmanı olarak kabul edilen derin öğrenme, insan müdahalesi olmaksızın, algoritmalar ve devasa veri kümeleri kullanarak kalıplar oluşturan, bu kalıplara uygun yanıtlar veren bir tekniktir. Derin öğrenme tekniği, makinelerin insan faktörü olmadan doğru karar verebilme yeteneğine sahip olması için programlanabilir bir sinir ağı kullanır. Her geçen gün kullanım alanı artan derin öğrenme; ses ve yüz tanıma sistemleri, araç oto pilotları, sürücüsüz araçlar, insansız hava araçları, alarm sistemleri, sağlık sektörü, görüntü iyileştirilmesi, siber tehdit analizleri gibi pek çok alanda söz sahibidir.



Şekil 5. Derin Öğrenme Ağı

3.5 OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library), açık kaynaklı bir bilgisayarlı görme ve makine öğrenimi, görüntü işleme, video analizi gibi uygulamalar için kullanılan devasa büyüklükte bir açık kaynak kodlu yazılım kitaplığıdır ve gerçek zamanlı işlemlerde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. OpenCV bilgisayarlı görü uygulamaları için ortak bir altyapı sağlamak ve ticari ürünlerde makine öğreniminin kullanımını

hızlandırmak amacıyla kurulmuştur. Kitaplık hem klasik hem de son teknolojik bilgisayarlarla görüntü işleme ve makine öğrenimi algoritmalarından oluşan geniş kapsamlı bir set içeren 2500'den fazla optimize edilmiş algoritmaya ev sahipliği yapmaktadır. Bu algoritmalar, yüzleri algılamak ve tanımak, nesnelere tanımlamak, videolardaki insan eylemlerini sınıflandırmak, kamera hareketlerini izlemek, hareket eden nesnelere izlemek, nesnelere 3B (3 Boyutlu) modellerini çıkarmak, stereo kameralardan 3B (3 Boyutlu) nokta bulutları oluşturmak, yüksek çözünürlüklü bir görüntü elde etmek için görüntüleri birleştirmek için kullanılır. Tüm bir sahnenin görüntüsü, bir görüntü veritabanından benzer görüntüler bulma, flaş kullanılarak çekilen görüntülerden kırmızı gözleri giderme, göz hareketlerini takip etme, manzarayı tanıma ve artırılmış gerçeklik için işaretçiler oluşturma vb. işlemleri yapabilir. OpenCV, gerçek zamanlı işlemler için GPU hızlandırma da sunuyor. NumPy gibi diğer kütüphanelerle entegrasyon içindedir.

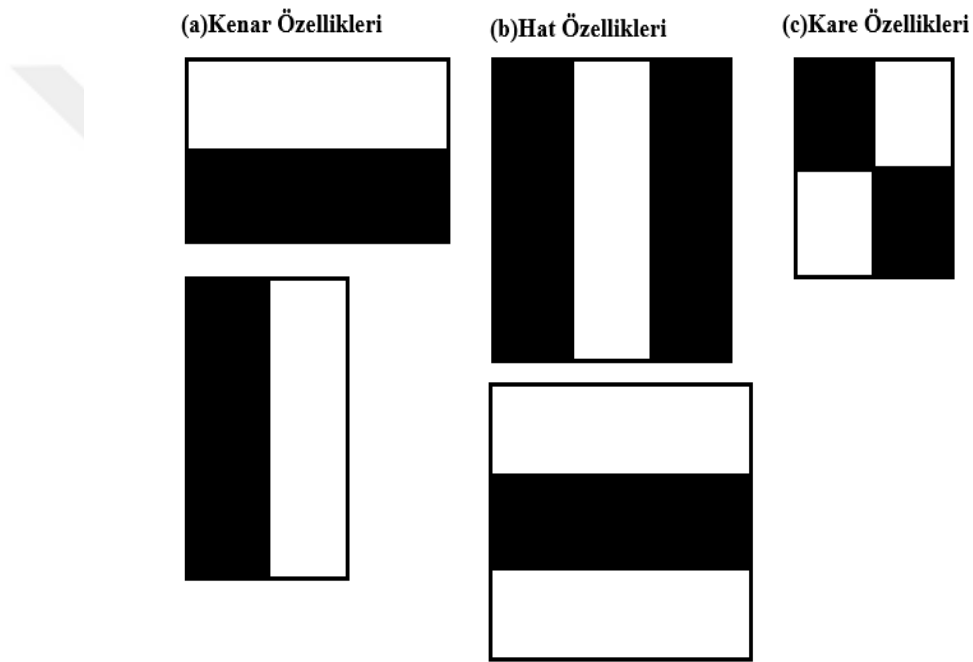
3.5.1 OpenCV kullanım alanları yüz algılama ve tanıma

- Nesne tanımlama ve tanıma
- Videolarda insan eylemlerini sınıflandırma
- Kamera hareketlerini takip etme
- Hareket eden nesnelere takip etme
- Nesnelere 3B (3 Boyutlu) modellerini çıkarma
- Bir resim veritabanından benzer resimler bulma
- Göz hareketlerini takip etme
- Manzarayı tanıma
- Mimik tanıma

3.5.2 OpenCV haar cascade algoritması

Bir görüntüdeki özel bir nesneyi tanımlama, nesne algılama olarak bilinir. Bu görev

birkaç teknik kullanılarak yapılabilir, ancak biz bu çalışmada nesne algılamayı gerçekleştirmek için yöntem olarak haar cascade kullanacağız. Haar cascade, görüntüdeki nesnelere ve konumlarından bağımsız olarak görüntülerdeki nesnelere algılayabilen bir algoritmadır. Bu algoritma çok karmaşık olmamakla beraber gerçek zamanlı olarak da çalışabilir. Araçlar, resimler, binalar, vb. gibi çeşitli nesnelere algılaması için bir haar cascade dedektörü eğitilebilir. Haar cascade basamaklı pencereleri kullanır ve her penceredeki özellikleri hesaplamaya ve bunun bir nesne olup olmayacağını sınıflandırmaya çalışarak ilerler.



Şekil 6. Haar Cascade Özellikleri

Haar cascade, özellikleri hesaplamak ve eşleştirmek için resim boyunca pencere boyutunda hareket eder. Haar cascade bir sınıflandırıcı olarak çalışır. Algılanan nesnenin parçası olan pozitif veri noktaları ile içermeyen negatif veri noktalarını sınıflandırır. Haar basamakları hızlıdır ve gerçek zamanlı olarak iyi çalışabilir.

3.6 Python

Python nesne tabanlı bir programlama dilidir ve diğer programlama dillerine göre de oldukça kolay bir dildir. Bu kolaylığı sağlayan özellikler için şunları söyleyebiliriz: Farklı

işletim sisteminde kullanılabilme, sade söz dizimi (syntax), hızlı, seri olarak programlamada kolaylık, çok sayıda kütüphane barındırma, daha az kod ile daha çok işlem yapabilmek, tüm platformlarda aynı ara birime sahip olan ve birçok internet protokolünü destekleyen kütüphane, ticari veri tabanları ile bağlantı kurabilme, farklı platformlarda sorunsuz çalışabilme, kaynak kodu bakımından kolaylık, erişimde kolaylık, yapay zeka uygulamalarında kolaylık vb. nedenlerden dolayı Python dili kullanılmıştır.

3.7 DJI Tello EDU

Bu çalışmada DJI Tello EDU dronu kullanılmıştır. Python, Scratch ve Swift gibi programlamada kullanılan dilleri basitçe öğrenebileceğiniz seviyesi arttırılmış bir SDK ile DJI Tello EDU, daha da genişletilmiş komut seçenekleri ve arttırılmış veri arayüzleri ile birlikte gelir. DJI'nin uçuş kontrol teknolojisi ile tamamlanan Tello EDU, elektronik görüntü sabitlemeyi de destekler.

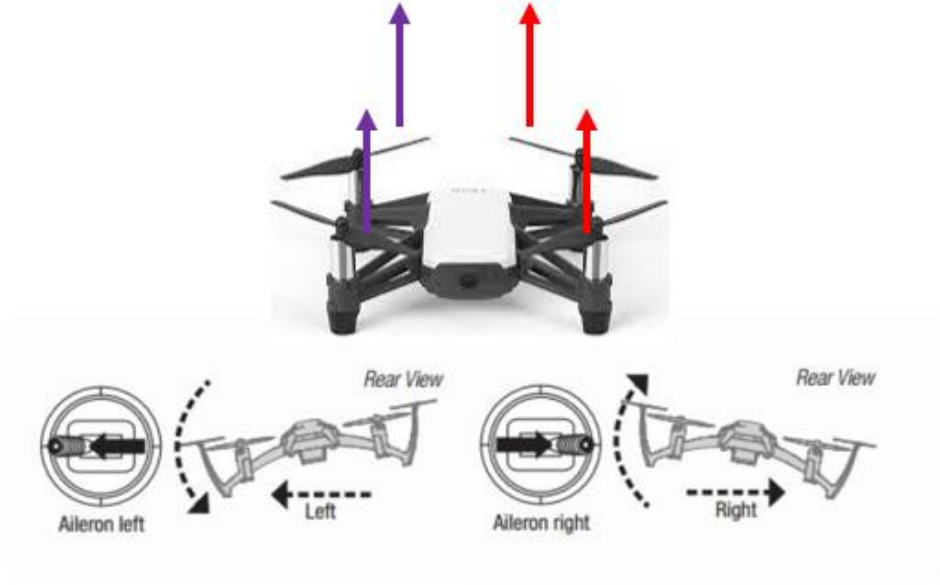


Şekil 7. DJI Tello EDU Drone

Görüntü işleme ve yapay zekâ geliştirme için çektiğimiz video verisine erişebilir ve nesne izleme, tanıma, programı yoluyla, bilgisayarlı görü yöntemleri ve derin öğrenme yöntemleri kullanarak daha fazla İşlev gerçekleştirilebilir.

Dronlar 3 tane hareket eksenine sahiptir. Bunlar pitch(ileri-geri), roll(yuvarlama) ve yaw(sapma) olarak sıralanabilir. Dronların bu eksenlerde hareket edebilmesi için pervanelerin hızlarında değişiklikler olur ve bunun ana sebebi net açışal momentumu sıfır yaparak havada dengeli bir uçuş gerçekleştirmektir.

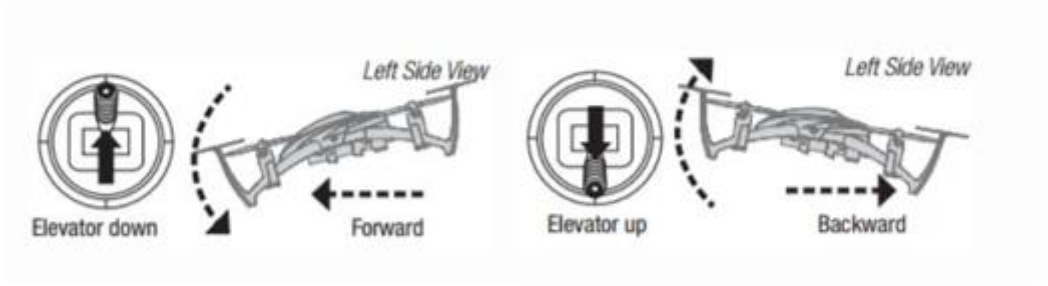
3.7.1 Roll (Yuvarlama)



Şekil 8. Roll (Yuvarlama)

3.7.2 Pitch (İleri-Geri)

- Dronun ileri veya geri yönde uçuşudur.
- Dronun gideceği yöndeki pervanelerin yavaşlar ve zıt yöndeki pervaneler hızlanmaya başlar. Bunun sayesinde net açışal momentum korunur (sıfır olur), drone ileri veya geri yönde hareket eder.



Şekil 9. Pitch (İleri-Geri)

3.7.3 Yaw (Sapma)

Dronun kendi etrafında yön değiştirmesidir. Dronun saat yönünde veya tersine dönmesi için dönme yönüne zıt ve dönme yönünde olan pervanelerin hızlarında birtakım değişiklikler olur.

Örnek olarak şekildeki gibi dronun saat yönüne dönebilmesi için saat yönünde dönen dronların pervanelerinin hızı azalır ve saat yönünde dönen dronların hızı artar. Bunun sayesinde drone saat yönüne dönerek toplam net açısız momentumu sıfır olur ve dengeli şekilde dönme gerçekleştirilir.



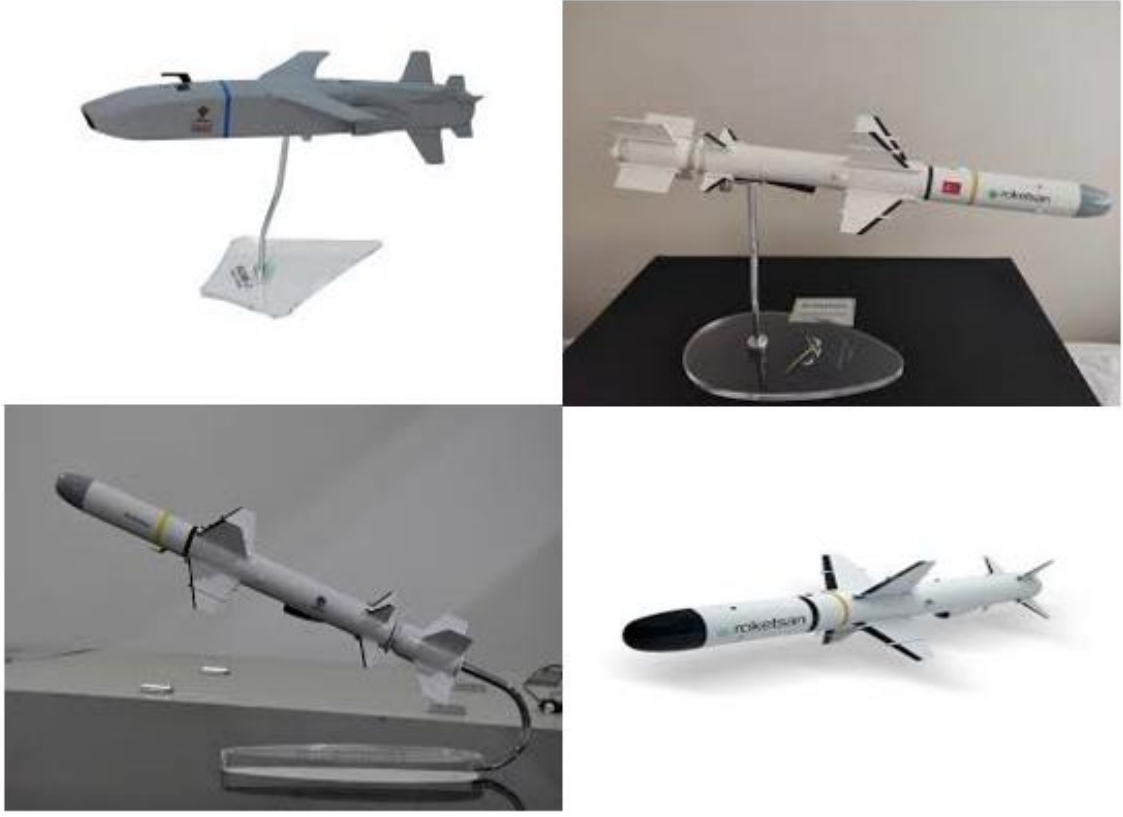
Şekil 10. Yaw (Sapma)

3.8 Verilerin Toplanması

Evrişimsel sinir ağları üzerinden nesne tanıma için son zamanlarda veri setleri ve farklı platformlar geliştirilmiştir. Farklı yapılarda algoritmalar geliştirilip daha verimli sonuçlar elde edilmişse de nesne tanımda başarılı olabilmenin en önemli koşulundan birisi de elde edilecek verinin sayısal olarak fazla olmasıdır. DJI Tello EDU Drone ile yapılan çalışmalarımızda tanımlanan nesnelere defalarca test yapılmıştır. 2030 veriden oluşan veri seti ve 230 verilik bir test veri seti oluşturuldu. Roketatar veri seti roboflow.com ortamında hazır veri setleri kullanılarak oluşturulmuş olmakla beraber bunlara ek olarak yapmış olduğumuz füze benzeri maketler, objeler ile de veri setleri oluşturularak çeşitlendirilmiştir. Bu veri setlerinde içerisinde test veri setleri oluşturulup DJI Tello EDU dronun algılaması için farklı boyutlarda roket maketleri ve rokete benzer objeler kullanılarak testler yapılmış ve çalışmalar bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

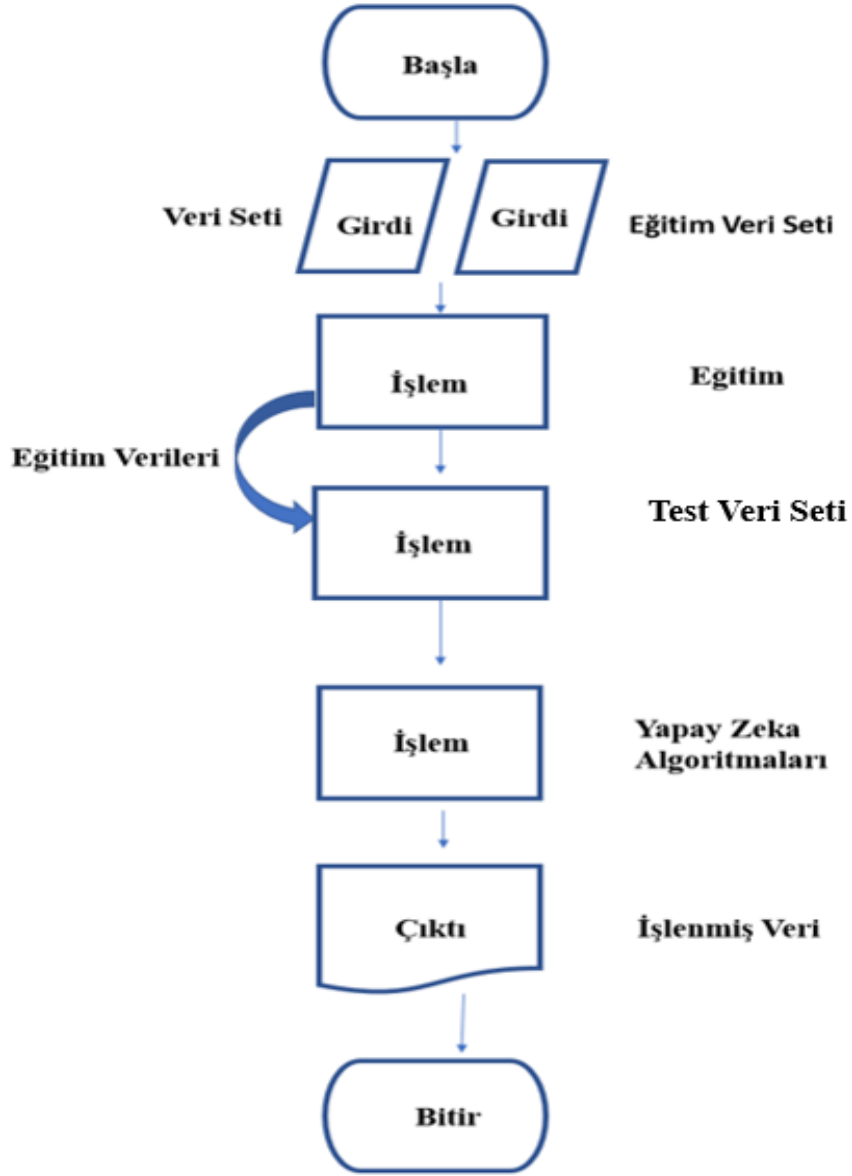


Şekil 11. Oluşturulan Veri Setinden Örnek Görüntüler

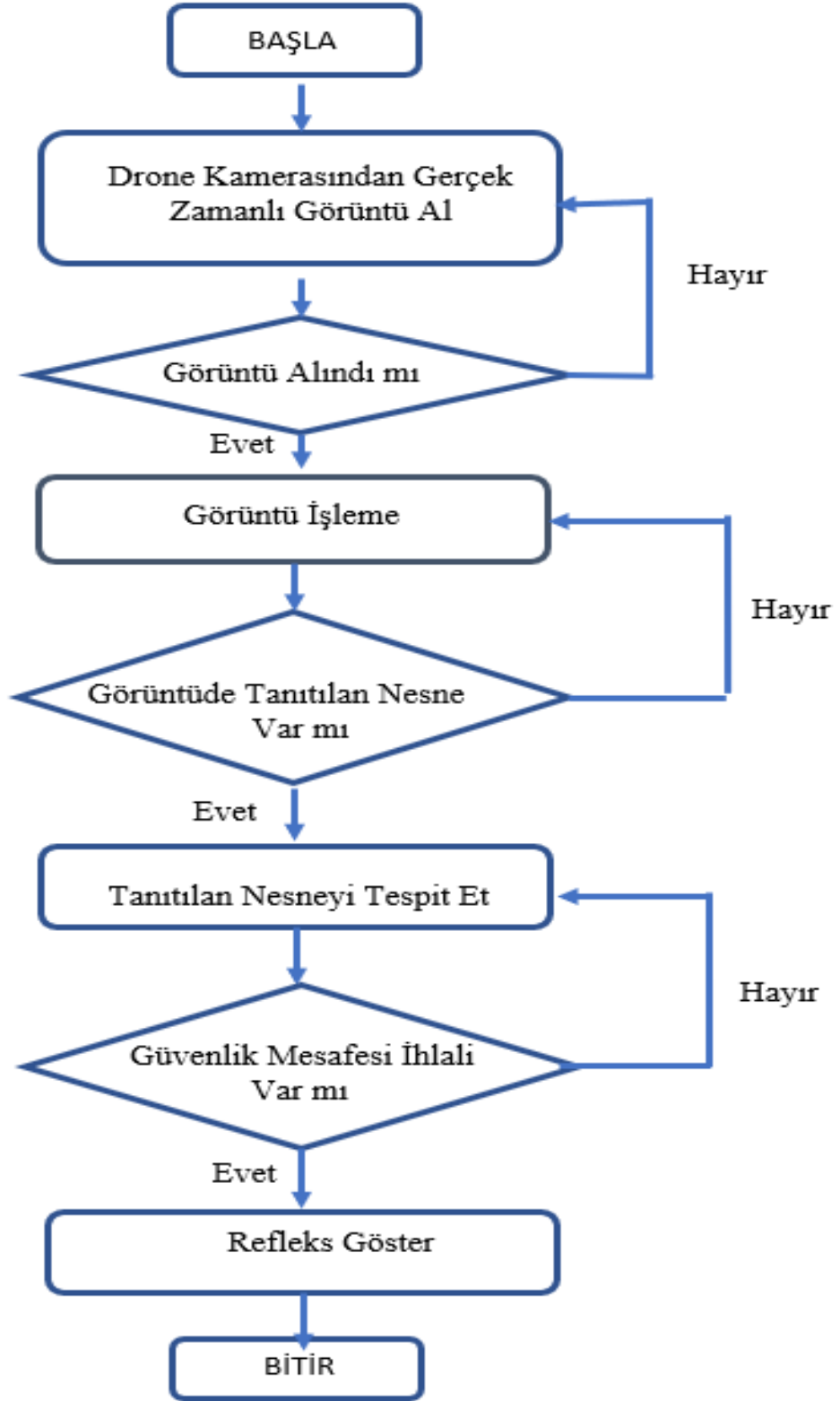


Şekil 12. Maketlerden Oluşturulan Veri Setinden Örnekler

Kullanılan veri seti xml (Extensible Markup Language) dosya formatı ile isimlendirilmiş etiketli veri setidir. Eğitim veri setiyle test veri setini doğrulama işleminde denetimli öğrenmenin sınıflandırma algoritmasından biri olan OpenCV, programlama dili olarak da uygulamada Python kullanılmıştır.



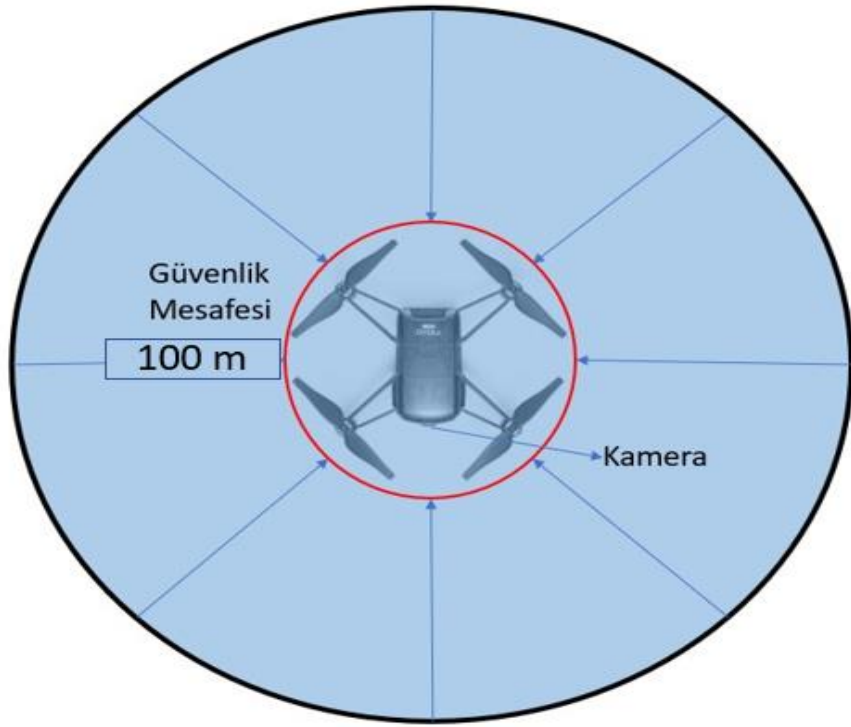
Şekil 13. Denetimli Makine Öğrenme Süreci



Şekil 14. Refleks Akış Şeması

4.BULGU VE TARTIŞMA

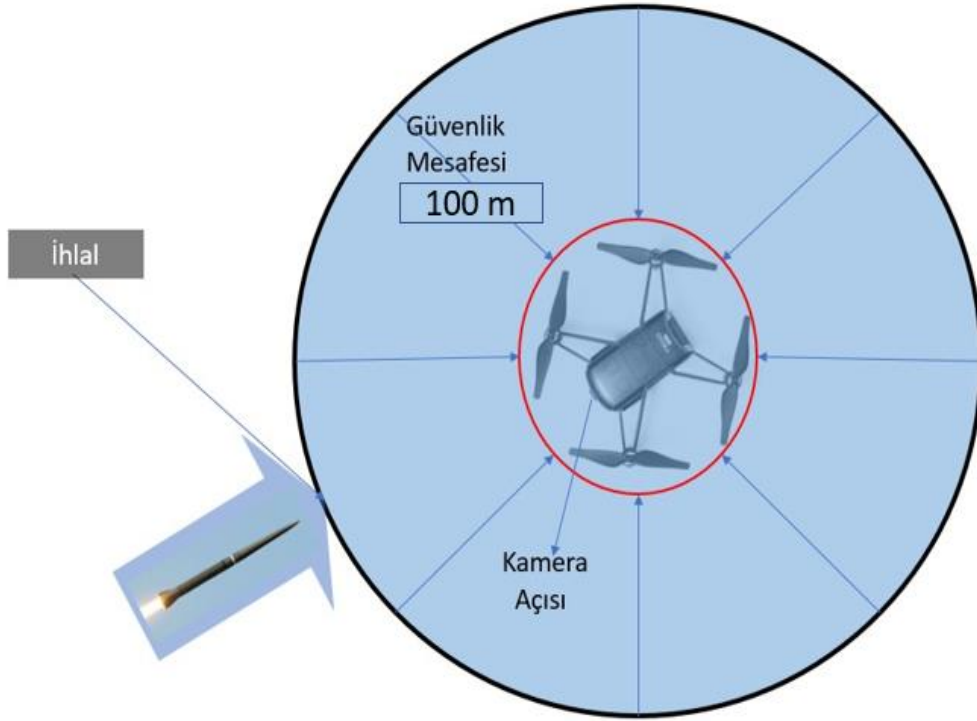
DJI Tello EDU Drone ile yapılan çalışmalarımızda tanımlanan nesnelere üzerinden denemeler yapılmış olup buna bağlı olarak dronun kamera açılarına göre farklı taraflarından yerleştirilen farklı mesafelerdeki nesnelere ile olabildiğince çok sayıda testler yapıldı.



Şekil 15. Güvenlik mesafesi oluşturulan drone

Dronun etrafına engel yerleştirilip yapılan testlerden elde edilen veriler ışığında sistemin sağlıklı çalışıp çalışmadığı denenmiş olup bu kapsam dahilinde ilk olarak dronun ön tarafında bulunan kamera önüne engeller konularak testler yapıldı. Kamera açısına giren ve drona doğru yaklaşılan nesne, drone tarafından algılandığında, drone tarafından gözlenmeye başlayıp daha sonra yaklaşması halinde geriye doğru hamle yaparak daha önceden belirlenen güvenlik mesafesini korumaya çalıştığı görülmüştür. Burada belirlenen güvenlik mesafesi olası durumlarda drona karşı yapılacak saldırının ne tür bir

silahla yapılacağı üzerine değerlendirilerek belirlenmeye çalışılmıştır. Saldırıda kullanılacak silahın türü doğal olarak o silaha ait özellikleri temelden değiştirmekle beraber aynı silahın hedefine giren cihazlarında o silahtan kendilerini savunacak yeterlilikte olmalarını gerektirmektedir aksi takdirde kaza kırım kaçınılmaz olmaktadır. Bu yüzden güvenlik mesafesi, dronun hedefi tespit ettiği an ile refleks geliştirme anı arasındaki mesafe hayati önem taşımaktadır çünkü tespit anı ile temas anı arasında geçen sürede dronun refleks yapacak zamanı elde etmiş olması gereklidir. Burada da hız, mesafe, zaman hesaplamaları bize yardımcı olmaktadır.



Şekil 16. Güvenlik mesafesi ihlali ve kamera tarafından ihlal tespiti

Ön kameradan alınan görüntüler ile hareketli nesnenin tespiti yapılmış olup nokta tabanlı nesne takibi yapan ve buna karşı daha önceden belirlenmiş güvenlik mesafesinin korunmasını sağlayan program yapılmıştır. Programda DJI markasının eğitilebilen drone modeli olan Tello EDU modelinin kullanıcı girişine Wi-Fi ağı üzerinden bağlantı sağlanmış olup alınan görüntüler için OpenCV görüntü işleme teknikleri ve nokta tabanlı nesne takip işlemi ve kendi güvenlik çemberindeki mesafeyi ihlal etmeye çalışan ona

karşı harekette bulunan nesneye karşı refleks göstermesi gerçekleştirilmiştir. Burada sağlıklı bir refleksin gerçekleşmesi için drona doğru gelen nesnenin saatteki hızı ile dronun bu hıza karşılık verecek refleks hızı çok önemlidir. Bu kısımda veri setimizde bulunan bombaatar mermisi, roketatar mermisi, kamikaze dronlar, roket atan dronlar ve stinger füzeler üzerinden örnekler bulunmaktadır. Bu örnekler için kullandığımız bilgisayarın özellikleri Intel(R) Core (™) i7-10750H CPU @ 2.60 GHz 2.59 GHz, Ram 16.0 GB ve işletim sistemi 64 bit x64 tabanlı işlemciye sahiptir. Bu özellikleri dahilinde dronumuzun refleks kabiliyetini ölçeceğiz.

Tablo 1. Bomba Atar Mermisi

Bomba Atar Mermisi Özellikleri	Hız km/saat	Hız m/saniye	Mesafe/1 sn	Mesafe/1dk	Mesafe/1 saat	Max Menzil
	270 km/s	75 m/s	75 m	4500 m	270 km	400 m

Tablo 2. Dji Tello EDU Özellikleri

DJI Tello Drone Özellikleri	Hız km/saat	Hız m/saniye	Mesafe/1 sn	Mesafe/1 dk	Mesafe/1 saat	Max Menzil	Max İrtifa
	28 km/s	8 m/s	8 m	480 m	28.8 km	300 m	30 m

Tablo 1'deki bilgiler ışığında incelediğimizde bomba atar mermisi 100 metre mesafeyi 1.33 saniye içinde tamamlayıp 101. metreye geçiyor. Dji Tello EDU Drone ise 100 metrede güvenlik mesafesini ihlal eden bomba atar mermisine karşılık 1.33 saniyede refleks göstererek sadece 10,24 metre uzaklaşabiliyor ve 1.34'ncü saniyede drone kırıma uğramış oluyor. Drone yatay düzlemde değil de burada 1.33 saniye içerisinde yukarı/aşağı yönlü yapacağı bir refleks ile gelebilecek tehlikeden kurtulma olasılığı yatay düzlemdeki refleksine göre çok daha yüksektir.

Tablo 3. Roketatar Mermisi

Roketatar Mermisi Özellikleri	Hız km/saat	Hız m/saniye	Mesafe/1 sn	Mesafe/1 dk	Mesafe/1 saat	Max Menzil
	403 km/s	112 m/s	112 m	6720 m	403 km	1100 m

Tablo 3'ü incelediğimizde Roketatar mermisi 100 metre mesafeyi 0.89 saniye içinde tamamlayıp 101.metreye geçiyor. Djı Tello EDU Drone ise 100 metrede güvenlik mesafesini ihlal eden roketatar mermisine karşılık 0.89 saniyede refleks göstererek sadece 7,14 metre uzaklaşabiliyor ve 7,15'nci saniyede drone imha edilmiş oluyor.Drone yatay düzlemde değil de dikey/düşey düzlemde 0.89 saniye içerisinde yapacağı bir refleks ile gelebilecek tehlikeden kurtulma olasılığı çok daha yüksektir.

Tablo 4. Kamikaze Drone Özellikleri

Kamikaze Drone Özellikleri	Hız km/saat	Hız m/saniye	Mesafe/1 sn	Mesafe/1 dk	Mesafe/1 saat	Max Menzil	Max İrtifa
	72 km/s	20 m/s	20 m	1200 m	72 km	5000 m	2800 m

Tablo 4'ü incelediğimizde Kamikaze drone hızı güvenlik mesafesi olarak belirlediğimiz 100 metreyi 5 saniyede tamamlayıp 5.1 saniyede dronumuza isabet etmiş oluyor. Djı Tello EDU ise 5 saniyede refleks gösterip sadece 40 metre kaçabiliyor. Djı Tello EDU bu süre zarfında mevcut konumunu yukarı aşağı yönlü yada çapraz yönlü refleks ile gelecek tehlikeden kurtulması olasıdır. Burada diğer bir husus ise kamikaze dronlarında manevra kabiliyetlerinin yüksek olması dronumuz burada refleks gösterip kaçsa dahi bu reflekslerin devamı gelmeli aksi takdirde yukarı/aşağı yönlü refleks göstermesi belli bir süreden sonra etkinliğini yitirecektir.

Tablo 5. Drondan Atılan Roket Özellikleri

Drondan Atılan Roket Özellikleri	Hız km/saat	Hız m/saniye	Mesafe/1 sn	Mesafe/1d k	Mesafe/1 saat	Max Menzil
	2502 km/s	695 m/s	695 m	41700 m	2502 km	2000 m

Tablo 5'e baktığımızda ise mini roket atabilen bir drondan atılan roket 100 metre mesafeyi 0,14 saniyede aşarak hedefi imha edebiliyorken Dji Tello EDU bu sürede sadece 1,12 metre mesafeyi kat edebiliyor. Bu mesafe dronun kendini savunabileceği bir mesafe olmamakla beraber roketin yukarı/aşağı yönlü manevralar yapmayı değerlendirmesi lazım.

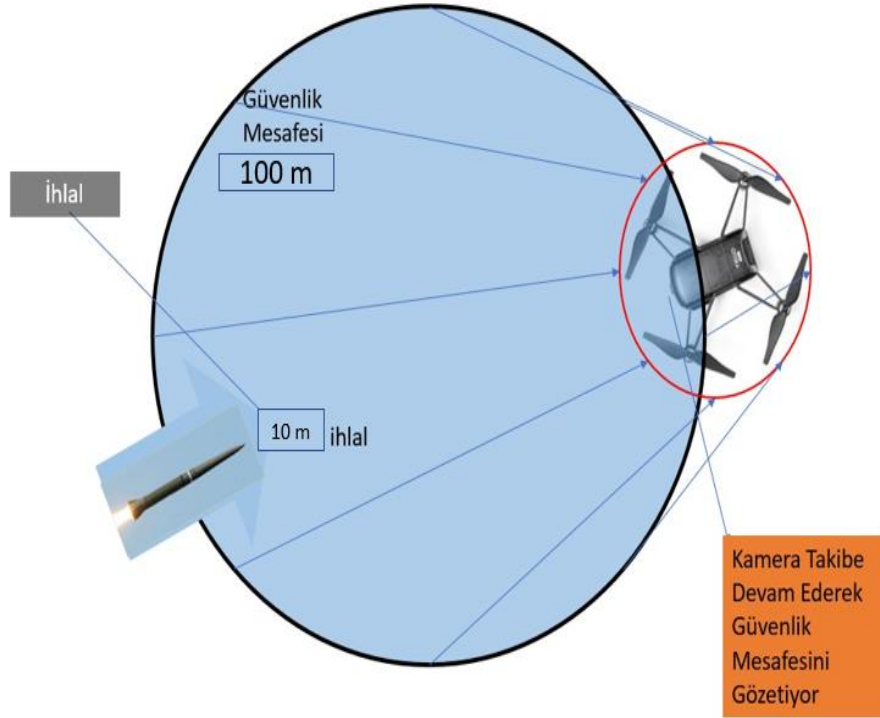
Tablo 6. Stinger Füze Özellikleri

Stinger Füze Özellikleri	Hız km/saat	Hız m/saniye	Mesafe/1 sn	Mesafe/1 dk	Mesafe/1 saat	Max Menzil
	1224 km/s	340 m/s	340 m	20400 m	1224 km	8000 m

Tablo 6'ya baktığımızda karadan havaya atılan stinger füzeleri hem hızlı olmaları hemde güdümlü sisteme sahip olmalarından ötürü namludan çıktıktan sonra da manevra yapabilen takip edebilen sistemlere sahip olduğundan dolayı güçlü silahlardır. Stinger füzesi güvenlik mesafemiz olan 100 metreyi 0,29 saniyede kat edebiliyorken Dji Tello EDU 0,29 saniyede sadece 2,32 metre mesafe kat ediyor. Bu durumda dronun bu saldırıdan kurtulması refleks göstermeden mümkün değil manevra yapsa dahi ek donanımlara sahip olması gerekir. Bunlar sinyal bozucu, sinyal yansıtıcı vb. gibi donanımlar olmalıdır bunun nedeni ise stinger füzelerinin son teknolojik füzeler olmasının yanında sinyal takip edebilmesi, kızılötesi ile tespit edip takip edebilmesi ya da ısı güdümlü füzeler olması gibi özelliklerini sıralayabiliriz.

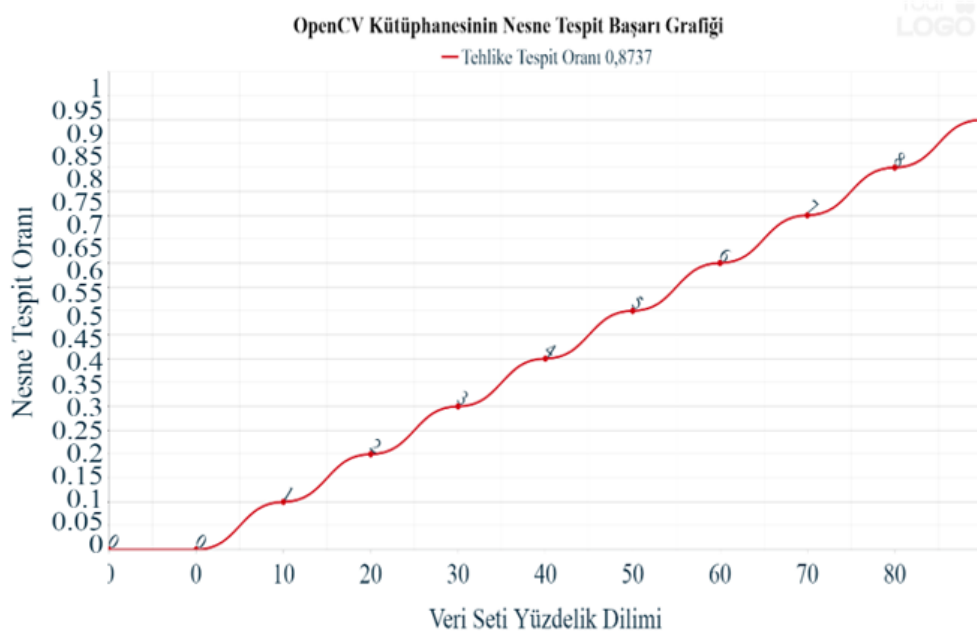
Yapılan çalışmada dronun görme tabanlı hareketli nesne takibi ve bu güvenlik çemberine girmeye çalışan nesneye karşı refleks göstermesi gerçekleştirilmiştir. Nesne tespit aşaması için kendimiz bir drone oluşturmuş olsak da DJI firmasının eğitilebilir dronu olan Tello EDU modeli kullanılmıştır. Hareketli nesnenin dronun güvenlik çemberine girmesi ile sadece kendi güvenliğini tehdit edecek hareketli nesneye karşı nesne takibine başlamaktadır. Bununla beraber aynı anda refleks göstererek hareketli nesneyle arasındaki mesafeyi koruyacak hamleler yapması, cihazın önünde bulunan kameradan alınan görüntüler eşliğinde takip edilerek nesnenin olası şekil, renk ve konum bilgileri kullanılmıştır. Ancak burada şuna da değinmek gerekir yazılan kodlar öncelikle

bilgisayarda çalıştırılıp sonrasında da komutlar DJI Tello EDU drona gönderilmektedir. Bu gelen komutlardan sonra harekete geçen drone sadece ön kameradan aldığı görüntüleri bilgisayara aktarma görevini yerine getirmektedir. Aktarılan görüntüler bilgisayar tarafından işlenip nesne sınıflandırmasına göre ayrılıp refleks gösterme kararını alıp tekrar bu komutu drona iletmektedir. İletilen bilgi ışığında da drone gerekli refleksleri göstermeye başlamaktadır. Burada nesne sınıflandırmasının da önemi büyüktür çünkü bu sınıflandırmanın hatalı olması ya da nesne tespit performansının düşük olması drondan beklediğimiz davranışları doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı nesne tespitinde kullandığımız OpenCV kütüphanesinin eğitim performansında tanıttığımız tehlikeli nesnelere tespit etme başarısı 0,8737 olarak ölçülmüştür. Diğer önemli olan husus ise drone ile bilgisayar arasındaki Wi-Fi bağlantı meselesidir çünkü bağlantının kopması ile komutları alamayan ve nesne videosu aktarımı yapamayan drone, doğal olarak bilgisayardan komutları da alamadığından dolayı kısa bir süre sonra hata mesajları verip bulunduğu konumda yere iniş gerçekleştirmektedir.



Şekil 17. Güvenlik mesafesi ihlali ve kamera tarafından tespiti sonrası güvenlik mesafesini sağlamaya yönelik refleks

Devam eden testlerde güvenlik çemberini ihlal edecek herhangi bir hamle ya da yaklaşma hamlesi yapılmadığında dronun verilen komutları rutin akışı içerisinde yerine getirdiği ancak güvenlik çemberine doğru olası bir ihlal söz konusu olduğu anlarda ihlali gerçekleştiren nesneyi gözetlemeye alıp o nesnenin drona yaklaşma hamlelerine tepki verip ondan kurtulmaya çalıştığı tespit edilmiştir.



Şekil 18. OpenCV'nin Veri Setimizin Tehlikeli Nesneleri Tespit Etme Başarısı

Öndeki kamera açısına göre aynı anda biri tanıtılan ve diğerinde ufak farklılıklar olan iki nesne ile yapılan çalışmalarda da tanıtılan nesne DJI Tello EDU drone tarafından tespit edilmiş diğer nesneye karşı bir reaksiyon gerçekleşmemiş olağan çalışmalarına devam ettiği gözlemlenmiştir.

4.1 Performans Metrikleri

Bir makine öğrenmesi modelinin veri setleri arasındaki başarısını, çoğu zaman birkaç problem üzerinde çalışırken elimizde bulunmasını isteriz. Çünkü birden fazla makine öğrenmesi modeli arasından en başarılı olanını tespit etmiş olur ve elimizdeki başarılı sonuca göre örnek aldığımız model ile yolumuza devam ederiz. Diğer önemli konuya gelecek olursak oda şüphesiz ki modelimizin eğitim veri seti ve test veri setlerinin birbirlerine kıyasla başarılarını görmek olur.

Bu süreçte elimizdeki makine öğrenmesi modelimizin problemlerini tespit eder ve bunlara çözümler üretiriz. Regresyon ve sınıflandırma metrikleri için farklı performans metrikleri kullanılır ancak biz burada sadece sınıflandırma metrikleri üzerinde duracağız.

4.1.1 Karmaşıklık matrisi

Bu matristeki değerleri kullanarak farklı metriklerin hesaplamalarını yaparız. Doğru pozitif (true positive), bizim modelimizin yapmış olduğu tahminin pozitif olduğunu ve bu tahminin de doğru yani gerçekte var olan değerimizin de pozitif olduğunu gösteriyor. Örnek verecek olursak eğer; Dronumuza yaklaşan bir nesnenin tehlikeli mi tehlikesiz mi olduğunu sınıflandıralım. Tehlikesiz nesne sınıfını negatif olarak, tehlikeli nesne sınıfını ise pozitif olarak ele alalım. O zaman doğru pozitif (DP) bizim modelimizin tahmini, yaklaşan nesnenin tehlikeli olduğunu ve tehlikenin gerçekten de tehlike olduğunu ifade eder. Yanlış pozitif (YP) ise yine aynı modelimizin tahmininin, tehlikesiz nesneye tehlikeli nesne (pozitif) dediğini fakat gerçekte tehlikesiz olduğunu gösterir. Doğru negatif (DN), bizim modelimizin tahmininin tehlikesiz ve gerçekteki değer de tehlikesiz olduğunu gösterir. Yanlış negatif (YN), modelimizin tahminin nesnenin tehlikesiz olduğunu fakat gerçekteki değer tehlikeli nesne olduğunu gösterir. Verilen bu sınıflandırmalar nesneyi zamanında doğru şekilde tanımlaması ve dronun bu tanımlamaya göre refleks göstermesi açısından incelenecektir. Aşağıdaki başlıklar altında bu çalışmada kullandığımız veri setinin değerleri verilmiştir.

1. Tehlikeliye tehlikeli demek (Doğru Pozitif – DP) **DOĞRU**
2. Tehlikesize tehlikesiz demek (Doğru Negatif – DN) **DOĞRU**
3. Tehlikesize tehlikeli demek (Yanlış Pozitif – YP) **YANLIŞ**
4. Tehlikeliye tehlikesiz demek (Yanlış Negatif – YN) **YANLIŞ**

Tablo 7. Karmaşıklık Matrisi

		Tahmin		
		Tehlike Yok	Tehlike Var	
Gerçek	Tehlike Yok	620 (DN)	380 (YP)	Gerçek Yok Olan Tehlikesiz Toplamı 1000
Gerçek	Tehlike Var	130 (YN)	900 (DP)	Gerçek Var Olan Tehlike Toplamı 1030
Toplam		750	1280	Toplam Veri 2030

4.1.2 Doğruluk (Accuracy)

Doğru yaptığımız tahminlerin sayısının bütün yaptığımız tahminlerin sayısına bölümünü ile bulunur. Denklem 4.1’de doğruluk değerinin formülü verilmiştir.

$$\text{Doğruluk} = (DP+DN) / (DP+YP+DN+YN) \quad (4.1)$$

$$\text{Doğruluk} = (DN+DP) / \text{Toplam} = (620+900) / 2030 = 0,7487$$

Doğruluk değeri bize her zaman güvenilir bir sonuç vermeyebilir. Bu durumu şöyle

açıklayabiliriz. Elimizde karışık bir veri seti olduğunu düşünürsek eğer veri setinde pozitif sınıftan 95 adet ve negatif sınıftan 5 adet olduğunu varsayalım. Eğer algoritmamız hiçbir şey öğrenmeden her şeye pozitif derse bu veri setindeki doğruluk oranı %95 olmaktadır. Bu değer gayet başarılı fakat bir o kadar da yanıltıcı bir değer olmuş olur çünkü elimizdeki algoritma hiçbir şey öğrenmeden her şeye pozitif sonucunu veriyor ve yanlış sınıftaki verilerinde tamamına yanlış diyor ise bu model başarısız bir model olarak ortaya çıkmış demektir. Bu çalışmada kullandığımız veri setimizin doğruluk oranı yukarıdaki gibidir. Bu oran bize neyi ifade ediyor peki? Bu 0,7487 değeri bizim tehlike var dediğimize tehlikeli demiş ve tehlike var olarak çıkmış, tehlike yok demişsek tehlikesiz olarak çıkmış demektir. Bu da dronun refleks göstermesi gereken nesnelere tespit etmesini ve tehlikesiz nesnelere karşı gereksiz refleks göstermesinin önüne geçilme başarısını arttırmaktadır.

4.1.3 Kesinlik

Pozitif olarak tahmin ettiğimiz (DP + YP) örneklerin kaçının doğru tahmin edildiğinin oranıdır. Denklem 4.2’de kesinlik değerinin formülü verilmiştir.

$$\text{Kesinlik} = \text{DP}/(\text{DP}+\text{YP}) \quad (4.2)$$

$$\text{Kesinlik Oranı} = \text{DP}/(\text{YP}+\text{DP}) = 900/ (380+900) = 0,7031$$

Burada elde ettiğimiz 0,7031 değeri ise doğru olarak tahmin edilen değerlerin tüm doğrular içindeki oranını veriyor. Yani toplam da yüzde 70’lik bir doğru tahmin etme durumu gerçekleştiği görülmektedir. Yine bu değer üzerinden bakılınca dronun refleks gösterip göstermemesi konusundaki tavrını doğrudan etkilemesi açısından önemlidir.

4.1.4 Duyarlılık

Pozitif olarak tahmin edilmesi (DP + YN) gereken örneklerin oransal olarak kaçının doğru tahmin edildiğinin göstergesidir. Denklem 4.3’de duyarlılık değerinin formülü verilmiştir.

$$\text{Duyarlılık} = \text{DP}/(\text{DP}+\text{YN}) \quad (4.3)$$

$$\text{Duyarlılık} = \text{DP} / \text{DP}+\text{YN} = 900/1030 = 0,8737$$

Yukarıda elde ettiğimiz 0,8737 duyarlılık oranı neyi ifade ediyor peki? Doğru olarak tahmin edilen tehlike var tespitinin gerçek tüm tehlike var tespitlerinin tamamına oranıdır. Elde edilen bu değeri şu şekilde açıklayabiliriz; Modelimizin tehlikeleri bilme, tespit edebilme, konusunda ne kadar verimli ayırım yapabildiğini gösteren değerdir diyebiliriz.

Bu oranın yüksek olmasının en önemli katkısı ise dronun kendini savunacak refleks gösterme kararına, hızına katkı sağlayarak drone kaza kırırma uğrama riskini azaltmasıdır.

4.1.5 Seçicilik

Negatif olarak tahmin edilmesi gereken nesnelerin ne kadarının negatif (tehlikesiz) olarak tespit edildiğinin göstergesidir. Kısacası tehlikesiz nesnelere bilme oranıdır. Denklem 4.4’de seçicilik değerinin formülü verilmiştir.

$$\text{Seçicilik} = \text{DN}/(\text{DN}+\text{YP}) \quad (4.4)$$

$$\text{Seçicilik}=\text{DN}/\text{DN}+\text{YP}=620/(620+380)=0,62$$

Yukarıda elde etmiş olduğumuz 0,62 değeri seçicilik oranını vermektedir. Bu değer veri

setindeki tehlikesiz nesnelerin tehlikesiz olduklarını bilme oranıdır. Bu değerin bizim için anlamı olası üst üste gelecek saldırılarda nesnelerin ayırt edilmesi ve doğru nesneye doğru refleks geliştirilmesini sağlamaktadır. Aksi takdirde tehlikeli olmayan bir nesneye gösterilecek refleks, gerçekte var olan tehlikeli nesneye gösterilmesi planan refleksin oluşmasının önüne geçerek kaza kırımı neden olabilir.

4.1.6 Hata oranı

Veri setimiz üzerinden yapılan tahminlerin ne kadarının yanlış olduğunu söyler. 1'den doğruluk değeri çıkarılarak da elde edilir. Yanlışların tüm veri setine oranıdır. Denklem 4.5'de hata oranının formülü verilmiştir.

$$\text{Hata Oranı} = (YP+YN) / (DP+DN+YP+YN) \quad (4.5)$$

$$\text{Hata Oranı} = (YP+YN) / (DP+DN+YP+YN) = (130+380) / (130+380+900+620) = 0,2512$$

Burada elde ettiğimiz 0,2512 değer hata oranını vermektedir. Bu değer bize tahminlerin ne kadarının yanlış olduklarını gösterir. Ayrıca bu dronumuza karşı gelecek tehditlerden ¼'ünün tahmin edilemiyor olduğunu drone refleks göstermeyerek bu oran dahilinde tehlikelere karşı açık verdiğini gösterir bu da kaza kırımı uğrama riskinin ¼ oranında daha da arttığını gösterir.

4.1.7 Yanlış pozitif oranı

Sınıflandırma modülünün gerçekte tehlikeli olmayan sınıfımızı pozitif olarak değerlendirip tehlikeli gibi yanlış tahmin ettiği tahmin oranını ifade eder. Denklem 4.6’da yanlış pozitif oranının formülü verilmiştir.

$$\text{Yanlış Pozitif Oranı} = \text{YP}/(\text{YP}+\text{DN}) \quad (4.6)$$

$$\text{Yanlış Pozitif Oranı} = \text{YP}/(\text{YP}+\text{DN}) = 380/(620+380) = 0,38$$

Bu oranın yüksek olmasının yani 1’ olan yakınlığının bize maliyeti dronun fazladan çalışmasına, yavaşlamasına ve tehlikeli olmayan nesnelere karşı refleks gösterirken asıl tehlikelere karşı savunmasız kalmasına yol açar. Yanlış pozitif oranı düşük olduğunda drone tehlikeli nesnelere karşı daha fazla zaman harcayabilir.

Yanlış pozitif oranının değerini azaltmak aynı zamanda drone refleks gösterirken dronun refleks göstermesinde oluşacak aksamaların süresini kısaltır ve güvenliği artırır, bu da aktif, daha başarılı ve daha güçlü bir refleks ile sonuçlanabilir.

4.1.8 F1 skoru

F1 skoru duyarlılık oranı ile kesinlik oranının harmonik ortalamasıdır. Max 1 min ise 0 olmalıdır. F1 skoru elimizdeki veri setinin tahmin yapmadaki doğruluğunu ölçmenin bir yoludur. Modelimizin kesin ve sağlam olmasının bir ölçüsüdür. Modelimiz 1’e ne kadar yakınsa tehlikeli tehlikesiz sınıflandırmamızın ne kadar hassas olduğunu gösterir. Denklem 4.7’de F1 skorunun formülü verilmiştir.

$$F1 \text{ Skoru Formülü} = (2 * \text{Duyarlılık} * \text{Kesinlik}) / (\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}) \quad (4.7)$$

$$F1 \text{ Skoru Formülü} = (2 * \text{Duyarlılık} * \text{Kesinlik}) / (\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}) = (2 * 0,8737 * 0,7031) / (0,8737 + 0,7031) = 0,7791$$

Elde ettiğimiz bu 0,7791 oran tehlikeli tehlikesiz sınıflandırmamızın ne kadar hassas olduğunu göstermektedir. Bu sınıflandırma oranının yüksek olması nesnelerin daha gerçekçi sonuçlarla ayırt edilmesi ve bu doğrultuda dronun daha sağlıklı reflexler göstermesini sağlamaktadır. Bu da dronun reflex süresini doğrudan etkileyerek kaza kırırma uğramaması açısından önemli bir ölçüttür.

4.1.9 Roc eğrisi ve auc alanı

Roc eğrisi özellikle makine öğrenmesi modellerinde sınıfsal ayrımların performansını görsel olarak değerlendirilmemizde etkili bir yöntemdir. Eşik değerleri üzerinden eğrinin en verimli noktası alınarak yorumlar yapmamızı sağlar. Modelimizde eşik değer olarak 0,50 noktasını aldığımızda tehlikeli ve tehlikesiz nesnelere sınıflandırmasında en yüksek performansı elde etmiş bulunuyoruz. Roc (Receiver Operating Characteristics) eğrisinde 1 değerine yakınlık tahmin veriminin en üst ölçüsüdür. Roc eğrimiz 1'e ne kadar yakınsa tehlikeli/tehlikesiz nesnelere tespiti o kadar tutarlıdır. Roc eğrisi altında kalan kısım Auc (Area Under the Receiver Operating Characteristics) olarak ifade edilir ve testimizdeki tehlikeli ve tehlikesiz nesnelere ayrışmasındaki doğruluk oranını belirlememize yardımcı olur. Roc eğrisinin altındaki Auc alanının büyük olması nesne tespitinin sınıflandırma veriminin istatistiksel olarak önemini gösterir. Nesne tespitinin sınıflandırma yeteneğinin yeterli olmadığı durumlarda Roc eğrisi altında kalan alanın beklenen değeri 0.50'dir. Mükemmel bir test ise sıfır yanlış pozitif (YP) ve sıfır yanlış negatif (YN) ile alanın değeri 1.00 olacaktır. Test, bu iki değer arasında bir alana sahip olmalıdır. Roc ve Auc alanlarının değerlerinin yüksek olması hareket noktamızın temelini oluşturan nesnelere tehlikeli/tehlikesiz sınıflandırmasının doğrudan drone reflexine etki etmesi ve dronun reflex gösterip göstermeyeceğini doğrudan etkilemektedir.

Eđri altındaki alanların başarı değerlendirmelerinde bu verilen derecelendirmeler kullanılabilir.

90-1.00 = mükemmel

80-90 = iyi

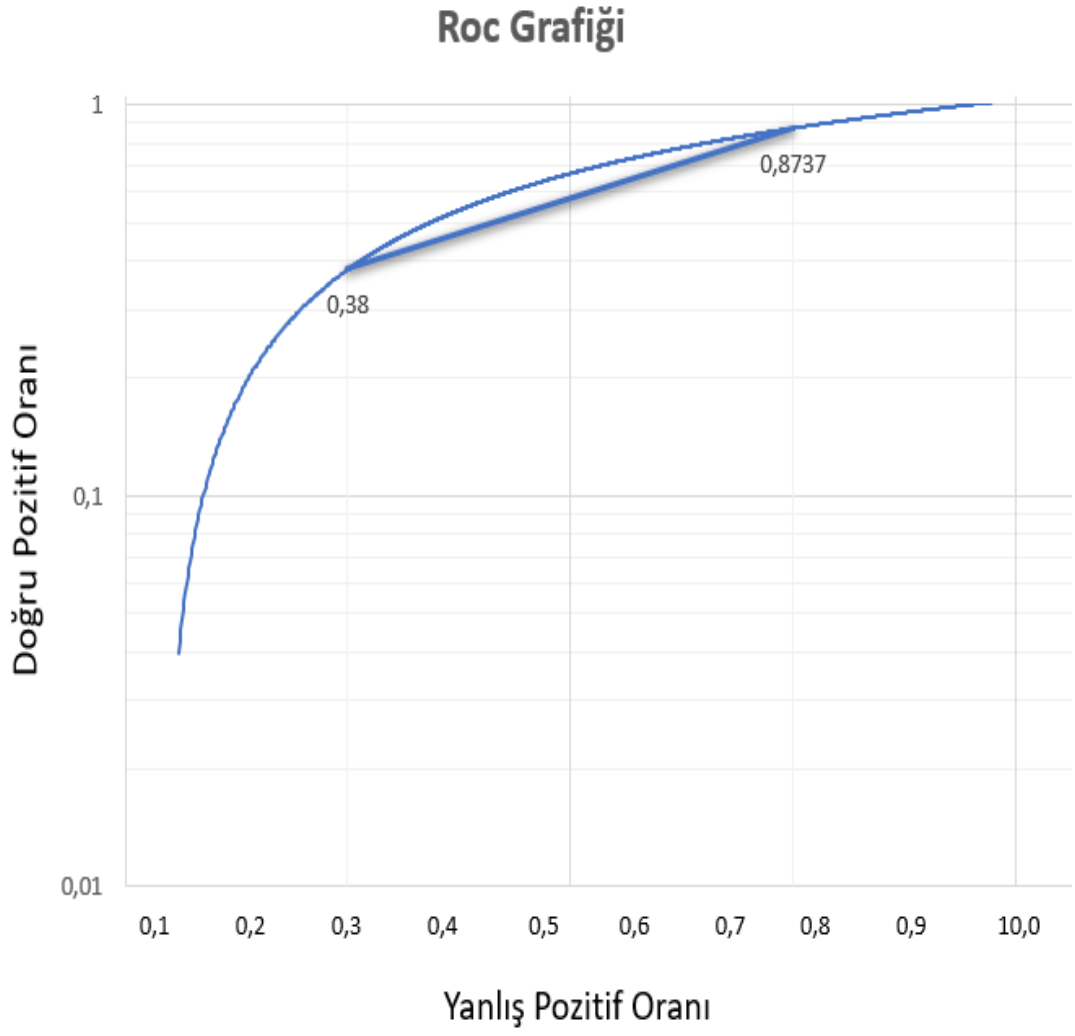
70-80 = orta

60-70 = zayıf

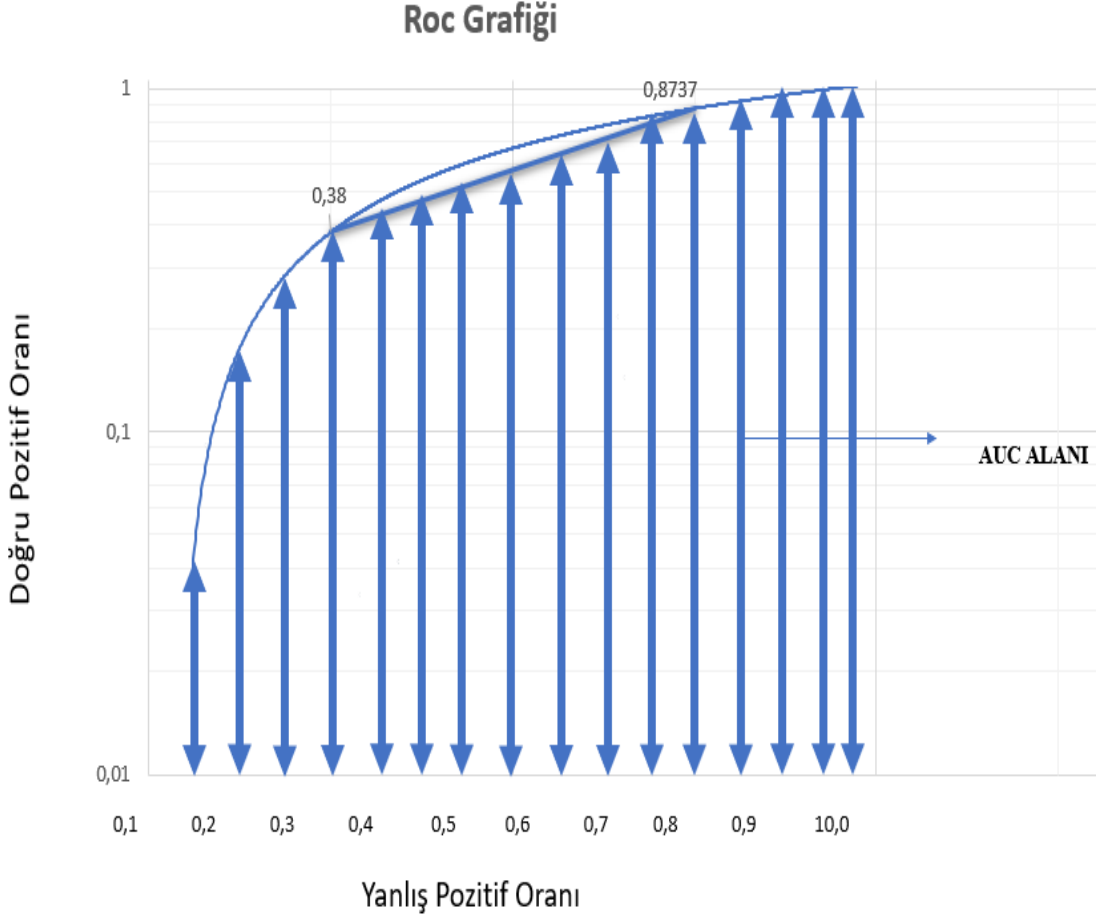
50-60 = başarısız

Genel kabul görmüş bu test ölçüsüne göre elde ettiğimiz 0,8737'lik tespit değeri mükemmel yakın olarak beklenen performansı yerine getirmiştir.

Tablo 8. Roc Eğrisi



Tablo 9. Auc Alanı



4.2 Tez Bulguları

Haar cascade algoritması belirli boyutlarda oluşturulmuş sınıflandırıcı öğelerin, pozitif resimler üzerinde gezdirilerek aydınlık ve karanlık bölgeleri birbirinden ayırt etme mantığına dayalı olarak çalışmaktadır. Sınıflandırıcılar resimleri adım adım işleyerek negatif resimler üzerinde tespit yapmayıp, pozitif resimler üzerinde çalışarak nesnelere tespit ederek bunlar üzerinde piksel değerlerini integral ile toplayarak işleme devam etmektedir.

Bu süre zarfında görüntü işleme yapılırken bilgisayarın tekrar tekrar toplama işlemi yapması engellenerek hızlı çalışması sağlanır. Ayrıca resimlerin taranması esnasında her çerçeve baştan tüm görüntüleri taramak yerine önceki görüntülerde eşleşmiş kısımları atlayarak zaman kazanılmaktadır. Haar cascade algoritmasının çalışma hızı

buna bağlı olarak işlemci gücü, örnekleme sayısı ve eğitim biçimine göre farklılık göstermektedir. Haar cascade' In doğruluk oranının yanı sıra nesneyi tespit etme hızı bu faktörlerin iyileştirilmesiyle arttırılmaktadır.

Haar cascade sınıflandırıcısının eğitimi için pozitif ve negatif görüntüler oluşturulmuştur. Pozitif görüntüler içerisinde katil drone, roketatar mermisi, bomba atar mermisi, stinger füzeleri, roket atan dronlar vb. nesnelere bulundugu; negatif görüntülerde ise bu nesnelere bulunmadığı görüntüleri ile çalıştırılmıştır. Pozitif ve negatif görüntülerin sayısının fazla olması sınıflandırıcısının daha doğru nesne tespit etmesine yardımcı olmaktadır.

Nesne tespit çalışmaları sırasında programımız katil drone ile normal drone ayırt etmede başarısız olmuştur. Dronların birebir aynı gibi olmaları ve silahlı drondaki silahların hava koşullarından, kamera açısı gibi nedenlerden dolayı ayırt edici özelliklerinin tespitinde aksaklıklar yaşandığından gerektiği gibi verim alınamadı.

Dronlarda bulunan kameradan alınan görüntüler incelendiğinde görüntü menzili 100 metrelik güvenlik mesafesini karşılamaktadır. Bununla beraber mevcut hava koşulları, günün hangi saatlerinde uçuşun gerçekleştirileceği gibi durumlar ise görüntü mesafesinde değişikliklere neden olmaktadır. Bundan dolayı kameranın daha iyi çözünürlüğe sahip olmasının yanında gece de görüntü aktarımı yapabilmesi için ek donanımlar ile desteklenmesi daha iyi sonuçlar verecektir.



Şekil 19. Savunma Refleksleri Sırasında Alınan Görüntüler

Drone manevraları açısından bakacak olursak 4 motorlu dronlar hızlanma ve manevra olarak 6 pervaneli dronlara göre daha yüksek verim göstermiştir. Bunun nedeni ise 6 pervaneli dronlarda, rüzgârın pervaneler arasından geçerken motorlara mukavemet göstermesi ile dronu yavaşlatması, yönünden saptırması diyebiliriz. 4 pervaneli dronlar da ise pervaneler arası yatayda ve dikeyde boş alanlara sahip olmalarından dolayı hava geçişleri daha rahat ve verimli olmaktadır. Buda manevrasını daha az etkilerken mukavemeti de en aza indirmektedir.

Son teknoloji ile geliştirilmiş, doğrusal hareket etmeyen ve kullanıcı tarafından son ana kadar yönlendirilen mühimmatlara karşı dronumuz donanımlarından dolayı eksik kaldığı gözükmemektedir. Bunun yerine ortalama en az 60-80 km hız ile uçabilen 200 km ile en üst 380 km hızla ulaşabilen FPV dronlar bu mühimmatlara karşı daha iyi refleks gösterecektir.

Tablo 10. FPV Dronlar ve Dji Tello EDU Refleks/Zaman Kıyaslaması

	28 km/s ile uçan DJI Tello Edu (1 sn/8m)	200 km/s hız ile uçan FPV Drone (1 sn/55,6m)	380 km/s hız ile uçan FPV Drone (1 sn/105,6m)
Bomba Atar	1 sn/75m	1 sn/75m	1 sn/75m
Roket Atar	1sn/112	1sn/112	1sn/112
Kamikaze Drone	1sn/20	1sn/20	1sn/20
Dronadan Atılan Füze	1sn/695	1sn/695	1sn/695
Stinger Füzesi	1sn/340	1sn/340	1sn/340

Tablo 10'a baktığımızda FPV dronların kullandığımız drona oranla 1 sn içinde kat ettikleri yol/hız oranlarının en az 7-12 kat daha hızlı oldukları ve mesafelerinde aynı oranda arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara baktığımızda FPV dronlar ile yapılacak denemelerin daha başarılı olacağı ve beklentilerimize en yakın sonuçları vereceği gözlemlendi.

Tablo 11. FPV Dronlar ve Dji Tello EDU Mesafe/Zaman Kıyaslaması

	28 km/s ile uçan DJI Tello Edu (1 sn/8m)	200 km/s hız ile uçan FPV Drone (1 sn/55,6m)	380 km/s hız ile uçan FPV Drone (1 sn/105,6m)
Bomba Atar (100 m/1,33 sn)	10,24 metre / 1,33 sn	73,8 metre / 1,33 sn	140,45 metre / 1,33 sn
Roket Atar (100 m/0,89 sn)	7,14 metre / 0,89 sn	49,44 metre / 0,89 sn	93,99 metre / 0,89 sn
Kamikaze Drone (100 m/5 sn)	40 metre / 5 sn	278 metre / 5 sn	528,03 metre / 5 sn
Drondan Atılan Füze (100 m/0,14 sn)	1,12 metre / 0,14 sn	7,77 metre / 0,14 sn	14,78 metre / 0,14 sn
Stinger Füzesi (100 m/0,29 sn)	2,32 metre/0,29 sn	16,11 metre / 0,29 sn	30,63 metre / 0,29 sn

Tablo 11'e baktığımızda ise 200 km ve 380 km hıza ulaşan FPV dronların tehlikelere karşı gösterdiği reflekslerin mesafe/zaman aralıklarınının Dji Tello EDU Drona oranla ne kadar başarılı olduklarını görüyoruz.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yaşadığımız dönemde teknolojide görülen gelişmeler, ülkelerin savunma stratejilerini de çeşitlendirmiştir. Ülkelerin sınır savunmalarında, terörle mücadelelerinde, günlük rutin güvenlik uygulamalarında da yapısal değişiklikler olmuş ve hayatın rutin akışı önceki dönemlerine göre daha da hareketlenip karmaşık hale gelmiş ve geleneksel güvenlik yöntemleri de artık ömrünü tamamlamış gözükmektedir. Bu gelişmelerden dolayı teknolojinin sunduğu yenilikler ile beraber olası sorunları çözümlenmeyi zorunlu kılmıştır. Bu açıdan bakıldığında ülkeler bazında artık yüz tanıma, ihâ'lar ile istihbarat görevi, nesne tanıma, siha'lar ile tanımlama ve imha, sınır güvenliği, dronlar ile nokta atışı operasyonlar, yerdeki birliklere destek, bilgi akışı vb. uygulamalarla tanımlama, çözümlenme, imha etme, tespit etme gibi çalışmalara hız verilmiştir. Bu çalışmalar içerisinde en kolay uygulanabilir olanına bakacak olursak yüz tanıma ve nesne tanıma çalışmalarını söyleyebiliriz. Nesne tanıma ve yüz tanıma diğer yöntemlere göre maliyet olarak ve uygulanabilirlik olarak daha pratik olduğundan bu alandaki çalışmalara yoğunlaşmıştır. Çerçeve içine alınarak tanıtılan nesne, nesne takip ve nesneye karşı güvenlik refleksi geliştirmek için verisetine nesne eklemeleri yapılarak veri tabanından seçilen nesneye karşılık takip ve refleks işlemi gerçekleştirildi ve dronların elde ettiği görüntülere karşı gösterdiği refleksler test edilmiştir. Bu tez çalışması boyunca farklı senaryolar olabildiğince tekrarlanmış ve her tekrarın etkisinin en üst düzeye ulaşılması sağlanmıştır. Yapılan denemeler üzerinden bakacak olursak ilave donanımlar ile dronun performansı daha yüksek seviyelere çıkarılabilir. Ancak burada donanımların ağırlık olarak hafif olması gerekir aksi takdirde manevra kabiliyetini etkilemektedir. 6 pervaneli drone ile yapılan çalışmalarda bu durumu deneyimlendi. Herhangi bir yerden gelecek tanımlanmış nesnelere tespiti için drone kameralar ile donatıldı ancak bu durum dronun ağırlığını artırıncaya bunları kaldırmak için pervane sayısını artırmak durumunda kalındı. Bu sefer de pervaneler artığından beklenen hızlı manevralar gerçekleşmedi ve drone hedeften kaçınacak refleksler için ağır kaldı. Kameraları azaltarak ağırlığını düşürdüğümüzde ise 6 pervaneli dronda ileri/geri, aşağı/yukarı hızlanma sorunu ile karşılaşıldı. 6 pervaneli dronun her tarafında pervane olduğundan rüzgâr, drone

pervaneleri arasından geçmekte zorlanıp yatay/dikey, ileri/geri yönlerinde denk geldiği pervanelere mukavemet gösterdiğini tespit edildi. Verilen komutları yerine getiren, hızlanması ve yüksek manevra kabiliyeti olan, kullanıcılar tarafından yarış dronları olarak adlandırılan FPV(First Person View) dronlar, 0'dan 200 km hıza 2 saniyenin altında çıkan, üzerindeki yüksek çözünürlüklü kamera ile anlık görüntüleri daha iyi alan ve uçuş sırasında gerçek zamanlı görüntü aktarımının yanında daha fazla çözünürlük ile kullanıcıya hem nesne tespit verimliliğinde hem de kameranın bütün olanaklarıyla karşılık veren, yatay/dikey, ileri/geri manevraları en iyi şekilde yerine getiren dronlardır. FPV dronlar ile hem daha fazla fayda gösterip hem taktiksel görevini en iyi performans ile yerine getirir duruma gelirken aynı zamanda kaza kırma uğrama riskini de, hızı sayesinde kendini koruma manevraları üzerinden, en alt seviyeye indirebiliriz. Bu şekilde kırma uğramadan defalarca kullanılabilir ve bu alandaki maliyetleri azaltabilir.

Bu tez çalışmasında kullanılan DJI Tello EDU insansız hava aracı ile kullanılan programların geliştirilmesi neticesinde farklı görevleri yerine getirebilir. FPV dronlar ile daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Bu tür çalışmaların neticesinde özellikle sınır güvenliği faaliyetlerinde sıcak çatışma alanlarında hem savunma hem saldırı alanında aktif rol alırken aynı anda da kendini koruyacak beceriler geliştirmesi ile beraber bu alanlardaki askeri birliklerin sayıları azaltılarak dronlar ile kontrollerin, müdahalelerin de yapılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Aycard, O., ve Garcia, R. O. C., (2015). Multiple Sensor Fusion and Classification for Moving Object Detection and Tracking. (Yayın no.15754902). Erişim tarihi:18.05.2023 <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7283636>, adresinden alınmıştır. DOI:10.1109/TITS.2015.2479925
- Aydemir. E., Ersoy. M., Tan, Fatma G., ve Yüksel Asım S. (2021). Derin Öğrenme Teknikleri İle Nesne Tespiti Ve Takibi Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, Cilt No. 25, sayfa:159-171, Erişim Tarihi: 05.03.2023 <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1571016>,adresinden alınmıştır.
- Aydemir, Mustafa E., Kılıç Özgün D., ve Özdemir Öztürk P., (2022). Uçak Görüntülerinin Sınıflandırılmasında Farklı Yapay Zekâ Algoritmalarının Performansı. (Yayın no.783798), *International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies*, [Milli Savunma Üniversitesi, İstanbul, İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Milli Savunma Üniversitesi, İstanbul] Erişim tarihi:13.02.2023 https://www.setscience.com/manage/uploads/ISAS-WINTER_2022_0089/SETSCI_ISAS-WINTER-2022_0089_0018.pdf,adresinden alınmıştır. DOI: 10.31590/ejosat.878552
- Aydın H. ve Çetinkaya A, Yılmaz O. (2020). Faster R-CNN Evrimsel Sinir Ağı Üzerinde Geliştirilen Modelin Derin Öğrenme Yöntemleri ile Doğruluk Tahmini ve Analizi: Nesne Tespiti Uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* ,Cilt no:20 pp.783-795, DOI: 10.31590/ejosat.753896 adresinden alınmıştır.
- Badal. S., Draper. B., Hanson. A., ve Ravela. S., (1994). A practical obstacle detection and avoidance system, (Yayın no. 4852567), IEEE, Sayfa:54-62, Erişim tarihi: 10.02.2023 <https://doi.org/10.1109/ACV.1994.341294> adresinden alınmıştır. DOI:10.1109/ACV.1994.341294

Balık H, Diri B. ve Şeker, A. (2017). Derin Öğrenme Yöntemleri ve Uygulamaları Hakkında Bir İnceleme. Makale, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt No: 3, sayfa: 47-64, Erişim Tarihi:05.02.2023 <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/394923> adresinden alınmıştır.

Bartak, R., ve Vykovský, A., (2015). Any Object Tracking and Following by a Flying Drone. (Yayın n. 15839732) Roman Barták-Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague, Czech Republic- Erişim tarihi:12.01.2023 <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7429411> adresinden alınmıştır. DOI:10.1109/MICAI/2015.12

Bayrakçeken, M. K, (2013). Dikine İniş Kalkış Yapabilen Dört Rotorlu Hava Aracının (Quadrotor) Uçuş Kontrolü. (Yayın no.334782), [Doktora Tezi, *Osmangazi Üniversitesi*]. Erişim Tarihi:15.03.2023. <https://docplayer.biz.tr/112749896-Dikine-inis-kalkis-yapabilen-dort-rotorlu-hava-aracinin-quadrotor-ucus-kontrolu-mehmet-kemal-bayrakceken-doktora-tezi.html>, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.

Burgaz, M., (2020). Derin Öğrenme Algoritmalarını Kullanarak İnsansız Hava Araçları ile Silah Tespiti. (Yayın no.636954). [Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi] Fen Bilimleri Enstitüsü Erişim Tarihi:01.05.2023 <https://earsiv.batman.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12402/2458/MUSTAFA-FEN%20ENS.pdf?sequence=1&isAllowed=y> adresinden alınmıştır.

Can. N., ve Kahveci. M., (2017). İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyada ve Türkiye'deki Yasal Durumu. *Selçuk Üniv. Müh. Bil. ve Tek. Dergisi*, Cilt 5, no. 4, sayfa: 511- 537, DOI: 10.15317/Scitech.2017.109

Ceylan, A., (2018). Dört Rotorlu Hava Aracı ile Görme Tabanlı Nesne Takibi. (Yayın no. 525198). [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi] Erişim tarihi: 05.05.2023 <https://openaccess.firat.edu.tr/xmlui/handle/11508/18412>, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.

Çağlayan A. (2018). Derin öğrenme tekniklerini kullanarak RGB-D nesne tanıma, (Yayın no.536119), [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi], Erişim tarihi: 10.03.2023 <https://docplayer.biz.tr/166281230-Derin-ogrenme-tekniklerini-kullanarak-rgb-d-nesne-tanima-rgb-d-object-recognition-using-deep-learning-techniques.html> adresinden alınmıştır.

Çetinkaya, Tuğba S., ve Sertba, A., (2022). Derin Öğrenme Algoritmalarının GPU ve CPU Donanım Mimarileri Üzerinde Uygulanması ve Performans Analizi. Makale, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt no. 33, sayfa: 10-19, Erişim tarihi:08.03.2023 <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1770893>, DOI:10.31590/ejosat.937936

Çevikalp, H., Kahvecioğlu, S. ve Sarıbaş H., (2018). İnsansız Hava Araçlarından Alınan Görüntülerdeki Araçların Konumlarının Bulunması. %1 içinde 26. IEEE Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, İzmir. Erişim tarihi:13.03.2023 <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/handle/11421/18600> adresinden alınmıştır.

D. Du, Q. Huang, G. Li, N. Sebe, Q. Tian, H. Yu, W. Zhang (2018). The Unmanned Aerial Vehicle Benchmark: Object Detection, Tracking and Baseline. *International Journal of Computer Vision*, no. 128, sayfa: 1141-1159, 202 Erişim Tarihi:05.03.2023. <https://arxiv.org/abs/1804.00518>, adresinden alınmıştır. DOI:10.48550/arXiv.1804.00518

Daş R., Polat B.ve Tuna G., (2019). Derin öğrenme ile resim ve videolarda nesnelere tanınması ve takibi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt no. Cilt:31 No. 2, sayfa:571-581, Tensorflow Mnist Dataset, Loads the MNIST dataset, Son Erişim Tarihi: 05.01.2021 https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras/dataset_s/mnist/load_data, DOI: 10.35234/fumbd.608778 adresinden alınmıştır.

Engel, Jakob J., (2011). Autonomous Camera-Based Navigation of a Quadcopter. [Technical University Munich Master Thesis] Technical University Munich, Faculty of Informatics, Computer Vision Group, Erişim Tarihi: 15.01.2023.

<https://cvq.cit.tum.de/media/spezial/bib/engel2011msc.pdf>

adresinden

alınmıştır.

Erişti, E., (2010). “Görüntü İşlemede Yeni Bir Soluk OpenCV”. [Bildiri], XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Muğla Üniversitesi, Erişim tarihi:05.05.2023 https://ab.org.tr/ab10/kitap/eristi_AB10.pdf, adresinden alınmıştır.

Gageik N., ve Müller, T., (2012). Obstacle Detection and collision avoidance using ultrasonic distance sensors for an autonomus quadrocopter. Sergio Montenegro University of Würzburg, *Aerospace Information Technology (Germany) Würzburg* Erişim tarihi:10.01.2023 https://www.informatik.uni-wuerzburg.de/fileadmin/10030800/user_upload/quadcopter/Paper/Gageik_Mueller_Montenegro_2012_OBSTACLE_DETECTION_AND_COLLISION_AVOIDANCE_USING_ULTRASONIC_DISTANCE_SENSORS_FOR_AN_AUTONOMOUS_QUADROCOPTER.pdf adresinden alınmıştır.

Güzel. E., ve Yağcı. M., (2021). Hareketli İnsan Yüzü Tespit ve Takibi Yapabilen İHA Uygulaması. Erişim tarihi:15.04.2023 <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2042446> adresinden alınmıştır. DOI:10.29130/dubited.1013744

Işık, Ali H. ve Sarızeybek Ali T.(2022). Monocular Depth Estimation and Detection of Near Objects. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, Cilt:14 Erişim tarihi:10.04.2023 No:3, sayfa: 124-131, <https://dergipark.org.tr/en/pub/utbd/issue/75056/1177526>, adresinden alınmıştır. DOI:10.55974/utbd.1177526

J. Deng, W. Dong, L. Fei-Fei, R. Socher.L., J. Li, K. Li (2009). Bilgisayarla Görme ve Örüntü Tanıma (CVPR), *IEEE*, ImageNet: A Large-Scale Hierarchical Image Database, adresinden alınmıştır. DOI: 10.1109/CVPR.2009.5206848

Kalaycı, Tahir E., İnce. C., ve Yıldırım. K.S., (2003). Görüntü İşleme. Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Erişim

tarihi:01.04.2023<https://tekrei.gitlab.io/presentations/2003-Goruntu-Isleme-Sunum.pdf> adresinden alınmıştır.

Karakoç M., (2011). Görüntü işleme teknikleri ve yapay zekâ yöntemlerde kullanarak görüntü içinde görüntü arama. (Yayın no. 287601) [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Erişim tarihi:05.04.2023 <https://hdl.handle.net/11499/1538>, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.

Karakuş C.ve Katman, F., (2019). Male sınıfı insansız hava aracı (İHA) teknolojisi ve konvansiyonel (geleneksel) savaştaki yeri. (Yayın no. 561015), *Akademik tarih ve düşünce dergisi* Erişim Tarihi:12.04.2023 <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.

Kamthania D., ve Sharma, P., (2019). Intelligent Object Detection and Avoidance System. *Vivekananda School of Information Technology*, Pitampura, Delhi-110034, India, Erişim Tarihi:10.01.2023 https://www.researchgate.net/profile/Prerna-Sharma8/publication/336552267_Intelligent_Object_Detection_and_Avoidance_System/links/5da566c9a6fdcc8fc3529693/Intelligent-Object-Detection-and-Avoidance-System.pdf adresinden alınmıştır.

Koç. M., (2020). Derin Öğrenme Kullanarak İha ile Hareketli Bir Hedefin Otonom Olarak Yakalanması. (Yayın no. 61892). [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi] Erişim tarihi:23.01.2023 https://openaccess.izu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12436/2395/618922_.pdf?sequence=1&isAllowed=y, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.

Murat. S., (2021). İnsansız Hava Aracı Görüntülerinden Derin Öğrenme Yöntemleriyle Nesne Tanıma. (Yayın no. 678752). [Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi]

<https://openaccess.maltepe.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12415/7379/10382825.pdf?sequence=1&isAllowed=1>) Maltepe Üniversitesi, Erişim tarihi:13.04.2023

<https://openaccess.maltepe.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12415/7379/10382825.pdf?sequence=1&isAllowed=1>,

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden alınmıştır.

Nilsson, N. J. (2010). Yapay Zeka Geçmişi ve Geleceği. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, Cilt:19, Sayı:1, Erişim Tarihi:17.02.2023
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/744756> adresinden alınmıştır.

Öztürk. K., ve Şahin Mustafa E., (2018). Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ'ya Genel Bir Bakış. *Makale,Takvim-i Vekayi*, Cilt: 6 No: 2 Sayfa: 25-36. Erişim Tarihi:10.03.2023 <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/596690> adresinden alınmıştır.

Pirim, H., (2000). Yapay Zeka. (1), 81-93, Erişim tarihi:26.01.2023
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/179113#:~:text=%E2%80%9CYapay%20zeka%20zeki%20makinelere%20%20C3%B6zellikle,ara%C5%9Ft%C4%B1rma%20yapan%20bili%C5%9Fsel%20bilim%20dal%C4%B1d%C4%B1r> adresinden alınmıştır.

Poyraz, Y., ve Sevgen, S (2017). GPU Programlama Tekniği ile Yüksek Performanslı Araç Takibi. İstanbul Üniversitesi, Erişim tarihi:05.03.2023
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/328856>,adresinden alınmıştır. DOI: 10.17671/gazibtd.331036

Smyczyński, P., ve Starzec, L., (2017). Autonomous drone control system for object tracking:Flexible system design with implementation example. (Yayın no. 17206713) Granosik-Institute of Automatic Control, Lodz University of Technology,Poland Erişim Tarihi:25.03.2023
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8046919>,
DOI:10.119/MMAR.2017.8046919

V. Philomin, (1999). Real-time object detection for "smart" vehicles. (Yayın no.6371186). D.M. Gavrilă; Eriřim tarihi:08.02.2023 <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/791202>, adresinden alınmıřtır. DOI: 10.1109/ICVV.1999.791202

Yasin, J.N., Mohamed, Sherif A. S., Haghbayan, M.H., Heikkonen, J., Tenhunen H., Plosila,J. (2021). Low-cost ultrasonic Based object detection and collision avoidance method for autonomous. Cilt:13, Sayı:1, Sayfa:97-107, Erişim tarihi:10.01.2023 <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s41870-020-00513-w.pdf?pdf=button%20sticjy> adresinden alınmıştır. DOI:10.1007/S41870-020-00513-W

ÖZGEÇMİŞ

Adnan AKPINAR

Eğitim

Derece Yıl Üniversite, Enstitü, Anabilim/Anasanat Dalı

Y. Lisans 2023 Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Lisans 2017 Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Kamu Yönetimi

Lise 2004 Kocaeli Çelik Halat Anadolu Lisesi

İş/İstihdam (Varsa)

Yıl Görev

2014-2017 İnfaz Koruma Memuru

2017-2022 Memur

2022-..... Bilgisayar İşletmeni

